دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

تعیین ترکیبات شیمیایی، گوارش‌پذیری و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین دانه جو جوانه‌زده سه روزه

ایوب ویسی[۱]، احمد افضل‌زاده[۲]، حسن فضائلی[۴]، محمدعلی نوروزیان[۳] و حسن بانه[۵]

۱- کارشناس ارشد، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران (نویسنده مسوول: a.vaisi@ut.ac.ir)
۲ و ۳- دانشیار و استادیار، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۴- دانشیار، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور
۵- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج
تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۲۵

چکیده

به منظور تعیین گوارش‌پذیری نسبت‌های مختلف جو جوانه‌زده از ۱۶ رأس گوسفند نر بالغ نژاد افشاری در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار (صفر، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد استفاده در جیره) در ۴ تکرار استفاده شد. اندازه‌گیری فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام جو جوانه‌زده با سه رأس گاو نر تالشی فیستوله‌گذاری شده انجام شد. میانگین و انحراف معیار ترکیبات شیمیایی جو جوانه‌زده (سه روزه) شامل: ماده خشک، پروتئین‌خام، خاکسترخام، چربی‌خام، الیاف نامحلول در شوینده-خنثی، نشاسته، قند محلول، کلسیم و فسفر به ترتیب: ۵۲/۶۳±۰/۰۰۵، ۱۰/۳۱±۰/۵۸، ۲/۵۳±۰/۲۵، ۲/۷۸±۰/۱۵، ۲۰/۱۱±۰/۵۳، ۴۴/۷۷±۱/۴۷، ۱۷/۳۵±۰/۹۵، ۰/۰۹۶±۰/۰۰۶ و ۰/۴۰۲±۰/۰۰۴ درصد در ماده خشک و انرژی خام، ۴۲۹۶±۱۰۲ مگاکالری در کیلوگرم بود. در مقایسه با دانه جو، پروتئین‌خام، چربی‌خام، ماده آلی، قند محلول و انرژی‌خام افزایش نشان داد. میانگین گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین‌خام، انرژی‌خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی جو جوانه‌زده، با استفاده از روش تفاوت به ترتیب ۷۵/۰۸، ۸۱/۹۵، ۶۲/۷۵،۷۷/۶۶، ۵۴/۰۳ درصد و انرژی قابل هضم، ۳/۳۴ مگاکالری درگرم بود و گوارش‌پذیری فیبر نامحلول در شوینده خنثی، انرژی خام و انرژی قابل هضم افزایش یافت. فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری جو جوانه‌زده برای بخش سریع تجزیه، کند تجزیه و ثابت نرخ تجزیه‌پذیری ماده خشک به ترتیب، ۳۵/۱۹، ۵۱/۳۲ و ۲۴/۶۲درصد در ساعت بود.

واژه‌های کلیدی: جو جوانه‌زده، گوارش‌پذیری، فراسنجه تجزیه‌پذیری، ارزش تغذیه‌ای

مقدمه

جو ماده خوراکی اصلی مورد استفاده در تغذیه دام است. ۸۰ تا ۹۰ درصد از نشاسته جو در شکمبه هضم می‌شود و همین امر در ایجاد ناهمجاری‌های تغذیه‌ای مؤثر است (۱۱). یکی از روش‌های فرآوری جو، ایجاد جوانه‌زنی (فرآوری زیسیت) است. دانه‌های جوانه‌زده ارزش تغذیه‌ای زیادی دارند. ایجاد جوانه‌زنی در دانه‌ها آسان است که بدون تجهیزات می‌توان آن را انجام داد (۱۰). همچنین جوانه‌زنی دانه جو موجب کاهش ترکیبات فنولی آن شده و نسبت به دانه جو عمل‌آوری نشده دارای بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی است (۷). چاوان و کادام (۴) گزارش کردند جوانه زدن موجب بهبود فعالیت هیدرولیتیک آنزیم‌ها، محتوای کل پروتئین، چربی، اسیدهای‌آمینه ضروری، کل مواد قندی، ویتامین‌های گروه ب و همچنین باعث کاهش در ماده خشک، نشاسته و عوامل ضد تغذیه‌ای می‌شود. افزایش پروتئین، چربی خام، فیبر و کل خاکستر به‌خاطر کاهش نشاسته است. تغییر در ترکیبات شیمیایی به‌ویژه کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای هنگام جوانه‌زنی جو موجب تغییر در میزان تجزیه‌پذیری جو در شکمبه خواهد شد. پژوهش‌های متعددی در زمینه علوفه تولید شده با دانه جو پس از چهار روز و بیشتر روی خوک و گاو انجام شده است و تاکنون در تغذیه دام، جوانه سه روزه کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. این پژوهش به منظور بررسی ارزش تغذیه‌ای دانه جو جوانه‌زده سه روزه انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در شهریور ۱۳۸۹، در بخش پژوهش‌های تغذیه دام و طیور موسسه تحقیقات علوم دامی کشور انجام شد.

تولید جو جوانه زده: دانه جو با قوه نامیه بالا به مدت ۸ تا ۱۲ ساعت در آب غوطه‌ور و سپس جو خیس خورده به آبکش‌های پلاستیکی انتقال داده شد و با پارچه‌ای مرطوب پوشانده شد (دمای محیط: ۲۵ تا ۲۸ سانتی‌گرادو رطوبت محیط: ۴۵ تا ۵۰ درصد)، در طول روز دوباره دانه‌ها خیس شدند تا فرآیند جوانه‌زنی متوقف نشود. دانه‌ها بعد از ۲۴ ساعت جوانه زده و پس از گذشت ۷۲ ساعت، به مصرف دام رسید و برای تجزیه شیمیایی به آزمایشگاه فرستاده شد.

