ه) رطوبت: مقدار رطوبت کاه در این روش اهمیت دارد زیرا آمونیاک به شدت محلول در آب است و با رطوبت موجود در پسماند واکنش داده و تولید هیدروکسید آمونیوم می‌نماید و هیدروکسید آمونیوم روی الیاف اثر گذاشته و باعث افزایش گوارش‌پذیری می‌گردد. حداقل مقدار رطوبت مورد نیاز ۲۰ درصد و حداکثر آن ۳۰-۴۰ درصد می‌باشد. اگر مقدار رطوبت کاه کافی نبود می‌توان با پاشیدن یکنواخت آب مورد نیاز با استفاده از آب پاش یا سمپاش (که بخوبی شسته شده) روی پرس‌های کاه در زمان چیدن پشته، رطوبت را به حد مورد نیاز رسانید (شکل۷).

شکل۷- افزایش رطوبت کاه و سایر فرآورده‌های فرعی با پاشیدن آب روی آن حین پشته‌سازی

تسریع در جمع‌آوری پسماند پس از برداشت محصول و جمع‌آوری در صبح زود یا غروب هنگامی که رطوبت آن بیشتر است می‌تواند باعث افزایش مقدار رطوبت در آن شود. مقدار آب مورد نیاز در این مرحله بستگی به رطوبت اولیه کاه دارد. اگر رطوبت کاه کافی نباشد، فرآوری کامل و بهینه انجام نمی‌شود همچنین آمونیاکی کردن علوفه یا پسماند با رطوبت زیاد (بیش از ۵۰ درصد) نیز می‌تواند مصرف آن را توسط دام کاهش دهد زیرا آمونیاک خاصیت ذاتی آب دوستی دارد که باعث می‌شود زمانی که علوفه یا پسماند خیس را آمونیاکی می‌کنیم، بوی تند آمونیاک در آن باقی بماند همچنین شکل نهایی محصول را شبیه تفاله مرطوب کند که می‌تواند بر پذیرش و مصرف آن توسط دام تاثیر منفی بگذارد. به منظور اطمینان از مقدار صحیح رطوبت پشته قبل از تزریق گاز می‌توان از رطوبت سنج علوفه استفاده نمود (شکل۸).

شکل۸- اندازه‌گیری رطوبت پشته با رطوبت‌سنج

و) عایق‌بندی: پس از چیدن پشته و تنظیم رطوبت آن، روی پشته را با نایلون عریض پوشانده و دور تا دور پشته، لبه‌های نایلون رویی و زیرین را با هم جفت و لوله کرده و بخوبی درزگیری می‌نماییم همچنین محل خروج لوله پلاستیکی تعبیه شده درون پشته را از پلاستیک، به خوبی درزگیری می‌نماییم. درزگیری و عایق بندی محل تزریق گاز (محل ورود نازل به پشته یا محل خروج لوله کار گذاشته شده در کف پشته از پلاستیک که شیلنگ رابط به آن متصل می‌گردد) از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. برای این منظور ابتدا یک نقطه را در ناحیه مورد نظر روی پلاستیک مشخص کرده، رو و پشت پلاستیک این محل را بخوبی تمیز می‌نماییم. سپس چندین لایه چسب پهن شیشه‌ای را در دو طرف پلاستیک این قسمت روی هم می‌چسبانیم تا پلاستیک محل خروج لوله توسط لایه‌ای از چسب در دو طرف کاملاً پوشیده و تقویت شود. حال سوراخ کوچکی در نقطه‌ای که قبلا در این ناحیه مشخص کرده ایم ایجاد نموده و متناسب با قطر لوله کم کم آن را گشاد می‌کنیم و در آخر نازل یا لوله کف پشته را بافشار از داخل آن خارج می‌نماییم. در این حالت ضمن جلوگیری از پارگی یا گشاد شدن پلاستیک در این محل، لایه چسب دو طرف پلاستیک با حالت کشسانی خود محکم به لوله چسبیده و عمل درزبندی و عایق‌کاری این قسمت را انجام می‌دهد. استفاده از سرشیلنگی فلزی و بست شیلنگ، باعث

سهولت و افزایش دقت کار و اتصال ایمن می‌گردد (شکل ۹). می‌توان با ریختن خاک نرم در محل اتصال پلاستیک رو و زیر پیرامون پشته از درزگیری آن اطمینان حاصل نمود.

