دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

"مقاله پژوهشی"

بررسی ارزش تغذیه‌ای کاه گندم عمل‌آوری شده با گاز آمونیاک در تغذیه گوساله‌های پرواری

علیرضا طالبیان مسعودی[۱] و آزاده میر شمس الهی[۲]

۱- استادیار، بخش علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، (نویسنده مسوول: armasoudi@gmail.com)
۲- دانشجوی دکتری تغذیه دام، بخش علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۱۸
صفحه: ۹۵ تا ۱۰۴

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: عمل‌آوری محصولات فرعی کشاورزی برای تغذیه دام می‌تواند عرضه خوراک دام را بدون افزایش سطح تولید فعلی و صرفاً با بهبود بهره‌وری از طریق ارتقای کارایی انرژی و حفظ آن در زنجیره تامین غذا افزایش دهد و همزمان از نگرانی‌های مدیریت پسماند، امنیت غذایی، محدودیت منابع و حفظ محیط زیست بکاهد. در نتیجه این عمل‌آوری، رقابت انسان و دام برای غذا تقلیل یافته و قیمت تمام شده خوراک کاهش می‌یابد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش طی دو مرحله انجام شد. در مرحله اول، کاه گندم با گاز آمونیاک در سطوح صفر ، ۲، ۲/۵و ۳ درصد ماده خشک و رطوبت با سطوح صفر، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد در قالب یک آزمایش فاکتوریل عمل‌آوری شد و ترکیب شیمیایی و گوارش پذیری نمونه‌ها تعیین و مورد مقایسه قرارگرفت. در مرحله دوم، به منظور بررسی اثرات استفاده از کاه آمونیاکی در جیره گوساله‌های پرواری، تعداد ۲۴ راس گوساله پرواری از نژاد سیمنتال با وزن اولیه ۱۵± ۳۵۶ به دو گروه شاهد و آزمایشی تقسیم شدند. در گروه شاهد از کاه معمولی استفاده شد و در گروه آزمایشی کاه آمونیاکی شده با سه درصد گاز آمونیاک و ۳۰ درصد رطوبت، جایگزین کاه معمولی شد و مصرف ماده خشک و افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل خوراک و هزینه افزایش وزن گوساله‌ها طی مدت پنج ماه بررسی و بین دو گروه مورد مقایسه قرار گرفت.

یافته‌ها: آمونیاکی کردن کاه تاثیر معنی‌داری بر مقدار ماده آلی و خاکستر آن نداشت. درصد پروتئین خام کاه در نتیجه آمونیاکی کردن تا ۲/۷ برابر افزایش یافت و با بیشتر شدن سطح گاز و مقدار رطوبت، مقدار پروتئین خام کاه افزایش یافت ($p<0/01$). آمونیاکی کردن باعث کاهش مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی ($p<0/01$)، افزایش الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ($p<0/01$)، کاهش مقدار همی سلولز ($p<0/01$) و افزایش لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی کاه شد ($p<0/01$) همچنین گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی کاه بواسطه آمونیاکی کردن بهبود یافت. مصرف ماده خشک روزانه دام‌ها در کل دوره در گروه آزمایشی افزایش یافت ($p<0/01$). افزایش وزن روزانه و میانگین وزن پایان دوره دام‌ها، در گروه آزمایشی در کل دوره به شکل معنی‌داری بیشتر از گروه شاهد بود ($p<0/01$). ضریب تبدیل خوراک در کل دوره به شکل معنی‌داری در دام‌های دریافت کننده کاه عمل‌آوری با گاز آمونیاک بهبود یافت ($p<0/01$). استفاده از کاه آمونیاکی عمل‌آوری شده با سه درصد گاز آمونیاک و ۳۰ درصد رطوبت باعث کاهش قیمت جیره و هزینه خوراک برای هر کیلوگرم افزایش وزن دام شد.

نتیجه‌گیری: آمونیاکی کردن با استفاده از گازآمونیاک روشی ساده، سریع و موثر برای فرآوری کاه و افزایش ارزش غذایی و گوارش پذیری آن برای دام است و صرفه اقتصادی آن بستگی به دسترسی و قیمت گاز و روش مورد استفاده دارد.

واژه‌های کلیدی: کاه گندم، گازآمونیاک، گوساله پرواری، گوارش‌پذیری

مقدمه

استفاده از فرآورده‌های فرعی کشاورزی در تغذیه دام قدمتی برابر با اهلی‌کردن آنها توسط انسان دارد و باعث کاهش وابستگی دام‌ها به غلاتی می‌شود که می‌تواند توسط انسان مصرف شود همچنین هزینه مدیریت پسماند را کاهش می‌دهد که با توجه به رشد فزاینده جمعیت بویژه در کشورهای درحال توسعه اهمیت زیادی دارد (۳).

کاه منبع اصلی زیست توده محصول است و کاه غلات فراوان‌ترین باقی‌مانده کشاورزی در جهان می‌باشد. در ایران مقدار تولید گندم و جو در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸، ۱۷/۴۱ میلیون تن بوده است (۱) و انتظار می‌رود که سالانه بیش از ۲۵ میلیون تن کاه تنها از کشت این دوغله تولید شود.

استفاده از این ماده در جیره دام به دلیل گوارش‌پذیری پایین و مقدار پروتئین خام اندک و فقدان دیگر مواد مغذی ضروری، محدودیت دارد و قبل از تغذیه در نشخوارکنندگان نیاز به عمل‌آوری آن می‌باشد که با روش‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی یا ترکیبی از این روش‌ها انجام می شود و در میان این روش‌ها، آمونیاکی کردن به‌عنوان بهترین روش شیمیایی فرآوری کاه ذکر شده است (۱۶،۱۹).

جزء اصلی کاه را الیاف، شامل سلولز و همی‌سلولز تشکیل می دهد که می‌تواند توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه نشخوارکنندگان هضم شود لیکن بخشی از سلولز و همی-سلولز در آن متصل به لیگنین است که این اتصال به‌صورت سپری برای کربوهیدرات‌ها در برابر حمله میکروبی و آنزیمی در شکمبه عمل می‌نماید وآمونیاکی کردن با تخریب این اتصال و افزایش کیفیت کاه از طریق لیگنین‌زدایی، سیلیس‌زدایی، سست کردن پیوند استری همی‌سلولز و هیدرولیز سلولز می‌تواند موجب بهبود گوارش پذیری کاه شود و در پی انجام آن، کربوهیدرات‌های دیواره سلولی برای میکروب‌های شکمبه قابل دسترس شده و به عنوان منبع انرژی استفاده می‌شوند (۱۱،۱۳).

آمونیاکی کردن معمولا گوارش‌پذیری کاه را حدود ۲۰ درصد و مقدار پروتئین خام آن را یک تا دو برابر افزایش می‌دهد همچنین خوش‌خوراکی و نرخ مصرف را بهبود می‌بخشد در نتیجه ارزش غذایی محصول آمونیاکی در مجموع می تواند دو برابر شود همچنین، کاهش کپک‌زدگی، تخریب بذور علف هرز و تخم انگل‌ها و باکتری‌ها در محصول را به دنبال دارد (۱۳).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.11.1]
[DOI: 10.52547/rap.13.37.95]

آمونیاکی کردن کاه و دیگر بقایای کشاورزی با اوره در کشور موضوع تحقیقات متعدد بوده و مورد ترویج بین بهره برداران نیز قرار گرفته لیکن به دلایل مختلف از جمله تعدد مراحل آماده سازی نظیر خرد کردن، محلول پاشی، مخلوط کردن و سیلوسازی و مدت زمان عمل آوری چندان مورد استقبال قرار نگرفته، همچنین این روش برای آمونیاکی کردن بقایای کشاورزی در حجم زیاد چندان عملیاتی و مناسب نیست (۴۰) درحالیکه این مراحل در روش آمونیاکی کردن با آمونیاک بدون آب، کمتر و ساده تر بوده و زمان فرآوری کوتاه‌تر می‌باشد لذا این روش برای فرآوری مقدار نسبتا زیاد فراورده‌های فرعی کشاورزی و واحدهای بزرگ مناسب می‌باشد.