تجزیه شیمیایی: پس از ۷۲ ساعت، جوانه‌ها در دستگاه آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا فرآیند رشد

Downloaded from rap.sanru.ac.ir at 12:40 +0430 on Tuesday July 23rd 2019

متوقف شد. پس از این‌که تغییرات وزن نمونه ثابت شد (پس از ۴۸ ساعت)، درصد ماده خشک نمونه‌های جو جوانه‌زده تعیین شد. ترکیبات مواد مغذی نمونه‌های آزمایشی، طبق روش‌های استاندارد AOAC (۲۰۰۵) تعیین شد. (۳)

محاسبه گوارش‌پذیری جیره‌های آزمایشی: پس از اندازه‌گیری درصد ماده خشک، ماده آلی، انرژی خام، پروتئین خام، و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در نمونه‌های خوراک و مدفوع، گوارش‌پذیری از رابطه زیر محاسبه گردید:

رابطه (۱)

$$\text{گوارش‌پذیری} = \frac{\left(\text{مقدار ماده دفعی} - \text{مقدار ماده مغذی مصرفی}\right)}{\text{مقدار ماده مغذی مصرفی}}$$

محاسبه گوارش‌پذیری مواد مغذی: محاسبه گوارش‌پذیری مواد مغذی جو جوانه‌زده با استفاده از روش تفاوت انجام گرفت (۵).

رابطه (۲)

$$S = \frac{A-(BC)}{D}$$

S: درصد گوارش‌پذیری خوراک یا ماده مغذی موجود در خوراک آزمایشی، A: درصد گوارش‌پذیری ماده مغذی در کل جیره، B: درصد گوارش‌پذیری ماده مغذی در خوراک پایه، C: نسبتی از کل مواد مغذی جیره که به وسیله خوراک پایه تامین می‌گردد، D: نسبتی از کل ماده مغذی جیره که به وسیله خوراک آزمایشی تأمین می‌گردد.

محاسبه انرژی قابل هضم: پس از محاسبه انرژی خام هر یک از جیره‌های آزمایشی مصرف شده (برحسب کیلوکالری در کیلوگرم) و گوارش‌پذیری انرژی خام جیره‌ها (بر حسب درصد)، انرژی قابل هضم[1] از رابطه زیر محاسبه شد(۵).

رابطه (۳)

انرژی خام × گوارش‌پذیری انرژی خام = انرژی قابل هضم (مگاکالری در کیلوگرم)

برآورد اثرات تجمعی (اثرات متقابل) گوارش‌پذیری: برای بدست آوردن ضریب هضمی جو و جو جوانه‌زده از جیره پایه (مخلوط کاه و یونجه) استفاده شد. لذا اثرات متقابل یا تجمعی علوفه و دانه باعث اختلاف در ضریب هضمی دانه جو و جو جوانه‌زده از مقدار حقیقی خواهد شد. بنابراین اثرات تجمعی موجود محاسبه و بر اساس آن ضریب هضمی تصحیح گردید (۱۸،۲۰).

انکوباسیون شکمبه‌ای: کیسه‌های نایلونی مورد استفاده در این آزمایش از جنس داکرون[2] (الیاف پلی استر مصنوعی)، که نسبت به هضم میکروبی و شرایط شکمبه مقاوم و غیرقابل هضم بود. حاشیه کیسه‌ها پرس شده و ابعاد آن ۱۰×۲۱ سانتی‌متر مربع و قطر منافذ کیسه‌ها ۴۰ تا ۵۰ میکرومتر می‌باشد (۲۱). از یک دستگاه ماشین لباس شویی اتوماتیک نیز برای شستشوی کیسه‌ها پس از مدت زمان تخمیر استفاده شد. روش استاندارد تعیین تجزیه‌پذیری با کیسه‌های نایلونی استفاده شد. نمونه‌های دانه جو و جو جوانه‌زده پس از خشک شدن در آون (با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد) و تعیین ماده خشک با آسیاب حاوی الک ۳ میلی‌متری آسیاب شدند، در کیسه‌های نایلونی قرار گرفتند. ۵ گرم از هر نمونه (۲۴ میلی‌گرم در هر سانتی‌متر از سطح کیسه) در کیسه‌های نایلونی توزین و طی ساعت‌های صفر، ۳، ۶، ۱۲، ۱۸، ۲۴ و ۴۸ ساعت در شکمبه مورد انکوباسیون قرار گرفتند. برای هر تکرار در هر زمان سه کیسه در نظر گرفته شد. پس از اتمام زمان مورد نظر، کیسه‌ها به سرعت در زیر شیرآب قرار گرفتند. سپس کیسه‌ها از شیلنگ‌های پلاستیکی جدا شده و به وسیله ماشین شوینده به مدت ۳۰ تا ۴۰ دقیقه با آب سرد شستشو داده شدند تا آب خارج شده کاملا شفاف شد. پس از این کار کیسه‌ها را به مدت خیلی کوتاه زیر آب گرفته و پس از چکیده شدن آب، آنها را به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی گراد قرار داده و پس از خشک شدن توزین شدند. پس از تعیین ماده مغذی در ماده اولیه و مواد باقی مانده در کیسه‌ها، درصد تجزیه‌پذیری هر یک از مواد مغذی با استفاده از رابطه زیر تعیین شد:

رابطه (۴)

$$\text{درصد تجزیه‌پذیری ماده مغذی} = \frac{(W1-W2)}{W1} \times 100$$

که W1: مقدار ماده مغذی نمونه اولیه، W2: مقدار ماده مغذی باقیمانده در نمونه پس از تخمیر در زمان مورد نظر است.

