

دانشگاه کیلان

تحقیقات تولیدات دامی

سال هفتم/شماره چهارم/زمستان ۱۳۹۷ (۶۴-۵۷)



اثر فرآوری بر فراسنجه‌های پروتئین و نشاسته دو رقم جو با سیستم نورفور

تقی قورچی^{۱*}، آمنه جمشیدی رودباری^۲، محسن سمیعی زفرقندی^۲

۱- استاد گروه تغذیه دام و طیور دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- دانشجوی دکتری تغذیه دام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۳/۰۸ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۰۶)

چکیده

هدف از این پژوهش ارزیابی اثرات عمل‌آوری بر فراسنجه‌های پروتئین و نشاسته جو پوشینه‌دار و بدون پوشینه با استفاده از سیستم نورفور (NorFor) بود. دو رقم جو با استفاده از سود، فرمالدئید و اوره به ترتیب به مقدار ۳۵، ۴ و ۳۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک عمل‌آوری شدند. با استفاده از داده‌های آزمایش حاصل از اندازه‌گیری تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام و نشاسته دانه جو، اجزای پروتئین شامل پروتئین محلول، پروتئین با پتانسیل تجزیه‌پذیری، نرخ ثابت تجزیه و فراسنجه‌های نشاسته شامل نشاسته محلول، نشاسته با پتانسیل تجزیه‌پذیری و ثابت تجزیه نشاسته در سیستم نورفور برآورد شد. به منظور اندازه‌گیری تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام از روش کیسه‌های نایلونی و سه راس قوچ در زمان‌های انکوباسیون ۰، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۴۸ استفاده شد. نتایج نشان داد که جو بدون پوشینه و جو پوشینه‌دار عمل‌آوری شده با اوره بیشترین مقدار پروتئین محلول را (به ترتیب ۵۶۱ و ۶۱۰ گرم در کیلوگرم پروتئین خام) در مقایسه با بقیه تیمارها داشتند. بخش نشاسته محلول در جو بدون پوشینه بدون عمل‌آوری با بیشترین مقدار با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). بخش نشاسته با پتانسیل تجزیه‌پذیری در جو پوشینه‌دار بدون فرآوری نسبت به تیمارهای جو بدون پوشینه بیشتر بود. به طور کلی، کمترین مقدار پروتئین محلول و نشاسته محلول را به ترتیب جو بدون پوشینه عمل‌آوری شده با سود و جو پوشینه عمل‌آوری شده با اوره در سیستم نورفور داشت که حایز اهمیت برای عبور پروتئین و نشاسته از شکمبه است.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، جو، عمل‌آوری، سیستم نورفور، نشاسته

مقدمه

جیره انجام شد نشان دادند استفاده از سیستم‌های CNCPS و نورفور سبب افزایش بخش پروتئین محلول در شوینده خنثی در سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل و بخش پروتئین کند تجزیه در سیستم نورفور می‌شود. پاشایی و همکاران (۱۳۹۲)، در بررسی فراسنجه‌های تجزیه-پذیری پروتئین کنجاله دانه‌های روغنی عمل‌آوری شده با استفاده از سیستم نورفور عنوان کردند که اجزای پروتئین اندازه‌گیری شده در سیستم نورفور شباهت زیادی با سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل دارد و با توجه به سادگی سیستم نورفور نسبت به سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل، توصیه نمودند متخصصین تغذیه دام از این سیستم استفاده نمایند. در سیستم نورفور پروتئین خام محلول شامل دو بخش است: نیتروژن غیراسید آمینه‌ای محلول (مانند نیتروژن آمونیاکی و نیتروژن اوره‌ای) که به طور کامل در شکمبه تجزیه می‌شود و نیتروژن اسید آمینه‌ای محلول که به طور نسبی (۱۵۰ درصد در ساعت) در شکمبه تجزیه می‌شود. مجموع این اجزا، پروتئین محلول در خوراک را تشکیل می‌دهند (Volden, 2011). در این سیستم به منظور اندازه‌گیری پروتئین خام با پتانسیل تجزیه‌پذیری از روش کیسه نایلونی استفاده می‌شود، اما پس از تجزیه و تحلیل نتایج حاصل، بخش کند تجزیه با استفاده از معادلات مربوطه محاسبه می‌شوند و از نظر مقدار پروتئین محلول تصحیح می‌شوند تا میزان فراسنجه پروتئین خام با پتانسیل تجزیه‌پذیری تخمین زده شود. پروتئین خام با پتانسیل تجزیه‌پذیری شامل بخش کند تجزیه و قسمتی از بخش سریع تجزیه است که در واقع پروتئین غیرمحلول، اما تجزیه‌پذیر در شکمبه نامیده می‌شود. این در حالی است که تقسیم‌بندی پروتئین در سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کورنل بر اساس حلالیت آن در بافرها و شوینده‌ها به روش برون‌تنی انجام می‌شود. با توجه به مطالعات اندک در خصوص سیستم جدید نورفور در ایران و بررسی روش‌های عمل‌آوری فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین و نشاسته بر دانه جو این پژوهش انجام شد.