با توجه به کمبود خوراک دام در کشور به‌عنوان مهمترین عامل محدودکننده تولید فرآورده‌های دامی و ضرورت اجتناب ناپذیر فرآوری و استفاده بهینه از فرآورده‌های فرعی بخش کشاورزی در تغذیه دام‌های کشور، این آزمایش با هدف بررسی اثر بخشی و صرفه اقتصادی آمونیاکی کردن کاه گندم با استفاده از آمونیاک بدون آب و اثرات استفاده از آن در جیره گوساله‌های پرواری اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی دو مرحله انجام شد. در مرحله اول برای تعیین بهترین روش آمونیاکی کردن کاه با توجه به سطح رطوبت و میزان گاز آمونیاک در شرایط بومی، آزمایشی فاکتوریل با چهار سطح رطوبت (صفر، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد) و چهار سطح گاز (صفر، ۲، ۲/۵ و ۳ درصد وزن ماده خشک کاه) انجام شد و برای هر واحد آزمایشی سه تکرار در نظر گرفته شد برای این منظور کیسه های نایلونی به طول ۱۴۰ سانتیمتر، عرض۶۰ سانتی‌متر، ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر و ضخامت ۰/۲ میلیمتر برای آمونیاکی کردن و نگهداری کاه مورد استفاده قرار گرفت. گاز آمونیاک در کپسول ۵۰ کیلوگرمی تحت فشار تولید شده در شرکت پتروشیمی مرودشت مورد استفاده قرار گرفت که توسط شیلنگ رابط و نازل و شیرهای کنترلی به داخل کیسه‌ها حاوی کاه گندم با سطح رطوبت صفر، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد تزریق شد. کیسه‌ها به مدت یک ماه در دمای ۳±۲۵ درجه سانتیگراد نگهداری شدند و پس از آن نمونه‌برداری از هر پرس کاه توسط نمونه گیر برقی مخصوص انجام و پس از هوادهی به آزمایشگاه ارسال شد. مقدارپروتئین خام و ماده آلی نمونه‌ها مطابق با توصیه‌های AOAC (۲) تعیین شد و مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی[1] و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی[2] نمونه‌ها با استفاده از روش ون سوست وهمکاران (۳۸) هچنین قابلیت هضم آزمایشگاهی نمونه‌ها با استفاده از روش هضم دو مرحله ای تلی و تری (۳۷) در آزمایشگاه موسسه تحقیقات علوم دامی تعیین شد. در مرحله دوم، به منظور بررسی اثرات استفاده از کاه آمونیاکی در جیره گوساله‌های پرواری، در یک واحد پرواربندی گوساله در شهر داوود آباد استان مرکزی، با استفاده از نتایج مرحله نخست، آمونیاکی کردن کاه با استفاده از ۳ درصد وزن ماده خشک کاه، گاز آمونیاک و ۳۰ درصد رطوبت با روش پشته انجام شد. پشته پس از ۳۰ روز از یک طرف باز شد و کاه‌های آمونیاکی به تدریج پس از دو روز هوادهی در جیره گوساله‌های آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت. تعداد ۲۴ راس گوساله پرواری نژاد سیمنتال با وزن اولیه ۱۵± ۳۵۶ به دو گروه شاهد و آزمایشی تقسیم شدند. در گروه شاهد از کاه معمولی استفاده شد و در گروه آزمایشی کاه آمونیاکی جایگزین کاه معمولی شد. دوره عادت‌پذیری در گروه آزمایشی ۱۴ روز بود که طی آن به تدریج کاه آمونیاکی تا سطح مورد نظر در جیره جایگزین کاه معمولی شد. جیره غذایی با توجه به میانگین سنی و وزنی گوساله‌ها و با استفاده از جداول احتیاجات غذایی (NRC 2000) گاوهای گوشتی تنظیم و به شکل خوراک کاملا مخلوط در تغذیه گوساله‌ها استفاده شد (جدول ۱).

گوساله‌ها دو بار در روز در ساعات ۸:۳۰ و ۱۷:۳۰ تغذیه شدند. گوساله‌ها به طور آزاد به جیره دسترسی داشتند و مقدار خوراک مصرفی به گونه‌ای تنظیم شد که در پایان ۲۴ ساعت، آخور گوساله‌ها حدود ۵ درصد باقیمانده خوراک داشته باشد. گوساله‌ها در تمام مدت شبانه روز به آب تازه و سنگ نمک دسترسی داشتند. طول دوره آزمایش ۵ ماه بود که طی آن میزان افزایش وزن گوساله‌ها، هر ۳۰ روز یکبار و میزان ماده خشک مصرفی هر روز با جمع‌آوری باقیمانده خوراک، قبل ازخوراک‌دهی صبح و اندازه‌گیری ماده خشک آن تعیین شد.

مرحله اول این تحقیق به شکل یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار، و ۳ تکرار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (رابطه ۱).

$$Yijk= \mu + Ai + Bj + ABij + eijk$$

که در این مدل، Y_{ijk}، مقدار هر مشاهده؛ μ، میانگین؛ Ai، اثر سطح i ام عامل A؛ B_j، اثر سطح j ام عامل B؛ AB_{ij}، برهم کنش دو عامل A و B و $eijk$، اثر خطای آزمایشی می‌باشد.

تجزیه و تحلیل داده‌های مرحله دوم شامل مصرف ماده خشک، افزایش وزن گوساله‌ها و ضریب تبدیل خوراک با استفاده از رویه مدل‌های آمیخته[3] با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) با در نظر گرفتن اثر تیمار به‌عنوان اثر ثابت و وزن اولیه دام‌ها به عنوان متغیر کمکی تجزیه شدند (رابطه ۲).

$$y_{ij} = \mu + b_i w + T_i + e_i j$$

که در این مدل، yij، مقدار هر مشاهده؛ μ ، میانگین کل؛ bi، ضریب کوواریت ؛ Ti، اثر تیمار و eij، اثر خطای آزمایشی بود.

1- NDF 2- ADF 3- Mixed model

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.11.1]
[DOI: 10.52547/rap.13.37.95]

جدول ۱- اجزاو ترکیب شیمیاییی جیره‌های آزمایشی (بر اساس ماده خشک)
Table 1. Components and chemical composition of experimental dietss (based on dry matter)

اجزای جیره (درصد ماده خشک)	گروه‌های آزمایشی	
	شاهد (کاه معمولی)	کاه آمونیاکی
یونجه خشک	۱۷/۵	۱۴/۱
کاه گندم	۱۸/۸	–
کاه گندم آمونیاکی	–	۱۸/۸
سیلوی ذرت	۷/۵	۹/۴
تفاله خشک چغندر	۴	۴/۴۲
دانه جو	۱۶/۴۱	۱۹/۰۸
سبوس گندم	۱۵/۳۷	۱۵/۳۷
دانه ذرت	۱۱	۱۳/۲۵
کنجاله سویا	۷/۳	۳/۱۸
کربنات کلسیم	۰/۸۵	۰/۸۵
مکمل دامی[۱]	۰/۸	۰/۸
نمک	۰/۱۹	۰/۱۹
جوش شیرین	۰/۲۰	۰/۲۰
ضد قارچ	۰/۰۸	۰/۰۸
سوپر فسفات	–	۰/۲۸
ترکیب شیمیایی		
انرژی خالص نگهداری (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک)	۱/۴۸	۱/۴۹
انرژی خالص رشد (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک)	۰/۹۰	۰/۹۱۹
پروتئین خام (درصد ماده خشک)	۱۲/۵	۱۲/۵۹
کلسیم (درصد ماده خشک)	۰/۶۳	۰/۶۳
فسفر (درصد ماده خشک)	۰/۴	۰/۴
NDF (درصد ماده خشک)	۴۱/۲	۳۹/۵
ADF (درصد ماده خشک)	۲۶/۳	۲۳/۴۳
گوگرد (درصد ماده خشک)	۰/۱۶	۰/۱۸

۱- حاوی ویتامین A، ۴۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین D3، ۱۵۰۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین E، ۲۵۰۰ میلی‌گرم، کلسیم، ۲۲۰ گرم، فسفر، ۲۱ گرم، منیزیم، ۵۰ گرم، آهن، ۳ گرم، منگنز، ۲/۵ گرم، کبالت، ۶۰ میلی‌گرم، روی، ۴ گرم، ید، ۲۰۰ میلی‌گرم و سلنیم، ۲۵ میلی‌گرم.

