مجله
تحقیقات دام و طیور
جلد۲- شماره ۴- زمستان ۱۳۹۲- ص ص۱۱-۲۳

تاریخچه مقاله:
دریافت:۹۲/۰۷/۲۷
پذیرش: ۹۳/۰۴/۰۲

استفاده از افزودنی‌های مختلف برای تهیه سیلاژ سر شاخه نیشکر و ارزیابی ارزش تغذیه‌ای آن با روش‌های هضم آزمایشگاهی

صغری محمودی میمند[۱]، مرتضی چاجی[۲]، موسی اسلامی[۳]، طاهره محمد آبادی[۲] و محمد بوجارپور[۲]

۱- دانش آموخته کارشناسی‌ارشد
۲- استادیاران گروه علوم دامی
۳- دانشیار بازنشسته گروه علوم دامی

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی روش مناسب تهیه سیلاژ سرشاخه نیشکر و ارزیابی ارزش تغذیه‌ای آن در نشخوارکنندگان با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی بود. تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش شامل ترکیب اوره+ملاس (۳+۱، به ترتیب ۱ و ۳ درصد ماده خشک) در دو سطح ۰ و ۳+۱، اسیدسولفوریک در سه سطح ۰، ۰/۹ و ۱/۸ درصد ماده خشک در قالب طرح کاملاً تصادفی با آزمایش فاکتوریل۳×۲ بودند. سرشاخه نیشکر با افزودنی‌های ذکر شده (بر اساس ماده خشک) به خوبی مخلوط و در کیسه‌های نایلونی ضخیم سیلو شد. محتوی پروتئین خام سرشاخه سیلو شده با افزودن ترکیب اوره+ملاس و اسید سولفوریک افزایش معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). تمامی افزودنی‌ها باعث کاهش معنی دار pH سیلاژ شدند (P<۰/۰۵). اسیدسولفوریک منجر به کاهش نیتروژن آمونیاکی گردید (P<۰/۰۵). افزودن اوره+ملاس باعث افزایش هضم‌پذیری ماده خشک شد (P>۰/۰۵). افزودن هم زمان اوره+ملاس و اسید سولفوریک باعث افزایش هضم‌پذیری فیبر نامحلول در شوینده خنثی (P<۰/۰۵) و ماده خشک (P>۰/۰۵) شد. با افزودن اسیدسولفوریک پتانسیل تولید گاز به طور خطی افزایش داشت (P<۰/۰۵). به طور کلی، افزودنی‌های مورد استفاده در این آزمایش با بهبود ارزش تغذیه‌ای سیلاژ سرشاخه نیشکر امکان نگهداری طولانی مدت آن را فراهم نمودند، با این حال به علت عدم کاهش pH به زیر ۴، شاید کیفیت سیلاژ در زمان طولانی‌تر در حد علوفه اولیه باقی نماند.

کلمات کلیدی: تولید گاز، هضم دو مرحله‌ای، هضم پذیری، نیتروژن آمونیاکی، pH

نگارنده پاسخگو: مرتضی چاجی. آدرس: خوزستان، اهواز- ملاثانی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، گروه علوم‌دامی
پست الکترونیک: mortezachaji@yahoo.com

مقدمه

در ایران عمده ترین عامل محدود کننده توسعه تولیدات دامی کمبود منابع خوراکی است، سرشاخه نیشکر یکی از محصولات فرعی نیشکر است که ۲۰ درصد وزن گیاه را تشکیل می‌دهد و بعد از برداشت در مزرعه باقی می‌ماند. می توان از آن به عنوان یک منبع خوراکی در تغذیه نشخوارکنندگان استفاده نمود. در سیستم‌های کشاورزی خرده پا سر شاخه‌ها توسط دامداران از مزرعه جمع آوری و در تغذیه گاو و گاومیش مورد استفاده قرار می‌گیرد (ناسیون، ۱۹۸۸). اما در مقیاس مزارع بزرگ که برداشت نیشکر به‌طور عمده بصورت ماشینی است، سرشاخه‌ها به عنوان یک معضل محسوب می‌شوند و در بعضی موارد برای دفع، آن را در مزرعه آتش می‌زنند که طی سال‌های اخیر، این عمل از طرف سازمان‌های حمایت کننده از محیط زیست مورد انتقاد قرار گرفته است. میزان کل مواد مغذی قابل هضم، پروتئین خام، فیبر خام، خاکستر، عصاره اتری، کلسیم و فسفر آن به ترتیب ۴۶/۸، ۵/۹، ۳۳/۵، ۸/۵، ۱/۳۳، ۰/۶۲ و ۰/۰۷ درصد گزارش شده است (نوروزی و عالم زاده، ۲۰۰۶). با توجه به محدود بودن فصل برداشت، سطوح بالای تولید آن در کشور و ارزش غذایی پایین سرشاخه‌ها، استفاده از روش مناسب سیلوسازی این ماده خوراکی برای نگهداری، عمل‌آوری و غنی‌سازی آن اهمیت زیادی دارد. سیلو کردن سرشاخه علاوه بر افزایش خوشخوراکی، قابلیت ماندگاری آن را نیز برای استفاده در فصولی که کمبود علوفه وجود دارد افزایش می‌دهد. به دلیل این که سرشاخه حاوی فیبر بالا و پروتئین پایینی می‌باشد، نمی‌توان از آن در سطوح بسیار بالا به عنوان خوراک نشخوارکنندگان استفاده کرد (اورتیز- روبیو و همکاران، ۲۰۰۷).

در مطالعات انجام شده چنین نتیجه‌گیری شده که سرشاخه نیشکر یک منبع علوفه با خوشخوراکی بالا و مصرف اختیاری مناسب می‌باشد، از آنجایی که مقدار نیتروژن در علوفه‌های با کیفیت پایین اندک است، مکمل کردن آن با منابع پروتئینی و غیر پروتئینی به منظور تکمیل پروتئین شکمبه و افزایش مصرف اختیاری خوراک مد نظر می‌باشد (باندیک و همکاران، ۲۰۰۱). بنابراین، انتخاب یک منبع نیتروژنی مناسب که ارزش غذایی سرشاخه را بهبود دهد، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. این منبع نیتروژنی باید به راحتی قابل تخمیر باشد، تا بتواند شرایط رشد مناسب را برای میکروارگانیسم‌های شکمبه فراهم کند (تیترون و باربا، ۲۰۰۹). افزودن یک منبع قند سهل التخمیر نیز علاوه بر افزایش خوشخوراکی کربوهیدرات لازم برای سنتز پروتئین میکروبی را فراهم می‌کند، این به طور خاص در هنگام تغذیه سرشاخه‌ها برای گاوهای شیری اهمیت دارد (پرستون و همکاران، ۱۹۷۷). ملاس بعنوان یک منبع عناصر معدنی کمیاب و بعضی از عناصر پر نیاز سبب بهبود کیفیت سیلاژ شده و از طرفی قندهای لازم برای تخمیر اختصاصی اسید لاکتیک که در نتیجهٔ آن سیلاژ به خوبی حفظ می‌شود را فراهم می‌کند (مکدونالد، ۱۹۹۷؛ موهلباچ، ۲۰۰۹). استفاده از اسید در سیلوسازی، مانع از تخریب پروتئین‌های سیلو می‌شود (مکدونالد، ۱۹۹۷). تحقیقات نشان داده که تیمارهای شیمیایی، مانند اسیدها می‌توانند هر دو ساختار طبیعی سلولز و سدهای استری لیگنین را در مواد لیگنوسلولزی از بین ببرند و موجب افزایش قابلیت استفاده زیستی آن شوند (اکیف کارسلی، ۲۰۰۵). بنابراین با توجه به اینکه از روش های قبلی مانند استفاده از اوره و ملاس به تنهایی یا به صورت توام، نتایج مناسبی برای حفظ طولانی مدت سر شاخه سیلوشده و افزایش ارزش تغذیه‌ای آن حاصل نشده است (اورتیز-روبیو، ۲۰۰۶)، آزمایش حاضر با هدف یافتن بهترین روش برای سیلوکردن سرشاخه نیشکر با استفاده از افزودنی‌های مختلف به سیلاژ و افزایش قابلیت هضم و ارزش غذایی سرشاخه‌های نیشکر نگهداری شده برای مدت طولانی انجام شد.

مواد و روش‌ها

محل آزمایش

این آزمایش در دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان انجام گرفت.