مواد و روش‌ها

جو در شمال غرب آمریکا، اروپا و ایران دانه غالب موجود در کنسانتره نشخوارکنندگان است، با این وجود باید دقت و مدیریت ویژه‌ای در تغذیه آن صورت پذیرد تا از عوارض متابولیکی ناشی از تجزیه سریع نشاسته جو در شکمبه جلوگیری شود. روش‌های فرآوری و ارقام متفاوت جو سبب ایجاد تفاوت در ناپدید شدن ماده خشک می‌شود (Zinn *et al.*, 1996). تحقیقات نشان داده که فرآوری شیمیایی مانند عمل‌آوری با سود، اوره یا آمونیاک (Dehghan-Banadaky *et al.*, 2006) باعث کاهش ناپدید شدن شکمبه‌ای پروتئین خام می‌شود. نتایج سمیعی و همکاران (۱۳۸۹) نشان‌دهنده اثرات مناسب عمل‌آوری با سود و فرمالدئید دانه جو در هضم نسبت به عمل‌آوری با اوره و بدون عمل‌آوری بودند اما درصد بخش‌های کربوهیدراتی CNCPS (Sniffen *et al.*, 2005)، تحت تاثیر فرآوری تفاوت چندانی را نشان نداد.

سیستم نورفور (NorFor) در شمال اروپا مطرح است و این سیستم ارزیابی خوراک دام، در قالب پروژه‌های مشترک بین کشورهای دانمارک، ایسلند، نروژ و سوئد در سال ۲۰۰۱ شکل گرفت. ارائه‌دهندگان این سیستم به منظور طراحی این مدل به بررسی چندین سیستم ارزیابی خوراک از جمله سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کورنل (CNCPS)^۱ و NRC^۲ پرداختند (Volden, 2011).

در سیستم نورفور اطلاعات مربوط به تجزیه، هضم و ساخت پروتئین در دستگاه گوارش و همچنین متابولیسم پروتئین در یک مدل تجمع یافته است و همچنین به منظور بهبود و پیشرفت ارزیابی خوراک و فرمولاسیون جیره، طرح نورفور اثر تداخل بین خصوصیات خوراک و ویژگی‌های دام را در یک مدل غیرخطی بررسی می‌کند (Gustafsson *et al.*, 2005). در حالی که اکثر سیستم‌های ارزیابی خوراک از جمله سیستم پیچیده کربوهیدرات و پروتئین خالص کورنل، تجزیه پروتئین در شکمبه را به وسیله مدل‌های درجه یک بیان می‌کند (NRC, 2001).