پس از محاسبه درصد تجزیه‌پذیری نمونه در ساعت‌های مختلف تخمیر، افت شستشو[3] در ساعت صفر تخمیر با استفاده از ماشین لباس‌شویی به مدت ۲۰ دقیقه برآورد شد. داده‌های حاصل برای به‌دست آوردن فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری و ارزیابی کینتیک هضم شکمبه‌ای با نرم‌افزار تجزیه‌پذیری Neway و با استفاده از مدل نمایی اورسکوف و مکدونالد برآورد شدند (۱۵).

رابطه (۵) $$Pt = a+b\,(1-e^{-ct})$$

که در آن *Pt*: درصد ناپدید شدن ماده خوراکی یا ماده مغذی (پتانسیل تجزیه‌پذیری پس از زمان *t*)، *a*: عرض از مبدا یا بخشی که سریع تجزیه می‌شود (بخش محلول). *b*: بخش قابل تجزیه که آهسته تجزیه می‌گردد. *c*: ثابت تجزیه‌پذیری برحسب درصد در ساعت (نرخ تجزیه‌پذیری). *t*: مدت زمان انکوباسیون کیسه‌ها در شکمبه.

تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک (EDDM) با استفاده از معادله اورسکوف و مکدونالد (۱۹۷۹) محاسبه شد (۱۵):

رابطه (۶) $$EDDM\ (\%) = a+b(c/(c+k))$$

1- Digestible Energy
2- Dacron
3- Washing Loss

Downloaded from rap.sanru.ac.ir at 12:40 +0430 on Tuesday July 23rd 2019

Downloaded from rap.sanru.ac.ir at 12:40 +0430 on Tuesday July 23rd 2019

که در آن k نرخ عبور از شکمبه است. تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک در نرخ عبور شکمبه‌ای $2\%h^{-1}$ برآورد شد.

تجزیه شیمیایی: ماده خشک خوراک با استفاده از دستگاه آون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت، پروتئین‌خام و سایر ترکیبات مواد مغذی بر اساس روش‌های استاندارد AOAC تعیین شد (۳).

حیوان: جهت اندازه‌گیری گوارش‌پذیری مواد مغذی جو جوانه‌زده با روش درون تنی از ۱۶ راس گوسفند نر بالغ نژاد افشاری با میانگین وزن (۴/۹۳±۵۵ کیلوگرم) استفاده شد. آزمایش با ۴ تیمار (صفر، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد جو جوانه‌زده) و ۴ تکرار، در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. جیره پایه شامل، مخلوط ۶۵ درصد یونجه و ۳۵ درصد کاه گندم بود. قبل از شروع آزمایش، گوسفندان از لحاظ سلامتی معاینه و سم‌چینی شدند. گوسفندان طوری انتخاب شدند که از لحاظ وزنی تفاوت معنی‌داری نداشته باشند، آن‌گاه به طور تصادفی به یکی از ۴ تیمار تقسیم شدند. دوره عادت‌پذیری به مدت ۱۴ روز و دوره نمونه‌گیری ۷ روز در نظر گرفته شد. اندازه گیری فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری در قالب طرح کاملا تصادفی چند مشاهده‌ای، با دو تیمار (دانه جو و جو جوانه‌زده سه روزه) و سه تکرار (سه نمونه یا کیسه). در زمان‌های مختلف آزمایش روی سه گاو نر فیستوله گذاری شده نژاد تالشی با میانگین وزنی ۳±۴۵۷ کیلوگرم شکمبه گذاری شد. دام‌ها طبق روش استاندارد تکنیک کیسه‌های نایلونی در سطح نگهداری تغذیه شدند (۱۰). احتیاجات مواد مغذی گاوها طبق جداول استاندارد احتیاجات گاوشیری (۱۳)، تعیین و جیره غذایی در سطح نگهداری با توجه به مواد خوراکی موجود تامین شد (جدول ۱). برنامه خوراک‌دهی در دو وعده مساوی صبح ساعت ۸ و بعد از ظهر ساعت ۱۶ تنظیم شد. آب و سنگ نمک نیز به طور آزاد در اختیار دام‌ها قرار گرفت.

جدول ۱- ترکیب جیره نگهداری گاوهای تالشی فیستوله‌گذاری شده

ترکیب جیره	مقدار (کالری)	درصد استفاده در جیره (درصد)
یونجه خشک	۳	۳۳/۵
کاه گندم	۴	۴۴/۴
سبوس گندم	۱/۵	۱۶/۶
جو آسیاب شده	۰/۵	۵/۵
جمع کل	۹	۱۰۰

تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایشی: داده‌های آماری در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماریSAS ویرایش نهم (۱۹)، با استفاده از رویه‌ی GLM و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن و آزمون t جفت نشده انجام گرفت.

