

اثر فرآوری کاه برنج با اوره بر ترکیب شیمیایی و تجزیه‌پذیری با روش کیسه‌های نایلونی

سیدغلامرضا موسوی^{۱*}، فرشید فتح‌نیا^۲، حمید محمدزاده^۳ و علی‌زمان دوستی^۴

تاریخ دریافت: ۹۲/۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۸

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام

^۲ استادیار گروه علوم دامی دانشگاه ایلام

^۳ استادیار گروه علوم دامی دانشگاه تبریز

^۴ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زیست‌شناسی دانشگاه پیام نور واحد ایلام

*مسئول مکاتبه: E-mail: sghr.mousavi@mail.ilam.ac.ir

چکیده

هدف این مطالعه بررسی اثر فرآوری کاه برنج با محلول اوره بر ترکیب شیمیایی و تجزیه‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، دیواره سلولی فاقدخاکستر و دیواره سلولی بدون همی سلولز فاقدخاکستر با روش کیسه‌های نایلونی بود. تیمارهای آزمایشی شامل کاه برنج بدون فرآوری (شاهد) و کاه برنج فرآوری شده با محلول ۱، ۳ یا ۵ درصد اوره بودند. از ۴ رأس بره نر کردی فیستولدار برای اندازه‌گیری تجزیه‌پذیری مواد مغذی در زمان‌های ۰، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون شکمبه‌ای استفاده شد. نتایج نشان داد که فرآوری کاه برنج با اوره باعث کاهش درصد ماده خشک، دیواره سلولی فاقدخاکستر و دیواره سلولی بدون همی سلولز فاقدخاکستر و افزایش درصد ماده آلی، پروتئین خام و pH کاه برنج شد ($P < 0/05$). فرآوری کاه برنج با اوره بر درصد لیگنین، سیلیکای غیرقابل حل در شوینده اسیدی، سیلیکای غیرقابل حل در شوینده خنثی و سیلیکای قابل حل در شوینده خنثی اثر معنی‌داری نداشت ($P > 0/05$). بخش سریع تجزیه (a) ماده خشک کاه برنج تنها تحت تأثیر فرآوری با ۵ درصد اوره و بخش سریع تجزیه (a) ماده آلی، دیواره سلولی فاقدخاکستر و دیواره سلولی بدون همی سلولز فاقدخاکستر تحت تأثیر ۳ یا ۵ درصد اوره قرار گرفت ($P < 0/05$). فرآوری کاه برنج با اوره باعث افزایش در بخش کند تجزیه (b) و تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک، ماده آلی، دیواره سلولی فاقدخاکستر و دیواره سلولی بدون همی سلولز فاقدخاکستر شد ($P < 0/05$) و تنها فرآوری با اوره ۱ درصد بر این بخش‌ها در ماده خشک و ماده آلی اثر معنی‌داری نداشت ($P > 0/05$). نتایج این آزمایش نشان داد که فرآوری کاه برنج با ۳ یا ۵ درصد اوره به طور موثری باعث افزایش ارزش غذایی و تجزیه‌پذیری کاه برنج شد ($P > 0/05$).

واژه‌های کلیدی: اوره، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای، فرآوری کاه، کاه برنج

مقدمه

نشخوارکنندگان رو به افزایش است. اما عملکرد نشخوارکنندگان تغذیه شده با جیره‌های دارای سطوح بالای کاه به دلیل ایجاد محدودیت در مصرف ماده خشک،

به دلیل محدودیت منابع خوراک دام، تمایل به استفاده از پس‌مانده‌های کشاورزی مانند کاه‌ها در تغذیه

گوارش‌پذیری پایین و وجود عوامل ضد تغذیه‌ای مانند سیلیس، تانن و لیگنین در کاه‌ها پایین می‌باشد (ون‌سوست ۱۹۹۴ و نیکلسن ۱۹۸۴). کاه برنج سومین رتبه را در تولید کاه غلات در جهان و اولین رتبه را در آسیا دارا می‌باشد (فائو ۲۰۰۹). با توجه به تولید سالانه حدود ۲/۷ میلیون تن شلتوک در کشور و با توجه به اینکه به ازای تولید هر تن شلتوک حدود ۱/۲ تا ۱/۵ تن کاه برنج تولید می‌شود، تولید سالانه کاه برنج در کشور رقم قابل توجهی است (بی‌نام ۱۳۹۰). ون‌سوست (۲۰۰۶) گزارش کرد که کاه برنج از نظر پروتئین و احتمالاً دیگر مواد مغذی ضروری برای هضم توسط باکتری‌ها و حیوان کمبود دارد. سیلیس در کاه برنج از طریق ایجاد یک لایه سیلیکاتی با مهار فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده سلولز، از هضم میکروبی لایه‌های غیرسیلیکاتی زیرین جلوگیری کرده و باعث کاهش گوارش‌پذیری کاه می‌شود (ون‌سوست ۱۹۹۴ و جکسون ۱۹۷۷). دیگر مطالعات گزارش کردند که سیلیس موجود در کاه برنج با مهار تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ممکن است باعث کاهش خوشخوراکی کاه شود (دویل و چن‌پانگسن ۱۹۹۰ و ویدیاستیودی و ایب ۱۹۸۹). تاکنون روش‌های مختلف فرآوری مانند روش‌های مکانیکی، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی برای بهبود ارزش تغذیه‌ای کاه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است (حا و همکاران ۱۹۹۴؛ گارت و همکاران ۱۹۷۹؛ جکسون ۱۹۷۷). این روش‌ها از طریق شکستن لایه سیلیسی، باندهای لیگنینی، کاهش قدرت فیزیکی، افزایش اسیدیته و تجزیه الیاف کاه، باعث بهبود کیفیت آن می‌شوند (گو و همکاران ۲۰۰۲). متأسفانه کاه برنج تولید شده در ایران بدون توجه به آن به عنوان یک منبع خوراک قابل فرآوری برای دام، در بیشتر موارد سوزانده و باعث آلودگی محیط زیست می‌شود.

اوره در مقایسه با دیگر مواد شیمیایی مورد استفاده در فرآوری کاه برنج (مانند هیدروکسید سدیم و آمونیاک) دارای قدرت شیمیایی پایین‌تری بوده اما به طور وسیعی در فرآوری کاه برنج استفاده می‌شود (ون‌سوست

۲۰۰۶). مزایای استفاده از اوره در فرآوری کاه برنج و دلیل مقبولیت بالای آن از سوی دامداران شامل استفاده آسان و ارزان، ایمن و در دسترس بودن و منبع پروتئین خام بودن برای کاه‌هایی است که از نظر پروتئین کمبود دارند (سکیر و ابراهیم ۱۹۸۹ و سین و سکیر ۱۹۹۵). اوره از طریق شکستن لایه سیلیسی و جدا کردن بسیاری از پیوندهای لیگنین-کربوهیدرات باعث افزایش گوارش‌پذیری کاه می‌شود (ون‌سوست ۲۰۰۶). مطالعات نشان داد که استفاده از اوره در فرآوری کاه برنج باعث افزایش ارزش تغذیه‌ای کاه، وزن بدن، مصرف خوراک، گوارش‌پذیری و بهبود عملکرد نشخوارکنندگان در مقایسه با کاه برنج فرآوری نشده گردید (جاجنگرا و دویل ۱۹۸۹؛ واناپات و همکاران ۱۹۸۵؛ مینی و همکاران ۱۹۹۳ و سکیر و همکاران ۱۹۸۹). افزایش در مصرف خوراک تا حدود زیادی به اثر فرآوری بر کربوهیدرات‌های ساختمانی کاه ارتباط داده می‌شود (جاجنگرا و دویل ۱۹۸۹). مطالعات زیادی درباره اثر اوره بر کیفیت و تجزیه‌پذیری ماده خشک و ماده آلی کاه برنج با روش کیسه‌های نایلونی انجام شده است (مینی و همکاران ۱۹۹۳؛ شن و همکاران ۱۹۹۸b؛ ابراهیم و همکاران ۱۹۸۹ و اساردین و سین ۱۹۹۵)، اما در ارتباط با تجزیه‌پذیری کربوهیدرات‌های ساختمانی نیاز به مطالعات بیشتری می‌باشد. ون‌سوست (۲۰۰۶) در مروری بر انواع روش‌های مختلف فرآوری کاه برنج بیان کرد که استانداردهای لازم برای آنالیز شیمیایی کاه برنج از نظر کربوهیدرات‌های ساختمانی و لیگنین در بعضی مطالعات رعایت نشده است و همچنین محتوی خاکستر و سیلیکای غیرقابل حل و قابل حل کاه برنج در بیشتر مطالعات اندازه‌گیری نشده است. بعضی استانداردهای لازم را می‌توان استفاده از آلفا‌امیلاز در اندازه‌گیری دیواره سلولی، تصحیح دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز برای خاکستر و استفاده از روش پرمنگنات برای تعیین لیگنین نام برد. در مطالعات میزان اثر بخشی فرآوری‌ها با هم متفاوت هستند (ون‌سوست ۲۰۰۶) که