شکل۹- درزگیری محل اتصال شیلنگ رابط به پشته

ز) تزریق گاز: بعد از اینکه کل پشته به نحوی که بیان شد کاملاً درون پوشش نایلون قرار گرفت و هیچ روزنه، سوراخ و منفذی پیرامون پشته قرار نداشت، اقدام به تزریق گاز آمونیاک به داخل پشته از طریق شیلنگ رابط بین کپسول آمونیاک و لوله پلاستیکی درون پشته که با اتصال مناسب به شیلنگ متصل می‌شود، می‌نماییم. با بازکردن شیر کپسول به آرامی تزریق گاز را آغاز می‌نماییم و اجازه می‌دهیم تا نایلون پشته کمی باد کند سپس شیر را بسته و پیرامون پشته را برای نشت احتمالی گاز از سوراخ یا درزگیری ناقص مورد بررسی قرار می‌دهیم و درصورت نیاز درزگیری را کامل می‌نماییم. سپس تزریق گاز را تا مقدار

مورد نیاز ادامه می‌دهیم. تزریق گاز بایستی به آرامی انجام شود که حدود سه تا پنج ساعت زمان می‌برد. پس از اتمام تزریق، شیلنگ را از لوله پلاستیکی درون پشته جدا و محل ورود لوله روی نایلون را درزگیری می‌نماییم (شکل ۱۰).

شکل۱۰- درزگیری کامل پشته و تزریق گاز آمونیاک به داخل آن

هنگام استفاده از کیسه‌های پلاستیکی بزرگ یا پلاستیک‌های تونلی برای آمونیاکی کردن کاه، تزریق گاز در کیسه یا تونل توسط نازل انجام می‌شود (شکل ۱۱).

شکل۱۱- تزریق گاز آمونیاک توسط نازل مخصوص به داخل پلاستیک تونلی

اگر مقدار گاز کپسول بیش از مقدار مورد نیاز با توجه به وزن کاه در نظرگرفته باشد، می‌توان با گذاشتن کپسول روی باسکول حین تزریق گاز، مقدار گاز تزریق شده به داخل پشته را اندازه‌گیری و مدیریت نمود.

عدم استشمام بوی آمونیاک در اطراف پشته و محیط نشان‌دهنده انجام صحیح کار و درزگیری دقیق پشته است. در انتها می‌توان با پوشاندن،گذاشتن اجسام سنگین در کناره‌ها و روی پشته و بستن آن، مقاومت پشته را در برابر عوامل جوی و پارگی احتمالی افزایش داد (شکل ۱۲). استفاده از شیلنگ‌های رابط مخصوص (زره دار دارای پوشش فلزی مخصوص روی شیلنگ) برای انجام کار ضروری است زیرا در زمان تزریق گاز به داخل پشته، یخزدگی روی شیلنگ رابط اتفاق می‌افتد که در این حالت این شیلنگ کاملاً شکننده است و اگر شیلنگ زره‌دار نباشد، امکان شکستگی آن با هرگونه تکان خوردن محتمل است که به شدت خطرناک است.

شکل۱۲- پوشاندن و بستن پشته جهت افزایش مقاومت آن در برابر عوامل محیطی

ح) زمان کامل شدن فرآوری:

دمای هوا عامل مهم دیگر در این روش فرآوری و تعیین‌کننده زمان رسیدن فرآورده آمونیاکی و اتمام کار است. زمان رسیدن محصول فرآوری شده با دمای هوا رابطه عکس دارد و هرچه دمای هوا بیشتر باشد، فرآوری در زمان کوتاه‌تری کامل می‌شود. به همین دلیل استفاده از نایلون‌های مشکی رنگ که نور خورشید را بیشتر جذب کرده و دمای درون پشته را افزایش می دهند برای آمونیاکی کردن در فضای باز بهتر است. بدیهی است که اگر فضا بسته باشد، رنگ نایلون مورد استفاده تفاوتی ایجاد نخواهد نمود. معمولا در ایام گرم سال یا نقاط گرمسیر این فرآوری حدود دو هفته و در ایام سرد بیش از یک ماه به طول می‌انجامد تا آمونیاکی شدن محصول کامل شود (جدول ۲). در روش آون که در اتاق‌های مخصوص انجام می‌شود و از عامل مکمل گرما در فرآیند آمونیاکی-کردن استفاده می‌شود، زمان تکمیل فرآوری می‌تواند تا حدود یک روز کوتاه شود.

جدول ۲- بازه زمانی انجام فرآوری آمونیاکی کردن با توجه به دمای محیط

دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)	زمان فرآوری
کمتر از ۵	بیشتر از ۸ هفته
۱۵-۵	۸-۴ هفته
۳۰-۱۵	۴-۱ هفته
بیشتر از ۳۰	کمتر از ۱ هفته
بیشتر از ۹۰ (استفاده از گرما برای آمونیاکی کردن)	حدود ۱ روز

ط) کیفیت اولیه مواد قبل از فرآوری: کیفیت اولیه پسماند تحت تاثیر عوامل مختلف نظیر نوع پسماند، رقم (اختلاف ژنتیکی)، زمان برداشت، روش جمع آوری، رطوبت و غیره متغیر است. کیفیت پسماند با تأخیر در جمع‌آوری، کاهش رطوبت و روش جمع‌آوری که باعث افزایش نسبت ساقه به برگ و پوسته در پسماند می‌شود، همچنین انبار کردن آن در هوای باز کاهش می‌یابد.