اربابی و همکاران (۱۳۹۳) در آزمایشی که به منظور ارزیابی پروتئین نسبت‌های مختلف علوفه به کنسانتره در

1. Cornel Net Carbohydrate and Protein System
2. National Research Council

آنگاه با ترازوی دیجیتال ۰/۰۰۱ گرم هر کیسه با محتویات درون آن توزین شد. با داشتن وزن خالی کیسه و نمونه اولیه که داخل هر کیسه ریخته شد و وزن کیسه پس از انکوباسیون، در نهایت درصد ناپدید شدن نشاسته و پروتئین هر یک از نمونه‌ها، از کسر مواد باقیمانده از وزن اولیه بدست آمد. به منظور برآورد فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری از نرم‌افزار FitCurve استفاده شد. بر اساس معادله زیر، بررسی زیستی بخش قابل تجزیه در شکمبه انجام شد (Orskov and McDonald, 1979):

$100 \times \{ \text{نشاسته اولیه} / (\text{مقدار نشاسته باقی مانده در کیسه} - \text{مقدار نشاسته اولیه کیسه}) \} = \text{درصد ناپدید شدن نشاسته}$

$100 \times \{ \text{پروتئین اولیه} / (\text{مقدار پروتئین باقی مانده در کیسه} - \text{مقدار پروتئین اولیه کیسه}) \} = \text{درصد ناپدید شدن پروتئین}$

درصد ناپدید شدن نشاسته و پروتئین نمونه‌های مورد آزمایش در هر زمان انکوباسیون به وسیله نرم‌افزار FitCurve Orskov and McDonald (1979) و بر اساس معادله نمایی (2011) به شکل زیر محاسبه شد:

$$P = a + b(1 - e^{-ct})$$

که در این رابطه، $P =$ درصد ناپدید شدن ماده خوراکی مورد نظر، $a =$ مقدار ماده قابل حل در زمان صفر، $b =$ مقدار مواد غیرمحلول قابل تخمیر، $c =$ سرعت ناپدید شدن مواد (درصد در ساعت)، $e =$ عدد نپرین (۲/۷۱۸)، $t =$ زمان انکوباسیون (ساعت).

اندازه‌گیری نورفور: جهت اندازه‌گیری پارامترهای پروتئین خام شامل پروتئین محلول (sCP)، پروتئین با پتانسیل تجزیه‌پذیری (pdCP)، پروتئین غیرقابل هضم (iCP) و ثابت تجزیه پروتئین (kdCP(%/h)) و پارامترهای نشاسته شامل نشاسته محلول (sST)، نشاسته با پتانسیل تجزیه‌پذیری (pdST)، نشاسته غیرقابل هضم (iST) و ثابت تجزیه نشاسته (kdST(%/h)) از سیستم نورفور استفاده شد (Volden, 2011).

پروتئین محلول نمونه‌ها با استفاده از بافر بورات فسفات استخراج شده و سپس با روش کلدال مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. در سیستم نورفور، مقدار بخش کند تجزیه حاصل از نتایج تجزیه‌پذیری با توجه به مقدار پروتئین یا نشاسته محلول و به عنوان پروتئین یا نشاسته دارای پتانسیل تجزیه‌پذیری بر اساس روابط زیر ارائه شد:

$$pdCP = b + (a - sCP) \times (b / 1 - a)$$

محل اجرای پژوهش: مراحل آزمایش در مزرعه تحقیقاتی و دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. دو رقم جو یکی رقم معمولی صحرا (پوشینه‌دار) و دیگری رقم بدون پوشینه شماره ۱۷ از مرکز تحقیقات کشاورزی گلستان تهیه شد. برای عمل‌آوری دانه جو از سود، فرمالدئید و اوره، به ترتیب به مقدار ۳۵، ۴ و ۳۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک استفاده شد (Dehghan-Banadaky et al., 2006, 2008). برای عمل‌آوری شیمیایی، دانه کامل جو با هر یک از مواد شیمیایی با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به ازای هر کیلوگرم ماده خشک مخلوط شد و هر یک در کیسه‌های دربسته به دور از هوا و نور به مدت ۳۰ روز نگهداری شد. پس از این مدت همه تیمارها، آسیاب و با الک مش ۲۰ غربال شدند. تجزیه پروتئین با روش کلدال و نشاسته از روش پلاریمتری نمونه‌ها بر اساس توصیه‌های AOAC (2005) انجام شد. در این پژوهش برای محاسبه درصد ناپدید شدن پروتئین و نشاسته از سه راس قوچ بالغ (یک‌ساله) نژاد زل به وزن متوسط 3 ± 35 کیلوگرم استفاده شد که با 1 ± 0.2 کیلوگرم ماده خشک با ۵۰ درصد یونجه و ۵۰ درصد جو کامل تغذیه شدند که مجهز به فیستولای شکمبه‌ای بودند. نیاز گوسفندان از جداول استاندارد سال ۱۹۸۶ تعیین شد. خوراک‌دهی روزانه در دو وعده در ساعت‌های ۸:۰۰ صبح و ۱۸:۰۰ عصر انجام شد. آب و لیسیدنی نمک و مواد معدنی نیز به طور آزاد در دسترس دام‌ها قرار داشت. زمان‌های ماندگاری کیسه‌های نایلونی مورد استفاده به ترتیب صفر، ۲، ۴، ۸، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت بودند. کیسه‌های نایلونی مورد استفاده در این آزمایش از جنس داکرون با ابعاد $7/5 \times 7$ سانتی‌متر و قطر منافذ ۴۰ تا ۵۰ میکرومتر بودند. حدود ۵ گرم نمونه در هر کیسه قرار داده شد. بلافاصله پس از خارج کردن کیسه‌ها، برای توقف فرآیند تخمیر میکروبی، کیسه‌ها درون ظرفی تحت جریان مداوم آب ۲۰ سانتی‌گراد با فشار ۳ لیتر در دقیقه فرا گرفتند تا زمانی که آب خارج شده از ظرف کاملاً زلال و شفاف شود (حدود ۱۵ دقیقه) و سپس به مدت ۴۸ ساعت در آن ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا خشک شوند. کیسه‌های نایلونی پس از این مدت از آن خارج شده و به مدت ۱۰ دقیقه در دسیکاتور نگهداری شدند تا به دمای ثابت برسند.

تعاریف نمادهای معادله بالا به ترتیب زیر است:

pdCP = درصد پروتئین با پتانسیل تجزیه‌پذیری، a = مقدار ماده قابل حل در زمان صفر، b = مقدار مواد غیرمحلول قابل تخمیر، sCP = پروتئین محلول.

$$pdST = b + (a - sST) \times (b/1 - a)$$

pdST = درصد نشاسته با پتانسیل تجزیه‌پذیری، a = مقدار ماده قابل حل در زمان صفر، b = مقدار مواد غیرمحلول قابل تخمیر، sCP = نشاسته محلول.

نتایج و بحث

فراسنجه‌های سریع تجزیه و کند تجزیه نشاسته و پروتئین تیمارهای جو: مقادیر فراسنجه‌های سریع تجزیه و کند تجزیه پروتئین جو در جدول ۱ ارائه شده است. در بخش a پروتئین خام جو، بالاترین مقدار مربوط به تیمار جو بدون پوشینه عمل‌آوری شده با اوره و پس از آن تیمار جو پوشینه‌دار عمل‌آوری شده با اوره بوده که تفاوت معنی‌داری با دیگر تیمارها داشت ($P < 0.05$)، زیرا اوره یک منبع نیتروژن غیرپروتئینی با محلولیت بالا است. کمترین مقدار را تیمار جو بدون پوشینه با عمل‌آوری سود داشت ($P < 0.05$). اثر عمل‌آوری بر بخش a پروتئین خام جو مقایسه شد که در جو بدون پوشینه با عمل‌آوری اوره، این اثر بیشترین بود (۴۸/۹۳ در برابر ۳۲/۱۹ و ۲۱/۴۵ درصد) که نشان‌دهنده موثر بودن عمل‌آوری سود و فرمالدئید در کاهش محلولیت پروتئین جو است، زیرا تجزیه سریع پروتئین در شکمبه باعث اتلاف نیتروژن و تبدیل آن به آمونیاک شده که این آمونیاک وارد چرخه اوره شده و در نهایت مقدار زیادی از آن به شکل اوره دفع می‌شود. بالاترین مقدار b، در تیمار عمل‌آوری با فرمالدئید با ۶۴/۶۳ درصد مشاهده شد که بجز با تیمار پوشینه‌دار بدون عمل‌آوری با ۵۱/۵۳ درصد تفاوت معنی‌داری با دیگر تیمارها داشت ($P < 0.05$).