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی: وزن‌تر جو جوانه‌زده نسبت به جو خشک (هوا خشک) پس از سه روز جوانه‌زدن، ۱/۸۵ برابر شد. این افزایش وزن می‌تواند به دلیل جذب مقادیر بالای آب هنگام غوطه‌ور کردن دانه در آب به مدت ۱۲ ساعت باشد. بعد از گذشت ۲۴ ساعت از فرآیند جوانه‌زنی ریشه‌های سفید قابل مشاهده است و پس از ۳ روز، ریشه‌های سفید شاخه‌دار می‌شوند و بخش‌های نزدیک پوشش یا غلاف دانه، سبز خواهند شد. درصد جوانه‌زنی دانه جو پس از ۳ روز (۷۲ ساعت)، بین ۵±۶۰ درصد بود که با نتایج پیر و لسون (۱۷) مطابقت داشت. پس از جوانه زدن، پروتئین‌خام و قندمحلول نسبت به دانه جو افزایش یافت ($P \leq ۰/۰۵$)، که با نتایج پیر و لسون (۱۷) مطابقت دارد. افزایش در مقدار پروتئین خام می‌تواند به دلیل تغییر در نسبت مواد مغذی موجود در جو جوانه‌زده باشد، شستشوی دانه جو موجب خارج شدن ناخالصی‌ها، گرد و خاک همراه دانه جو شده در طی مراحل ایجاد جوانه‌زنی ابتدا مقداری از ماده خشک آن از دست می‌رود. چاوان و همکاران (۴) دریافتند که کاهش وزن خشک دانه در طول خیساندن ناشی از تراوش مواد و اکسیداسیون ماده اصلی دانه است. وقتی که دانه خیسانده می‌شود مواد قابل حل تراوش می‌کند. این تراوش در حدود یک روز بدون وقفه و سریع‌تر از جذب آب دریافتی ادامه دارد. کاهش ماده خشک در طول رشد ناشی از افزایش فعالیت‌های متابولیکی جوانه است. انرژی این فعالیت‌های متابولیک از شکسته شدن و اکسیداسیون نشاسته حاصل شده است که می‌تواند از دلایل افزایش نسبت پروتئین خام باشد، افزایش در مقدار انرژی خام جوانه پس از ۳ روز، با نتایج پیر و لسون (۱۷) مطابقت نداشت. این تفاوت احتمالا به دلیل نوع یا واریته جو مورد استفاده، زمان نمونه‌گیری و روش تولید جوانه جو باشد. مقدار فیبر نامحلول در شوینده خنثی پس از جوانه‌زنی ۲ درصد کاهش نشان داد (جدول ۲). کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی پس از سه روز با نتایج ادام و همکاران (۱) مطابقت داشت. آنها گزارش کردند، میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی جوانه جو پس از ۷۲ ساعت نسبت به الیاف نامحلول در شوینده خنثی دانه جو ۳ درصد کاهش

Downloaded from rap.sanru.ac.ir at 12:40 +0430 on Tuesday July 23rd 2019

داشت در این مرحله از رشد جوانه، قندهای موجود در الیاف نامحلول در شوینده خنثی سنتز می‌شوند و انرژی رشد گیاه را تامین می‌کنند (۱۲) که می‌تواند از دلایل کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی باشد.

جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین ترکیبات شیمیایی، انرژی و عناصر معدنی جو جوانه‌زده و دانه جو

ترکیبات شیمیایی	جو جوانه‌زده	دانه‌جو
ماده خشک (درصد)	۵۲/۶۳[b]±۰/۰۰۵	۹۴/۶۵ [a]±۰/۰۰۵
پروتئین خام (درصد)	۱۰/۳۱ [a]± ۰/۵۸	۹/۳۳ [b]± ۰/۲۴
انرژی خام (کالری بر گرم)	۴۲۹۶[a]± ۱۰۲	۳۹۵۸[b]± ۱۴۸
ماده آلی (درصد)	۹۶/۹۸± ۰/۳	۹۶/۷۲± ۰/۲۷
چربی خام (درصد)	۲/۷۸± ۰/۱۵	۲/۲۷± ۰/۱۹
فیبر نامحلول در شوینده خنثی(درصد)	۲۰/۱۱[b]± ۰/۵۳	۲۲/۰۳[a]± ۰/۹۷
نشاسته (درصد)	۴۴/۷۵ [b]± ۱/۴۷	۵۶/۳۳ [a]± ۲/۴۶
قند محلول	۱۷/۳۵[a]± ۰/۹۵	۶/۸۴[b]± ۱/۱۸
خاکستر خام	۳/۰۲± ۰/۳	۳/۲۸± ۰/۲۸
کلسیم	۰/۰۹۶ ± ۰/۰۰۶	۰/۰۹۸ ± ۰/۰۰۵
فسفر	۰/۴۰۲ ± ۰/۰۰۴	۰/۴۰۳ ± ۰/۰۰۳

در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف آماری در سطح ۵ درصد می‌باشد.

پس از گذشت سه روز نسبت مواد مغذی موجود در دانه جو تغییر کرد. درصد پروتئین خام، چربی خام، قند محلول و انرژی خام افزایش و نشاسته و فیبر نامحلول در شوینده خنثی دانه کاهش یافت.

گوارش‌پذیری جیره‌های آزمایشی: گوارش‌پذیری ماده خشک مخلوط کاه-یونجه (جیره شاهد) ۵۴/۸۵ درصد بود و با افزایش درصد استفاده از جو جوانه‌زده در جیره گوارش‌پذیری جیره‌های آزمایشی افزایش یافت (جدول ۳). گوارش‌پذیری ماده‌خشک، ماده‌آلی و ماده‌آلی در ماده خشک، پروتئین خام، انرژی خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و انرژی قابل هضم روند افزایشی داشت به طوری‌که هریک از نسبت‌های استفاده شده جو جوانه‌زده با هم تفاوت معنی‌داری داشتند و سطح ۴۵ درصد جو جوانه‌زده دارای بیشترین مقدار گوارش‌پذیری بود ($P \leq ۰/۰۵$). انرژی قابل هضم ظاهری جو جوانه‌زده در جیره با سطوح ۳۰ و ۴۵ درصد نسبت به سطوح صفر و ۱۵ درصد، تفاوت معنی‌دار بود ($P \leq ۰/۰۵$). همچنین نتایج گوارش‌پذیری مواد مغذی جو جوانه‌زده به روش تفاوت در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۳- گوارش‌پذیری ماده خشک، مواد مغذی و انرژی جیره‌های آزمایشی به روش درون تنی (درصد)