تجزیه داده‌های مربوط به مصرف خوراک و افزایش وزن دام‌ها به صورت اندازه‌گیری‌های تکرار شده در زمان انجام شد (رابطه ۳) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن صورت پذیرفت.

$$Yijk= \mu + Ti + Bj + TBij + eijk$$

که در این مدل، $Yijk$، مقدار هر مشاهده؛ μ، میانگین؛ Ti، اثر تیمار؛ Bj، اثر زمان؛ $TBij$، برهم کنش تیمار و زمان و $eijk$، اثر خطای آزمایشی بود.

به‌منظور بررسی اقتصادی جیره‌های مورد استفاده، قیمت اقلام خوراکی بر اساس قیمت روز در زمان شروع آزمایش و قیمت وزن زنده گوساله‌ها در زمان پایان آزمایش مورد استفاده قرار گرفت و با افزودن هزینه آمونیاکی کردن کاه به قیمت اولیه، قیمت کاه آمونیاکی محاسبه گردید.

نتایج و بحث

اثرات آمونیاکی کردن بر ترکیب شیمیایی کاه گندم

تاثیر سطوح مختلف آمونیاک و رطوبت بر ترکیب شیمیایی کاه گندم در جدول ۲ آمده است. آمونیاکی‌کردن کاه باعث تغییر معنی‌داری در ماده آلی و خاکستر آن نشد. این عدم تغییر در بررسی‌های مشابه گزارش شده است (۸،۲۷).

درصد پروتئین خام کاه در نتیجه آمونیاکی کردن تا ۲/۷ برابر افزایش یافت. با بیشتر شدن سطح گاز و مقدار رطوبت، مقدار پروتئین خام کاه تمایل به افزایش نشان داد و اثر هر دو عامل و اثر متقابل آنها در این رابطه معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). یکی از اهداف فرایند آمونیاکی کردن کاه، افزایش مقدار پروتئین خام آن است که اثر آن بسته به سطح آمونیاک، رطوبت و دما گزارش شده است (۳۱).

افزایش مقدار پروتئین خام از ۲/۴۵ به ۱۰/۶۳ گرم در کیلوگرم ماده خشک در کاه جو (۸) و در کاه گندم از ۳/۷۱ به ۱۱/۲۱ درصد (۲۷) و افزایش نیتروژن در کاه معمولی از ۶ به ۲۹/۱ گرم در کیلوگرم (۳۱)، گزارش شده است

مطالعات نشان داده است که افزایش مقدار آمونیاک از صفر تا ۴۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک کاه، باعث افزایش غیر خطی نیتروژن شد و با افزایش مقدار آمونیاک، این اثر بویژه در کاه خشک تمایل به کاهش نشان داد همچنین، مقدار ابقای نیتروژن بکار گرفته برای آمونیاکی کردن کاه، به ترتیب ۸۹، ۶۷ و ۵۱ درصد هنگام استفاده از ۱۵، ۳۰ و ۴۵ گرم آمونیاک به ازای هر کیلوگرم ماده خشک کاه گزارش شده است (۳۱).

نقش مثبت آب در فرایند لیگنین زدایی و شکستن پیوندهای لیگنوسلولز طی قیلیایی کردن (آمونیاکی کردن) کاه نشان داده شده است (۱۱). همچنین اثرات مثبت دما، سطح رطوبت و مدت زمان آمونیاکی کردن کاه گندم بر مقدار نیتروژن آن گزارش شده است. (۵).

گاز آمونیاک تمایل شدیدی به آب و انحلال در آن دارد لذا نیتروژن بیشتری در کاه مرطوب‌تر متصل می‌گردد (۳۱) همچنین با توجه به اینکه ۶۷ درصد افزایش نیتروژن در نتیجه آمونیاکی کردن کاه به شکل محلول در آب و ۱۱/۵ درصد آن در ماده آلی دیواره سلولی باقی می ماند، اثر افزایش رطوبت در آمونیاکی کردن کاه تا حدودی مشخص می‌گردد و بخش

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.11.1]
[DOI: 10.52547/rap.13.37.95]

نیتروژن محلول در آب کاه آمونیاکی مشابه با اوره داده شده به همراه کاه معمولی در دام، ابقا می شود و بخش عمده نیتروژن باقی مانده در ماده آلی دیواره سلولی، قابل دسترس برای دام نیست (۸). در این آزمایش، آمونیاکی کردن باعث ایجاد تفاوت معنی‌دار در مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی شد ($p<۰/۰۱$) همچنین افزایش سطح گاز باعث کاهش مقدار NDF گردید لیکن اثر سطح رطوبت در این خصوص متغیر بود و اثر متقابل سطح گاز و رطوبت نیز معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$).

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی کاه عمل‌آوری نشده و کاه عمل‌آوری شده با سطوح مختلف گاز آمونیاک و رطوبت (بر اساس درصد در ماده خشک)

Table 2. Chemical composition of untreated straw and trated straw with different levels of ammonia gas and moisture (based on dry matter)

سطح گاز آمونیاک (درصد)	سطح رطوبت (درصد)	ماده آلی	پروتئین خام	الیاف خام	NDF	ADF	همی سلولز	ADL
	–	۸۹/۲	۷/۵۵^{h}	۴۱/۴۵^{a}	۶۹/۵۰^{bc}	۴۱/۵۵^{bc}	۲۷/۹۵^{bc}	۴/۳۵^{def}
	۲۰	۹۰/۹	۱۰/۰۶^{de}	۴۱/۵۰^{a}	۷۰^{bc}	۴۲/۵^{b}	۲۷/۵^{bc}	۴/۵^{cde}
۲	۲۵	۸۹/۵	۸/۹۵^{fg}	۳۸/۲۵^{e}	۶۹/۷۵^{b}	۴۰/۷۵^{c}	۲۹^{ab}	۴/۲۵^{def}
	۳۰	۸۹/۶	۹/۶۹^{ef}	۳۶/۷۵^{f}	۶۸/۵^{bc}	۳۹/۲۶^{d}	۲۹/۲۳^{ab}	۳/۵^{f}
	–	۸۹/۷	۸/۳۳^{hg}	۳۶/۲۰^{f}	۷۰/۱۵^{b}	۴۱/۲۰^{bc}	۲۸/۹۵^{ab}	۴/۲۵^{def}
	۲۰	۸۹/۶	۱۱/۱۰^{c}	۳۶^{f}	۶۷/۲۵^{dc}	۴۱^{c}	۲۶/۲۵^{cd}	۳/۷^{ef}
۲/۵	۲۵	۸۸/۶	۱۰/۴۱^{cde}	۳۹/۲۵^{cde}	۶۵/۷۵^{d}	۴۵/۵^{a}	۲۰^{f}	۵/۳^{b}
	۳۰	۹۰/۶۶	۱۰/۶۸^{cd}	۳۹/۵^{bcde}	۷۰/۲۵^{b}	۴۵/۲۵^{a}	۲۵^{de}	۵/۲۵^{bc}
	–	۹۰/۹	۸/۹۸^{fg}	۴۰/۵^{abc}	۷۲/۷۵^{a}	۴۵/۲۵^{a}	۲۷/۵^{bc}	۶/۵^{a}
۳	۲۰	۸۹/۲	۱۲/۱۱^{b}	۴۰/۷۵^{ab}	۶۲/۲۵^{e}	۴۲/۵^{b}	۱۹/۷۵^{f}	۴/۲۵^{def}
	۲۵	۹۰/۹۵	۱۳/۰۳^{a}	۳۸/۲۵^{e}	۶۳/۵^{e}	۴۰/۲۵^{cd}	۲۳/۲۵^{e}	۴/۵^{cde}
	۳۰	۸۹/۴	۱۱/۱۲^{c}	۳۹/۷۵^{bcd}	۶۵/۵^{d}	۴۱/۲۵^{bc}	۲۴/۲۵^{de}	۴/۷۵^{bcd}
کاه معمولی		۸۸/۸۶	۴/۷۸^{i}	۳۹^{de}	۶۹/۷۵^{b}	۳۹^{d}	۳۰/۷۵^{a}	۴^{def}
SEM		۰/۲۵۵	۰/۳۶۲	۰/۳۱۷	۰/۵۵۲	۰/۴۱۱	۰/۶۳۵	۰/۱۵۷
p- value		۰/۰۷	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱

میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می باشند

گزارش شده که با آمونیاکی کردن (۳۰ گرم آمونیاک به ازای هر کیلوگرم ماده خشک کاه)، مقدار NDF کاه از ۸۳۴ به ۷۷۱ گرم در کیلوگرم ماده خشک، کاهش پیدا کرد درحالیکه مقدار ADF تقریبا ثابت ماند و کاهش مقدار NDF به دنبال آمونیاکی کردن، یکی از دلایل افزایش مصرف کاه آمونیاکی توسط نشخوارکنندگان ذکر شده است (۳۱). در برخی گزارشات نیز کاهش مقدار NDF یا همی سلولز به دنبال آمونیاکی کردن کاه مشاهده نشده است (۴).

آمونیاکی کردن در این آزمایش باعث ایجاد تغییرات معنی‌داری در مقدار ADF کاه گردید. کمترین مقدار ADF متعلق به کاه معمولی بود و آمونیاکی کردن باعث افزایش سطح آن گردید ($p<۰/۰۱$) و افزایش سطح گاز تا ۲/۵ درصد باعث افزایش مقدار ADF شد و در سطح ۳ درصد از این مقدار افزایش کاسته شد و مقدار آن به کمتر از مقدار آن در سطح ۲/۵ درصد رسید.

مشابه این اثر در آمونیاکی کردن کاه گندم گزارش شده است (۵). در برخی گزارشات نیز آمونیاکی کردن باعث کاهش ADF و یا عدم تغییر در آن شده است. برای مثال گزارش شده که به دنبال آمونیاکی کردن کاه برنج (۱۹) یا کاه گندم(۲۸) ، مقدار NDF و ADF کاهش یافت و در تحقیق مشابه گزارش شده که مقدار ADF تحت تاثیر آمونیاکی شدن قرار نگرفت (۳۱) یا NDF کاهش و ADF بدون تغییر ماند (۳۰).

در این تحقیق، کاهش مقدار همی‌سلولز به دنبال آمونیاکی کردن کاه مشاهده گردید و با افزایش سطح گاز، این کاهش بیشتر بود. اثر متقابل سطح گاز و رطوبت در این رابطه معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). مشابه این اثر در یک تحقیق گزارش شده که مقدار همی‌سلولز در کاه معمولی از ۲۸۲ به ۱۵۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک به دنبال آمونیاکی کردن کاهش یافت. بیان شده که فرآیند آمونیاکی کردن، بیشترین تاثیر را بر همی‌سلولز دارد و بخشی از آن را محلول می‌سازد که بخاطر افزایش گروه‌های کربوکسیل آزاد به دنبال شکافتن پیوندهای استری اسیدهای اورونیک در همی‌سلولز است و از دست رفتن گروه‌های استیل نشان‌دهنده تغییرات شیمیایی اتفاق افتاده در بخش همی‌سلولز است (۳۱).

کاهش مقدار همی‌سلولز کاه بواسطه آمونیاکی شدن، در گزارشات دیگر نیز مشاهده شده است (۵،۲۲) درحالیکه در برخی گزارشات این کاهش مشاهده نشده است (۴).

در پژوهش حاضر، آمونیاکی کردن باعث افزایش مقدار لیگنین نا محلول در شوینده اسیدی[1] شد و مقدار آن با افزایش سطح گاز، افزایش نشان داد. افزایش سطح رطوبت کاه در گروه آزمایشی ۳ درصد تزریق گاز باعث تغییر معنی‌دار مقدار لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی نشد ولی در گروه آزمایشی ۲ درصد تزریق گاز باعث کاهش و در گروه ۲/۵ درصد تزریق گاز باعث افزایش مقدار لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی شد. بیشترین مقدار لیگنین نامحلول در اسید در گروه آزمایشی ۳ درصد تزریق گاز بدون افزایش رطوبت مشاهده شد و اثر متقابل سطح گاز با سطح رطوبت در آزمایش معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$).

1- ADL

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.11.1]
[DOI: 10.52547/rap.13.37.95]

مشابه این اثر در مورد کاه گندم آمونیاکی گزارش شده است (۲۱). مطالعات نشان داد که آمونیاکی کردن کاه برنج باعث کاهش مقدار سیلیکا و ADL آن شد (۹) همچنین اثرات متفاوتی شامل افزایش، کاهش یا عدم تغییر مقدار ADL کاه غلات به دنبال آمونیاکی کردن آن مشاهده شده است (۱۴) بیان شده که آمونیاکی کردن کاه تریتیکاله تغییر معنی‌داری در مقدار ADL آن ایجاد نکرد (۳۹).

اثرات آمونیاکی کردن بر قابلیت هضم کاه گندم

نتایج اثر آمونیاکی کردن با سطوح مختلف گاز و رطوبت بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی کاه به روش برون تنی در جدول ۳ آمده است.

آمونیاکی کردن کاه درتمام سطوح گاز و افزودن رطوبت، باعث بهبود قابلیت هضم آن شد و بالاترین قابلیت هضم ماده خشک، متعلق به کاه آمونیاکی با رطوبت ۳۰ درصد و سه درصد گاز بود و کمترین قابلیت هضم در گروه آمونیاکی متعلق به کاه بدون رطوبت بود. در گروه کاه آمونیاکی، در سطح گاز دو درصد، افزایش رطوبت از ۲۰ به ۲۵ درصد باعث بهبود معنی‌دار قابلیت هضم شد لیکن افزایش رطوبت از ۲۵ به ۳۰ درصد تغییر معنی‌داری در قابلیت هضم ایجاد نکرد. این اثر با شدت کمتری در گروه‌های کاه آمونیاکی ۲/۵ و سه درصد گاز مشاهده شد. به نظر می‌رسد که تاثیر مقدار رطوبت کاه در آمونیاکی شدن و بهبود قابلیت هضم آن بیش از سطوح گاز استفاده شده در این آزمایش موثر بوده است چرا که در سطوح رطوبت ۲۵ و ۳۰ درصد، قابلیت هضم کاه‌های آمونیاکی شده با سطوح مختلف گاز اختلاف معنی‌داری را نشان نداد.