مقادیر فراسنجه‌های سریع تجزیه و کند تجزیه نشاسته در جدول ۲ ارائه شده است. در بخش محلول سریع تجزیه (a) نشاسته جو، بالاترین مقدار مربوط به بدون پوشینه بدون عمل‌آوری است و بجز تیمارهای بدون پوشینه با اوره و بدون پوشینه با فرمالدئید، با دیگر تیمارها، تفاوت معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). کمترین مقدار را عمل‌آوری جو با سود

تجزیه آماری: مدل آماری مورد استفاده در این پژوهش به شکل زیر بود:

$$X_{ki} = \mu + a_k + \beta_i + e_{ki}$$

به طوری که X_{ki} مقدار هر مشاهده؛ μ میانگین جمعیت؛ a_k اثر رقم؛ β_i اثر فرآوری و e_{ki} اثر اشتباه آزمایشی است. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های جمع‌آوری شده از نرم‌افزار SAS (2003) استفاده و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

داشت زیرا عمل‌آوری جو با سود با هیدرولیز جزئی همی-سلولز و لیگنین، سبب تخریب پوشش دانه می‌شود، اما از طرفی خاکستر نامحلول را افزایش داده و به این ترتیب مقدار بخش محلول را نه تنها افزایش نمی‌دهد بلکه در مجموع کاهش نیز می‌دهد (Dehghan-Banadaky et al., 2006). مقادیر فراسنجه کند تجزیه نشاسته با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند (Ghoorchi et al., 2013). در یافتند که تجزیه‌پذیری نشاسته جو زلاتینه شده در شکمبه و کل دستگاه گوارش با استفاده از روش کیسه نایلونی متحرک بیشتر از سایر روش‌های فرآوری جو است.

فراسنجه‌های پروتئین جو در سیستم نورفور: مقادیر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری پروتئین محلول در سیستم نورفور برای تیمارهای مختلف جو در جدول ۱ ارائه شده است. پروتئین محلول در جو بدون پوشینه عمل‌آوری شده با اوره بالاترین مقدار بود (۵۶۱ گرم در کیلوگرم پروتئین خام) و با بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). کمترین مقادیر مربوط به جو بدون پوشینه با سود، جو پوشینه‌دار با فرمالدئید و جو پوشینه‌دار با سود به ترتیب ۲۷۳، ۲۸۸/۱۸ و ۲۹۷ گرم در کیلوگرم پروتئین خام بود که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P < 0.05$). پروتئین با پتانسیل تجزیه-پذیری در جو پوشینه‌دار با اوره بیشترین مقدار و در جو بدون پوشینه با سود کمترین مقدار بود و با بقیه تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌داری داشتند ($P < 0.05$). مهم‌ترین عامل مؤثر در سرعت و میزان تجزیه پروتئین در شکمبه، تفاوت در ساختمان سه بعدی و پیوندهای شیمیایی در بین و داخل مولکول‌های پروتئین و نیز بین پروتئین و کربوهیدرات است. این ساختارها، دسترسی میکروبی به پروتئین‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (NRC, 2001).

است. ویژگی‌های ساختاری نشاسته و اثرات متقابل آن با دیگر اجزای آندوسپرم ممکن است قابلیت هضم نشاسته را تحت تأثیر قرار دهد. (Offner and Sauvart 2004) عنوان کردند که اثرات عمل‌آوری بر تجزیه شکمبه‌ای نشاسته غلات وابسته به روش عمل‌آوری مورد استفاده است. ویژگی‌های ساختاری نشاسته و اثرات متقابل آن با دیگر اجزای آندوسپرم ممکن است قابلیت هضم نشاسته را تحت تأثیر قرار دهد. با این حال، وجود مطالعات سیستماتیک برای تعیین جزئیات عوامل ساختاری که قابلیت هضم را در خوراکی‌های عمل‌آوری شده تحت تأثیر قرار می‌دهند ضروری است.