محلول اوره ۵ درصد بودند. برای انجام هر فرآوری مقدار ۵۰۰ گرم کاه برنج با ۲ لیتر از محلول‌های اوره ۱، ۳ یا ۵ درصد به طور کامل مخلوط و سپس در داخل کیسه‌های نایلونی دو لایه ضخیم ریخته شد (وادیلو و فادل ۲۰۰۹). پس از خروج هوای کیسه‌ها توسط پمپ خلأ، درب آن‌ها به منظور ایجاد شرایط بی‌هوازی محکم بسته و در دمای اتاق نگهداری شدند. پس از ۲۱ روز، نمونه‌های فرآوری شده از کیسه‌ها خارج و نمونه‌هایی از تیمارها برای تعیین pH برداشته شد و مابقی در آفتاب به مدت ۷۲ ساعت خشک شد.

تجزیه شیمیایی و pH

نمونه‌ها پس از خشک کردن، با الک ۱ میلی‌متری آسیاب شدند. ماده خشک، ماده آلی، خاکستر خام و پروتئین خام طبق AOAC (۱۹۹۹) و دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز بر طبق روش ون‌سوست و همکاران (۱۹۹۱) تعیین شدند. برای تعیین کربوهیدرات‌های ساختمانی و لیگنین از استانداردهای پیشنهاد شده توسط ون‌سوست (۲۰۰۶) استفاده شد. برای تعیین دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز از آلفا‌آمیلاز مقاوم به حرارت استفاده شد و مقادیر برای خاکستر تصحیح شد. محتوی لیگنین با استفاده از روش پرمنگنات تعیین شد (ون‌سوست و وین ۱۹۶۸). سلولز از اختلاف دیواره سلولی بدون همی‌سلولز فاقد خاکستر و لیگنین تعیین شد و همی‌سلولز از اختلاف دیواره سلولی فاقد خاکستر و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز فاقد خاکستر تعیین شد. محتوی سیلیکای غیرقابل حل در شوینده اسیدی و سیلیکای غیرقابل حل در شوینده خنثی به ترتیب با روش‌های ون‌سوست و همکاران (۱۹۹۱) و ون‌سوست و رابرتسون (۱۹۸۵) تعیین شدند. سیلیکای قابل حل در شوینده خنثی از اختلاف سیلیکای غیرقابل حل در شوینده اسیدی و سیلیکای غیرقابل حل در شوینده خنثی تعیین شد. برای تعیین pH نمونه‌های کاه برنج، ۰/۵ گرم از هر تیمار را در یک بشر ریخته و پس از افزودن ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر ۲

می‌توان دلیل آن را به عوامل محیطی مانند آب و هوا، خصوصیات فیزیکی خاک از قبیل نوع خاک، pH و رطوبت خاک، زمان برداشت، شرایط و مدیریت مزرعه و عوامل ژنتیکی که بر ارزش تغذیه‌ای، محتوی سیلیس و دیگر ترکیبات کاه برنج تأثیرگذار هستند، ارتباط داد (هیشی‌یاما و سیوداو ۱۹۹۲ و حا و وانگ ۱۹۹۵). ون‌سوست (۲۰۰۶) گزارش کرد که سهم عوامل محیطی در مقایسه با عوامل ژنتیکی بر کیفیت کاه برنج بیشتر است. لذا تمامی این عوامل می‌تواند بر میزان اثر بخشی نوع فرآوری بر کیفیت کاه برنج موثر باشد. مطالعات انجام شده بر روی فرآوری کاه برنج در نقاط مختلف جهان مانند استرالیا (وینوگروهو ۱۹۸۱)، تایلند (حارت و وانایات ۱۹۸۵)، فیلیپین (روکساز و همکاران ۱۹۸۵) و مالزی (دوندرا و همکاران ۱۹۸۶) نشان داد که تنوع قابل توجهی در ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم آزمایشگاهی بین اوریته‌های مختلف کاه برنج وجود دارد. لذا بررسی روش‌های فرآوری بر کیفیت کاه برنج در هر منطقه کاملاً ضروری است. نظر به ضرورت یافتن منابع خوراک ارزان و قابل دسترس برای دام‌ها و سطح بالای تولید کاه برنج در ایران و با توجه به نیاز به مطالعه درباره اثرات فرآوری بر ارزش تغذیه‌ای کاه برنج در ایران، هدف این مطالعه بررسی اثر فرآوری کاه برنج تولید شده در استان مازندران با سطوح مختلف محلول اوره بر ترکیب شیمیایی و تجزیه‌پذیری کاه برنج با روش کیسه‌های نایلونی بود.

مواد و روش‌ها

کاه برنج و فرآوری‌ها

این مطالعه در دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام انجام شد. نمونه‌های کاه برنج از شالیزارهای استان مازندران جمع‌آوری و پس از تبدیل به قطعات ۴-۳ سانتی‌متر توسط خرمن‌کوب، برای فرآوری آماده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل کاه برنج بدون فرآوری (شاهد)، کاه برنج فرآوری شده با محلول اوره ۱ درصد، کاه برنج فرآوری شده با محلول اوره ۳ درصد و کاه برنج فرآوری شده با

آنالیز آماری

آنالیز آماری داده‌های مربوط به ترکیبات شیمیایی بر اساس طرح کاملاً تصادفی و کیسه‌های نایلونی بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با استفاده از رویه GLM توسط نرم‌افزار آماری SAS (۱۹۹۹) انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی و pH