این روش تنها برای علوفه‌های کم کیفیت، کاه و دیگر پسماندهای لیگنوسلولزی کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد و برای علوفه‌های باکیفیت متوسط یا خوب مثل یونجه به هیچ وجه قابل توصیه نیست. فرآورده‌های فرعی کشاورزی که کمتر از پنج درصد پروتئین خام داشته باشند و مجموع مواد مغذی قابل هضم (TDN) آنها کمتر از ۴۵ درصد است می‌توانند با این روش مورد فرآوری قرارگیرند.

خوراک‌های علوفه‌ای با کیفیت متوسط یا زیاد اگر با این روش فرآوری گردند نه تنها تغییرات کمی در گوارش‌پذیری و مصرف آنها در دام ایجاد می‌شود بلکه می‌تواند باعث بروز مسمومیت نیز گردد. آمونیاکی کردن علوفه‌های با کیفیت مثل یونجه و علوفه‌های نرسیده که مقدار قند زیادی دارند می تواند باعث ایجاد ترکیبات سمّی در آنها شود. این روش همچنین برای کاه حبوبات (مثل کاه لوبیا) به دلیل مقدار پروتئین خام بیشتر و گوارش‌پذیری بهتر نسبت به کاه غلات، تاثیر کمتری داشته و می‌تواند اقتصادی نباشد لذا

قابل توصیه نیست. همچنین پسماندهای کپک زده و فاسد شده نباید آمونیاکی شوند.

تغییر ارزش غذایی محصول آمونیاکی با کیفیت اولیه آن رابطه عکس دارد به این معنی که هرقدر ارزش غذایی فرآورده اولیه کمتر باشد، تاثیر این فرآوری روی آن بیشتر است و تغییر ارزش غذایی بیشتری به واسطه این فرآوری اتفاق خواهد افتاد.

رعایت نکات مهم قبل از مصرف محصول آمونیاکی در جیره دام

الف) ارزیابی ظاهری: کاه آمونیاکی که به شکل صحیح فرآوری شده باشد بافتی نرم دارد و رنگ آن، زرد مایل به قهوه ای یا خرمایی روشن است و پس از تبخیر آمونیاک اضافی (هوادهی)، رایحه‌ای ملایم دارد. تغییر رنگ کاه و عدم وجود قارچ در پشته نشان‌دهنده انجام صحیح کار است (شکل ۱۳). اگر کاه سفید یا خاکستری به نظر برسد و چسبناک یا توده‌ای شکل باشد، به این معنی است که کپک به آن حمله کرده است. این کاه آسیب دیده نباید به عنوان خوراک استفاده شود. البته اگر فرآوری صحیح انجام شود، این وضعیت به ندرت اتفاق می‌افتد زیرا انجام صحیح این فرآوری باعث می‌شود که کلیه عوامل بیماری‌زا، قارچ‌ها، انگل‌ها و حتی بذر علف‌های هرز موجود در کاه اولیه از بین بروند لذا تا زمان زیادی محصول آمونیاکی شده قابل نگهداری می‌باشد.

کپک معمولاً از رطوبت زیاد، عایق‌بندی معیوب یا تهویه با تاخیر پس از باز شـــدن پشـــته به وجود می‌آید. اگر بعد از آمونیاکـــی کردن، رنگ کاه تقریباً مشـــابه قبل از فرآوری باشد، به این معنی اســـت که آمونیاکی کردن خیلی خوب پیـــش نرفته، اما همچنان می‌تـــوان از آن به عنوان خوراک استفاده کرد.

شکل ۱۳- تغییر رنگ محصول آمونیاکی شده پس از اتمام عمل آوری(بالا کاه آمونیاکی، پایین کاه معمولی)

ب) هوادهی: پس از گذشـــت زمان مـــورد نیاز و کامل شـــدن فرآوری و قبل از استفاده از آن در جیره دام، عملیات هوادهـــی به منظور حـــذف بوی آمونیاک باقـــی مانده درون پشته الزامی است. پشـــته کاه آمونیاکی شده قبل از مصرف نباید باز شـــود حتی اگر دوره فرآوری تکمیل شـــده باشد و پس از باز کردن پشـــته نیاز به هوادهی آن اســـت که مدت زمان هوادهی بســـتگی به رطوبت، دمـــا و میزان جریان هوا دارد و هرچه رطوبت بیشتر و دما و سرعت جریان هوا کمتر

باشـــد، زمان هوادهی افزایش می‌یابد. نحوه کار به این شکل اســـت که پشـــته از یک طرف به مقدار مورد نیاز باز شده و کاه آمونیاکـــی شـــده حداقل به مـــدت دو روز (بطور معمول ۳-۷ روز) در هـــوای آزاد قرار می‌گیرد تا بوی آمونیاک آن از بین برود (شـــکل ۱۴). درصورت بزرگ بودن اندازه می توان محصولات آمونیاکی را قبل از مصرف توسط دام خرد نمود.