نتیجه‌گیری کلی

یافته‌های تجزیه‌پذیری جو نشان می‌دهد که عمل‌آوری با سود و فرمالدهید، اثر محافظتی بر ماده خشک و پروتئین خام در برابر هضم شکمبه‌ای داشته است. بالاترین پروتئین محلول مربوط به جو بدون پوشینه با اوره بوده و جو پوشینه‌دار با اوره بالاترین پتانسیل تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای را دارد. عمل‌آوری جو با فرمالدهید و سود موجب کاهش بخش‌های به‌سرعت تجزیه‌شونده پروتئین خام و پروتئین و نشاسته حقیقی بالقوه قابل تجزیه شده است.

نرخ ثابت تجزیه پروتئین خام جو بدون پوشینه بدون فرآوری و جو پوشینه‌دار بدون عمل‌آوری و جو بدون پوشینه با سود بیشترین مقادیر و به ترتیب ۸/۶۱، ۸/۰۳ و ۷/۳۹ درصد در ساعت بود که با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری داشتند ($P < 0.05$). نوع فرآوری غله بر تجزیه‌پذیری آن در شکمبه و همچنین قابلیت هضم آن در دستگاه گوارش موثر است و به عبارت دیگر بر استفاده آن در شکمبه یا عبور آن به بخش‌های پایینی دستگاه گوارش مؤثر است (Haddad and Nasr, 2007).

فراسنجه‌های نشاسته جو در سیستم نورفور: مقادیر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری نشاسته در سیستم نورفور برای تیمارهای مختلف جو در جدول ۲ ارائه شده است. در بخش نشاسته محلول، تیمار جو بدون پوشینه بدون فرآوری بالاترین مقدار را دارا بود ($P < 0.05$). می‌توان نتیجه گرفت که عمل‌آوری جوهای پوشینه‌دار تأثیری بر تجزیه‌پذیری نشاسته در شکمبه نداشته‌اند، در صورتی که در خصوص جو بدون پوشینه، عمل‌آوری موجب افزایش بخش تجزیه‌پذیر نشاسته در شکمبه شده است. (Stevenbo *et al.* 2009) آزمایشی خصوصیات هضم شکمبه‌ای نشاسته ارقام جو را به روش *in vitro* با میزان متغیر آمیلوز را بررسی نمودند و دریافتند که نسبت آمیلوز و اندازه ذرات نشاسته تأثیر اندکی بر نرخ هضم شکمبه‌ای نشاسته جو به روش *in vitro* داشته

جدول ۱- بخش‌های مختلف پروتئین جو در سیستم نورفور

Table 1. Different fractions of barley protein in Norfor system

Barley	Fraction of protein (g/kg protein)						
	CP	A (%)	B (%)	sCP	pdCP	kdCP(%/h)	iCP
Hull	128.85 ^b	25.21 ^f	51.53 ^a	346.79 ^c	590.00 ^b	8.03 ^{ab}	23.70 ^{dc}
Hull + urea	177.50 ^a	44.00 ^a	48.83 ^b	432.00 ^b	610.00 ^a	5.50 ^{dc}	30.10 ^b
Hull + formaldehyde	125.85 ^b	27.09 ^{bc}	64.63 ^a	288.185 ^g	565.66 ^c	5.45 ^{dc}	13.80 ^{dc}
Hull + NaOH	129.00 ^b	26.55 ^{bc}	31.03 ^c	297.00 ^f	480.00 ^c	5.00 ^d	18.50 ^d
Hullless	131.75 ^b	42.51 ^a	50.42 ^b	413.66 ^c	500.78 ^b	8.61 ^a	25.70 ^c
Hullless+urea	188.00 ^a	48.93 ^a	49.78 ^b	561.00 ^a	510.76 ^b	7.39 ^b	72.00 ^a
Hullless+ formaldehyde	127.45 ^b	32.19 ^b	49.45 ^b	400.50 ^d	450.54 ^d	6.23 ^c	18.00 ^d
Hullless+ NaOH	129.00 ^b	21.45 ^c	30.47 ^c	273.00 ^h	420.37 ^f	4.90 ^d	23.70 ^{dc}
SEM	5.095	0.33	1.54	1.36	0.002	0.08	0.05