موارد	ترکیب جیره‌آزمایشی				
	شاهد	جیره حاوی ۱۵ جوانه	جیره حاوی ۳۰ جوانه	جیره حاوی ۴۵ جوانه	SEM
ماده خشک	۵۴/۸۵[d]	۵۹/۰۱[c]	۶۱/۷۰[b]	۶۴/۱۳[a]	۰/۹۹
ماده آلی	۵۵/۵۲[d]	۶۰/۰۱[c]	۶۳/۳۶[b]	۶۶/۰۲[a]	۰/۸۳
پروتئین خام	۵۱/۰۵[c]	۵۳/۹۴[b]	۵۵/۶۸[ab]	۵۶/۵۷[a]	۱/۱۳
انرژی خام	۵۴/۶۰[d]	۵۹/۲۷[c]	۶۱/۳۲[b]	۶۲/۸۱[a]	۰/۸۰۱
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۵۰/۰۱[c]	۵۰/۶۹[cb]	۵۱/۲۷[b]	۵۲/۲۵[a]	۰/۵۶
انرژی قابل هضم (مگاکالری بر کیلوگرم)	۲/۳۶[c]	۲/۵۵[b]	۲/۶۴[a]	۲/۷۰[a]	۰/۰۳۵

SEM: خطای معیار میانگین‌ها   اعداد با حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P≤۰/۰۵).

جدول ۴- گوارش‌پذیری مواد مغذی و انرژی قابل هضم جو جوانه‌زده به روش تفاوت

	تیمارهای آزمایشی			
ضریب هضمی (٪)	۱۵:۸۵	۳۰:۷۰	۴۵:۵۵	SEM
ماده خشک	۷۶/۱۴	۷۵/۰۵	۷۴/۰۷۰	۲/۱۷
ماده آلی	۸۵/۶۱[a]	۸۱/۷۳[b]	۷۸/۵۳[b]	۲/۱۱
پروتئین خام	۷۰/۴۲[a]	۶۶/۵۲[ab]	۶۳/۳۳[b]	۳/۱۷
انرژی خام	۸۴/۰۷[a]	۷۶/۳۰[a]	۷۲/۴۹[b]	۲/۶۳
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۵۴/۶۶	۵۴/۲۳	۵۴/۰۱	۱/۹۴
انرژی قابل هضم (Mcal/kg)	۳/۶۲[a]	۳/۲۹[b]	۳/۱۲[b]	۰/۱۱

SEM: خطای معیار میانگین‌ها   اعداد با حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P≤۰/۰۵).

چانگ و همکاران (۶) درصد گوارش‌پذیری جوانه جو (۳ روزه)، ماده‌خشک، ماده آلی، پروتئین خام، انرژی خام را به ترتیب ۸۴/۷۷، ۸۴/۹۰، ۷۹/۶۹، ۸۵/۳۴ درصد، گزارش کردند. تفاوت نتایج احتمالاً به دلیل نوع دام و نوع یا واریته مورد استفاده، زمان نمونه‌گیری و روش تولید جوانه جو است. همچنین آن‌ها درصد گوارش‌پذیری مواد مغذی دانه جو ماده‌خشک، ماده آلی، پروتئین خام، انرژی خام به ترتیب ۷۳/۵۴، ۷۵/۵۸، ۶۵/۲۸ و ۷۱/۶۸ گزارش کردند. با توجه به نتایج گوارش‌پذیری در این آزمایش روند افزایشی نسبت به دانه جو داشته است. با افزایش نسبت جو جوانه‌زده در جیره به ویژه در سطح ۴۵ درصد به دلیل وجود اثرات متقابل بین علوفه و جو جوانه‌زده میزان گوارش‌پذیری پروتئین خام و انرژی خام به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (P≤۰/۰۵).

جدول ۵- اثر متقابل ضریب هضمی ماده خشک علوفه و دانه جو جوانه‌زده در جیره (در سطح ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد در جیره)

	جو جوانه زده		
گوارش‌پذیری	۱۵	۳۰	۴۵
ماده خشک (محاسبه شده به روش تفاوت)	۷۶/۱۳ ±۲/۲۳	۷۵/۰۵ ±۱/۳۷	۷۴/۰۶ ±۲۱/۷
با اثر متقابل	۷۶/۱۳ ±۲/۲۳	۷۵/۰۵ ±۱/۳۷	۷۴/۰۶ ±۲۱/۷
بدون اثر متقابل	۶۲/۴۳[c]±۰/۶۱	۶۶/۴۱[b]±۰/۷	۶۹/۲۸[a]±۱/۸
اثر متقابل علوفه بر ضریب هضمی جو جوانه‌زده	+۱۳/۲۲[a]±۱/۴۶	+۸/۶۳[b]±۰/۶۷	+۴/۷۸[c]±۰/۸۱
اثر متقابل جو جوانه‌زده بر ضریب هضمی علوفه	+۳/۴۱ [b]±۰/۲۸	+۸/۶۳[a]±۰/۶۷	+۵/۰۲[a]±۰/۶۷

اعداد با حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار (P≤۰/۰۵) می‌باشند. علوفه: مخلوطی از کاه گندم (۳۵ درصد) و یونجه (۶۵ درصد) می‌باشد.