ارزش تغذیه‌ای و تجزیه‌پذیری کاه برنج تحت تأثیر ترکیب شیمیایی آن است (ونسوست ۲۰۰۶). ترکیبات شیمیایی و pH کاه برنج فرآوری شده و نشده در جدول ۱ آمده است. نتایج نشان داد که فرآوری‌ها باعث کاهش درصد ماده خشک، دیواره سلولی فاقد خاکستر، دیواره سلولی بدون همی سلولز فاقد خاکستر، سلولز و همی سلولز و افزایش درصد ماده آلی، پروتئین خام و pH کاه برنج شد ($P < 0.05$). با این حال فرآوری بر درصد لیگنین، سیلیکای غیرقابل حل در شوینده اسیدی، سیلیکای غیرقابل حل و سیلیکای قابل حل در شوینده خنثی اثر معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). نتایج ما با نتایج واناپات و همکاران (۲۰۰۹)، وانگ و همکاران (۲۰۰۷)، وادیولو و فادل (۲۰۰۹) و ابراهیم و همکاران (۱۹۸۹) مطابقت داشت. دلیل کاهش این فراسنجه‌ها را می‌توان به برداشت سیلیس پلیمر شده با واکس‌های کوتیکول، افزایش قابلیت حل شدن لیگنین و همی سلولز در اثر جدا شدن باندهای استری بین اسیدهای هیدروکسینامیک و همی سلولز یا بین لیگنین و آلفا بنزین‌اتر با همی سلولز توسط عوامل قلیایی ارتباط داد (واناپات و همکاران ۲۰۰۹). سیلیکا که به شکل اسید سیلیسیک از طریق خاک جذب گیاه می‌شود و به عنوان پیش‌ساز لیگنین عمل می‌کند (منجل و کرکی ۲۰۰۱) بر لیگنینی شدن گیاه برنج اثر می‌گذارد. بنابراین فرآوری کاه برنج با اوره ممکن است از طریق اثر بر محتوی لیگنین و سیلیکا به دلیل لیگنین‌زدایی باعث بهبود کیفیت تغذیه‌ای آن شود (شن و همکاران ۱۹۹۸a). لیگنین گیاهان گرامینه در مقایسه با لگومینه‌ها دارای باندهای استری بیشتری با

بار تقطیر مخلوط شده و pH آن‌ها توسط دستگاه pH متر (کمپانی WTW مدل 330i/SET) اندازه‌گیری شد (رحال و همکاران ۱۹۹۷).

تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای

برای آزمایش تجزیه‌پذیری از ۴ رأس قوچ کردی دارای فیستولای شکمبه با متوسط وزن $3 \pm 66/3$ کیلوگرم که در جایگاه‌های انفرادی نگهداری و به مدت ۲ هفته قبل از شروع تا پایان آزمایش روزانه در دو نوبت با جیره کاملاً مخلوط شده در سطح نگهداری با نسبت علوفه به کنسانتره ۷۰ به ۳۰ حاوی ۱۰ درصد از ماده خشک جیره کاه برنج تغذیه شدند، استفاده شد. مقداری از نمونه‌های کاه برنج با و بدون فرآوری توسط آسیاب الکتریکی به قطعات ۲ میلی‌متر تبدیل شد و سپس ۵ گرم ماده خشک در ۴ تکرار از هر تیمار در کیسه‌های نایلونی 15×10 سانتی‌متری با اندازه سوراخ‌های ۴۶ میکرومتری ریخته شد و در زمان‌های مختلف (۰، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت) در داخل شکمبه (۴ کیسه حاوی ۴ تیمار در داخل شکمبه هر بره) انکوبه شدند. پس از پایان زمان‌های مورد نظر، کیسه‌ها از درون شکمبه خارج و بلافاصله با جریان آب سرد شسته شدند. ۴ کیسه از هر نمونه بدون انکوبه‌شدن در شکمبه (زمان صفر) با آب شستشو شد. کیسه‌ها پس از ۴۸ ساعت خشک شدن در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد وزن شده و تجزیه‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، دیواره سلولی فاقد خاکستر و دیواره سلولی بدون همی سلولز فاقد خاکستر در شکمبه اندازه‌گیری شد. ضرایب تجزیه‌پذیری با استفاده از نرم‌افزار نووای و معادله اسکوف و مک‌دونالد (۱۹۷۹) محاسبه شد.

$$P = a + b(1 - e^{-c(t-lag)})$$

$$ED = a + [(b \times c) / (c + k_p)]$$

P = پتانسیل تجزیه‌پذیری یا ناپدید شدن در زمان t ، ED = تجزیه‌پذیری موثر، a = بخش سریع تجزیه، b = بخش کند تجزیه، c = ثابت نرخ تجزیه، k_p = ثابت نرخ خروج شیرابه هضمی از شکمبه، t = زمان ماندگاری نمونه در شکمبه (ساعت)، e = عدد نپر (۲/۷۱۸)، lag = زمان تاخیر

عواملی مانند شرایط مزرعه، محیط، اقلیم، نوع خاک و دیگر عوامل موثر بر کیفیت کاه برنج ارتباط داد (ون‌سوست ۲۰۰۶).

تجزیه‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز فاقدخاکستر

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و ماده آلی در جدول ۲ و دیواره سلولی فاقدخاکستر و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز فاقدخاکستر در جدول ۳ آمده است. نتایج نشان داد که بخش سریع تجزیه (a) ماده خشک تنها تحت تأثیر فرآوری با اوره ۵ درصد و در ماده آلی، دیواره سلولی فاقدخاکستر و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز فاقدخاکستر تحت تأثیر ۳ یا ۵ درصد اوره، افزایش یافت ($P < 0.05$). فرآوری‌ها باعث افزایش بخش کند تجزیه (b) و تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک، ماده آلی، دیواره سلولی فاقدخاکستر و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز فاقدخاکستر شد ($P < 0.05$). فرآوری با ۱ درصد اوره بر این بخش‌ها در ماده خشک و ماده آلی اثر معنی‌داری نداشت.

همی‌سلولز می‌باشند و لذا به تجزیه توسط عوامل قلیایی حساسیت بالاتری دارند (هریس و هارلی ۱۹۸۰). کاهش همی‌سلولز در کاه فرآوری شده با اوره بیانگر این است که اوره باعث شکستن اتصال بین لیگنین و همی‌سلولز در ماتریکس دیواره سلولی شده است (دیاس‌داسیلوا و ساندستول ۱۹۸۶). نیتروژن موجود در ساختمان اوره باعث افزایش پروتئین خام کاه‌های فرآوری شده با اوره می‌شود (سین و سکیر ۱۹۹۵ و وانایات و همکاران ۲۰۰۹) لذا دلیل افزایش ماده آلی کاه برنج فرآوری شده در مقایسه با کاه بدون فرآوری را احتمالاً بتوان به افزایش پروتئین خام ارتباط داد. اوره از طریق تبدیل شدن به آمونیاک شکمبه‌ای در نهایت می‌تواند در صورت در دسترس بودن کربوهیدرات‌های قابل تخمیر در شکمبه به پروتئین میکروبی تبدیل شود، بنابراین فرآوری کاه با اوره می‌تواند مقداری پروتئین میکروبی برای حیوان نیز فراهم کند (چردونگ و وانایات ۲۰۱۰).

اثر فرآوری کاه برنج با اوره بر ترکیبات شیمیایی در مطالعات مختلف، متفاوت گزارش شده است. در مطالعه جاجنگرا و دوپل (۱۹۸۹) فرآوری کاه برنج با محلول اوره ۶ درصد باعث کاهش دیواره سلولی و لیگنین و افزایش دیواره سلولی بدون همی‌سلولز شد. در مطالعه ابراهیم و همکاران (۱۹۸۹) فرآوری کاه برنج با محلول اوره ۴ درصد باعث کاهش دیواره سلولی بدون همی‌سلولز و افزایش لیگنین شد. در حالیکه در مطالعه مینی و همکاران (۱۹۹۴) و مینی و همکاران (۱۹۹۳) فرآوری با محلول اوره ۲ درصد باعث افزایش دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز شد. در مطالعه رحال و همکاران (۱۹۹۷) فرآوری کاه برنج با محلول اوره ۴ درصد در برخی واریته‌ها باعث افزایش و در برخی دیگر باعث کاهش دیواره سلولی شد. اما در بیشتر مطالعات (وانگ و همکاران ۲۰۰۷؛ وادیولو و فادل ۲۰۰۹؛ ابراهیم و همکاران ۱۹۸۹ و شن و همکاران ۱۹۹۸a) باعث کاهش این ترکیبات شد. این اختلافات مشاهده شده را احتمالاً بتوان به اثر