^{abc} Means without a common letter within a column differ significantly ($P < 0.05$).

جدول ۲- بخش‌های مختلف نشاسته جو در سیستم نورفور
Table 2. Different fractions of barley starch evaluated in Norfor system

Barley	Fraction of starch (g/kg starch)						
	ST	A (%)	B (%)	sST	pdST	kdST(%/h)	iST
Hull	515.0 ^c	27.07 ^b	56.30	278.1 ^b	722.0 ^a	85.4	5.15 ^b
Hull + urea	500.0 ^c	24.60 ^c	58.38	262.5 ^c	737.5 ^a	83.7	4.40 ^c
Hull + formaldehyde	514.5 ^c	22.66 ^{cd}	61.48	275.1 ^c	724.9 ^a	87.6	4.84 ^c
Hull + NaOH	520.5 ^c	22.97 ^{cd}	59.76	282.9 ^c	717.11 ^a	84.7	4.37 ^c
Hullless	587.0 ^a	31.27 ^a	62.57	362.7 ^a	637.4 ^c	83.9	4.34 ^a
Hullless+urea	547.5 ^b	29.54 ^a	63.96	311.5 ^b	688.5 ^c	85.7	3.89 ^b
Hullless+ formaldehyde	585.5 ^{ab}	30.87 ^a	61.70	337.4 ^c	662.6 ^b	88.15	4.41 ^c
Hullless+ NaOH	579.0 ^a	21.13 ^d	66.86	352.5 ^c	647.5 ^{bc}	84.47	4.17 ^c
SEM	7.60	1.81	1.73	58.10	0.17	0.08	1.40

^{abc} Means without a common letter within a column differ significantly ($P < 0.05$).

فهرست منابع

اربابی س.، قورچی ت.، رمضانپور س.، تربتی نژاد ن. م. و صمدی، ف. ۱۳۹۳. ارزشیابی پروتئین نسبت‌های مختلف علوفه به کنسانتره در جیره با استفاده از سیستم‌های کربوهیدرات و پروتئین خام خالص کرنل و نورفور. پژوهش در نشخوارکنندگان، ۶۱-۷۷: (۲)۲

پاشایی س.، قورچی ت. و قنبری ف. ۱۳۹۲. بررسی فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری پروتئین کنجاله دانه های روغنی عمل‌آوری شده با استفاده از سیستم نورفور. تحقیقات تولیدات دامی، ۲(۴): ۱۱-۱.

سمیعی زفرقندی م.، قورچی ت. و آهنی آذری م. ۱۳۸۹. تعیین اثرات فرآوری شیمیایی دو رقم جو بر ناپدید شدن شکمبه‌ای ماده خشک، نشاسته و بخش های کربوهیدرات سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل (CNCPS). علوم دامی ایران، ۲۱-۳۲: (۱)۴۱

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Methods of Analysis, 17th ed. (Arlington, VA: AOAC).

Dehghan-Banadaky M., Amanlou H., Nikkha A., Danesh-Mesgaran M. and Emami M. R. 2008. Rumen and post-abomasal disappearance in lactating cows of amino acids and other components of barley grain treated with sodium hydroxide, formaldehyde or urea. *Animal Feed Science and Technology*, 142: 306-316.

Dehghan-Banadaky M., Corbett R. and Oba M. 2006. Effects of barley grain processing on productivity of cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 137: 1- 4.