جدول ۳- تاثیر عمل آوری کاه با سطوح مختلف گاز آمونیاک و رطوبت بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی کاه

Table 3. The effect of straw treatment with different levels of ammonia gas and moisture on the digestibility of dry matter and organic matter of straw

سطح آمونیاک (درصد)	رطوبت (درصد)	ماده خشک	ماده آلی
	–	۵۱/۵۰^{f}	۵۲/۱۸^{e}
	۲۰	۵۵/۵۰^{e}	۵۴/۵۵^{e}
۲/۰	۲۵	۶۰/۴۰^{cd}	۶۱/ ۰۸^{bc}
	۳۰	۶۰/۴۴^{cd}	۶۰/۰۴b^{cd}
	–	۵۲/۱۵^{f}	۵۳/۷۵^{e}
	۲۰	۵۷/۴۹^{de}	۵۷/۵۵^{cde}
۲/۵	۲۵	۶۰/۰۳^{cd}	۶۰/۳۹^{bc}
	۳۰	۶۳/۲۲^{bc}	۶۲/۵۵^{b}
	–	۵۱/۶۳^{f}	۵۶/۲۹^{de}
	۲۰	۵۷/۲۲^{de}	۵۸/۲۹^{cde}
۳/۰	۲۵	۶۵/۵۸^{b}	۶۶/۶۵^{a}
	۳۰	۶۸/۷۸^{a}	۶۸/۹۷^{a}
کاه معمولی		۴۷/۵ ^{g}	۴۴/۰۴^{f}
SEM		۱/۰۵۲	۱/۱۴۵
p- value		<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱

میانگین های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می باشند

حداقل افزایش قابلیت هضم کاه در این آزمایش به مقدار ۴/۳ درصد در سطح گاز سه درصد تزریق شده به کاه خشک و حداکثر افزایش به مقدار ۲۶/۵ درصد در کاه آمونیاکی شده با سطح گاز سه درصد و رطوبت ۳۰ درصد مشاهده شد. روند تقریبا مشابهی در بهبود قابلیت هضم ماده آلی کاه آمونیاکی مشاهده شد و افزایش سطح گاز و مقدار رطوبت باعث بهبود قابلیت هضم ماده آلی کاه آمونیاکی شد. اختلاف معنی‌داری در قابلیت هضم ماده آلی کاه خشک آمونیاکی در مقایسه با کاه معمولی مشاهده نگردید و قابلیت هضم کاه آمونیاکی همراه با افزایش رطوبت کاه به بیش از ۲۰ درصد در سطوح مختلف گاز، بهبود یافت.

مشاهدات بافت‌شناسی در کاه آمونیاکی با اسکن میکروسکوپ الکترونی نشان‌دهنده ایجاد تغییرات مختلف در ساختمان و بافت‌های آن به دنبال آمونیاکی کردن است و دلالت بر این دارد که پلی‌ساکاریدهای آن برای میکروب‌های شکمبه در دسترس‌تر است (۱۲) و می‌تواند دلیل بهبود گوارش‌پذیری کاه آمونیاکی باشد.

گزارش شده که آمونیاکی کردن کاه، گوارش‌پذیری ماده خشک آن را بواسطه افزایش هضم همی‌سلولز و سلولز، افزایش داد (۲۰). با آمونیاکی کردن کاه، گوارش‌پذیری ماده خشک که به روش برون‌تنی اندازه‌گیری شد، ۲۷/۶ درصد بهبود یافت (۴۱).

در گزارشی دیگر، آمونیاکی کردن باعث افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک کاه، گوارش‌پذیری ظاهری الیاف محلول در شوینده اسیدی، الیاف محلول در شوینده خنثی و همی‌سلولز گردید (۱۰).

گزارش شده که آمونیاکی کردن کاه، گوارش‌پذیری ظاهری ماده آلی را ۷/۱ درصد افزایش داد که در نتیجه آن، مصرف ماده آلی قابل هضم به ازای هر کیلوگرم وزن متابولیکی دام ۳۶/۳ درصد افزایش یافت. همچنین گوارش‌پذیری ظاهری الیاف خام، اجزای دیواره سلولی و همی‌سلولز بهبود یافت (۵). در برخی گزارشات نیز، تفاوتی در گوارش‌پذیری ظاهری ماده خشک، پروتئین خام، الیاف خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی، همی سلولز و سلولز با آمونیاکی کردن مشاهده نشد و گوارش‌پذیری لیگنین نیز پس از آمونیاکی کردن کاهش یافت که با نتایج تحقیق حاضر مغایرت دارد (۳۲).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.11.1]
[DOI: 10.52547/rap.13.37.95]

نتایج آزمایش‌های مشابه در بررسی اثر مقدار مصرف آمونیاک بر گوارش‌پذیری کاه، نشان داد که افزایش مقدار گاز از ۱ تا ۲/۵ درصد وزن ماده خشک کاه، باعث بهبود قابلیت هضم آن شد و روند این بهبود با افزایش سطح گاز از ۲/۵ تا ۴ درصد، کم گزارش شده است و با افزایش گاز بیش از چهار درصد، اثر بیشتری بر قابلیت هضم کاه مشاهده نشده است (۳۴).

اثر افزایش مقدار رطوبت کاه نیز در آمونیاکی شدن و بهبود گوارش‌پذیری و مورد پذیرش قرار گرفتن آن توسط دام گزارش شده است (۶،۳۵).

در این آزمایش، گازدهی و افزایش رطوبت کاه در تمامی سطوح نسبت به کاه معمولی باعث بهبود معنی‌دار قابلیت هضم کاه شد ($p<۰/۰۱$) و اثر متقابل معنی داری بین سطح گاز و رطوبت در قابلیت هضم ماده خشک کاه مشاهده گردید ($p<۰/۰۱$). مشابه این اثر توسط دیگر محققان گزارش شده است (۲۰،۳۱).

اگرچه سطوح بالاتر گازدهی و رطوبت از نظر عددی بهبود قابلیت هضم بیشتری را نشان داد لیکن بین سطوح مختلف گازدهی از دو تا سه درصد و افزایش مقدار رطوبت از ۲۰ تا ۳۰ درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید.

با توجه به تمایل شدید گاز آمونیاک به آب، نیتروژن بیشتری در کاه مرطوب‌تر متصل می‌گردد (۳۱) همچنین با توجه به اینکه گزارش شده در آمونیاکی کردن کاه، ۶۷ درصد نیتروژن اضافه شده به شکل محلول در آب و ۱۱/۵ درصد آن در ماده آلی دیواره سلولی باقی می‌ماند، اثر افزایش رطوبت در این عمل‌آوری تا حدودی مشخص می شود (۸) اگرچه در برخی گزارشات نادر، رطوبت کاه اثری بر گوارش‌پذیری یا مقدار پروتئین خام آن پس از آمونیاکی شده نداشته است (۱۵).

تاثیر استفاده از کاه آمونیاکی بر عملکرد گوساله‌های پرواری

اثر جایگزینی کاه آمونیاکی بجای کاه معمولی در جیره گوساله‌های پرواری بر مصرف ماده خشک روزانه، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در کل دوره در جدول ۴ و در ماه‌های آزمایش به تفکیک در جدول ۵ آمده است.

مصرف ماده خشک روزانه در کل دوره در گروه آزمایشی نسبت به شاهد افزایش یافت ($p<۰/۰۱$). در تمام ماه‌های آزمایش نیز مصرف ماده خشک روزانه در گروه آزمایشی بیشتر از گروه شاهد بود و در ماه دوم این اختلاف معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$) همچنین اثر زمان در مصرف ماده خشک روزانه معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). برای بهبود افزایش مصرف اختیاری کاه آمونیاکی و جیره‌های حاوی آن در مقایسه با کاه معمولی چندین عامل که عبارتند از تغییر خصوصیات فیزیکی کاه آمونیاکی و بهبود گوارش‌پذیری آن شامل نرخ و میزان هضم و عبور از لوله گوارش موثر هستند.