شکل ۱۴- باز کردن پشته از یک طرف و هوادهی محصول قبل از استفاده در جیره دام

ج) عادت‌پذیـــری: عادت‌پذیری دام‌ها برای مصرف هر ماده خوراکی جدید در جیره الزامی است و برای استفاده از کاه آمونیاکی در جیره دام‌ها نیز بایســـتی حداقل طی مدت دو هفته و از مقدار کم مصرف را شـــروع کرده و به تدریج آن را به سطح مورد نظر در جیره رسانید.

اثرات آمونیاکی کردن بر ساختمان کاه و ارزش غذایی آن

مشاهدات بافت‌شناسی در کاه با اسکن میکروسکوپ الکترونی نشان‌دهنده ایجاد تغییرات مختلف در ساختمان و بافت‌های کاه به دنبال آمونیاکی کردن است که نتیجه آن امکان دسترسی بیشتر پلی‌ساکاریدهای آن برای حمله میکروب‌های شکمبه می‌باشد و افزایش قابلیت هضم کاه آمونیاکی به دلیل همین افزایش دسترسی میکروارگانیسم‌ها به الیگوساکاریدهای دیواره‌های لیگنینی شده و افزایش هضم همی سلولز و سلولز می‌باشد. تغییرات عمده و مؤثر در ترکیب شیمیایی کاه به دنبال آمونیاکی کردن شامل افزایش پروتئین خام و تغییر در مقدار الیاف محلول در شوینده خنثی (NDF) وشوینده اسیدی (ADF) و مقدار لیگنین است. درخصوص تغییر در مقدار الیاف محلول در شوینده خنثی و اسیدی نیز گزارشات متعدد حاکی از کاهش هر دو و یا کاهش الیاف محلول در شوینده خنثی و عدم تغییر الیاف محلول در شوینده اسیدی یا افزایش آن است. این تفاوت‌ها به خاطر وجود برخی تداخلات نظیر تشکیل محصولات واکنش میلارد، بازیابی سیلیکای حل شده در شوینده خنثی در بخش ADF که باعث برآورد کمتر از واقع همی سلولز می‌شود یا عدم تصحیح خاکستر در محاسبه همی سلولز و روش‌های متفاوت تجزیه و نظایر آن می‌باشد. آمونیاکی کردن کاه و دیگر پسماندها می‌تواند ارزش غذایی آنها را تا حد یک علوفه با کیفیت پایین ارتقاء

دهد. تغییر ارزش غذایی کاه پس از آمونیاکی کردن عبارت است از افزایش حدود ۲/۵ -۲ برابر مقدار پروتئین خام (از حدود ۳ درصد در کاه معمولی به ۹ تا ۱۲ درصد در کاه آمونیاکی بسته به روش آمونیاکی کردن)، افزایش مقدار مجموع مواد مغذی قابل هضم (ازحدود ۴۰ درصد در کاه معمولی به حدود ۴۶ درصد در کاه آمونیاکی) و افزایش انرژی قابل متابولیسم کاه (از حدود ۱/۴ مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک به حدود ۲ مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک). افزایش تجزیه‌پذیری ماده خشک و ماده آلی کاه از دیگر نتایج آمونیاکی کردن است که نشان‌دهنده بهبود ارزش غذایی آن است. تغییرات شیمیایی برخی پسماندهای عمده کشاورزی به دنبال آمونیاکی کردن در جدول ۳ آورده شده است. اطلاعات این جدول به عنوان یک راهنمای کلی و مقایسه تقریبی از تغییر شیمیایی پسماندهای عمده به دنبال آمونیاکی کردن ارایه شده و با توجه به عوامل مختلف مؤثر در این روش که قبلا ذکر شده، ارزش غذایی فرآورده آمونیاکی می‌تواند تا حدودی متغیر و متفاوت باشد. در این رابطه لازم به ذکر است که هرچه ارزش غذایی پسماند کمتر باشد، تغییر ارزش غذایی و بهبود آن به دنبال آمونیاکی کردن بیشتر خواهد بود.

به‌منظور تعیین دقیق ارزش غذایی محصولات آمونیاکی می‌توان از روش‌های تعیین ترکیب شیمیایی، اندازه‌گیری تجزیه‌پذیری و قابلیت هضم استفاده نمود.