Ghoorchi T., Lund P., Larsen M., Hvelplund T., Hansen-Moller J. and Weisbjerg M. R. 2013. Assessment of mobile bag method for estimating of *in vivo* starch digestibility. *Animal*, 7: 265-271.

Ghorbani G. R. and Hadj-Hussaini A. 2002. *In situ* degradability of Iranian grain cultivars. *Small Ruminant Research*, 44: 207-212.

Giselle A. C. 2006. Grain hardness and slow dry matter disappearance rate in barley. A Thesis Submitted to the College of Graduate Studies and Research In Partial Fulfillment of the Requirements For the Degree of Master of Science in The Department of Plant Sciences University of Saskatchewan Saskatoon. 82p.

Gustafsson A. H., Volden H., Mehlqvist M., Larsen M., Gudmundsson G. and Aaes O. 2005. NorFor-the new Nordic feed evaluation system for cattle. The 56th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Uppsala, Sweden.

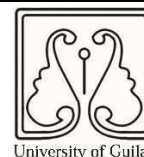
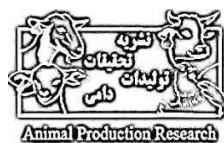
Haddad S. and Nasr R. 2007. Partial replacement of barley grain for corn grain: associative effects on lambs' growth performance. *Small Rumin Research*, 72: 92-95.

National Research Council. 1986. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th ed. National Academy Press, Washington, D. C.

Offner A. and Sauvant D. 2004. Comparative evaluation of the Mplly, CNCPS, and LES rumen models. *Animal Feed Science and Technology*, 112: 107-130.

- Orskov E. R. and McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, 92: 499-503.
- Sniffen C. J., O'Connor P. J., Van Soest D. G., Fox J. B. and Russell D. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, 70: 3562-3577.
- Stevenbo A., Sepala A., Harstad O. M. and Huhtanen P. 2009. Ruminal starch digestion characteristics *in vitro* of barley cultivars with varying amylase content. *Journal of Animal Science and Technology*, 148: 167-182.
- Statistical Analysis System. 2003. SAS Institute Inc. Release 9.1. SAS, Cary, NC, USA.
- Volden H. 2011. NorFor - The Nordic Feed Evaluation System. EAAP Scientific Series. Vol. 130 – ISSN: 0071-2477. P: 180.
- Zinn R. A. Montano M. and Shen Y. 1996. Comparative feeding value of hulless vs covered barley for feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 74: 1187-1193.



Effect of processing on protein and starch parameters of two barely varieties using NorFor system

T. Ghoorchi^{1*}, A. Jamshidy Rodbari², M. Samiee Zafarghandi²

1. Professor in Department of Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2. Ph.D Student, Department of Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

(Received: 29-05-2018 – Accepted: 28-07-2018)

Abstract

This research was aimed to evaluate effects of processing on protein and starch degradability parameters of hulled and hull-less barley grain using NorFor system. Two barley cultivar grain treatments, NaOH, Formaldehyde and urea were used at 35, 4 and 35 g/Kg DM, respectively. Using test data derived from the measurement of ruminal degradability of crude protein and starch barley, the soluble protein (sCP), protein degradation potential (pdCP), fixed rate analysis (kdCP) parameters and starch including soluble starch (sST), starch degradation potential (pdST) and fixed rate analysis were estimated in NorFor system. For measuring ruminal egradability of crude protein, nylon bag method and three rams were used at incubation times 0, 2, 4, 8, 16, 24 and 48 h. The results showed that the hull-less and hulled barley treated with a solution of urea has the highest amount of protein (sCP, 561 and 610 g per kg CP) which had a significant difference with other treatments. The starch solution (sST) in without processing hull-less barley had the highest value which was significantly different from other treatments ($P<0.05$). The starch degradation potential was the highest in non-processed barley compared to hull-less barley treatments. In general, the lowest sCP and sST were in Hullless barley+ NaoH and Hulled barley + urea in NorFor system, repectively. This would be important for protein and starch passage from rumen.

Keywords: Protein, Barley, Processing, NorFor system, Starch

*Corresponding author: ghoorchit@yahoo.com