جدول ۱- اثر فرآوری کاه برنج با سطوح مختلف اوره بر ترکیب شیمیایی (درصد از ماده خشک

P-Value	\SEM	کاه برنج فرآوری شده			کاه برنج بدون فرآوری	ترکیب شیمیایی
		اوره ۵ درصد	اوره ۳ درصد	اوره ۱ درصد		
۰/۰۱	۰/۰۸	۸۹/۵۰ ^d	۹۰/۷۱ ^c	۹۲/۰۰ ^b	۹۳/۱۶ ^a	ماده خشک
۰/۰۱	۰/۱۱	۹۳/۸۰ ^a	۹۱/۹۷ ^b	۹۰/۰۰ ^c	۸۸/۴۰ ^d	ماده آلی
۰/۰۱	۰/۱۴	۶/۲۰ ^d	۸/۰۳ ^c	۱۰/۰۰ ^b	۱۱/۶۰ ^a	خاکستر خام
۰/۰۲	۰/۱۲	۷/۴۰ ^a	۶/۶۰ ^b	۵/۴۰ ^c	۵/۲۰ ^c	پروتئین خام
۰/۰۱	۰/۰۹	۶۲/۱۳ ^d	۶۴/۱۳ ^c	۶۷/۹۶ ^b	۷۰/۳۵ ^a	دیواره سلولی فاقدخاکستر
۰/۰۱	۰/۱۴	۴۲/۷۸ ^d	۴۴/۱۹ ^c	۴۶/۸۶ ^b	۴۷/۸۴ ^a	دیواره سلولی بدون همی سلولز فاقدخاکستر
۰/۰۱	۰/۰۸	۳۸/۷۸ ^d	۴۰/۱۳ ^c	۴۲/۷۴ ^b	۴۳/۷۱ ^a	سلولز
۰/۰۲	۰/۱۴	۱۹/۳۵ ^c	۱۹/۹۴ ^c	۲۱/۱۰ ^b	۲۲/۵۱ ^a	همی سلولز
۰/۸۰	۰/۰۵	۴/۰۰	۴/۰۷	۴/۱۲	۴/۱۳	لیگنین
۰/۹۲	۰/۱۱	۶/۴۴	۶/۴۵	۶/۴۸	۶/۵۰	سیلیکای غیرقابل حل در شوینده اسیدی
۰/۹۴	۰/۰۹	۲/۹۴	۳/۱۰	۳/۱۰	۳/۲۰	سیلیکای غیرقابل حل در شوینده خنثی
۰/۸۵	۰/۰۹	۳/۵۰	۳/۴۵	۳/۳۸	۳/۳۰	سیلیکای قابل حل در شوینده خنثی
۰/۰۲	۰/۰۸	۸/۹۶ ^a	۸/۷۵ ^a	۷/۹۵ ^b	۷/۰۸ ^c	pH

۱- اشتباه معیار کل میانگین‌ها^{a,b,...} حروف غیر یکسان در هر سطر نشان دهنده تفاوت آماری در سطح ۵ درصد می باشد

جدول ۲- اثر فرآوری کاه برنج با سطوح مختلف اوره بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک و ماده آلی (درصد)

P-Value	\SEM	کاه برنج فرآوری شده			کاه برنج بدون فرآوری	فراسنجه
		اوره ۵ درصد	اوره ۳ درصد	اوره ۱ درصد		
		ماده خشک				تجزیه‌پذیری ^۲
۰/۰۵	۰/۲۳	۱۰/۴۵ ^a	۹/۶۹ ^b	۹/۴۶ ^b	۹/۳۶ ^b	a (درصد)
۰/۰۴	۰/۲۵	۶۵/۰۷ ^a	۶۳/۹۷ ^b	۶۲/۰۰ ^c	۶۱/۳۵ ^c	b (درصد)
۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۲۸	۰/۰۲۷	۰/۰۳۵	۰/۰۳۰	c (درصد)
۰/۰۲	۰/۱۹	۳/۰۲ ^c	۳/۷۵ ^b	۴/۱۰ ^{ab}	۴/۳۰ ^a	L ^۴ (ساعت)
		تجزیه‌پذیری موثر				
۰/۰۲	۰/۱۸	۵۶/۱۱ ^a	۵۴/۶۰ ^b	۵۳/۰۰ ^c	۵۲/۴۰ ^c	۲ درصد در ساعت
۰/۰۲	۰/۱۵	۴۵/۲۵ ^a	۴۲/۳۱ ^b	۴۰/۹۰ ^c	۴۰/۳۱ ^c	۵ درصد در ساعت
۰/۰۳	۰/۳۸	۳۵/۱۰ ^a	۳۲/۹۵ ^b	۳۱/۶۱ ^c	۳۱/۰۵ ^c	۸ درصد در ساعت
		ماده آلی				تجزیه‌پذیری
۰/۰۲	۰/۲۸	۱۲/۲۱ ^a	۱۱/۲۲ ^b	۱۰/۶۸ ^{bc}	۱۰/۲۲ ^c	a (درصد)
۰/۰۲	۰/۶۵	۷۲/۸۰ ^a	۷۰/۲۶ ^b	۶۸/۱۸ ^c	۶۸/۰۸ ^c	b (درصد)
۰/۱۰	۰/۳۶	۰/۰۳۴	۰/۰۳۴	۰/۰۳۳	۰/۰۳۳	c (درصد)
۰/۰۲	۰/۲۱	۳/۰۰ ^c	۳/۵۵ ^b	۴/۰۰ ^a	۴/۲۰ ^a	L (ساعت)
		تجزیه‌پذیری موثر				
۰/۰۱	۰/۲۸	۶۲/۰۰ ^a	۵۸/۱۱ ^b	۵۴/۹۸ ^c	۵۴/۲۸ ^c	۲ درصد در ساعت
۰/۰۳	۰/۱۱	۴۶/۱۰ ^a	۴۳/۸۰ ^b	۴۱/۱۰ ^c	۴۰/۴۰ ^c	۵ درصد در ساعت
۰/۰۳	۰/۶۴	۳۷/۶۵ ^a	۳۴/۸۴ ^b	۳۲/۰۲ ^c	۳۱/۴۰ ^c	۸ درصد در ساعت

۱- اشتباه معیار کل میانگین‌ها^{a,b,...} حروف غیر یکسان در هر سطر نشان دهنده تفاوت آماری در سطح ۵ درصد می باشد

۲- حروف غیر یکسان در هر سطر نشان دهنده تفاوت آماری در سطح ۵ درصد می باشد

۳- a، b و c به ترتیب بخش سریع تجزیه، کند تجزیه و ثابت نرخ تجزیه بخش b

۴- فاز تأخیر

جدول ۳- اثر فرآوری کاه برنج با سطوح مختلف اوره بر فراسنجه‌های تجزیه پذیری و تجزیه پذیری موثر دیواره سلولی فاقد خاکستر و دیواره سلولی فاقد خاکستر (درصد)