اثرات متقابل گوارش‌پذیری جو جوانه‌زده با جیره پایه (علوفه)

جیره پایه (علوفه) از یونجه (۶۵ درصد) و کاه گندم (۳۵ درصد) تامین شد که به طور یکنواخت با هم مخلوط شدند. نتایج نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن اثر متقابل هرچه نسبت جو جوانه‌زده در جیره افزایش داده شود، گوارش‌پذیری آن کاهش می‌یابد که با نتایج افضل‌زاده (۲) و تربتی‌نژاد (۲۰) که روی سایر مواد خوراکی انجام شده است مطابقت داشت. می‌توان چنین برداشت کرد که اضافه کردن جو جوانه‌زده به جیره پایه، محیط اکولوژیکی شکمبه را بهبود داده و احتمالا به دلیل تامین شدن کربوهیدرات‌های سهل‌الهضم و سایر مواد مغذی سبب تکثیر میکروارگانیسم‌ها شده و در نتیجه هضم جیره حاوی دانه و علوفه افزایش می‌یابد. همچنین گوارش‌پذیری جو جوانه‌زده و بدون در نظر گرفتن اثر متقابل در سطح ۴۵ درصد استفاده در جیره بیشترین مقدار را داشت (P≤۰/۰۵). میزان گوارش‌پذیری جو جوانه‌زده با علوفه در سطح ۱۵ درصد استفاده در جیره بیشترین اثرات متقابل را داشتند و به طور معنی‌داری بالاتر از سطوح ۳۰ و ۴۵ درصد بود (P≤۰/۰۵). این نتایج نشان می‌دهد هر چه مواد خوراکی در سطوح پایین‌تر در جیره استفاده شود، با کارایی بیشتری هضم خواهد شد.

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری: مقادیر مربوط به مقایسه تجزیه‌پذیری و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام جو جوانه‌زده و دانه جو مورد آزمایش، در جدول ۶، ۷ و ۸ نشان داده شده است. همچنین منحنی تجزیه‌پذیری ماده خشک دانه جو و جو جوانه‌زده در شکل ۲، نشان داده شده است. با توجه به نتایج انکوباسیون شکمبه‌ای، به طور میانگین ۳۶/۱۱ درصد ماده خشک جو و ۴۱/۵۸ درصد ماده خشک جو جوانه‌زده، محلول (زمان صفر انکوباسیون) است، که نشان می‌دهد با افزایش زمان انکوباسیون درصد تجزیه‌پذیری ماده خشک دانه جو و جوانه افزایش یافته است. نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد، مواد محلول جو جوانه‌زده نسبت به دانه جو بیشتر است و درصد تجزیه‌پذیری آن‌ها در ساعت صفر، اختلاف معنی‌داری نشان داد (P≤۰/۰۵). در ساعت‌های پایانی (۲۴ و ۴۸ ساعت) انکوباسیون شکمبه‌ای، درصد تجزیه‌پذیری دانه جو نسبت به جو جوانه‌زده بیشتر بود (P≤۰/۰۵). نتایج نشان دهنده این است که با وجود اینکه جوانه‌زنی مواد محلول را افزایش می‌دهد. در ساعت‌های اولیه به میزان زیادی در شکمبه تجزیه و مواد مغذی با سرعت بیشتری در اختیار میکروارگانیسم‌های شکمبه قرار خواهند گرفت، اما با گذشت زمان مواد باقیمانده در شکمبه با سرعت کمتری تجزیه خواهند شد.

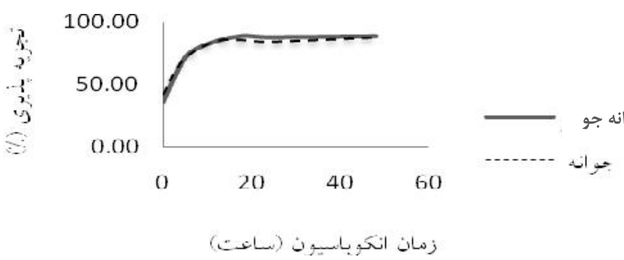
Downloaded from rap.sanru.ac.ir at 12:40 +0430 on Tuesday July 23rd 2019

جدول ۶- مقایسه درصد تجزیه‌پذیری ماده خشک جو و جو جوانه‌زده در ساعت‌های مختلف انکوباسیون شکمبه‌ای به روش آزمون t جفت نشده

ساعت‌های انکوباسیون	جو جوانه‌زده	دانه جو	مقدار t
صفر	۴۱/۵۸	۳۶/۱۱	-۱۱/۴۱*
۳	۶۲/۴۸	۵۹/۱۳	-۱/۴۹ns
۶	۷۴/۲۹	۷۵/۴۲	-۱/۱۵ns
۱۲	۸۴/۹۴	۸۴/۷۷	-۰/۱۴ns
۱۸	۸۵/۷۵	۸۸/۸۸	۵/۵۴*
۲۴	۸۴/۵۱	۸۷/۹۰	۷/۴۶*
۴۸	۸۷/۵۸	۸۸/۶۶	۵/۱۸*

ns: در سطح پنج درصد معنی‌دار نیست. *: در سطح پنج درصد معنی‌دار است.

در نمودار تجزیه‌پذیری ماده خشک هم می‌توان این روند را مشاهده کرد. در ساعات اولیه نرخ تجزیه‌پذیری ماده خشک جو جوانه‌زده بالاتر از دانه جو قرار دارد. با گذشت زمان انکوباسیون شکمبه‌ای، نرخ تجزیه‌پذیری جو جوانه‌زده به طور جزئی پایین‌تر از دانه جو قرار می‌گیرد. به‌طور کلی تفاوت چندانی در روند تجزیه‌پذیری ماده خشک جو و جو جوانه‌زده مشاهده نشد (شکل ۲).