جدول ۳- ترکیب شیمیایی پسماندهای عمده کشاورزی قبل و بعد از آمونیاکی کردن

پسماندها	پروتئین خام	دیواره سلولی (NDF)	دیواره سلولی بدون همی سلولز(ADF)	منبع
کاه گندم	۳/۷۸	۷۲/۶	۴۷/۶	غلامی و همکاران، ۱۳۹۶
کاه گندم آمونیاکی	۱۲-۸	۷۰	۴۵	طالبیان مسعودی و میرشمس الهی، ۱۴۰۱
کاه برنج	۳/۹	۶۳/۶	۴۱/۵	غلامی و همکاران، ۱۳۹۶
کاه برنج آمونیاکی	۹/۲۷	۶۵/۳	۵۳/۱۹	Ma و همکاران (۲۰۲۰)
پسماند ذرت دانه ای	۵/۶	۸۳/۷	۵۵/۶	Conway و همکاران(۲۰۲۰)
پسماند ذرت آمونیاکی	۱۰/۸	۷۷/۵	۵۵/۸	Conway و همکاران(۲۰۲۰)
باگاس نیشکر	۲/۰۷	۹۴/۴	۵۹/۴	Gesualdi و همکاران (۲۰۰۱)
باگاس نیشکر آمونیاکی	۶/۸۱	۹۰/۳	۶۱/۶	Gesualdi و همکاران (۲۰۰۱)
سرشاخه نیشکر	۴/۹	۶۷/۷۰	۳۹/۲	غلامی و همکاران، ۱۳۹۶
سرشاخه نیشکرآمونیاکی	۷/۳	۵۶/۹	۳۹/۹	Primera و همکاران (۲۰۲۰)

اثرات استفاده از پسماند آمونیاکی در تغذیه دام

الف) مصرف اختیاری دام: در خصوص خوراک‌های کم‌کیفیت مثل کاه، مصرف اختیاری عامل اصلی تعیین‌کننده تولید دام است که منعکس‌کننده ترکیب شیمیایی، خصوصیات فیزیکی، نرخ هضم و عبور آن از لوله گوارش است. اصلی‌ترین عامل محدودکننده استفاده از پسماندهای کشاورزی در جیره دام، کاهش مصرف اختیاری جیره هنگام استفاده از آنها به خاطر اثر انباشتگی این مواد در شکمبه است که باعث کاهش عملکرد دام می‌شود.

یکی از اثرات آمونیاکی کردن کاه، اثر بر خصوصیات فیزیکی آن و افزایش شکنندگی کاه آمونیاکی یعنی حساسیت بیشتر آن به شکستگی مکانیکی است و در نتیجه، کاهش سریع‌تر ذرات بلعیده شده حین جویدن و عمل نشخوار کردن اتفاق می‌افتد، لذا آمونیاکی کردن باعث افزایش مصرف اختیاری محصول آمونیاکی توسط دام می‌شود (شکل ۱۵).

به لحاظ رفتار تغذیه ای، سرعت مصرف کاه آمونیاکی (کیلوگرم در دقیقه) در مقایسه با کاه معمولی و تناوب بیشتر مصرف خوراک در زمان توسط دام در جیره های حاوی پسماندهای آمونیاکی نسبت به پسماندهای فرآوری نشده بیشتر بوده و از دیگر اثرات مشاهده شده در این رابطه می‌باشد.

شکل ۱۵- مصرف اختیاری کاه آمونیاکی توسط دام

ب) گوارش‌پذیری: بهبود گوارش‌پذیری پسماندها توسط دام در نتیجه آمونیاکی کردن آنها اتفاق می‌افتد. حدود بهبود گوارش‌پذیری ۱۵-۲۰ درصد می‌باشد و بسته به عواملی نظیر کیفیت اولیه پسماند، روش آمونیاکی کردن و اندازه‌گیری آن متغیر می‌باشد. در جدول ۴ حدود تغییرات گوارش‌پذیری برخی پسماندهای عمده به دنبال آمونیاکی کردن آورده شده است.

ج) ضریب تبدیل غذایی: بهبود ضریب تبدیل غذایی در محصولات آمونیاکی و جیره‌های حاوی آنها در مقایسه با پسماندهای فرآوری نشده از اثرات مثبت این فرآوری است و استفاده از محصولات آمونیاکی باعث کاهش خوراک مورد نیاز دام به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن می‌شود. امکان استفاده کمتر از کنسانتره در جیره‌های حاوی محصولات آمونیاکی نیز از دیگر اثرات سودمند این فرآوری می‌باشد.