تهیه سیلوهای آزمایشی سرشاخه نیشکر و بررسی خصوصیات ظاهری

سرشاخه‌های مورد نیاز برای انجام آزمایش از کشت و صنعت حکیم فارابی واقع در ۳۵ کیلومتری جاده اهواز-آبادان تهیه شد. در آغاز ماده خشک نمونه‌های جمع آوری شده اندازه‌گیری شد، که ۴۵ درصد بود. برای رساندن ماده خشک سیلاژ به حد معمول (۳۳ تا ۳۵ درصد) به سیلاژها مقداری آب اضافه شد. هر سیلوی آزمایشی ۳ کیلوگرم وزن داشت. آزمایش به صورت فاکتوریل ۲×۳ بود که در این آزمایش ۶ تیمار آزمایشی با ۴ تکرار در نظر گرفته شد. فاکتورها شامل افزودنی مخلوط اوره (۱درصد ماده خشک) و ملاس (۳ درصد) در دو سطح با اوره+ملاس و بدون اوره+ملاس، اسید سولفوریک در سه سطح، ۰، ۰/۹ و ۱/۸درصد (حجمی به وزنی) بود. نمونه‌ها قبل از سیلو کردن توسط چاپر کاملاً خرد

(بطور متوسط بین ۳ تا ۵ سانتی‌متر) شدند. پس از مخلوط کردن مناسب سرشاخه با افزودنی‌ها، سرشاخه نیشکر به کیسه‌های نایلونی منتقل و پس از ۹۰ روز بازگشایی شد و خصوصیات ظاهری از قبیل رنگ، بو، دما و وجود کپک بررسی شدند.

اندازه‌گیری pH و نیتروژن آمونیاکی مواد سیلو شده

به منظور تعیین pH، ۵۰ گرم از نمونه با ۹ برابر آب رقیق (کانگ و همکاران، ۲۰۰۰) و pH آن (pH متر متروم مدل ۶۹۱، سوییس) اندازه‌گیری شد. برای تعیین نیتروژن آمونیاکی سیلاژها، نمونه آماده شده با روش بالا با پارچه متقال صاف شد و با حجم برابر با اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط گردید. نیتروژن آمونیاکی به روش فنول-هیپوکلرایت و با اسپکتروفتومتر (بیوراد، انگلستان) اندازه‌گیری شد (برودریک و کنگ، ۱۹۸۰).

اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی مواد سیلو شده

ماده خشک (آون تحت خلاء، ۶۰ درجه سلسیوس برای ۴۸ ساعت، ممرت-آلمان)، خاکستر (کوره الکتریکی، ۵۵۰ درجه سلسیوس، ۳/۵ ساعت) پروتئین خام (روش کجلدال، Foss ۲۰۳۳، سوئد)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) (ونسوست و همکاران، ۱۹۹۱) اندازه‌گیری شدند.

بررسی قابلیت هضم مواد سیلو شده

تعداد ۴ رأس گوسفند نر با میانگین وزن (۳۵ کیلوگرم) به مدت یک ماه با جیره حاوی علوفه و کنسانتره (۸۰: ۲۰) تغذیه شدند. سپس از مایع شکمبه آن‌ها برای تعیین قابلیت هضم مواد سیلو شده با روش هضم دو مرحله‌ای (تلی و تری، ۱۹۶۳) و آزمایش تولید گاز (منک و استینگز، ۱۹۸۸) استفاده گردید.

آزمایش هضم دو مرحله‌ای با لوله‌های آزمایشی ۱۰۰ میلی‌لیتری که حاوی ۰/۵ گرم نمونه، ۴۰ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی و ۱۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه بود (نسبت ۱:۴)، انجام شد. بزاق مصنوعی به روش مکدوگال (۱۹۴۸) تهیه شد. پس از بستن درب، لوله‌های حاوی مخلوط بزاق و مایع شکمبه در حمام آب گرم در دمای ۳۹ درجه سلسیوس قرار گرفتند. در پایان روز دوم، با افزودن اسید کلریدریک به محیط، شرایط برای افزودن آنزیم پپسین مهیا گردید. پس از گذشت ۴۸ ساعت (تقلید هضم شیردانی) مواد باقیمانده شسته شده و در آون (۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سلسیوس) خشک گردید. قابلیت هضم ماده خشک، الیاف نامحلول در شوینده خنثی با توجه به اختلاف ماده اولیه و مواد باقیمانده در پایان آزمایش هضم محاسبه گردید (تلی و تری، ۱۹۶۳).

آزمایش تولید گاز در سرنگ‌های شیشه‌ای ۱۰۰ میلی‌لیتری که حاوی ۳۰۰ میلی‌گرم نمونه، ۲۰ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی و ۱۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه بود، در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ ، ۹۶ اندازه گیری شد. بزاق مصنوعی با مخلوط نمودن ۰/۱۲ میلی‌لیتر محلول معدنی کم نیاز (شامل: کلرید کلسیم، کلرید منگنز، کلرید کبالت و کلرید آهن)، ۲۴۰ میلی‌لیتر محلول معدنی پر نیاز (شامل: فسفات هیدروژنه سدیم، فسفات هیدروژنه پتاسیم و سولفات منیزیم)، ۲۴۰ میلی‌لیتر محلول بافری (شامل: بیکربنات سدیم و بیکربنات آمونیوم)، ۱/۲۲ میلی‌لیتر محلول ریزازورین ۰/۱ درصد و ۴۰ میلی‌لیتر محلول احیاء (سولفید سدیم ۹ آبه و سود یک مولار تهیه شد (مک‌دوگال، ۱۹۴۸). مایع شکمبه جمع آوری شده با استفاده از پارچه متقال ۴ لایه صاف و با حجم مناسبی (نسبت ۱:۲) از بزاق مصنوعی مخلوط شد (منک و استینگس، ۱۹۸۸). ریزازورین به عنوان شناساگر اکسیژن استفاده گردید و از دی اکسید کربن برای کاستن آلودگی اکسیژنی مخلوط مایع شکمبه و بزاق مصنوعی استفاده شد.

تحلیل آماری

داده‌های مربوط به خصوصیات شیمیایی، هضم‌پذیری و تولید گاز به وسیله نرم افزار SAS ویرایش ۹/۱ (۲۰۰۵) در قالب طرح کاملا تصادفی با آزمایش فاکتوریل آنالیز شدند. مقایسه میانگین‌ها به وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۵ انجام شد. مدل آماری استفاده شده در این آزمایش به شرح زیر بود:

$$Y_{ij}= \mu + U_i + A_j + UA_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

که در این مدل، Y_{ij} مقدار هر مشاهده، μ میانگین جمعیت، U_i اثر اوره+ملاس، A_j اثر اسید و UA_{ij} اثر متقابل دو عامل و ε_{ijk}: خطای آزمایش می باشد.

نتایج و بحث

بررسی خصوصیات شیمیایی سرشاخه سیلو شده با افزودنی‌های مختلف

پروتئین خام: اثر افزودن اوره+ملاس بر پروتئین خام سیلاژ معنی‌دار بود ($P<0/05$) و با افزودن اوره+ملاس پروتئین سیلاژ افزایش یافت (جدول ۱). تحقیقات دیگر با سیلاژ شبدر نیز نشان داد که افزودن ملاس به سیلو، میزان پروتئین خام

سیلاژ را افزایش می‌دهد (کندی، ۱۹۹۰ و لاتمی، ۱۹۸۵). در آزمایشی دیگر با افزودن ملاس به سیلاژ، محتوای پروتئین خام سیلاژ ذرت نیز بهبود پیدا کرد (مکدونالد و همکاران، ۱۹۹۷). این محققین علت افزایش پروتئین خام تیمار حاوی ملاس در مقایسه با تیمار فاقد افزودنی را، ناشی از پروتئین خام ملاس (۸/۵ درصد) دانستند. در مقابل ایرول و اکیف کارسلی (۲۰۰۵) با افزودن ملاس به سیلاژ، کاهش پروتئین خام را گزارش کردند. یکی از علل دیگر افزایش پروتئین سیلاژ را می توان افزودن اوره به سرشاخه دانست. تهیه سیلاژ ذرت با سطوح مختلف اوره (۰/۸، ۱/۶ و ۲/۴ درصد اوره به ازای ماده خشک)، به طور خطی منجر به افزایش معنی دار پروتئین خام سیلاژ شد (چاجی و همکاران، ۱۳۸۵). بولسن و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که اوره یک منبع اقتصادی نیتروژن برای محصولاتی است که از نظر پروتئین فقیر هستند و از تجزیه پروتئین‌ها جلوگیری می‌کند، همچنین افزودن اوره باعث افزایش پروتئین خام (CP) از یک طرف و افزایش سنتز پروتئین میکروبی در سیلاژ از طرف دیگر می‌شود که این در نهایت منجر به افزایش پروتئین خام سیلاژ می‌گردد (مکدونالد و همکاران، ۱۹۹۷). در آزمایشی نوروزی و عالم‌زاده (۲۰۰۶)، نیز سطوح مختلف اوره (۱ درصد) و ملاس (۳ درصد) را به سیلاژ سرشاخه نیشکر اضافه کردند و در نهایت میزان پروتئین سیلاژ بدست آمده افزایش پیدا کرد که موافق با آزمایش حاضر می‌باشد.