شکل ۲- منحنی مقایسه‌ای تجزیه‌پذیری ماده خشک، دانه جو و جو جوانه زده در زمان‌های مختلف انکوباسیون شکمبه‌ای

جدول ۷- خصوصیات تجزیه‌پذیری ماده خشک دانه جو و جوانه جو (۳ روزه) در شکمبه

	جو	جو جوانه‌زده	درصد احتمال معنی‌داری
بخش سریع تجزیه در شکمبه (a)	۲۳/۵	۳۵/۱۹	۰/۳
بخش کند تجزیه در شکمبه (b)	۶۵/۰۱	۵۱/۳۲	۰/۲۷
بخش محلول (٪)	۳۶/۱۱b	۴۱/۵۹a	۰/۰۰۰۳
بخش بالقوه قابل تجزیه (٪)	۵۲/۴a	۴۴/۹۳b	۰/۰۰۰۴
بخش غیرقابل تجزیه در شکمبه (٪)	۱۱/۴۷b	۱۳/۴۶a	۰/۰۰۵
ثابت نرخ تجزیه‌پذیری ($\%h^{-1}$)	۲۵/۸۶	۲۴/۶۲	۰/۶۹
تجزیه‌پذیری موثر (h^{-1}٪ ۲)	۸۴/۳a	۸۲/۹۶b	۰/۰۳

بخش بالقوه قابل تجزیه: از تفاوت مقدار بخش محلول (A) از بخش سریع تجزیه (a) و بخش کند تجزیه (b) بدست می آید (B= a+b-A).

بخش قابل تجزیه، درصدی از ماده خشک که در شکمبه تجزیه شده است، را منعکس می‌کند که قابل اندازه‌گیری است. بخش قابل تجزیه اهمیت تغذیه‌ای دارد، زیرا منبع اصلی نشاسته که کند تخمیر می‌شود، را برای میکروب‌های شکمبه‌ای تامین می‌کند. هنگامی‌که نرخ تجزیه‌پذیری ماده خشک افزایش یابد مقدار نشاسته‌ای که برای میکروب‌های شکمبه قابل دسترس است، افزایش می‌یابد. بنابراین مواد خوراکی با نرخ تجزیه‌پذیری پایین‌تر مطلوب‌تر خواهند بود (۸). تجزیه‌پذیری بخش محلول و بخش غیرقابل تجزیه در شکمبه ماده خشک جو جوانه‌زده نسبت به دانه جو، به طور معنی‌داری افزایش نشان داد. هچنین بخش بالقوه قابل تجزیه در شکمبه و تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک جو جوانه‌زده نیز به طور معنی‌داری نسبت به دانه جو کاهش یافت (جدول ۷). فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری پروتئین خام جو جوانه زده نیز در بخش محلول به طور معنی‌داری افزایش (P≤۰/۰۰۰۶) و بخش بالقوه قابل تجزیه (P≤۰/۰۰۰۱) و تجزیه‌پذیری موثر پروتئین خام (P≤۰/۰۳) جو جوانه‌زده به طور معنی‌داری کاهش نشان داد (جدول ۸)، سایر فراسنجه‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت (P≥۰/۰۵).

نتایج نشان داد پس از جوانه زدن (سه روز) بخش محلول ماده خشک و پروتئین خام افزایش می‌یابد. از طرف دیگر موجب افزایش مواد غیرقابل تجزیه در شکمبه و کاهش بخش بالقوه قابل تجزیه و تجزیه‌پذیری موثر در شکمبه نیز مواد مغذی بیشتری از شکمبه عبور خواهد کرد.

Downloaded from rap.sanru.ac.ir at 12:40 +0430 on Tuesday July 23rd 2019

Downloaded from rap.sanru.ac.ir at 12:40 +0430 on Tuesday July 23rd 2019

جدول ۸- خصوصیات تجزیه‌پذیری پروتئین خام دانه جو و جوانه جو (۳ روزه) در شکمبه

	جو	جو جوانه‌زده	درصد احتمال معنی‌داری
بخش سریع تجزیه در شکمبه (a)	۳۰/۱۷	۴۰/۱۱	۰/۵۹
بخش کند تجزیه در شکمبه (b)	۶۶/۲۷	۵۴/۹۵	۰/۵۲
بخش محلول (٪)	۴۱/۶۳^{b}	۴۸/۳۶^{a}	۰/۰۰۰۶
بخش بالقوه قابل تجزیه (٪)	۵۴/۸۱^{a}	۴۶/۷^{b}	۰/۰۰۰۱
بخش غیرقابل تجزیه در شکمبه (٪)	۳/۵۶	۴/۹۴	۰/۱۱
ثابت نرخ تجزیه‌پذیری ($\%h^{-1}$)	۲۵/۲۶	۲۱/۷۳	۰/۵۸
تجزیه‌پذیری موثر (۲ ٪$.h^{-1}$)	۹۲/۰۳^{a}	۹۰/۵^{b}	۰/۰۳

بخش بالقوه قابل تجزیه: از تفاوت مقدار بخش محلول (A) از بخش سریع تجزیه (a) و بخش کند تجزیه (b) بدست می آید (B= a+b-A). میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارد.

جوانه‌زنی نرخ تجزیه‌پذیری را کاهش داد اما معنی‌دار نبود. اگر نرخ تجزیه‌پذیری ماده خشک افزایش یابد، مقدار نشاسته‌ای که برای میکروب‌های شکمبه قابل دسترس است، افزایش می‌یابد. که این مورد می‌تواند از نقاط ضعف این روش فرآوری باشد زیرا مواد خوراکی با نرخ تجزیه‌پذیری پایین‌تر مطلوب‌تر خواهند بود (۱۶). با توجه به نتایج تجزیه شیمیایی، گوارش‌پذیری موادمغذی و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری، به‌نظر می‌رسد جو جوانه‌زده می‌تواند تاثیر مثبتی بر ارزش تغذیه‌ای دانه جو داشته باشد.