د) عملکرد دام: بیشـــترین مقدار مصرف پسماندهای آمونیاکی در جهان متعلق به دام‌های پرواری اســـت بطوری که ۸۰ درصـــد این محصولات را مصرف می‌نمایند درحالی که مصرف آنها در دامهای شـــیرده حدود ۲۰ درصد از کل محصولات آمونیاکی است لذا دام هدف برای این فرآورده‌ها دام‌های پرواری هســـتند اگرچه در دام‌های شیرده نیز قابل استفاده می‌باشد. افزایش خوشخوراکی و گوارش‌پذیری کاه آمونیاکی و بهبود ضریب تبدیل غذایی باعث بهبود افزایش وزن دام‌هـــای پرواری، کاهش نســـبی خـــوراک مصرفی و کاهش قیمت تمام شـــده هر کیلو افزایش وزن دام می‌شود. همچنین افزایش مصرف خوراک و تولید شـــیر در دام‌های شـــیرده یا افزایش کارایی تولید شیر یعنی مصرف خوراک کمتـــر به ازای هر واحد تولید شـــیر در این دام‌ها به دنبال جایگزینی محصولات آمونیاکی در جیره گزارش شده است. افزایش گوارش‌پذیری NDF و کاهش اثر انباشتگی مصرف محصولات آمونیاکی در دام به عنوان دلایل آن ذکر شـــده است.تفاوت نسبتا زیادی در نتایج گزارش شده در خصوص عملکرد دام بـــه دنبال مصرف محصـــولات آمونیاکی دیده می‌شـــود. این تفاوت بطور عمده به دلایل مختلف نظیر نوع محصول آمونیاکی مورد استفاده، نوع دام و مرحله تولیدی، ترکیب جیره، مقدار مصرف یا جایگزینی محصول آمونیاکی در جیره و غیره مربوط می‌باشد. اگرچه گزارش‌هایی موجود اســـت که از محصولات آمونیاکی به تنهایی برای تغذیه در

حد نگهداری دام‌ها با موفقیت استفاده شده است لیکن در حالت کلی، محصولات آمونیاکی با توجه به ارزش غذایی آنها در جیره‌های متعادل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۴ - حدود تغییرات گوارش‌پذیری برخی پسماندها توسط دام در نتیجه آمونیاکی کردن (درصد)

پسماند	گوارش‌پذیری ماده خشک
کاه گندم	۴۷-۳۹
کاه گندم آمونیاکی	۵۵-۴۸
کاه برنج	۴۲
کاه برنج آمونیاکی	۵۰
پسماند ذرت دانه‌ای	۴۲/۸
پسماند ذرت آمونیاکی	۵۳
سرشاخه نیشکر	۴۷-۴۳
سرشاخه نیشکر آمونیاکی	۵۲

برآورد مزیت اقتصادی

داشتن توجیه اقتصادی از دلایل اصلی فرآوری است و انجام عملیات فرآوری درصورت داشتن مزیت اقتصادی که قابل محاسبه می‌باشد انجام می‌شود. برای محاسبه مزیت اقتصادی این روش ابتدا نیاز به تعیین هزینه محصول آمونیاکی شامل قیمت گاز آمونیاک، پلاستیک، پسماند موردنظر و نیروی کار می‌باشد. برای محاسبه

مزیت اقتصادی این روش، فرض می‌نماییم که قیمت علوفه یونجه در اواسط گلدهی با مجموع مواد مغذی قابل هضم حدود ۵۸ درصد، برابر با ۶۰۰۰ تومان در هر کیلوگرم باشد درحالی که مجموع مواد مغذی قابل هضم کاه (TDN) ۴۰ درصد است. برآورد می گردد آمونیاکی کردن، مجموع مواد مغذی قابل هضم کاه را حداقل ۱۵ درصد افزایش دهد بنابراین مقدار TDN کاه آمونیاکی حدود ۴۶ درصد خواهد شد. با تقسیم TDN کاه آمونیاکی بر TDN یونجه و ضرب حاصل این تقسیم در قیمت یونجه، حد نهایی قیمت تمام شده کاه آمونیاکی بدست می آید. برای مثال فرضی ما این عدد ۴۷۵۸= ۶۰۰۰ × (۵۸÷۴۶) بدست می‌آید. یعنی اگر هزینه تمام شده محصول آمونیاکی کمتر از این عدد باشد، این فرآوری توجیه اقتصادی دارد و هر قدر قیمت تمام شده کاه آمونیاکی کمتر از این مقدار باشد، توجیه اقتصادی آن بیشتر است و اگر قیمت تمام شده کاه آمونیاکی بیشتر از این عدد باشد، این فرآوری توجیه اقتصادی ندارد. این روش برآورد مزیت اقتصادی می‌تواند برای آمونیاکی کردن سایر روش‌ها ازجمله با محلول اوره نیز بکار گرفته شود.

در روش مذکور، مزیت اقتصادی در سطح بهره‌بردار و با توجه به شرایط وی برای فرآوری تعیین می‌گردد. اگر بخواهیم مزیت اقتصادی فرآوری را به شکل واقعی و در سطح ملی در نظر بگیریم، صرفه جویی قابل ملاحظه در نهاده‌های کشاورزی از جمله آب، زمین، کود، سم، سوخت،

نیروی کار، حفظ محیط زیست، جلوگیری از خروج ارز برای واردات خوراک دام و غیره نیز بایستی لحاظ شود چراکه در این روش بدون استفاده از نهاده‌های مزبور و تنها از طریق افزایش بهره‌وری مواد مغذی بیشتر برای دام فراهم می‌شود.