جدول ۱- اثر اصلی سطوح مختلف اوره+ملاس بر برخی خصوصیات شیمیایی سیلاژ سرشاخه نیشکر

اوره+ملاس * (درصد ماده خشک)	pH	NH3-N (میلی گرم به ازای ۱۰۰میلی لیتر)	Ash (درصد)	CP (درصد)	NDF (درصد)
۰	۴/۹[a]	۱۲/۴۵	۱۲/۶۹	۵/۲۵ [a]	۷۵/۰۱
۱	۴/۷۵[b]	۱۲/۰۸	۱۲/۲۴	۷/۸۹[b]	۷۶/۱۵
SEM	۰/۰۴	۰/۱۵	۰/۵۲	۰/۹۶	۰/۶۷

N-NH3: نیتروژن آمونیاکی؛ Ash: خاکستر؛ CP: پروتئین خام؛ NDF: الیاف نامحلول در شوینده خنثی؛ SEM : خطای استاندارد میانگین‌ها؛ *۱ درصد اوره + ۳ درصد ملاس به ازای ماده خشک؛ میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی داری دارند (P<۰/۰۵).

اثر اسید سولفوریک بر میزان پروتئین خام (جدول ۲) معنی‌دار بود و باعث افزایش پروتئین خام گردید (P<۰/۰۵). ایرول و اکیف کارسلی (۲۰۰۵) نشان دادند که استفاده از مقادیر بالاتر اسید فرمیک در مقایسه با مقدار پایین‌تر آن، می‌تواند پروتئولیز را کاهش دهد. نتایج چاجی و همکاران (۲۰۰۴) نیز نشان داد افزودن اسید سولفوریک (۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ درصد) و اسید فرمیک (۸ و ۱۶ میلی‌لیتر به ازای ماده خشک) با حفظ pH در زیر ۴ و ممانعت از پروتئولیز باعث افزایش پروتئین خام سیلاژ ذرت شد که نتایج آزمایش حاضر آن را تایید می‌کند. همچنین وکیلی و همکاران (۲۰۰۴) نیز با افزودن ۰/۴ و ۱/۲ درصد اسید فرمیک به سیلاژ یونجه نتایج مشابهی را روی پروتئین خام گزارش کردند. بهگر و همکاران (۱۳۸۶) با افزودن مخلوط اسید فرمیک و سولفوریک (به ترتیب ۱۵ و ۴ میلی‌لیتر در کیلوگرم ماده خشک) به سیلاژ یونجه کاهش تجزیه و افزایش درصد پروتئین خام را گزارش کردند. نتایج تحقیق دلاور (۱۳۸۰) نیز با افزودن مقادیر ۰/۶، ۱/۲ و ۱/۸ درصد اسید سولفوریک به سیلاژ یونجه نتایج آزمایش حاضر و سایرین را تأیید می‌کند. نتایج آزمایش ویرتانن (۱۹۳۳) نشان داد که کاهش سریع pH به حدود ۳/۶ از طریق استفاده از اسیدهای معدنی، مانع شکستن پروتئین به ترکیبات نیتروژنی محلول می‌گردد (مکدونالد و همکاران، ۱۹۹۷). لذا کاربرد اسید می‌تواند به عنوان ابزاری جهت ممانعت از تجزیه پروتئین (فعالیت‌های پروتئولوتیکی) در سیلاژ یونجه استفاده گردد و بازدهی استفاده از پروتئین را در سیلاژ یونجه افزایش دهد. اسید با متوقف کردن سریع فعالیت آنزیم‌های گیاهی و میکروبی از شکستن پروتئین‌ها و پروتئولیز آن به ترکیبات نیتروژنی محلول جلوگیری می‌کند. برخلاف نتایج آزمایش حاضر، اوکلی و همکاران (۱۹۸۹) نشان دادند که با افزودن اسید سولفوریک یا اسید فرمیک به علوفه چمنی، پروتئین خام علوفه سیلو شده کاهش پیدا می‌کند. این محققین از جمله دلایل احتمالی چنین تأثیری را اتلاف بیشتر بخش‌های غیر نیتروژنی در علوفه سیلو شده بدون استفاده از اسید سولفوریک دانستند (اوکلی و همکاران، ۱۹۸۹) و سطح مورد استفاده را نیز عامل تأثیرگذار نامیدند؛ زیرا اثرات اسید فرمیک بر جلوگیری از پروتئولیز پروتئین نیز بستگی کامل به مقدار مورد استفاده آن دارد.

اثر متقابل افزودن هم زمان اوره+ ملاس با اسید بر پروتئین خام سیلاژ معنی دار بود (جدول ۳) بنابراین افزایش پروتئین

خام سیلاژ را می‌توان به اثر هم‌افزایی این دو افزودنی نیز نسبت داد. زیرا در حضور اسید افزودن اوره+ملاس باعث افزایش پروتئین سیلاژ شده است.

جدول ۲- اثر اصلی سطوح مختلف اسید سولفوریک بر خصوصیات شیمیایی سیلاژ سرشاخه نیشکر

اسید (درصد ماده خشک)	pH	NH3-N (میلی‌گرم به ازای ۱۰۰میلی لیتر)	Ash (درصد)	CP (درصد)	NDF (درصد)
۰	۴/۹۸[a]	۱۳/۹۲[a]	۱۲/۶۰	۶/۱۵[a]	۷۴/۷۰
۰/۹	۴/۸۳[b]	۱۱/۵۹ [b]	۱۲/۵۸	۸/۱۳ [b]	۷۵/۰۸
۱/۸	۴/۶۶[C]	۱۱/۲۷ [b]	۱۲/۱۹	۸/۷۹ [b]	۷۶/۹۵
SEM	۰/۰۵۰	۰/۱۸۹	۰/۶۴۴	۰/۱۷۴	۰/۸۲۱

N-NH3: نیتروژن آمونیاکی؛ Ash: خاکستر؛ CP: پروتئین خام؛ NDF: الیاف نامحلول در شوینده خنثی؛ SEM : خطای استاندارد میانگین‌ها؛ میانگین های دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF)

افزودن اوره+ملاس تأثیر معنی‌داری بر مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی سیلاژ سرشاخه نیشکر نداشت. اما به میزان جزئی NDF سیلاژ را افزایش داد. بطور مشابه، نتایج آزمایش چاجی و همکاران (۲۰۰۴) حاکی از عدم تأثیر معنی‌دار افزودن اوره به سیلاژ ذرت بر NDF بود. متیوان و همکاران (۲۰۰۱) نیز نشان دادند که افزودن یک منبع نیتروژن غیر پروتئینی (کود بستر طیور) به طور معنی داری NDF را افزایش می‌دهد. اما در مقایسه با آزمایش حاضر، گالینا و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که بعد از سیلو کردن سرشاخه نیشکر NDF سیلو با افزودن کود بستر طیور، به میزان ۶۰ درصد (دو برابر) کاهش پیدا می‌کند. این محققین علت کاهش NDF را این گونه توضیح دادند که آزاد شدن آمونیاک در ادامه هیدرولیز اسید اوریک در سیلاژ به ضعیف شدن پیوندهای بین لیگنین و همی‌سلولز کمک می‌کند و هیدرولیز آن را افزایش می‌دهند. محتوایNDF در سیلویی که به آن ملاس اضافه شده بود نیز در مقایسه با سیلوی فاقد افزودنی کاهش معنی‌داری نشان داد، این کاهش در محتوای ADF وNDF ممکن است ناشی از افزایش هضم‌پذیری محتوای دیواره سلولی از طریق افزایش فرآیند تخمیر در سیلاژ در نتیجه افزودن ملاس باشد (ایرول و اکیف کارسلی، ۲۰۰۵).