P-Value	SEM	کاه برنج فرآوری شده			کاه برنج بدون فرآوری	فراسنجه
		اوره ۵ درصد	اوره ۳ درصد	اوره ۱ درصد		
دیواره سلولی فاقد خاکستر						
۰/۰۴	۰/۵۶	۶/۷۵ ^a	۵/۹۶ ^{ab}	۵/۴۶ ^{bc}	۵/۰۰ ^c	تجزیه پذیری ^۲ a (درصد)
۰/۰۱	۰/۵۴	۴۴/۲۷ ^a	۴۳/۷۷ ^b	۴۲/۲۰ ^c	۴۱/۱۵ ^d	b (درصد)
۰/۹۰	۰/۱۱	۰/۰۲۸	۰/۰۲۷	۰/۰۲۵	۰/۰۲۰	c (درصد)
۰/۰۲	۰/۱۲	۴/۷۴ ^b	۴/۹۳ ^{ab}	۵/۰۸ ^a	۵/۱۴ ^a	L ^۴ (ساعت)
تجزیه پذیری موثر						
۰/۰۲	۰/۴۵	۳۵/۲۱ ^a	۳۴/۵۰ ^b	۳۴/۰۰ ^b	۳۳/۱۰ ^c	۲ درصد در ساعت
۰/۰۲	۰/۶۵	۲۷/۲۵ ^a	۲۷/۱۱ ^a	۲۶/۹۰ ^a	۲۶/۱۱ ^b	۵ درصد در ساعت
۰/۰۲	۰/۲۵	۲۱/۷۰ ^a	۲۰/۸۵ ^b	۲۰/۶۱ ^b	۱۹/۱۵ ^c	۸ درصد در ساعت
دیواره سلولی بدون همی سلولز فاقد خاکستر						
۰/۰۲	۰/۸۷	۵/۸۵ ^a	۵/۱۶ ^b	۴/۳۱ ^c	۴/۰۰ ^c	تجزیه پذیری a (درصد)
۰/۰۱	۰/۲۴	۴۱/۰۸ ^a	۴۰/۹۷ ^a	۳۹/۹۶ ^b	۳۹/۰۰ ^c	b (درصد)
۰/۵۰	۰/۶۸	۰/۰۲۵	۰/۰۲۳	۰/۰۲۴	۰/۰۲۳	c (درصد)
۰/۰۲	۰/۱۰	۴/۳۷ ^b	۴/۵۰ ^b	۵/۰۰ ^a	۵/۰۴ ^a	L (ساعت)
تجزیه پذیری موثر						
۰/۰۳	۰/۱۸	۳۳/۴۱ ^a	۳۳/۰۹ ^a	۳۳/۰۲ ^a	۳۲/۲۰ ^b	۲ درصد در ساعت
۰/۰۲	۰/۳۹	۲۶/۵۸ ^a	۲۵/۱۱ ^b	۲۵/۱۰ ^b	۲۴/۰۱ ^c	۵ درصد در ساعت
۰/۰۳	۰/۵۱	۲۱/۱۰ ^a	۲۰/۵۵ ^b	۱۹/۵۱ ^c	۱۸/۳۵ ^d	۸ درصد در ساعت

۱- اشتباه معیار کل میانگین‌ها^{a,b,c,d} ۲- حروف غیر یکسان در هر سطر نشان دهنده تفاوت آماری در سطح ۵ درصد می باشد

۳- a, b, c و b به ترتیب بخش سریع تجزیه، کند تجزیه و ثابت نرخ تجزیه بخش b ۴- فاز تأخیر

تجزیه ماده آلی اثر معنی داری نداشت. در مطالعه ابراهیم و همکاران (۱۹۸۹) فرآوری کاه برنج با اوره ۴ درصد باعث افزایش تجزیه پذیری شکمبه‌ای ماده آلی، در مطالعه شن و همکاران (۱۹۹۸b) فرآوری با اوره ۵ درصد باعث افزایش تجزیه پذیری دیواره سلولی و در مطالعه رحال و همکاران (۱۹۹۷) فرآوری با اوره ۳ یا ۴ درصد باعث افزایش تجزیه پذیری دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز شد که با نتایج این مطالعه (جدول ۴ و ۵) مطابقت داشت.

گزارش شده است که فرآوری کاه برنج با اوره با شکستن باندهای استری بین لیگنین و همی سلولز و سلولز باعث تورم فیزیکی ساختمان الیاف می شود که میکروارگانیزم‌های شکمبه را قادر می سازد به کربوهیدرات‌های ساختمانی به آسانی حمله کنند و باعث

نتایج تجزیه پذیری شکمبه‌ای (جدول ۴ و ۵) نشان داد که فرآوری‌ها به طور موثری باعث افزایش تجزیه پذیری ماده خشک، ماده آلی، دیواره سلولی فاقد خاکستر و دیواره سلولی بدون همی سلولز فاقد خاکستر در مقایسه با کاه بدون فرآوری شدند به طوری که در کاه برنج فرآوری شده با اوره ۳ یا ۵ درصد مشهودتر بود ($P < 0.05$). در مطالعه مینی و همکاران (۱۹۹۳) و مینی و همکاران (۱۹۹۴) فرآوری کاه برنج با اوره ۲ درصد باعث افزایش بخش کند تجزیه ماده خشک و ماده آلی و تجزیه پذیری موثر ماده آلی در مقایسه با تیمار شاهد شد. شن و همکاران (۱۹۹۸a) گزارش کردند که فرآوری کاه برنج با اوره ۵ درصد باعث افزایش بخش سریع تجزیه ماده خشک، تجزیه پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و ماده آلی در مقایسه با تیمار شاهد شد اما بر ثابت نرخ تجزیه ماده خشک و بخش سریع

تجزیه‌پذیری بیشتر کاه و بهبود ارزش تغذیه‌ای آن شوند (گوتو و همکاران ۱۹۹۳؛ واناپات و چردونگ ۲۰۰۹؛ چن و همکاران ۲۰۰۸) که می‌تواند دلیل افزایش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک، ماده آلی، دیواره سلولی فاقدخاکستر و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز فاقدخاکستر در این مطالعه باشد. مطالعات (ناکاشیما و اورسکوف ۱۹۹۰ و انشی ۲۰۰۲) نشان دادند که بین غلظت سیلیکای کاه برنج و گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی و دیواره سلولی، همبستگی منفی وجود دارد به طوری که با کاهش غلظت سیلیکا، گوارش‌پذیری در حیوان و در شرایط آزمایشگاهی افزایش یافت. در مطالعه حاضر هیچکدام از فرآوری‌ها بر غلظت سیلیکای کاه برنج اثر معنی‌داری نداشتند (جدول ۱). ون‌سوست (۲۰۰۶) گزارش کرد که

محلول اوره و آمونیاک قادر به حل کردن سیلیکای کاه برنج نیستند اما سیلیکا در لایه کوتیکولار توسط این محلول‌های شیمیایی شکسته شده و میکروارگانیزم‌های شکمبه قادر به نفوذ به قسمت‌های زیرین و تجزیه آن می‌شوند که می‌تواند دلیلی برای افزایش تجزیه‌پذیری کاه برنج در این مطالعه باشد. در مطالعه باینتون و همکاران (۱۹۹۱) غلظت سیلیکای کاه برنج تعیین نشد اما بین گوارش‌پذیری و محتوی خاکستر خام ارتباط منفی مشاهده شد. در مطالعه حاضر نیز با افزایش غلظت اوره، تجزیه‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، دیواره سلولی فاقدخاکستر و دیواره بدون همی‌سلولز فاقد خاکستر افزایش (جدول ۴ و ۵) و محتوی خاکستر خام (جدول ۱) کاهش یافت.