رعایت ملاحظات ایمنی

توجه داشته باشید که محلول آمونیاک و آمونیاک بدون آب (گاز آمونیاک) سوزاننده و خطرناک است. اگر به درستی استفاده نشود می‌تواند پوست، چشم ها و گلو را بسوزاند همچنین گاز آمونیاک اگر به مقدار زیاد در فضای بسته جمع شود می‌تواند باعث انفجار شود. کپسول آمونیاک بدون آب تحت فشار است و آمونیاک بدون آب خاصیت خورندگی روی اکثر فلزات دارد لذا با توجه به این شرایط برای استفاده از آن و پیشگیری از حوادث احتمالی موارد زیر بایستی به دقت رعایت شود:

- برای بار اول حتما زیر نظر کارشناس با تجربه انجام شود.
- استفاده از عینک ایمنی، دستکش پلاستیکی و لباس محافظ الزامی است (شکل ۱۶).
- کار کردن در هوای آزاد و در خلاف جهت باد بخصوص در زمان تزریق گاز انجام شود.
- آب کافی جهت شستشو در صورت تماس آمونیاک با پوست در دسترس باشد.

• بازرسی تمام اتصالات، شیلنگ رابط و شیرها برای نشت احتمالی قبل و حین عملیات انجام شود.

• استفاده از شیلنگ رابط (زره‌دار) و اتصالات مخصوص جهت جلوگیری از شکستگی و نشت گاز حین عملیات ضروری است.

• بازرسی و درز گیری نایلون پشته قبل از شروع عملیات و پس از آن برای اطمینان از عدم وجود درز، منفذ و نشتی انجام شود.

• عدم استعمال دخانیات نزدیک کپسول یا پشته و حین انجام کار.

• دور نگه داشتن اطفال و حیوانات از محل فرآوری.

شکل۱۶- استفاده از عینک ایمنی، دستکش پلاستیکی و لباس محافظ در زمان تزریق گاز

منابع:

۱- غلامی، ح. و همکاران. ۱۳۹۶. جداول ترکیبات مغذی خوراک‌های دام ایران. موسسه تحقیقات علوم دامی کشور.

۲- صادقی، ص.؛ ولی زاده، ر.؛ ناصریان، ع. و طهماسبی، ع. ۱۳۹۲. اثر جایگزینی سیلوی ذرت با سطوح متفاوت کاه گندم عمل آوری شده با گاز آمونیاک برعملکرد، فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای و فراسنجه‌های خونی تلیسه‌های هلشتاین. پژوهش‌های علوم دامی ایران. سال پنجم، شماره ۴، صفحه۳۲۵ تا ۳۳۴.

۳- صادقی، ص.؛ ولی زاده، ر.؛ ناصریان، ع. و طهماسبی، ع. ۱۳۹۴. تعیین ارزش غذایی کاه گندم عمل‌آوری شده با سطوح متفاوت گاز و مایع آمونیاک با استفاده از روش‌های تولید گاز و کیسه‌های نایلونی. پژوهش‌های علوم دامی ایران. جلد ۷، شماره ۳، صفحه ۲۵۷ تا ۲۶۶.

۴- طالبیان مسعودی، ع.ر، پورمتین، ر. میرشمس الهی، آ. ۱۴۰۰. اثرات فراوری کاه با آمونیاک بدون آب (گاز آمونیاک) بر عملکرد گوساله‌های پرواری در استان مرکزی. گزارش نهایی پروژه تحقیقی-ترویجی. موسسه تحقیقات علوم دامی کشور.

۵- طالبیان مسعودی، ع.ر.، میرشمس الهی، آ. ۱۴۰۱. بررسی ارزش تغذیه‌ای کاه گندم عمل‌آوری شده با گاز آمونیاک در تغذیه گوساله‌های پرواری. مجله پژوهش‌های تولیدات دامی. سال ۱۳، شماره ۳۷، صحفه ۹۵ تا ۱۰۴.