افزودن اسید تأثیر معنی‌داری بر غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی نداشت، با این حال با افزایش مقدار اسید NDF به طور غیر معنی‌داری افزایش یافت. مطابق با نتایج حاضر وکیلی و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که افزودن اسید کلریدریک به سیلاژ یونجه (۰، ۰/۴ و ۱/۲ درصد) باعث افزایش غیر معنی‌دار NDF سیلاژ شد. چاجی و همکاران (۲۰۰۴) نیز گزارش کردند که افزودن اسید سولفوریک (۰/۳، ۰/۶و ۰/۹) باعث افزایش NDF شد. علاوه بر این چاجی و همکاران (۱۳۸۵) گزارش کردند که افزودن ۸ میلی‌لیتر اسید فرمیک در مقایسه با ۱۶ میلی‌لیتر باعث کاهش NDF سیلاژ ذرت شد که مخالف نتایج آزمایش حاضر بود. زمانی که افزودنی‌های اسیدی مخصوصاً اضافه شدند، اوکلی و همکاران (۱۹۸۹) متوجه افزایش شکسته شدن همی‌سلولز در نتیجه سیلو کردن با اسید گردیدند که در نتیجه کاهش NDF یک امر عادی به نظر می‌رسد. اما علت دقیق افزایش مقدار NDF در حین افزودن اسید در آزمایش حاضر، به طور دقیق مشخص نشد؛ از آنجا که با افزودن اسید تخمیر هوازی و بی‌هوازی سیلو کاهش می‌یابد، در نتیجه انتظار می‌رود با افزودن اسید به دلیل حفظ مواد مغذی از تخمیر زیاد، مقدار NDF کاهش یابد. احتمالاً عدم تأثیر مناسب اسید در محافظت از تخمیرهای هوازی و مضر در سیلاژ و در نتیجه افزایش میزان اتلاف اجزاء محلول‌تر، سبب کاهش NDF گردیده است (مکدونالد و همکاران، ۱۹۹۷).

خاکستر

افزودن اوره+ملاس یا اسید سولفوریک بر روی محتوای خاکستر سیلاژ سرشاخه تأثیر معنی‌داری نداشتند. برخلاف نتایج آزمایش حاضر، افزودن محلول AIV[1] (یک قسمت اسید سولفوریک+ یک قسمت اسید کلریدریک+ ۶ قسمت آب) محتوای خاکستر سیلاژ را افزایش می‌دهد (زهراساریسیک، ۲۰۰۹)، نتایج مشابه توسط اولت و همکاران (۲۰۰۵) گزارش شد، زیرا که AIV یک منبع غنی از مواد معدنی می‌باشد. همچنین نتایج دلاور (۱۳۸۰) نیز افزایش خاکستر سیلاژ یونجه عمل‌آوری شده با اسید سولفوریک (۰/۶، ۱/۲ و ۱/۸ درصد ماده خشک) را گزارش کردند. به سبب اینکه اسید سولفوریک اسید

1. Artturi Imarin Virtanen

معدنی است افزایش خاکستر طبیعی بود. در آزمایش حاضر نیز انتظار می‌رفت با افزودن اسید سولفوریک و اوره+ملاس (ملاس حاوی ۱۳/۶ درصد عناصر معدنی است (NRC، ۲۰۰۱)) مقدار خاکستر افزایش یابد.

pH سیلاژ

افزودن اوره+ملاس به سیلاژ تأثیر معنی‌داری در کاهش pH سیلاژ داشت (P<۰/۰۵). به طور مشابه، در سیلوی علوفه بانا با افزودن ملاس، pH به طور معنی دار کاهش داشت (پائولو، ۲۰۰۹). علت این کاهش را می‌توان فراهم بودن قند در ملاس برای تخمیر به اسیدهای آلی به ویژه لاکتات دانست. ماک (۱۹۹۳) گزارش کرد که در طول سیلو کردن آنزیم‌های گیاهی درگیر در تنفس به شکل معنی‌داری قندها، نشاسته و همی‌سلولز را به مونوساکاریدها هیدرولیز می‌کنند تا قند کافی برای تولید اسید لاکتیک فراهم شود. در مطالعه چاجی و همکاران (۲۰۰۴) افزودن اوره (۰/۸، ۱/۶ و ۲/۴ درصد) به سیلاژ ذرت تاثیری بر pH نداشت که شاید بتوان دلیل آن را زیاد بودن کربوهیدرات موجود در ذرت در مقایسه با یونجه ذکر کرد. اما دلاور (۱۳۸۰) با افزودن ۰/۵ و ۱ درصد اوره به سیلاژ یونجه افزایش معنی‌دار pH سیلاژ را گزارش کرد. وکیلی و همکاران نیز با افزودن ۰/۵ درصد اوره به سیلاژ یونجه افزایش pH را گزارش کردند. در منابع به طورکلی در اثر افزودن اوره به سیلاژ علوفه‌های مختلف افزایش pH گزارش شده است و دلیل آن را افزایش خاصیت بافری سیلاژ به دلیل تبدیل اوره به آمونیاک ذکر نموده‌اند (مکدونالد و همکاران، ۱۹۹۷). اما در آزمایش حاضر اوره به همراه ملاس و سطوح مختلف اسید افزوده شده است از این رو شاید یکی از دلایل احتمالی تبعیت نکردن تغییرات pH از افزودن اوره را بتوان افزودن هم زمان اوره+ملاس ذکر کرد.

بر طبق نتایج این آزمایش افزودن اسید سولفوریک به سیلاژ سرشاخه منجر به کاهش معنی‌دار pH شد (P <۰/۰۵) که به علت خاصیت اسیدی آن می‌باشد و به عنوان یک ممانعت کننده عمده تخمیری عمل می‌کند (مکدونالد و همکاران، ۱۹۹۷). مطابق با نتایج آزمایش حاضر افزودن سطوح مختلف اسید سولفوریک به سیلاژ ذرت pH را به طور معنی‌داری تحت تأثیر خود قرار داده است (چاجی و همکاران، ۲۰۰۴). نتایج این آزمایش یافته‌های دلاور (۱۳۸۰) را که با افزودن اسید سولفوریک به سیلاژ یونجه (۰/۶، ۰/۲ و ۱/۸ درصد ماده خشک) بطور خطی کاهش معنی‌دار pH را مشاهده کرد، تأیید می‌کند. بهگر و همکاران (۱۳۸۶) نیز با افزودن مخلوط اسید سولفوریک (۴ میلی لیتر) و اسید فرمیک (۵ میلی لیتر) به سیلاژ یونجه کاهش معنی‌دار pH را مشاهده کردند. در آزمایشی افزودن اسید کلریدریک به مقدار ۰/۴ و ۱/۲ درصد به سیلاژ ذرت pH را به طور معنی‌داری کاهش داد (وکیلی و همکاران، ۲۰۰۴) که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارند. چمبرلین و کوئیک (۱۹۸۷) نیز اثرات مطلوبی از تخمیر، در واکنش به افزایش کاربرد اسید فرمیک از ۲ لیتر به ۴ لیتر در تن گزارش نموده‌اند. از طرفی، بعضی از محققین گزارش کردند که افزودن اسید فرمیک به سیلاژ، محتوای اسید لاکتیک سیلاژ را به دلیل محدود کردن فرآیند تخمیر سیلو محدود می‌کند و مانع از کاهش pH سیلاژ می‌شود (اسپیتالری، ۱۹۹۵ و کندی، ۱۹۹۰). نتایج چاجی و همکاران (۱۳۸۵) نیز با افزودن ۸ و ۱۶ میلی‌لیتر اسید فرمیک به سیلاژ ذرت کاهش غیرمعنی‌دار pH را برای ۱۶ میلی‌لیتر در برابر ۸ میلی‌لیتر اسید نشان داد (۳/۹۶ در برابر ۴/۰۴).

اثر متقابل افزودن هم زمان اوره+ملاس با اسید بر pH معنی دار بود (جدول ۳) بنابراین کاهش pH سیلاژ را می‌توان به اثر هم‌افزایی این دو افزودنی با مکانیسم‌های ذکر شده در بالا نیز نسبت داد.

نیتروژن آمونیاکی

افزودن اوره+ملاس تأثیر معنی‌داری بر نیتروژن آمونیاکی نداشت اما به طور عددی آن را کاهش داد. ملاس شکل‌گیری اسید لاکتیک در سیلاژ را افزایش می‌دهد و اسید پروپیونیک به وسیله احیاء مستقیم اسید لاکتیک تولید می‌شود، این اسید اثر مفیدی در کنترل تخمیر سیلو داشته و مشخص شده است که باعث کاهش ایجاد نیتروژن آمونیاکی و دما در سیلاژ علوفه گرامینه و لگوم‌ها و علوفه‌های نیمه خشک سیلو شده، می‌شود. این خود موجب تحریک رشد باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک گردیده و مصرف ماده خشک سیلاژ ذرت را بهبود می‌بخشد (مکدونالد و همکاران، ۱۹۹۷). در آزمایشی استفاده از اوره تا سطح ۱/۶ درصد ماده خشک سیلاژ ذرت (سطح ۰/۸ و ۱/۶ درصد)، باعث کاهش نیتروژن آمونیاکی در مقایسه با سیلاژ ذرت فاقد افزودنی شد، این محققین آن را به بحث هم‌زمانی منابع کربوهیدرات و نیتروژن مرتبط دانسته‌اند (چاجی و همکاران، ۱۳۸۵)، اما افزایش سطح اوره به ۲/۴ درصد به همان دلایلی که در مورد تبدیل اوره به آمونیاک ذکر شد، باعث افزایش معنی‌داری نیتروژن آمونیاکی شد (چاجی و همکاران، ۲۰۰۴). اما دلاور (۱۳۸۰) در هنگام استفاده از اوره (۰، ۰/۵ و ۱ درصد) در سیلاژ یونجه به طور خطی افزایش غیر معنی‌دار نیتروژن آمونیاکی را گزارش و عامل غیر معنی‌داری شدن را استفاده هم زمان از اسید ذکر کرد. وکیلی و همکاران (۲۰۰۴)