آمونیاکی کردن کاه بر خصوصیات فیزیکی آن اثر دارد و حساسیت آن را به شکستگی مکانیکی افزایش می‌دهد. در نتیجه، کاهش سریعتر ذرات بلعیده شده در حین جویدن و نشخوار کردن می‌تواند مورد انتظار باشد (۴۱).

از جایی که درخوراک‌های با کیفیت کم نظیر کاه، مصرف خوراک عامل اصلی تعیین‌کننده تولید دام است که خود تابع ترکیب شیمیایی، خصوصیات فیزیکی، نرخ و میزان هضم و عبور آن از لوله گوارش می‌باشد، افزایش نرخ و میزان تجزیه کاه آمونیاکی نسبت به کاه معمولی از جمله دلایل افزایش مصرف آن و بهبود رشد دام‌ها برشمرده شده است و افزایش مصرف خوراک دام‌هایی که از کاه آمونیاکی استفاده می‌کنند، گزارش شده است (۲۰،۴۱).

افزایش میزان ناپدید شدن ماده خشک و اجزای الیاف از کیسه‌های نایلونی طی انکوباسیون در شکمبه بواسطه آمونیاکی کردن کاه گزارش شده است همچنین نرخ جریان مایع شکمبه در دام‌های تغذیه شده با کاه آمونیاکی و نرخ عبور ماده خشک کاه در شکمبه افزایش یافته است (۴۱).

بهبود تجزیه‌پذیری کاه غلات آمونیاکی در شکمبه بخاطر تجزیه‌پذیری بیشتر بخش ساقه است که با افزایش تخریب میکروبی اسکلرانشیم و سلول‌های پارانشیم همراه است و در کاه آمونیاکی پس از انکوباسیون در شکمبه، دیواره سلول‌های اپیدرمی و دسته‌های آوندی کوچک طی ۲۴ ساعت شروع به تجزیه شدن می‌کنند و طی ۴۸ ساعت انکوباسیون، تغییرات گسترده ساختمانی و تجزیه بافت اپیدرمی اتفاق می‌افتد درحالیکه در انکوباسیون کاه معمولی در شکمبه پس از ۲۴ ساعت، ایجاد اختلال در بافت لیفی و تا حدودی پارگی پارانشیم و بافت آوندی مشاهده می‌شود و طی ۴۸ ساعت انکوباسیون، تغییر شکل بیشتری در سلول‌های غلاف آوندی و دسته‌های آوندی مشاهده شد (۳۳).

گزارش شده که استفاده از کاه آمونیاکی به همراه یونجه، مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه در گاوهای گوشتی را افزایش داد همچنین آمونیاکی کردن کاه باعث افزایش مصرف و بهبود گوارش‌پذیری آن در بره‌ها شد (۱۰). افزایش مصرف کاه آمونیاکی فرآوری شده با اوره یا آمونیاک در مقایسه با کاه معمولی توسط محققان متعدد گزارش شده است (۱۷،۳۵).

افزایش وزن روزانه دام‌ها در گروه آزمایشی در کل دوره و در ماه دوم به شکل معنی‌داری بیشتر از گروه شاهد بود همچنین اثر زمان و بر هم کنش زمان و تیمار نیز در این خصوص معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). میانگین وزن پایان دوره دام‌ها نیز در گروه آزمایشی به شکل معنی‌داری بیشتر از گروه شاهد بود و اثر زمان نیز در این رابطه معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$).

افزایش مصرف اختیاری کاه آمونیاکی و بهبود گوارش‌پذیری آن به عنوان دلایل بهبود افزایش وزن دام‌ها ذکر شده است. همچنین لیگنین‌زدایی و حذف منومرهای لیگنین که فعالیت میکروبی در شکمبه را مهار می‌کنند، از دلایل آن ذکر شده است (۱۱).

افزایش وزن روزانه در جیره‌های حاوی کاه آمونیاکی جایگزین شده با کاه معمولی به دنبال افزایش مصرف و بهبود گوارش‌پذیری آن گزارش شده است (۱۰) همچنین میانگین افزایش وزن روزانه گاوهای گوشتی به دنبال مصرف کاه کتان و بقایای ذرت آمونیاکی در جیره گزارش شده است (۲۱). در

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.11.1]
[DOI: 10.52547/rap.13.37.95]

بره‌ها نیز مشاهده شده که مصرف کاه آمونیاکی در مقایسه با کاه معمولی باعث بهبود افزایش وزن روزانه شد (۱۷).
ضریب تبدیل خوراک در کل دوره و در تمام ماه‌های آزمایش به استثنای ماه اول به شکل معنی‌داری در گروه کاه آمونیاکی بهبود نشان داد و اثر زمان و بر هم کنش زمان و تیمار نیز معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$).
بهبود ضریب تبدیل در دام‌های مصرف‌کننده کاه آمونیاکی ناشی از بهبود گوارش‌پذیری آن و افزایش مصرف مواد مغذی قابل هضم در جیره حاوی آن است. گزارش شده که مصرف کاه آمونیاکی در مقایسه با کاه معمولی باعث بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل در گوسفند شد (۲۴).
در گوساله‌های هلشتاین نیز مصرف کاه آمونیاکی عمل‌آوری شده با اوره یا بی‌کربنات آمونیوم باعث بهبود افزایش وزن دام‌ها و ضریب تبدیل خوراک گردید (۳۶).

جدول ۴- تاثیر استفاده از کاه عمل‌آوری شده با آمونیاک بر مصرف ماده خشک، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک گوساله‌ها در کل دوره
Table 4. The effect of ammonia-treated straw on dry matter intake, daily weight gains and feed conversion ratio throughout the experimental period

موارد	گروه‌های آزمایشی		SEM	p- value		
	کاه معمولی	کاه آمونیاکی		تیمار	زمان	زمان×تیمار
ماده خشک مصرفی روزانه (کیلوگرم)	۹/۵۳	۹/۹۶	۰/۱۱۲	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۵۴
افزایش وزن روزانه (کیلوگرم)	۱/۴۳	۱/۶۴	۰/۰۴۷	<۰/۰۱	۰/۰۱	<۰/۰۱
میانگین وزن پایان دوره (کیلوگرم)	۴۴۷/۵۴	۵۰۲/۲۳	۱۳/۹۸۶	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۰/۴۱
ضریب تبدیل خوراک	۷/۰۷	۶/۱۹	۰/۰۹۷	<۰/۰۱	<۰/۰۱	<۰/۰۱

جدول ۵- تاثیر استفاده از کاه عمل‌آوری شده با آمونیاک بر مصرف ماده خشک، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک گوساله‌ها در ماه‌های مختلف آزمایش
Table 5. The effect of ammonia-treated straw on dry matter intake, daily weight gains and feed conversion ratio of calves by experimental months

موارد		ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم	SEM	p- value
ماده خشک مصرفی روزانه (کیلوگرم)	کاه معمولی	۷/۹	۸/۸^{b}	۹/۵	۱۰/۲۵	۱۱/۲	۰/۱۱	<۰/۰۱
	کاه آمونیاکی	۸	۹/۵^{a}	۱۰	۱۰/۸	۱۱/۵		
افزایش وزن روزانه (کیلوگرم)	کاه معمولی	۱/۵۵	۱/۳۲^{b}	۱/۲۹	۱/۴۷	۱/۵۳	۰/۱۲	<۰/۰۱
	کاه آمونیاکی	۱/۴۴	۲/۰۲^{a}	۱/۲۷	۱/۶۸	۱/۷۹		
ضریب‌تبدیل خوراک	کاه معمولی	۵/۹۱	۷/۰۸^{a}	۷/۸۳^{a}	۷/۵۹^{a}	۷/۴۶^{a}	۰/۰۸	<۰/۰۱
	کاه آمونیاکی	۵/۶۶	۴/۶۶^{b}	۷/۲۹^{b}	۶/۳۹^{b}	۶/۴۰^{b}		

میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

گزارشاتی نیز وجود دارد که مصرف کاه آمونیاکی در جیره دام‌ها در مقایسه با کاه معمولی باعث اختلافی در افزایش وزن دام‌ها و ضریب تبدیل خوراک نشد (۲۵) که این نتایج می‌تواند در نحوه بکارگیری آن در جیره و تاثیر عوامل مختلفی نظیر روش آمونیاکی کردن، سطح مصرف، سایر اجزای جیره و عوامل مربوط به دام مورد آزمایش باشد. برای مثال گزارش شده است که در مقایسه دو محصول آمونیاکی با اوره (پنج درصد) یا گاز آمونیاک (سه درصد)، کاه آمونیاکی شده با گاز آمونیاک باعث برتری ۸ درصدی در عملکرد وزن زنده دام شد (۷).