1- Brand, A.A., Cloete, S.W.P. and Franck, F. 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), pp.48-54.
2- Cloete, S. W. P., De Villiers, T. T., and Kritzinger, N. M. 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.
3- Cloete, S. W. P., and Kritzinger, N. M. 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.
4- Conway, A. C., Carlson, Z., Hilscher, F., MacDonald, J. C., Klopfenstein, T. J., and Drewnoski, M. E. 2020. Effect of ammoniation and harvest method on waste and consumption of corn residue bales fed to cows in a round bale feeder. Translational Animal Science, 4(2), 901-909.
5- Dolberg, F. and Finlayson, P.1995. Treated straw for beef production in China. World Animal Review, 82(1), p.14.
6- Dryden, G.M. and Kempton, T.J., 1983. Digestion of organic matter and nitrogen in ammoniated barley straw. Animal Feed Science and Technology, 10(1), pp.65-75.
7- Enishi, O., Shijimaya, K. and Ohta, H. 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.
8- Flachowsky, G., Kamra, D.N. and Zadrazil, F. 1999. Cereal straws as animal feed—possibilities and limitations. Journal of Applied Animal Research, 16(2), pp.105-118.
9- Gesualdi, A.C.L.D.S., Silva, J.F.C.D., Vasquez, H.M. and Erbesdobler, E.D.Á., 2001. Effect of ammoniation on the composition, retention and conservation of sugar cane bagasse and tops. Revista Brasileira de Zootecnia, 30, 508-517.
10- Grenet, E. and Barry, P. 1990. Microbial degradation in the rumen of wheat straw and anhydrous ammonia treated wheat straw observed by electron microscopy. Reproduction Nutrition Development, 30(4), pp.533-540.
11- Guo, T., Sanchez, M. D., and Guo, P. (Eds.).2002. Animal production based on crop residues: Chinese experiences (No. 149). Food & Agriculture Org.
12- Hadjipanayiotou, M., Verhaeghe, L., Goodchild, T. and Shaker, B. 1993. Ammoniation of straw using urea, ammonia gas or ammonium hydroxide. Livestock Research for Rural Development, 5(3).
13- Kraiem, K., Abdouli, H. and Goodrich, R.D. 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), pp.311-321.
14- Lardy, G. and Bauer, M. 2017. Ammoniation of Low-Quality Roughages. Agriculture Hub Topics. North Dakota State University.https://www.

ndsu.edu/agriculture/ag-hub/ag-topics/livestock/nutrition-and-feeding/ammoniation-low-quality-roughages.
15- Ma, Yulin, Xu Chen, Muhammad Zahoor Khan, Jianxin Xiao, Shuai Liu, Jingjun Wang, Zhiyuan He, Congcong Li, and Zhijun Cao. 2020. The Impact of Ammoniation Treatment on the Chemical Composition and In Vitro Digestibility of Rice Straw in Chinese Holsteins. Animals 10, no. 10 (2020): 1854.
16- Mandell, I.B., Christison, G.I., Nicholson, H.H. and Coxworth, E.C. 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), pp.111-124.
17- Mandall, A., Sil, B., Santra, A., Kamra, D. N., & Pathak, N. N. (1997). An alternate technique of ammoniation by ensiling straw with urea to minimize loss of added nitrogen. Journal of Applied Animal Research, 11(2), 195-200.
18- Mann, M.E., Cohen, R.D.H., Kernan, J.A., Nicholson, H.H., Christensen, D.A. and Smart, M.E.1988. The feeding value of ammoniated flax straw, wheat straw and wheat chaff for beef cattle. Animal feed science and technology, 21(1), pp.57-66.
19- Primera-Campos F., Nouel-Borges G.E., Sánchez-Blanco R.2020. Intake and digestibility of rations with distillery yeasts byproducts, molasses and ammoniated sugar cane tops in lambs in total confinement. Revista colombiana de ciencia animal recia,12(1):5-14.
20- Qingxiang, M. and Yiqiang, X. 1993. Effects

of weat straw ammoniation and concentrate supplementation on lamb performance [J]. Chinese Journal of Animal and Veterinary Sciences, 1.
21- Rath, S., Verma, A.K., Singh, P., Dass, R.S. and Mehra, U.R. 2001. Performance of growing lambs fed urea ammoniated and urea supplemented wheat straw based diets. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 14(8), pp.1078-1084.
22- Saenger, P. F., Lemenager, R. P. and Hendrix,K. S. 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.
23- Sarwar, M., Khan, M.A. and Nisa, M.U. 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), pp.1583-1591.
24- 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.
25- Schneider, M. and Flachowsky, G. 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), pp.251-264.
26- Singh, B. and Negi, S.S. 1985. Utilizatiion of Ammoniated Wheat Straw by Sheep. Indian Journal of Animal Nutrition, 2(1), pp.31-34.

27- Song, Y.H. and Shimojo, M. 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), pp.265-270.
28- Sundstol, F. 1978. Improving the nutritive value of straw and other low quality roughages by treatment with ammonia. World Anim. Rev., 26, 13-21.
29- Sundstøl, F. 1984. Ammonia treatment of straw: methods for treatment and feeding experience in Norway. Animal Feed Science and Technology, 10(2-3), pp.173-187.
30- Tengyun, G. 2000. Treatment and utilization of crop straw and stover in China. Livestock Research for Rural Development, 12, p.1.
31- Van Soest, P. J. (2006). Rice straw, the role of silica and treatments to improve quality. Animal Feed Science and Technology, 130(3-4), 137-171.
32- Yalchi, T. 2010. Effects of urea and aqueous ammonia treatment on the nutritive value of triticale straw. Journal of Food Agriculture Environment, 8(1), pp.69-72.
33- Zorrilla-Rios, J., Owens, F.N., Horn, G.W. and McNew, R.W., 1985. Effect of ammoniation of wheat straw on performance and digestion kinetics in cattle. Journal of Animal Science, 60(3), pp.814-821.