جدول ۴- اثر فرآوری کاه برنج با سطوح مختلف اوره بر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و ماده آلی (درصد)

P-Value	SEM	کاه برنج فرآوری شده			کاه برنج بدون فرآوری	زمان شکمبه‌گذاری (ساعت)
		اوره ۵ درصد	اوره ۳ درصد	اوره ۱ درصد		
ماده خشک						
۰/۰۱	۰/۳۵	۱۷/۴۳ ^a	۱۶/۱۳ ^b	۱۴/۹۸ ^c	۱۴/۴۳ ^c	۰
۰/۰۲	۰/۳۶	۲۱/۹۵ ^a	۲۰/۸۰ ^b	۲۰/۶۵ ^b	۲۰/۱۵ ^b	۴
۰/۰۲	۰/۲۹	۳۰/۱۵ ^a	۲۸/۰۰ ^b	۲۶/۵۰ ^c	۲۶/۰۰ ^c	۸
۰/۰۲	۰/۲۷	۴۴/۰۰ ^a	۳۹/۸۱ ^b	۳۷/۰۰ ^c	۳۶/۵۱ ^c	۱۶
۰/۰۱	۰/۸۴	۵۰/۱۹ ^a	۴۵/۴۵ ^b	۴۲/۸۰ ^c	۴۱/۰۵ ^d	۲۴
۰/۰۱	۰/۴۹	۶۴/۷۵ ^a	۶۲/۴۷ ^b	۵۹/۰۷ ^c	۵۸/۶۷ ^c	۴۸
۰/۰۱	۰/۸۷	۷۱/۹۵ ^a	۶۹/۹۰ ^b	۶۷/۱۰ ^c	۶۵/۴۰ ^d	۷۲
۰/۰۱	۰/۹۴	۷۴/۸۷ ^a	۷۱/۱۰ ^b	۶۹/۱۰ ^c	۶۷/۲۰ ^d	۹۶
ماده آلی						
۰/۰۱	۰/۲۶	۲۰/۶۳ ^a	۱۷/۱۳ ^b	۱۶/۹۳ ^b	۱۶/۱۳ ^b	۰
۰/۰۲	۰/۸۷	۲۶/۰۵ ^a	۲۴/۸۰ ^b	۲۲/۶۵ ^b	۲۲/۲۵ ^b	۴
۰/۰۱	۰/۲۶	۳۳/۰۵ ^a	۳۱/۰۳ ^b	۲۸/۲۰ ^c	۲۷/۹۰ ^c	۸
۰/۰۲	۰/۱۴	۴۶/۲۰ ^a	۴۰/۹۴ ^b	۳۸/۴۰ ^c	۳۸/۰۱ ^c	۱۶
۰/۰۲	۰/۸۷	۵۳/۴۹ ^a	۴۷/۰۵ ^b	۴۳/۲۰ ^c	۴۲/۸۵ ^c	۲۴
۰/۰۱	۰/۶۱	۶۷/۳۵ ^a	۶۵/۱۷ ^b	۶۰/۲۷ ^c	۵۹/۹۷ ^c	۴۸
۰/۰۱	۰/۲۸	۷۴/۵۵ ^a	۷۲/۶۴ ^b	۷۰/۰۰ ^c	۶۸/۶۰ ^d	۷۲
۰/۰۱	۰/۶۵	۷۵/۸۷ ^a	۷۳/۹۰ ^b	۷۲/۱۰ ^c	۷۰/۲۰ ^d	۹۶

۱- اشتباه معیار کل میانگین‌ها...^{a,b} ۲- حروف غیر یکسان در هر سطر نشان دهنده تفاوت آماری در سطح ۵ درصد می باشد

۳- a, b, c به ترتیب بخش سریع تجزیه، کند تجزیه و ثابت نرخ تجزیه بخش b ۴- فاز تأخیر

خوراک است که بر مصرف ماده خشک حیوانات پرتولید اثر می‌گذارد. خوراک‌های با میزان دیواره سلولی با تجزیه‌پذیری بالا به طور موثری باعث افزایش مصرف ماده خشک می‌شوند (والدو ۱۹۸۶). جاجنگرا و دوئل (۱۹۸۹)، دیاس داسیلوا و گودس (۱۹۹۰) و شن و همکاران (۱۹۹۸a) گزارش کردند که کاهش سلولز و همی سلولز در اثر فرآوری با اوره ممکن است به اتلاف سیلیکا مربوط باشد و از این رو باعث افزایش گوارش پذیری در حیوان می‌شود. با توجه به اینکه در این مطالعه تجزیه‌پذیری دیواره سلولی و محتوی همی سلولز در اثر فرآوری‌ها افزایش یافت، می‌توان انتظار داشت که مصرف و گوارش‌پذیری آن در حیوان بهبود یابد.

فرآوری‌ها باعث افزایش pH کاه برنج شدند (جدول ۱). رحال و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که بین افزایش pH کاه برنج فرآوری شده با اوره و تجزیه‌پذیری ماده خشک، دیواره سلولی یا قابلیت حلالیت اجزای کاه در کیسه‌های نایلونی همبستگی بالایی وجود دارد. در مطالعه حاضر نیز با افزایش pH کاه برنج (جدول ۱) تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک، ماده آلی، دیواره سلولی فاقدخاکستر و دیواره سلولی بدون همی سلولز فاقدخاکستر افزایش یافت (جدول ۴ و ۵). در نشخوارکنندگان، گوارش‌پذیری علوفه‌ها تحت تأثیر میزان دیواره سلولی و گوارش‌پذیری آن است (هوهتانن و همکاران ۲۰۰۶). دیواره سلولی مهمترین ترکیب

جدول ۵- اثر فرآوری کاه برنج با سطوح مختلف اوره بر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای دیواره سلولی فاقدخاکستر و دیواره سلولی بدون همی سلولز فاقدخاکستر (درصد)

P-Value	SEM	کاه برنج فرآوری شده			کاه برنج بدون فرآوری	زمان شکمبه‌گذاری (ساعت)
		اوره ۵ درصد	اوره ۳ درصد	اوره ۱ درصد		
دیواره سلولی فاقدخاکستر						
۰/۰۲	۰/۲۵	۱۱/۲۲ ^a	۱۰/۹۸ ^a	۱۰/۱۸ ^b	۹/۸۲ ^b	۰
۰/۰۳	۰/۶۵	۱۳/۹۵ ^a	۱۲/۸۰ ^b	۱۲/۶۰ ^b	۱۲/۱۵ ^b	۴
۰/۰۳	۰/۸۷	۱۶/۹۸ ^a	۱۶/۸۰ ^a	۱۵/۸۷ ^b	۱۵/۵۰ ^b	۸
۰/۰۲	۰/۹۵	۲۱/۲۵ ^a	۲۱/۱۱ ^a	۱۹/۵۰ ^b	۱۹/۰۱ ^b	۱۶
۰/۰۱	۰/۵۸	۲۵/۰۰ ^a	۲۴/۶۲ ^a	۲۳/۶۴ ^b	۲۳/۰۵ ^c	۲۴
۰/۰۱	۰/۹۸	۴۲/۶۸ ^a	۴۱/۶۷ ^b	۴۰/۸۷ ^c	۴۰/۲۷ ^c	۴۸
۰/۰۱	۰/۹۵	۶۰/۲۵ ^a	۵۹/۰۰ ^b	۵۸/۸۰ ^b	۵۷/۴۳ ^c	۷۲
۰/۰۱	۰/۸۴	۶۴/۰۸ ^a	۶۲/۲۵ ^b	۶۰/۱۵ ^c	۵۹/۶۴ ^c	۹۶
دیواره سلولی بدون همی سلولز فاقدخاکستر						
۰/۰۴	۰/۷۸	۱۲/۲۳ ^a	۱۱/۹۸ ^b	۱۱/۴۸ ^b	۱۰/۰۳ ^b	۰
۰/۰۳	۰/۶۵	۱۵/۰۵ ^a	۱۴/۶۰ ^a	۱۳/۴۰ ^b	۱۳/۱۰ ^b	۴
۰/۰۳	۰/۸۷	۱۷/۹۸ ^a	۱۶/۳۰ ^b	۱۶/۰۷ ^b	۱۶/۰۰ ^b	۸
۰/۰۲	۰/۷۸	۲۲/۲۵ ^a	۲۱/۸۱ ^b	۲۱/۸۰ ^b	۲۱/۴۱ ^b	۱۶
۰/۰۱	۰/۸۲	۲۸/۰۰ ^a	۲۷/۲۲ ^a	۲۶/۸۴ ^b	۲۶/۴۵ ^b	۲۴
۰/۰۲	۰/۶۹	۴۵/۹۸ ^a	۴۴/۸۷ ^b	۴۴/۶۷ ^b	۴۳/۲۷ ^c	۴۸
۰/۰۱	۰/۴۷	۶۱/۳۵ ^a	۶۰/۱۰ ^b	۵۹/۹۸ ^b	۵۹/۰۳ ^c	۷۲
۰/۰۱	۰/۳۶	۶۵/۸۸ ^a	۶۴/۱۵ ^b	۶۲/۸۵ ^c	۶۱/۰۰ ^d	۹۶