نیز افزایش در مقدار نیتروژن آمونیاکی را با افزودن ۰/۵ درصد اوره به سیلاژ یونجه گزارش کردند که افزایش هم‌زمان سطح اسید کلریدریک (از ۰/۴ با ۱/۲ درصد) باعث کاهش آن شد. درکل، به دلیل تجزیه اوره به آمونیاک تولید مقادیر بالاتر نیتروژن آمونیاکی مورد انتظار می‌باشد. شاید یکی از دلایل عدم تأثیر اوره بر تولید بیشتر نیتروژن آمونیاکی همین وجود ملاس به همراه اوره در آزمایش حاضر باشد که با داشتن کربوهیدرات محلول مانع تولید بیش از حد آمونیاک شده است، زیرا که همزمانی منبع کربوهیدرات (ملاس) و نیتروژن سهل‌الوصول (اوره) به رشد سریع‌تر لاکتوباسیلوس‌ها کمک می‌کند (مکدونالد و همکاران، ۱۹۹۷).

اثر سطوح مختلف اسید بر میزان نیتروژن آمونیاکی سیلاژ معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). لذا کاهش مشاهده شده را می‌توان به محدود شدن فرآیند تخمیر در نتیجه افزودن اسید نسبت داد (ایرول و اکیف کارسلی، ۲۰۰۵)، نتایج دیگران نیز این اثر اسیدها را تأیید می‌کنند. دلاور (۱۳۸۰) با افزودن اسید سولفوریک (۰/۶، ۱/۲ و ۱/۸ درصد) به سیلاژ یونجه، چاجی و همکاران (۲۰۰۴) با افزودن اسید سولفوریک (۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ درصد) به سیلاژ ذرت، چاجی و همکاران (۱۳۸۵) با افزودن اسید فرمیک (۸ و ۱۶ میلی‌لیتر) به سیلاژ ذرت، وکیلی و همکاران (۲۰۰۴) با افزودن اسید کلریدریک (۰/۴ و ۱/۲ درصد) به سیلاژ یونجه و بهگر و همکاران (۱۳۸۶)، با افزودن مخلوط اسید سولفوریک و اسید فرمیک (به ترتیب ۴ و ۱۵ میلی‌لیتر) به سیلاژ یونجه کاهش تولید نیتروژن آمونیاکی را در سیلاژ گزارش نمودند.

جدول ۳- اثر متقابل اوره+ملاس و اسید بر خصوصیات شیمیایی سیلاژ سرشاخه نیشکر

اوره+ملاس * (درصد ماده خشک)	اسید (درصد ماده خشک)	pH	NH3-N (میلی گرم به ازای ۱۰۰میلی لیتر)	ASh (درصد)	CP (درصد)	NDF (درصد)
۰	۰	۵/۱۷	۱۳/۴۱	۱۲/۷۸	۵/۴۲	۷۴/۴۶
۰	۰/۹	۴/۸۰	۱۲/۲۰	۱۲/۵۲	۶/۲۵	۷۴/۳۴
۰	۱/۸	۴/۷۳	۱۰/۶۶	۱۲/۷۶	۷/۰۲	۷۶/۲۴
۱+۳	۰	۴/۷۸	۱۴/۴۵	۱۲/۴۳	۷/۵۱	۷۴/۹۵
۱+۳	۰/۹	۴/۸۷	۱۰/۶۷	۱۲/۶۵	۷/۹۸	۷۵/۸۳
۱+۳	۱/۸	۴/۵۹	۱۱/۸۹	۱۱/۶۳	۸/۱۵	۷۷/۶۵
SEM		۰/۰۷۲	۰/۰۹	۰/۲۷	۰/۶۱۶	۱/۱۶
P-Value		۰/۰۱۱	۰/۳۴۲	۰/۰۷۴	۰/۰۰۰۱	۰/۸۹۵

N-NH3: نیتروژن آمونیاکی؛ Ash: خاکستر؛ CP: پروتئین خام؛ NDF: الیاف نامحلول در شوینده خنثی؛ SEM : خطای استاندارد میانگین‌ها؛ *۱ درصد اوره + ۳ درصد ملاس به ازای ماده خشک.

بررسی خصوصیات ظاهری سرشاخه سیلو شده با افزودنی‌های مختلف

بعد از باز کردن سیلوها اقدام به بررسی خصوصیات ظاهری سرشاخه نیشکر سیلو شده با افزودنی‌های مختلف شد. این خصوصیات شامل رنگ، بو، کپک زدگی و وضعیت ترشیدگی می‌باشد. در تمامی تیمارها رنگ سبز زیتونی و به عبارتی رنگ سبز مناسبی مشاهده شد. رنگ نسبتاً سبز نشان دهنده یک سیلاژ با کیفیت خوب به همراه یک سری تغییرات شیمیایی مناسب بر روی رنگ سیلاژ می‌باشد (متیوان و همکاران، ۲۰۰۱). اسیدهای تخمیری، کلروفیل را به رنگدانه فئوفیتین عاری از منیزیم که به رنگ قهوه‌ای است، تبدیل می‌کند. در سیلاژهایی که به خوبی محافظت شده‌اند اتلاف بتا-کاروتن احتمالاً بسیار کم می‌باشد (مکدونالد و همکاران، ۱۹۹۷). از جمله نشانه‌های تخمیر مطلوب می‌توان به رنگ سبز مایل به زرد و بوی مطلوب سیلاژ اشاره کرد (متیوان و همکاران، ۲۰۰۱). بوی مطبوع سرکه همراه با کمی ترشیدگی و بدون بوی تند اسید در تمام تیمارها احساس شد. از یک سیلاژ مناسب به همراه یک تخمیر مطلوب بوی ملایم ترشیدگی و اسید ضعیف متصاعد می‌شود که در آزمایش حاضر صادق بود. سینگ و سولومون (۱۹۹۵) گزارش کردند که افزودن ملاس به سیلوی سرشاخه خوشخوراکی آن را افزایش می‌دهد. از جمله دلایل افزایش خوشخوراکی بوی مطبوع ناشی از تخمیر مناسب لاکتیکی می‌باشد (نوروزی و عالم‌زاده، ۲۰۰۶). در سیلاژ علوفه بانا که ملاس به آن اضافه نشده بود، فعالیت اسیدی، برای

جلوگیری از رشد باکتری‌های کلستریدیومی که مسئول تخمیر دوباره اسید لاکتیک و تولید اسید بوتیریک و دآمیناسیون و دکربوکسیلاسیون آمینواسیدها و ایجاد بوی تعفن در سیلاژ می‌شود، وجود نداشت (اوتینو و همکاران، ۲۰۰۹). در آزمایش حاضر این نتایج در رابطه با تیماری که اوره+ملاس دریافت کرده بودند مشهودتر بود، نتایج این آزمایش گزارشات محققان دیگر که اعلام نمودند، افزودن منابع نیتروژن غیر پروتئینی و کربوهیدراتی مناسب (مانند ملاس) به ذرت سیلویی ثبات علوفه سیلوشده در محیط بی‌هوازی سیلو را افزایش می‌دهد، را تأیید می‌نماید (اوکلی و همکاران، ۱۹۸۹). هیچ یک از سیلاژها بعد از باز شدن کپک‌زدگی در آن مشاهد نشد که از جمله دلایل احتمالی این اثر در رابطه با تیمارهای حاوی اوره را می‌توان به نقش منابع نیتروژن غیر پروتئینی در کاهش کپک‌های علوفه سیلو شده و در نتیجه تقلیل واکنش‌های هوازی دانست. در مورد دما نیز سیلاژهای مورد نظر همگی مشخصه یک تیمار با کیفیت خوب را داشته و خنک بودند. این اثر نشان می‌دهد که در سیلاژهای مورد نظر تنفس گیاهی زیادی رخ نداده است، بطوری که نتایج تحقیقات مکدونالد و همکاران (۱۳۸۳) نشان داد که اسید فرمیک دارای اثرات ممانعت کنندگی بر تنفس گیاهی است، که این عامل نیز باعث کاهش تخمیرات نامناسب و نیز کاهش دمای علوفه سیلو شده می‌شود.