بررسی صرفه اقتصادی آمونیاکی کردن

بررسی اقتصادی جیره‌های مورد استفاده در گروه شاهد و آزمایشی در جدول ۶ آمده است. استفاده از کاه آمونیاکی باعث کاهش قیمت جیره به میزان ۱۸۷۰ ریال در هر کیلوگرم گردید و با توجه به مقدار ماده خشک مصرفی برای هر کیلوگرم افزایش وزن دو گروه شاهد و آزمایشی، قیمت خوراک برای هر کیلوگرم افزایش وزن در گروه آزمایشی، ۱۶۶۹۴ ریال کاهش یافت.

مشابه این اثر یعنی کاهش هزینه جیره حاوی کاه آمونیاکی در مقایسه با کاه معمولی در بره‌های پرواری گزارش شده است (۲۵) همچنین گزارش شده که کاه آمونیاکی را می‌توان به‌طور کامل جایگزین سیلاژ ذرت در جیره تلیسه‌های هلشتاین کرد بدون اینکه اثر منفی بر عملکرد آنها داشته باشد و هزینه هر کیلوگرم افزایش وزن با این جایگزینی کاهش یافت(۲۶). بدیهی است که با افزایش سطح استفاده از کاه آمونیاکی در جیره، مزیت اقتصادی بیشتری حاصل خواهد شد همچنین با بکارگیری روش‌هایی برای ابقای بیشتر آمونیاک در محصول و جلوگیری از هدر رفتن آن در هوا می‌توان صرفه اقتصادی این فرآیند را افزایش داد (۲۹).
روش‌هایی برای برآورد صرفه اقتصادی آمونیاکی کردن ارایه شده است. برای مثال پیشنهاد شده است که قیمت اوره برای آمونیاکی کردن نباید از قیمت دو کیلوگرم کنسانتره با کیفیت بیشتر باشد (۲۳) در روش دیگر، قیمت مجموع مواد مغذی کاه آمونیاکی با علوفه‌ای با کیفیت متوسط مقایسه می‌گردد (۱۸).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.11.1]
[DOI: 10.52547/rap.13.37.95]

جدول ۶- قیمت جیره‌های آزمایشی و هزینه افزایش وزن گوساله‌ها (سال ۹۸-۱۳۹۹)
Table 6. Price of experimental diets and cost of weight gain of calves (2020-21)

	کاه معمولی	کاه آمونیاکی
قیمت هرکیلوگرم ماده خشک جیره (ریال)	۳۵۲۷۰	۳۳۴۰۰
ماده خشک مصرفی برای هر کیلوگرم افزایش وزن (کیلوگرم)	۶/۰۷	۵/۹۱
قیمت خوراک برای هر کیلوگرم افزایش وزن (ریال)	۲۱۴۰۸۹	۱۹۷۳۹۵

منابع

1. Agricultural Statistics. 2021. Agricultural Statistics (Crop Year 2019-2020) Volume One: Crop Products. First edition, Ministry of Jihad-e Keshavarzi, Deputy for Planning and Economic Affairs, Information and Communication Technology Center, (In Presian).
2. AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Vol. I. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
3. Bampidis, V.A. and P.H. Robinson. 2006. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. Animal Feed Science and Technology, 128(3-4): 175-217.
4. Brand, A.A., S.W.P. Cloete and F. Franck. 1991. The effect of supplementing untreated, urea-supplemented and urea-ammoniated wheat-straw with maize-meal and/or fish-meal in sheep. South African Journal of Animal Science, 21(1): 48-54.
5. Cloete, S.W.P., T.T. De Villiers and N.M. Kritzinger. 1983. The effect of ammoniation by urea on the nutritive value of wheat straw for sheep. South African Journal of Animal Science, 13(3): 143-146.
6. Cloete, S.W.P. and N.M. Kritzinger. 1984. A laboratory assessment of various treatment conditions affecting the ammoniation of wheat straw by urea. 1. The effect of temperature, moisture level and treatment period. South African Journal of Animal Science, 14(2): 55-58.
7. Dolberg, F. and P. Finlayson.1995. Treated straw for beef production in China. World Animal Review, 82(1): 14.
8. Dryden, G.M. and T.J. Kempton. 1983. Digestion of organic matter and nitrogen in ammoniated barley straw. Animal Feed Science and Technology, 10(1): 65-75.
9. Enishi, O., K. Shijimaya and H. Ohta. 1995. The effect of varieties and strains on chemical composition and in vitro dry matter digestibility of sodium hydroxide and ammonia treated rice (*Oryza sativa* L.) straw. Journal of Japanese Society of Grassland Science, 41(2): 160-163.
10. Faulkner, D.B., G.L. Llamas, J.K. Ward and T.J. Klopfenstein. 1985. Improving the intake and nutritive value of wheat straw for beef cows. Animal Feed Science and Technology, 12(2): 125-132.
11. Flachowsky, G., D.N. Kamra and F. Zadrazil. 1999. Cereal straws as animal feed—possibilities and limitations. Journal of Applied Animal Research, 16(2): 105-118.
12. Grenet, E. and P. Barry. 1990. Microbial degradation in the rumen of wheat straw and anhydrous ammonia treated wheat straw observed by electron microscopy. Reproduction Nutrition Development, 30(4): 533-540.
13. Guo, T., M.D. Sanchez and P. Guo, (Eds.). 2002. Animal production based on crop residues: Chinese experiences (No. 149). Food & Agriculture Org.
14. Guzmán, J.L., A. Garrido, A. Gómez-Cabrera, J.E. Guerrero and I. Murray. 1996. Use of NIRS to estimate the improvement in digestibility after ammonia treatment of cereal straws. Animal feed science and technology, 57(1-2): 149-157.
15. Hadjipanayiotou, M., L. Verhaeghe, T. Goodchild and B. Shaker. 1993. Ammoniation of straw using urea, ammonia gas or ammonium hydroxide. Livestock Research for Rural Development, 5(3).
16. Kazemi, H. and A. Zali. 2020. The effect of physical, chemical and biological processes on yield and digestibility of wheat straw in ruminants. Scientific-Extensive (Professional) Damstik, 19(3): 29-34.
17. Kraiem, K., H. Abdouli and R.D. Goodrich. 1991. Comparison of the effects of urea and ammonia treatments of wheat straw on intake, digestibility and performance of sheep. Livestock Production Science, 29(4): 311-321.
18. Lardy, G. and M. Bauer. 2017. Ammoniation of Low-Quality Roughages. Agriculture Hub Topics. North Dakota State University.
19. Ma, Y., X. Chen, M. Zahoor Khan, J. Xiao, S. Liu, J. Wang, Z. He, C. Li, and Z. Cao. 2020. The impact of ammoniation treatment on the chemical composition and in vitro digestibility of rice straw in Chinese Holsteins. Animals, 10(10): 1854.
20. Mandell, I.B., G.I. Christison, H.H. Nicholson and E.C. Coxworth. 1988. The effect of variation in the water content of wheat straw before ammoniation on its nutritive value for beef cattle. Animal Feed Science and Technology, 20(2): 111-124.
21. Mann, M.E., R.D.H. Cohen, J.A. Kernan, H.H. Nicholson, D.A. Christensen and M.E. Smart.1988. The feeding value of ammoniated flax straw, wheat straw and wheat chaff for beef cattle. Animal feed science and technology, 21(1): 57-66.
22. Oosting, S.J., P.J.M. Vlemmix and J. Van Bruchem. 1994. Effect of ammonia treatment of wheat straw with or without supplementation of potato protein on intake, digestion and kinetics of comminution, rumen degradation and passage in steers. British Journal of Nutrition, 72(1): 147-165.
23. Orskov, E.R. 1993. Reality in Rural Development Aid with emphasis on Livestock, Rowett Research Services Ltd, Aberdeen.
24. Qingxiang, M. and X. Yiqiang. 1993. Effects of wheat straw ammoniation and concentrate supplementation on lamb performance [J]. Chinese Journal of Animal and Veterinary Sciences, 1.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.11.1]
[DOI: 10.52547/rap.13.37.95]