۱- اشتباه معیار کل میانگین‌ها...^{a,b,c,d} ۲- حروف غیر یکسان در هر سطر نشان دهنده تفاوت آماری در سطح ۵ درصد می باشد

۳- a, b, c به ترتیب بخش سریع تجزیه، کند تجزیه و ثابت نرخ تجزیه بخش b ۴- فاز تأخیر

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که فرآوری با اوره به ویژه با افزایش غلظت اوره، به طور موثری باعث افزایش تجزیه‌پذیری و ارزش تغذیه‌ای کاه برنج شد. با این حال با توجه به اثرات متفاوت فرآوری با اوره بر ارزش تغذیه‌ای کاه برنج و عملکرد دام در مطالعات مختلف، پیشنهاد می‌شود که در مطالعات بعدی اثر فرآوری کاه برنج تولید شده در ایران بر عملکرد نشخوارکنندگان به منظور تعیین سطح مناسب آن در جیره بررسی شود.

در مطالعه اساردین و سین (۱۹۹۵) و ابراهیم و همکاران (۱۹۸۹) فرآوری کاه برنج با محلول اوره ۴ درصد به ترتیب باعث افزایش تجزیه‌پذیری ماده آلی به میزان ۱۵ و ۱۰ درصد و در مطالعه مینی و همکاران (۱۹۹۳) فرآوری با محلول اوره ۲ درصد و شن و همکاران (۱۹۹۸a) فرآوری با محلول اوره ۵ درصد به ترتیب باعث افزایش تجزیه‌پذیری ماده خشک به میزان ۳۵ و ۳۱ درصد شد. این اختلافات مشاهده شده احتمالاً بیانگر تفاوت در استفاده از کود، زمان برداشت و آبیاری برنج می‌باشد که بر محتوی سیلیکای بافت‌های گیاه (درین و همکاران ۱۹۹۴) و میزان تجزیه‌پذیری کاه برنج تأثیرگذار هستند (سین ۱۹۹۴).

منابع مورد استفاده

بی‌نام، ۱۳۹۰. آمارنامه کشاورزی ایران، اداره کل آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی.

- AOAC, 1999. Official methods of analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Atharuddin SM and Singh HP, 1995. Chemical composition and digestibility of urea-treated rice straw. International Rice Research Notes. 20: 16.
- Bainton S, Plumb V, Juliano B, Perez C, Roxas D, Khush G, De Jesus J and Gomez K, 1991. Variation in the nutritional value of rice straw. Anim Feed Sci and Technol 34: 261-77.
- Chen X, Wang J, Wu Y and Liu J, 2008. Effects of chemical treatments of rice straw on rumen fermentation characteristics, fibrolytic enzyme activities and populations of liquid-and solid-associated ruminal microbes in vitro. Anim Feed Sci and Technol 141: 1-14.
- Cherdthong A and Wanapat M, 2010. Development of urea products as rumen slow-release feed for ruminant production: A review. Aust J of Basic and App Sci 4: 2232-2241.
- Deren C, Datnoff L, Snyder G and Martin F, 1994. Silicon concentration, disease response, and yield components of rice genotypes grown on flooded organic histosols. Crop Sci 34: 733-737.
- Devendra C, Kent S and Pearce GR, 1986. In: P.T. Doyle, C. Devendra and G.R. Pearce (Editors), Rice Straw as a Feed for Ruminants. IDP, Canberra, Australia, Pp. 31.
- Dias-Da-Silva AA and Sundstøl F, 1986. Urea as a source of ammonia for improving the nutritive value of wheat straw. Anim Feed Sci and Technol 14: 67-79.
- Dias-da-Silva A and Guedes CV, 1990. Variability in the nutritive value of straw cultivars of wheat, rye and triticale and response to urea treatment. Anim Feed Sci and Technol 28: 79-89.
- Djajanegara A and Doyle P, 1989. Urea supplementation compared with pretreatment. 1. Effects on intake, digestion and live-weight change by sheep fed a rice straw. Anim Feed Sci and Technol 27: 17-30.
- Doyle P and Chanpongsang S, 1990. The feeding value of cereal straws for sheep. II. Rice straws. Anim Feed Sci and Technol 29: 15-28.
- Enishi O, 2002. Reevaluation on feed characteristics of rice straw. Grassland Sci 48: 371-378.
- FAO STATS, 2009. Crop Production. FAO Statistics Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>.

- Garrett W, Walker H, Kohler G and Hart M, 1979. Response of ruminants to diets containing sodium hydroxide or ammonia treated rice straw. *J of Anim Sci* 48: 92-103.
- Goto M, Yokoe Y, Takabe K, Nisikawa S and Morita O, 1993. Effects of gaseous ammonia on chemical and structural features of cell walls in spring barley straw. *Anim Feed Sci and Technol* 40: 207-21.
- Guo TS, Sanchez MD and Guo PY, 2002. Animal production based on crop residues-Chinese experiences. *FAO Animal Production and Health, FAO, Rome, Italy. Paper No 149: 1-20.*
- Ha, JK, Lee SS, Moon TH, Cheng KJ, Bae HD and McAllister P, 1994. Studies on improving the nutritive value of rice straw by chemical treatment: V. Effects of chemical treatment of rice straw on structural features of the outer layer of rice stems. *Korean. J of Anim Nutr Feed* 18: 38-44 (In Korean with English summary).
- Harris PJ and Hartley RD, 1980. Phenolic constituents of the cell walls of monocotyledons. *Biochem Syst and Ecol* 8: 153-160.
- Hart F and Wanapat M, 1985. Comparison of the nutritive value of straw and stubble from rice grown in the north-east of Thailand. *Proc. Ruminant feeding systems utilizing fibrous agricultural residues-1985. Proceedings of the Fifth Annual Workshop of the Australian-Asian Fibrous Agricultural Residues Research Network, Bogor, Indonesia* 13-27:
- Hishiyama S and Sudo K, 1992. Degradation mechanism of lignin by steam-explosion. *J of the Jpn Wood Res Soc* 38: 944-949.
- Hu D and Wang F, 1995. Silica nutrition of rice. *Agri Sci Hubei* 5: 33-36.
- Huhtanen P, Ahvenjärvi S, Weisbjerg M and Nørgaard P, 2006. Digestion and passage of fibre in ruminants. *Ruminant physiology: digestion, metabolism and impact of nutrition on gene expression. Immunology and Stress.* Pp. 87-135.
- Ibrahim M, Schiere J and Perera H, 1986. Effect of method of urea solution application on the nutritive value of treated rice straw. *Agri Wastes* 18: 225-232.
- Ibrahim M, Tamminga S and Zemelink G, 1989. Effect of urea treatment on rumen degradation characteristics of rice straws. *Anim Feed Sci and Technol* 24: 83-95.
- Jackson M, 1977. Review article: the alkali treatment of straws. *Anim Feed Sci and Technol* 2: 105-130.
- Mengel K, Kirkby EA, 2001. Further elements of importance. In: *Principles of Plant Nutrition, fifth ed. Kluwer Academic Publication, Dordrecht, The Netherlands, Chapter 19, pp; 643-649.*
- Mgheni DM, Kimambo AE, Sundstøl F and Madsen J, 1993. Influence of urea treatment or supplementation on degradation, intake and growth performance of goats fed rice straw diets. *Anim Feed Sci and Technol* 44: 209-220.
- Mgheni DM, Kimambo AE, Sundstøl F and Madsen J, 1994. The influence of urea supplementation or treatment of rice straw and fish meal supplementation on rumen environment and activity in sheep. *Anim Feed Sci and Technol* 49: 223-235.
- Nakashima Y and Ørskov E, 1990. Rumen degradation of straw 9. Effect of cellulase and ammonia treatment on different varieties of rice straws and their botanical fractions. *Anim Prod* 50: 309-317.
- Nicholson J, 1984. Digestibility, nutritive value and feed intake. *Straw and other fibrous by-products as feed.* F. Sundstøl y Owen (Eds.), Elsevier, Amsterdam, London and New York: 304-367.
- Ørskov E and McDonald I, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J of Agri Sci* 92: 499-503.
- Rahal A, Singh A and Singh M, 1997. Effect of urea treatment and diet composition on, and prediction of nutritive value of rice straw of different cultivars. *Anim Feed Sci and Technol* 68: 165-182.
- Roxas DB, Obsioma AR, Lapitan RM, Castillo LS, Momongon VG and Juliano BO, 1985. The effects of variety of rice, level of nitrogen fertilization and season on the chemical composition and in vitro digestibility of straw. In: P.T. Doyle (Editor), *The Utilization of Fibrous Agricultural Residues as Animal Feeds.* IDP, Canberra, Australia, Pp. 47-51.