بررسی خصوصیات هضم‌پذیری آزمایشگاهی سرشاخه سیلو شده با افزودنی‌های مختلف

اثر سطوح مختلف اوره+ملاس (جدول ۴) بر هضم‌پذیری ماده خشک سیلاژ سرشاخه نیشکر معنی‌دار نبود، اما هضم‌پذیری به صورت عددی افزایش پیدا کرد. در مطالعه‌ای توسط هایگس و پرالتا (۱۹۸۱) ناپدید شدن ماده خشک سر شاخه بعد از ۴۸ ساعت انکوباسیون در گاوهای نر تغذیه شده با جیره‌ای بر پایه سرشاخه نیشکر و ملاس به شکل آزاد، فقط ۱۸/۲ درصد بود. اما در حضور ملاس و اوره در جیره ناپدید شدن ماده خشک به ۳۱/۸ درصد افزایش پیدا کرد. مشابه با نتایج آزمایش حاضر دلاور (۱۳۸۰) افزایش هضم شکمبه‌ای ماده خشک سیلاژ یونجه را با افزودن ۰/۵ درصد اوره گزارش کرد. همچنین هضم روده‌ای و هضم در کل دستگاه گوارش نیز افزایش یافت.

جورینگ (۱۹۸۰) نشان دادند که عمل‌آوری سیلاژ ذرت با آمونیاک تأثیری بر قابلیت هضم ماده خشک ندارد. اگولرا و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که افزودن نیتروژن، قابلیت هضم ماده خشک را افزایش می‌دهد و همچنین منجر به افزایش قابلیت دسترسی پیش ماده‌های نیتروژنی در شکمبه می‌شود. بخش اعظم جمعیت میکروبی شکمبه از آمونیاک بعنوان منبع نیتروژن برای رشد خود استفاده می‌کنند، بنابراین با افزایش آمونیاک شکمبه قابلیت دسترسی برای میکروارگانیسم‌های شکمبه و هضم‌پذیری فیبر افزایش پیدا می‌کند و کاهش غلظت آن به عنوان فاکتور محدود کننده رشد میکروارگانیسم‌های شکمبه محسوب می‌شود (اگولرا و همکاران، ۱۹۹۷). بازده رشد جمعیت میکروبی در جیره گوسفندانی که از سرشاخه نیشکر به همراه یک مکمل اوره‌ای که به آرامی آزاد می‌شود (SIUS[۲])، مانند کود بستر طیور، بهبود پیدا کرد (گالینا و همکاران، ۲۰۰۷). عمل‌آوری با آمونیاک غلظت همی‌سلولز را کاهش می‌دهد و ممکن است بر قابلیت هضم علوفه مؤثر باشد (متیوان و همکاران، ۲۰۰۱).

افزودن اسید سولفوریک تأثیر معنی‌داری بر کاهش هضم‌پذیری ماده خشک داشت ($P<0/05$)، این تأثیر با افزایش سطح اسید سولفوریک از ۰/۹ درصد به ۱/۸ درصد معنی دار نبود. مشابه با نتایج آزمایش حاضر، دلاور (۱۳۸۰) کاهش هضم شکمبه‌ای ماده خشک را در حین افزودن ۰/۶ درصد اسید سولفوریک به سیلاژ یونجه گزارش کرد. در صورتی که اوکلی و همکاران (۱۹۸۹) با افزودن اسید سولفوریک به سیلاژ علوفه چمنی در مقایسه با سیلاژی که هیچ افزودنی دریافت نکرده بود، هضم‌پذیری بیشتری را مشاهده کردند. مشابه همین نتایج در رابطه با سیلاژ ذرت بین تیماری که حاوی اسید سولفوریک (۰/۶ درصد) بود در مقابل تیمار فاقد اسید سولفوریک مشاهده شد (چاجی و همکاران، ۲۰۰۴)، که این نتایج را شاید بتوان تا حدودی به حفظ مواد با قابلیت تخمیر آسان علوفه سیلویی در اثر افزودن اسید نسبت داد. نتایج بهگر و همکاران (۱۳۸۶) نشان داد که استفاده از مخلوط اسید فرمیک و سولفوریک (به ترتیب، ۱۵ و ۴ میلی لیتر) تأثیری بر تجزیه‌پذیری (بخش a) شکمبه‌ای سیلاژ یونجه نداشت، اما بخش دارای پتانسیل تجزیه‌پذیری (b) اندکی افزایش یافت، همچنین افزودن اسید نرخ تجزیه‌پذیری (c) را افزایش داد. چاجی و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که افزودن اسید سولفوریک (۰/۶ درصد ماده خشک) به سیلاژ ذرت، بخش سریع تجزیه را افزایش داد و بخش دارای پتانسیل تجزیه (b) کاهش یافت، این محققین ذکر کردند که کاهش سریع pH سیلاژ به زیر ۴ عامل حفظ مواد مغذی سیلاژ ذرت است. این درحالی است که در آزمایش حاضر با سرشاخه نیشکر و در آزمایش بهگر و همکاران (۱۳۸۶) با یونجه pH بالای ۴ بوده است (به ترتیب ۴/۵ و ۴/۷) لذا عدم توقف کامل فرآیندهای تخمیری سیلاژ باعث اتلاف بیشتر مواد

2.Slow intake urea supplement

مغذی سهل‌التخمیر شده است. وکیلی و همکاران (۲۰۰۴) نیز افزایش تجزیه‌پذیری ماده خشک و حفظ مواد مغذی را با افزودن ۰/۴ و ۱/۲ درصد اسید کلریدریک به سیلاژ یونجه گزارش کردند. یکی از عوامل تأثیرگذار بر ارزش غذایی سیلاژ، پس آب تولیدی می‌باشد که حاوی ترکیباتی با قابلیت هضم بالا همانند کربوهیدرات‌های محلول، اسیدهای آلی، مواد معدنی و ترکیبات نیتروژن دار محلول است. به دلیل خروج مواد مغذی محلول به شکل گاز و یا بصورت پس‌آب از سیلاژ، غلظت اجزاء تشکیل دهنده دیواره سلولی به طور کلی در طول مدت سیلو کردن افزایش می‌یابند (مکدونالد و همکاران، ۱۹۹۷).

جدول ۴- اثرات اصلی سطوح مختلف اوره+ملاس بر هضم پذیری آزمایشگاهی سر شاخه نیشکر

اوره+ملاس* (درصد ماده خشک)	هضم پذیری ماده خشک (درصد)	هضم پذیری فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد)
۰	۴۳/۸۹	۳۶/۹۰ b
۱+۳	۴۵/۶۳	۳۷/۵۷ a
SEM	۰/۶۷۰	۰/۰۴۴
P-Value	۰/۰۹۲	۰/۰۳۸

* ۱ درصد اوره + ۳ درصد ملاس به ازای ماده خشک؛ SEM : خطای استاندارد میانگین‌ها؛ میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی داری دارند (P<۰/۰۵).

قابلیت هضم فیبر نامحلول در شوینده خنثی

تیمار اوره+ملاس (جدول ۴) و اسید (جدول ۵) باعث افزایش معنی‌دار هضم‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی شدند (P<۰/۰۵). ایرول و اکیف کارسلی (۲۰۰۵) نشان دادند که کربوهیدرات‌های قابل تخمیر ملاس نیشکر هضم‌پذیری سلولز را افزایش می‌دهند، زیرا سرعت تکثیر میکروارگانیسم‌های هاضم الیاف را افزایش می‌دهند. بنابراین نشخوارکنندگانی که به میزان ۳ تا ۶ گرم کربوهیدرات قابل تخمیر به ازای هر کیلوگرم وزن زنده در روز دریافت کرده بودند، هضم‌پذیری سلولز در آنها بهبود پیدا کرد. مثلاً مکمل محصولات جانبی و ضایعات میوه‌ها (منبع کربوهیدرات قابل تخمیر) قابلیت هضم و مصرف اختیاری کاه تیمار شده با اوره را بهبود بخشید (مادرید و همکاران، ۱۹۹۸). در اصل هم زمانی بین منبع کربوهیدرات سهل‌الوصول موجود در ملاس و نیتروژن اوره‌ای می‌تواند از جمله دلایل این بهبود باشد که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. هر چند که وقتی نسبت بیش از ۶ گرم کربوهیدرات قابل تخمیر به ازای هر کیلوگرم وزن زنده در روز، به صورت مکمل به جیره اضافه شود، میزان هضم‌پذیری سلولز، به دلیل افزایش سلوبیوز و کاهش هیدرولیز سلولز، کم می‌شود که به نظر می‌رسد به دلیل تخریب سیستم آنزیمی باشد (ایرول و اکیف کارسلی، ۲۰۰۵). مشابه با آنچه در مورد قابلیت هضم ماده خشک بیان شد هر قدر اتلاف مواد مغذی در اثر استفاده از افزودنی‌ها کاهش یابد قابلیت هضم بهبود بیشتری می‌یابد. طول زمان سیلوسازی و ماندگاری آن هضم NDF را کاهش داد. همان طور که در مورد ماده خشک ذکر شد، از آنجایی که pH سیلاژ به منظور توقف فعالیت‌های میکروبی به طور کامل کمتر از عدد ۴ نگردید لذا ادامه تخمیر باعث اتلاف بیشتر مواد مغذی سهل‌التخمیرتر و باقی ماندن بخش‌های نامحلول بیشتر می‌شود (مکدونالد و همکاران، ۱۹۹۷).