منابع

1. Adam, I. X. Aherne and A.R.Robblee. 1990. Influence of germination of cereals on viscosity of their aqueous extracts and nutritive value. Animal Feed Science and Technology. 28: 243-253.
2. Afzalzadeh, A. 2003. Determine the nutritional value of bread lesions in sheep. Agricultural Sciences and Technology Journal. 17: 210-215. (In Persian)
3. AOAC. 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15th ed. Arlington, Virginia.
4. Chavan, J.K. and S.S. Kadam. 1989. Nutritional improvement of cereals by sprouting. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 28: 401-437.
5. Chrch, D.C. 1988. The ruminant animal digestive physiology and nutrition. 2nd ed. By prentice 1tall. U.S.A. 182-200.
6. Chung, T.Y. and E.N. NwokolO. 1989. Compositional and digestibility changes in sprouted barley and canola seeds. Plant Foods for Human Nutrition, 39: 267-278.
7. Gallegos-infante, J.A. N.E. Rocha-Guzman, R.F. Gonzalez-laredo and J. Pulido-alonso. 2010. Effect of processing on the antioxidant properties of extract from Mexican barley (Hordeumvulgare) cultivar.food chemistry. 119: 903-906
8. Ghorbani, G.R. and A. Hadj-Hussaini. 2002. In situ degradability of Iranian barley grain cultivars. Small Ruminant Reaserch, 44: 207-212. (In Persian)
9. Givens, D., I. Clark, P. Jacklin, D. Moss and A.R. Savery. 1993. Nutritional aspects of cereal grain by-products and cereal straw for ruminants. HGCA Research Review NO. 24. Home-Grown Cereals Authority. Hamlyn House. Highgate Hill. London. UK. pp: 1-180.
10. Hickling, D. 1995. Feed grain (barley) quality. What is it? Proceeding of the Canadian-US Feed Grain Quality Conference, Calgery, pp: 3-12.
11. Klaus, L. and A. Bert. 1980. Cereal sprout: composition, nutritive value, food applications. Food Science and nutrition, 17: 353-385.
12. Lorenz, K. 1980. Cereal sprouts: composition. nutritive value. food application. Crit. Review Food Science Nutrition. 13: 353-358.
13. National Research Council (NRC2001) Nutrient requirement of dairy cattle. 7thEd. Washington, D.C: National Academy Press. pp: 87-90.
14. Nocek, J.E. and S. Tamminga. 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. Journal of Dairy Science. 74: 3598-3629.
15. Ørskov, E.R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to the rate of passage. Journal of agricultural science (Cambridge). 92: 499-503.
16. Owens, F.N., R.A. Zinn and Y.K. Kim. 1986. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. Journal of Animal Science, 63:1634-1648.
17. Peer, D.J. and S. Leeson. 1985. Nutrient of hydroponically sprouted barley. Animal Feed Science and Technology, 13: 191-202.
18. Preston, T.R. 1985. Associated effects and interactions among feed ingredients. In "Animal production system in developing countries", Edition. Sansaucy, T.R. preston and R.A. Lenj. FAO.
19. SAS Institute, Inc. 1993. SAS Users Guide: Statistics. SAS Inistitute. Institute, Inc., Cary, NC.
20. Torbati Nejad, N. 1988. Determine the nutritional value of wheat straw, barley straw, rice straw, rice husk, tea waste and alfalfa using chemical methods before and after ammonization. M.Sc. Thesis. TarbiatModares University. (In Persian)
21. Van Zant, E.S., R.C. Co Chranand E.C. Titgemeyer. 1998. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. Journal of Animal Science. 76: 2717-2729.

Determination of Chemical Composition, Digestibility and Dry Matter and Protein Degradability Parameters of Three-Days Sprouted Barley

Ayub Veysi[1], Ahamad Afzalzadeh[2], Hasan Fazaeli[4], Mohammadali Norouzian[3] and Hasan Baneh[5]

1- M.Sc., Abourayhan Campus, University of Tehran (Corresponding author: a.vaisi@ut.ac.ir)
2 and 3- Associate Professor and Assistant Professor, Abourayhan Campus, University of Tehran
4- Associate Professor, Animal Science Research Institute
5- Young Researchers and Elite Club, Karaj Branch, Islamic Azad University Karaj
Received: October 8, 2012 Accepted: March 16, 2014

Downloaded from rap.sanru.ac.ir at 12:40 +0430 on Tuesday July 23rd 2019

Abstract

In order to determine the digestibility of different levels of Sprouted Barley (SB) (0, 15, 30 and 45%), 16 adult male sheep by completely randomized design with 4 treatments and 4 replications, were used. Measuring of dry matter and protein degradability parameters of the SB was achieved from 3 rumen cannulated Taleshi breed bulls. The mean and standard deviation of chemical composition of SB including dry matter, crud protein, crude ash, crude fat, neutral detergent fiber, starch, soluble carbohydrates, Ca and P were 52.63±0.005, 10.31±0.58, 2.53±0.25, 2.78±0.15, 20.11±0.53, 44.77±1.47, 17.35±0.95, 0.096±0.006 and 0.402±0.004 % in DM, respectively. In addition, the Gross Energy was obtained 4296±102 Mcal/g. The mean of CP, CF, OM, soluble carbohydrates and GE for SB were significantly higher than barley grain ($P<0.05$). The mean of digestibility of DM, OM, CP, GE, NDF and DE for germinated barley obtained using difference procedure were 75.08, 81.95, 62.75, 77.66, 54.03 % and 3.34 Mcal/gr, respectively. Digestibility of NDF, GE and DE were increased ($P<0.05$). The degradable parameters of germinated barely for rapidly degradable fraction (a), slowly degradable fraction (b), rate of degradation (c) for dray matter were 35.19, 51.32 and 24.62 percent per hour.

Keywords: Sprouted Barley, Digestibility, Degradable Parameter, Nutritional Value