- Sannasgala K, Thirumvithana SC, Dharmaraj J and Jayasuriya MCN, 1985. The effects of level of fertilization and variety on quality of rice straw. In: P.T. Doyle (Editor), *The Utilization of Fibrous Agricultural Residues as Animal Feeds*. IDP, Canberra, Australia, Pp. 62-68.
- Schiere JB, Ibrahim MNM, 1989. Feeding of urea treated rice straw. *Pudoc Wageningen*, 125 Pp.
- Schiere J, Ibrahim M, Sewalt V and Zemmeling G, 1989. Response of growing cattle given rice straw to lickblocks containing urea and molasses. *Anim Feed Sci and Technol* 26: 179-89.
- Shen HS, Sundstøl F and Ni D, 1998b. Studies on untreated and urea-treated rice straw from three cultivation seasons: 2. Evaluation of straw quality through in vitro gas production and in sacco degradation measurements. *Anim Feed Sci and Technol* 74: 193-212.
- Shen HS, Ni D and Sundstøl F, 1998a. Studies on untreated and urea-treated rice straw from three cultivation seasons: 1. Physical and chemical measurements in straw and straw fractions. *Anim Feed Sci and Technol* 73: 243-61.
- Singh K and Schiere J, 1995. Handbook for straw feeding systems: principles and applications with emphasis on Indian livestock production. *Handbook for straw feeding systems: principles and applications with emphasis on Indian livestock production*, Pp. 449.
- Singh M, 1994. Feeding value of untreated and urea-treated rice straw of different cultivars. In: Joshi AL, Doyle PT, Oosting SJ (Eds.), *Variation in the Quantity and Quality of Fibrous Crop Residues*. SYNTEC, Pune, India, Pp. 29-35.
- Vadiveloo J and Fadel J, 2009. The response of rice straw varieties to urea treatment. *Anim Feed Sci and Technol* 151: 291-298.
- Van Soest PJ and Wine R, 1968. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. *AOAC* 51: 780.
- Van Soest PJ and Robertson JB, 1985. Analysis of forages and fibrous food. In: *A Laboratory Manual for Animal Science* 613. Cornell University, Ithaca, New York, Pp. 202.
- Van Soest PJ, 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University Press.
- Van Soest PJ, Robertson JB and Lewst BA, 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Anim Feed Sci and Technol* 74: 3583-3597.
- Van Soest PJ, 2006. Rice straw, the role of silica and treatments to improve quality. *Anim Feed Sci and Technol* 130: 137-71.
- Waldo D, 1986. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. *J Dairy Sci* 69: 617-31.
- Wanapat M and Cherdthong A, 2009. Use of real-time PCR technique in studying rumen cellulolytic bacteria population as affected by level of roughage in Swamp buffalo. *Current Microb* 58: 294-299.
- Wanapat M, Polyorach S, Boonnop K, Mapato C and Cherdthong A, 2009. Effects of treating rice straw with urea or urea and calcium hydroxide upon intake, digestibility, rumen fermentation and milk yield of dairy cows. *Livestock Sci* 125: 238-243.
- Wanapat M, Sundstøl F and Garmo T, 1985. A comparison of alkali treatment methods to improve the nutritive value of straw. I. Digestibility and metabolizability. *Anim Feed Sci and Technol* 12: 295-309.
- Wang J, Liu J, Li J, Wu Y and Ye, 2007. Histological and rumen degradation changes of rice straw stem epidermis as influenced by chemical pretreatment. *Anim Feed Sci and Technol* 136: 51-62.
- Widyastuti Y and Abe A, 1989. Effect of the silica content on digestibility of rice straw. *Jpn Res Quart* 23: 25-7.
- Winugroho M, 1981. *Studies on the utilization of cereal straws*. University of Melbourne, Australia.

Effect of treating rice straw with urea on chemical composition and degradability using nylon bags method

S Gh R Mousavi^{1*}, F Fatahnia², H Mohammadzadeh³, and A Doosti⁴

Received: April 06, 2013 Accepted: December 29, 2013

¹Former MSc Student, Department of Animal Science, University of Ilam, Ilam, Iran

²Associate Professor, Department of Animal Science, University of Ilam, Ilam, Iran

³Assistant Professor, Department of Animal Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran

⁴Former MSc Student, Department of Biology, Payam-e Noor University, Ilam, Iran

*Corresponding author: E-mail: sghr.mousavi@mail.ilam.ac.ir

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of treated rice straw with urea on chemical composition and degradability of dry matter, organic matter, neutral detergent fibre (NDFom) and acid detergent fibre (ADFom) using *in situ* technique. Experimental treatments were untreated rice straw (control) and rice straw treated with 1, 3 or 5% urea solution. Four rumen fistulated Kordish ram lambs were used for measurement of nutrients degradability measurement after 0, 4, 8, 16, 24, 48, 72 and 96 hours of rumen incubation. The results show that treating rice straw with urea reduced dry matter, NDFom and ADFom contents, while organic matter and crude protein concentrations and pH value were increased ($P < 0.05$). However, treating rice straw with urea did not have any significant effects on lignin, acid detergent insoluble silica, neutral detergent insoluble silica and neutral detergent soluble silica concentrations ($P > 0.05$). Although only 5% urea treatment could affect quickly degradable fraction ("a" fraction) of dry matter, but treating rice straw with either 3 or 5% urea solution significantly affected "a" fraction of organic matter, NDFom and ADFom ($P < 0.05$). Treating rice straw with urea increased slowly degradable fraction ("b" fraction) and effective degradability of dry matter, organic matter, NDFom and ADFom ($P < 0.05$). However, application of 1% urea solution had no effects on "b" fraction of dry matter and organic matter ($P > 0.05$). The results of this study showed that treating rice straw with 3 or 5% urea solution effectively increased nutritive value and degradability of rice straw.

Keywords: Urea, Ruminant degradability, Straw treatment, Rice straw