جدول ۶ اثر افزودن همزمان اسید و اوره+ملاس بر قابلیت هضم ماده خشک و NDF سیلاژ سرشاخه نیشکر را نشان می‌دهد. اثر متقابل بر روی هضم NDF معنی‌دار بود، بهترین قابلیت هضم NDF مربوط به تیمار حاوی اوره+ ملاس و ۱/۸ درصد اسید سولفوریک بود.

جدول ۵- اثرات اصلی سطوح مختلف اسید سولفوریک بر هضم پذیری آزمایشگاهی سر شاخه نیشکر

اسید (درصد ماده خشک)	هضم پذیری ماده خشک (درصد)	هضم پذیری فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد)
۰	۴۷/۰۰۶[a]	۳۶/۸۰[b]
۰/۹	۴۴/۰۱[b]	۳۶/۹۸[b]
۱/۸	۴۳/۲۶۲[b]	۳۷/۹۲[a]
SEM	۰/۸۲۰	۰/۰۵۳
P-Value	۰/۰۴۳	۰/۰۲۶

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها؛ میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی داری دارند (P<۰/۰۵)

جدول ۶- اثر متقابل اوره+ملاس و اسید سولفوریک بر فراسنجه‌های هضم پذیری سر شاخه نیشکر

اسید (درصد ماده خشک)	اوره+ملاس* (درصد ماده خشک)	هضم پذیری ماده خشک (درصد)	هضم پذیری فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد)
۰	۰	۴۶/۴۵	۳۶/۶۵
۰/۹	۰	۴۴/۰۳	۳۶/۶۳
۱/۸	۰	۴۱/۱۹	۳۷/۴۴
۰	۳+۱	۴۷/۵۸	۳۶/۹۴
۰/۹	۳+۱	۴۳/۹۹	۳۷/۳۶
۱/۸	۳+۱	۴۵/۳۳	۳۸/۴۰
SEM		۱/۱۶۰	۰/۰۷۵
P-Value		۰/۱۸۶	۰/۰۰۰۱

*۱ درصد اوره + ۳ درصد ملاس به ازای ماده خشک؛ SEM : خطای استاندارد میانگین‌ها.

جدول ۷-اثر اصلی اوره+ملاس و اسید بر فراسنجه‌های تولید گاز سیلاژ سرشاخه نیشکر

افزودنی	پتانسیل تولید گاز (میلی‌لیتر)(b)	نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر در ساعت)(c)
اوره+ملاس		
۰	۶۰/۲۴	۰/۰۳۵
۳+۱	۵۹/۷۰	۰/۰۳۴
SEM	۳/۵۵	۰/۰۰۱۸
P-Value	۰/۶۵	۰/۷۶
اسیدسولفوریک		
۰	۴۹/۹۳[b]	۰/۰۳۵
۰/۹	۶۱/۱۸[ab]	۰/۰۳۲
۱/۸	۶۸/۸۰[a]	۰/۰۳۶
SEM	۴/۳۵	۰/۰۰۲۲
P-Value	۰/۰۳۴	۰/۷۴

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها؛ میانگین‌های دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری اختلاف معنی داری دارند (P<۰/۰۵).

جدول ۸- اثر متقابل اوره+ملاس و اسید سولفوریک بر فراسنجه‌های تولید گاز سیلاژ سرشاخه نیشکر

افزودنی		پتانسیل تولید گاز (میلی‌لیتر)(b)	نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر در ساعت)(c)
اوره+ملاس	اسیدسولفوریک		
۰	۰	۵۱/۹۵	۰/۰۳۹[b]
۰	۰/۹	۵۷/۷۷	۰/۰۳۱[b]
۰	۱/۸	۷۱/۰۱	۰/۰۳۶[b]
۳+۱	۰	۴۷/۹۲	۰/۰۳۱[a]
۳+۱	۰/۹	۶۴/۵۸	۰/۰۳۵[b]
۳+۱	۱/۸	۶۶/۵۹	۰/۰۳۷[b]
SEM		۵/۵۹۳	۰/۰۰۳۱
P-Value		۰/۵۹۱	۰/۱۸۰

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

فراسنجه‌های تولید گاز سرشاخه نیشکر سیلو شده با افزودنی‌های مختلف

اثر اصلی افزودن اوره+ملاس بر پتانسیل و نرخ تولید گاز سرشاخه نیشکر معنی‌دار نبود. افزودن اسیدسولفوریک اثر معنی داری بر پتانسیل تولید گاز سرشاخه نیشکر داشت و با افزایش سطح اسید، پتانسیل تولید گاز به طورخطی افزایش یافت (P<۰/۰۵). اما اثر اسید بر نرخ تولید گاز معنی دار نبود. افزودن همزمان اسید و اوره+ملاس (جدول ۸) اثر معنی داری بر پتانسیل تولید گاز نداشت، با این حال پتانسیل تولید گاز در حین افزودن همزمان اسید و اوره+ملاس (به استثناء تیمار حاوی ۱/۸ درصد اسیدسولفوریک) بالاتر از سایر تیمارها بود. تولیدگاز تیمار حاوی ۱/۸ درصد اسیدسولفوریک بالاترین مقدار بود. افزودن اسیدسولفوریک به علوفه منجر به افزایش شکسته شدن همی‌سلولز و در نتیجه کاهش NDF و در نتیجه افزایش تولید گاز شده که نتایج آزمایش را تصدیق می‌کند. منابع خوراکی که NDF پایین‌تری دارند، پتانسیل تولید گاز آنها بالاست و با افزایش نسبت بخش محتوای دیواره سلولی لیگنینی شده، تخمیر کمتر و منجر به کاهش در تولید گاز می‌شود (نیتیپوت و سومارت، ۲۰۰۳). این یافته‌ها با نتایج حاصل از تحقیقات ملاکوی و همکاران (۲۰۰۳) که متوجه شد محتوی فیبر به ویژه لیگنین اثر منفی بر تولید گاز در شرایط آزمایشگاه دارد مطابقت دارد. این هم بستگی منفی بین گاز تولیدی و دیواره سلولی ممکن است به دلیل کاهش فعالیت میکروبی، در نتیجه افزایش شرایط محیطی نامناسب در طول زمان انکوباسیون باشد (کامالاک و همکاران، ۲۰۰۵).

نتیجه‌گیری کلی

روش‌های عمل آوری به کار رفته در این تحقیق، به ویژه افزودن اسید سولفوریک، منجر به فراهم شدن امکان تهیه سیلاژ سرشاخه نیشکر، حفظ و بهبود کیفیت آن شد. استفاده از اسید سولفوریک و اوره+ملاس باعث کاهش pH و نیتروژن آمونیاکی و در نتیجه اتلاف کمتر مواد مغذی، افزایش مقدار پروتئین و قابلیت هضم سیلاپ سرشاخه نیشکر شد. مدت زمان نگهداری سیلاژ در آزمایش حاضر ۹۰ روز بود که مدت زمان قابل توجهی است، با این حال به نظر می‌رسد برای داشتن سیلاژ پایدار با pH پایین‌تر از ۴ یا نزدیک‌تر به عدد ۴ که بتوان آن را برای مدت طولانی‌تر از این نگهداری کرد، باید استفاده از انواع دیگر افزودنی‌ها یا سایر مقادیر آن‌ها نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

منابع

بهگر، م.، دانش مسگران، م.، نصیری مقدم، ح. و سبحانی راد، س.، ۱۳۸۶. ترکیبک شیمیایی، تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام سیلاژ یونجه عمل آوری شده با اسیدهای فرمیک و سولفوریک و تأثیر آن بر عملکرد گاوهای هلشتاین تازه‌زا. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۴۰ (ب)، صفحات ۳۵۰-۳۳۹.

چاجی، م.، دانش مسگران م. و نصیری مقدم، ح.، ۱۳۸۵. بررسی پتانسیل استفاده از اسید سولفوریک یا اسید فرمیک درعلوفه سیلوشده ذرت و تأثیرآن برخصوصیات تولیدی گاوهای شیرده. مجله علو م وصنایع کشاورزی مشهد. شماره ۱۹ (۳)، صفحات ۱۴۸-۱۳۷.