25. Rath, S., A.K. Verma, P. Singh, R.S. Dass and U.R. Mehra. 2001. Performance of growing lambs fed urea ammoniated and urea supplemented wheat straw based diets. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 14(8): 1078-1084.
26. Sadeghi, S., R. Valizadeh, A. Naserian and A. Tahmasbi. 2014. Effects of replacing corn silage with varying levels of Ammonia gassed wheat straw on performance, fermentation parameters and Blood Metabolites in Holstein heifers. Iranian Journal of Animal Science Research, 5(4): 325-334 (In Presian).
27. Sadeghi, S., R. Valizadeh, A. Naserian and A. Tahmasebi. 2015. Nutritive value of wheat straw treated with gaseous or liquid ammonia trough nylon bag and in vitro gas production techniques. Iranian Journal of Animal Science Research, 7(3): 257-266 (In Presian).
28. Saenger, P.F., R.P. Lemenager and K.S. Hendrix. 1983. Effects of anhydrous ammonia treatment of wheat straw upon in vitro digestion, performance and intake by beef cattle. Journal of Animal Science, 56: 15-20.
29. Sarwar, M., M.A. Khan and M.U. Nisa. 2003. Nitrogen retention and chemical composition of urea treated wheat straw ensiled with organic acids or fermentable carbohydrates. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 16(11): 1583-1591.
30. Schneider, M. 1988. Studies on the influence of anhydrous ammonia treatment on feeding value of cereal straw.Ph.D. Thesis, School of Animal Production and Veterinary Medicine, Karl-Marx-University, Leipzig, 98 pp.
31. Schneider, M. and G. Flachowsky. 1990. Studies on ammonia treatment of wheat straw: Effects of level of ammonia, moisture content, treatment time and temperature on straw composition and degradation in the rumen of sheep. Animal Feed Science and Technology, 29(3-4): 251-264.
32. Singh, B. and S.S. Negi. 1985. Utilizatiion of ammoniated wheat straw by sheep. Indian Journal of Animal Nutrition, 2(1): 31-34.
33. Song, Y.H. and M. Shimojo. 1993. Morphological study by scanning electron microscopy of rumen degradation of wheat straw treated with ammonia and sulphur dioxide. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 6(2): 265-270.
34. Sundstol, F. 1978. Improving the nutritive value of straw and other low quality roughages by treatment with ammonia. World Animal Review, 26: 13-21.
35. Sundstøl, F. 1984. Ammonia treatment of straw: methods for treatment and feeding experience in Norway. Animal Feed Science and Technology, 10(2-3): 173-187.
36. Tengyun, G. 2000. Treatment and utilization of crop straw and stover in China. Livestock Research for Rural Development, 12:1.
37. Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the indigestion of forage crops. Journal of British Grassland Society, 18: 104-111.
38. Van Soest, P.J., G.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.
39. Yalchi, T. 2010. Effects of urea and aqueous ammonia treatment on the nutritive value of triticale straw. Journal of Food Agriculture Environment, 8(1): 69-72.
40. Younesi, A.M., T.M. Khoush and B. Ghobadian. 2008. An inspection of the possibility of mechanized urea treatment of cereal straw through a study of the rewetting process of wheat straw. Iranian Journal of BiosystemsEngineering (Iranian Journal of Agricultural Sciences), 39(1): 21-31.
41. Zorrilla-Rios, J., F.N. Owens, G.W. Horn and R.W. McNew.1985. Effect of ammoniation of wheat straw on performance and digestion kinetics in cattle. Journal of Animal Science, 60(3): 814.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.11.1]
[DOI: 10.52547/rap.13.37.95]

Evaluation of the Nutritional Value of Ammoniated Wheat Straw by Anhydrous Ammonia in Fattening Calves Feeding

Alireza Talebian Masoudi[1] and Azadeh Mirshamsollahi[2]

1- Assistant Professor, Department of Animal science, Markazi Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Arak, Iran, (Corresponding author: armasoudi@gmail.com)
2- PhD Student in Animal Nutrition, Department of Animal science, Markazi Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Arak, Iran
Received: 2 January, 2022 Accepted: 9 March, 2022

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-22]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.37.11.1]
[DOI: 10.52547/rap.13.37.95]

Extended Abstract

Introduction and Objective: Processing of agricultural by-products for animal feed can upgrade the supply of animal feed without increasing the current production and only by improving productivity via enhancing energy efficiency and maintaining it in the food supply chain, and at the same time, diminish the concerns of waste management, food security, resource constraints, and environmental protection. As a result, human and livestock competition for food make less and feed prices cut.

Material and Methods: This experiment was performed to determine the optimal method of ammoniation of wheat straw with anhydrous ammonia (ammonia gas) including the effect of increasing the amount of moisture and the amount of gas used for ammoniation and investigating the effects of replacing ammoniated straw with straw in the diet of fattening calves in two stages. In the first stage, ammoniation of the wheat straw using four levels of moisture (0, 20, 25, and 30%) and four levels of ammonia gas (0, 2, 2.5, and 3%) was performed in a factorial experiment and the chemical composition and digestibility of the samples were determined and compared. In the second stage, in order to investigate the effects of using ammoniated straw in the diet of fattening calves, 24 Simmental fattening calves with an initial weight of 356 ± 15 were divided into control and experimental groups. In the experimental group, NH3-treated straw which was processed using 3% ammonia gas whith 30% moisture in straw, replaced untreated straw in the control group. Dry matter consumption and daily weight gain, feed conversion ratio, and weight gain cost of calves were studied for five months and compared between the two groups.

Results: Ammoniation of straw did not cause significant changes in the amount of organic matter and ash. The percentage of straw crude protein as a result of ammoniation increased up to 2.7 times and with increasing ammonia level and moisture content, the amount of crude protein showed a tendency to increase. Ammoniation caused a significant difference in the amount of NDF, ADF, hemicellulose, and ADL in straw, and the digestibility of dry matter and organic matter was also improved. Daily dry matter intake increased in the experimental group ($p<0.01$) and the daily weight gain and mean weight at the end of the experiment period were significantly higher in the experimental group ($p<0.01$). The feed conversion ratio showed a significant improvement in the experimental group ($p<0.01$) and the use of ammoniated straw treated with 3% ammonia gas and 30% moisture reduced the ration price and feed cost per kilogram of livestock weight gain.

Conclusion: Treating wheat straw with anhydrous ammonia (ammonia gas) is a simple, fast, and effective way to process straw and increase its nutritional value and digestibility for livestock, and its economic efficiency depends on the availability and price of gas and the method used.

Keywords: Digestibility, Fattening calves, Unhydrus ammonia, Wheat straw