دلاور، م.ح.، ۱۳۸۰. تعیین مؤلفه‌های شیمیایی،گوارشی(شکمبه‌ای و روده‌ای)سیلاژ یونجهٔ عمل آوری شده با اوره و اسید سولفوریک و بررسی تأثیر آن برتولید گاوهای شیرده. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد رشتهٔ علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد.

Aguilera, A., Perez-Gil, F., Grande, D., de la Cruz, I. and Juarez, J., 1997. Digestibility and fermentative characteristics of mango, lemon and corn stover silages with or without addition of molasses and urea. Small Ruminant Research. 26: 87-91.

Akif Karsli, M., 2005. The effects of formic acid, molasses and lnoculant as silage additives on corn silage composition and ruminal fermentation characteristics in sheep. Journal Veterinaires Animal Science. 29: 469-474.

Bandyk, C.A., Cochran, R., Wickersham, T.A., Titgemeyer, E.G., Farmer, C.G. and Higgins, J.J., 2001. Departmet of Animal scinces and Indastry, Kansas State University Manhattan 66506. 79: 225-231.

Bolsen, K.K., 1999. Biotechnology in the Feed Industry, Silage management in North America. 233-244

Broderick, G.A. and Kang, J.H., 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. Journal of Dairy Science. 63: 64–75.

Chaji, M., DaneshMesgaran, M., Nasirimoghaddam, H. and Vakili, A.R., 2004. Chemical composition and *in situ* protein degradability of maize silage treated with urea and sulphuric acid. Proceedings of the British Society of Animal Science (BSAS). 4 – 6 April 2004, York, UK. p. 235.

Chaji, M., Danesh Mesgaran, M., Nasirimoghaddam, H. and Vakili, A. R. 2004. Effects of maize silage treated with urea and sulphuric acid on intake and milk production of lactating cows. Proceedings of the British Society of Animal Science (BSAS). 4 – 6 April 2004, York, UK. p. 171.

Chamberlain, D.G. and Quig, J., 1987. The Effects of the Rate of Addition of Formic-Acid and Sulfuric-Acid on the Ensilage of Perennial Ryegrass in Laboratory Silos. Journal of the Science of Food and Agriculture. 38: 217-228.

Deaville, E.R. and Givens, D.I., 2001. Use of automated gas production technique to determine the fermentation kinetics of carbohydrate fractions in maize silage. Animal Feed Science Technology. 93: 205.

Erol, B., Akif, Karsli., M., 2005. The Effects of Formic Acid, Molasses and Inoculant as Silage Additives on Corn Silage Composition and Ruminal Fermentation Characteristics in Sheep Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 29: 469-474.

Galina, M.A., Guerrero, M. and Puga, C.D., 2007. Fattening Pelibuey lambs with sugar cane tops and corn complemented with or without slow intake urea supplement. Small Ruminant Research. 70: 101-109.

Goering, H.K. and Van Soest, P.J., 1980. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some application). In: USDA Agriculture Handbook No 376. United States Department of Agriculture., USA.

Hughes-Jones, M. and Peralta, G., 1981. Observation on the degradabilities of feedstuffs *in situ* in cattle on diets with or without molasses. Tropical Animal Production. 6: 174- 177.

Kamalak, A., Canbolat, O., Gurbuz, Y. and Ozay, O., 2005.Comparison of gas production techniquewith nylon bag technique to estimate dry matter degradation. Czech Journal of Animal Science. 2: 60-67.

Kennedy, S.J., 1990. Comparison of the fermentation quality and nutritive value of sulphuric and formic acid-treated silages feed to beef cattle. Grass Forage Science. 45: 17-28.

Lattemae, P., Ohlsson, C. and Lingvall, P., 1985 .The combined effect of molasses and formic acid and quality of red-clover silage. Swedish Journal Agrical Research. 1: 31-41.

McDougall, E. L., 1948. Studies on ruminant saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. Biochemistry Journal. 43: 99-106.

McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E., 1997. The Biochemistry of Silage. (2nd Ed.). Chalcombe Publications., Marlow-UK.

Melaku, S., Peters, K.J. and Tegegne, A., 2003. *In vitro* and *in situ* evaluation of selected multipurpose trees, wheat bran and Lablab purpureus as potential feed supplements of tef (Eragrostis tef) straw. Animal Feed Science Technology. 108: 159-179.

Menke, K.H. and Steingass, H., 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Animal Research Development. 28:7-55.

Muck, R.E., 1993. The role of silage additives in making high quality silage: Silage production from seed to animal. Proceedings of the National Silage Production Conference. 23-25 February 1993, Syracuse, New York. Ithaka, NY, USA. p. 106-116.

Mthivane, D.M.N., Nsahlai, L.V. and Bonsi, M.L.K., 2001. The nutritional composition, fermentation characteristics, *in sacco* degradation and fungal pathogen dynamics of sugarcane tops ensiled with broiler litter with or without water. Animal Feed Science and Technology. 94: 171-185.

Mühlbach, P., 2009. Additives to improve the silage making process with tropical forages. FAO electronic conference on tropical silage. Porto Alegre, Brazil.

Naseeven, R., 1988. Sugarcane tops as animal feed. In: Sugarcane as Feed. Proceeding of FAO expert consultation. 7–11 July 1986 (ed. Sansoucy, R. et al.), Santo Domingo, Dominican Republic. FAO Animal Production and Health Paper No. 72: 106–122.

Nitipot, P. and Sommart, K., 2003. Evaluation of ruminant nutritive value of cassava starch industry by-products, energy feed sources and roughages using *in vitro* gas production technique. Proceeding of Annual Agricultural Seminar. 27-28 January 2003, KKU. p179-190.

Noroozy, S. and Alemzadeh, B., 2006. Effect of different amounts of treated sugarcane tops silage on performance of milk buffaloes. Buffalo Bulletin. 25 (1): 1.

NRC., 2001. Nutrient Requirments of Dairy Cattel. (7th rev. Ed.) National academy Press, Washington, DC., USA

O'Kiely, P., Flynn, A.V. and Poole, D.B.R., 1989. Sulforic acid as a silage preservative. Silage preservation, animal performance and copper status. Irish Journal of Agricultural Research. 28: 1-9.

Olt, A.O., Kart, H., Kaldmae, M. and Olt, E., 2005. The effect additive and dry matter content on silage protein degradability and biogenic amina contant. Estonian University of Life Science. 117-123.

Ortiz-rubio, M.A., Galina, M.A. and Rubio, C., 2006. Rumen physiology, feed intake and live weight gain by bulls consuming sugarcane tops as basal diet supplemented with local available resources. University of Aberdeen., Scotland. Rev. AIA. 10(1): 29-41

Ortiz-rubio, M.A., Qrskov E.R. and Galina, H.M.A., 2007. Effect of different sources of nitrogen on *in situ* degradability and feed intake of zebu cattle fed sugarcan tops (*Saccharum officinarum*). Animal feed Science and Technology. 139:143-138.

Otieno, K., Onim, J.F.M. and Mathuva, M.N., 2009. A gunny-bag ensiling technique for small-scale farmers in western kenya. Ministry of livestock department/SR-CRSP., Maseno, Kenya. Internet Collection.

Paulo, R.F., 2009. Paper 9.0: Additives to improve the silage making process with tropical forages. Agriculture and Consumer Protection. p. 1-17.

Preston,T. and Meyreles, L., 1977. Sweet potato forage as cattle feed: effect on voluntary intake of different amount added to a basal diet of chopped sugarcane stalk. Tropical Animal Production. 3:3.

SAS, 2005. User's GuideRelease. 6.08. SAS Institute Inc, Cary, NC

Singh, G.B. and Solomon. S., 1995. Sugarcane Agro –Industrial Alternatives. Oxford Publication., New Delhi. pp. 213-218.

Tilley, J.M.A. and Terry, R.A., 1963. A two stage technique for the in digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society. 18:104-111.

Titterton, F.B. and Bareeba, M., 2009. Grass and legume silages in the tropics. Department Animal Science University of Zimbabwe., Zimbabwe.

Vakili, A.R., Danesh Mesgaran, M., Nasirimoghaddam, H. and Chaji, M. 2004. Chemical composition and *in situ* protein degradability of lucerne silage treated with HCl. Proceedings of the British Society of Animal Science (BSAS). 4–6 April 2004, York, UK. p. 239.

Van Soest, P.J., Robertson, J. B. and Lewis. B.A., 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74: 3583– 3597.

Virtanen, A.J., 1933. The A.I.V. Methode of preserving fresh fodder. Empire journal of Experimental Agriculture. 1:143-155.

Zahrasaricicek, B., 2009. The effects of different additives on silage gas production fermentation kinetics and silage quality. Ozean Journal of Applied Science. 2(1):11-18.