نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۲۶ شماره ۱/ سال۱۳۹۵

تاثیر استفاده از ملاس و آب پنیر بر ارزش غذایی و برخی خصوصیات کیفی علوفه سورگوم سیلو شده

سهیلا شبخوان[۱]، مسلم باشتنی*[۲] و حسین نعیمی پور یونسی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹٤/٦/۲۳

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم دامی دانشگاه بیرجند
[۲] دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه بیرجند
[۳] دانشجوی دکتری گروه علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد
*مسئول مکاتبه: Email: mbashtani@birjand.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: ملاس و آب پنیر از محصولات فرعی می باشند که بعنوان افزودنی سیلاژ بسیار مفید بوده و باعث افزایش ارزش غذایی سیلاژ می شوند. **هدف**: این آزمایش به منظور بررسی اثر افزودن ملاس چغندرقند یا آب‌پنیر بر ترکیب شیمیایی، خصوصیات کیفی و همچنین تجزیه‌پذیری سیلاژ سورگوم به روش کیسه‌های نایلونی انجام شد. **روش کار**: گیاه سورگوم در مرحله گلدهی با میانگین ۲۵ درصد ماده‌خشک برداشت شد. آزمایش با سه تیمار و چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- سیلاژ سورگوم بدون افزودنی (شاهد)، ۲- سیلاژ سورگوم حاوی ۱۰ درصد ملاس (ملاس) و ۳- سیلاژ سورگوم حاوی ۱۰ درصد آب‌پنیر (آب پنیر) بر اساس وزن تر بود. علوفه‌های مورد نظر در سطل‌های پلاستیکی به مدت ۸۱ روز سیلو شدند. **نتایج**: نتایج نشان داد، در سیلاژهای فرآوری شده با ملاس مقدار ماده خشک، کلسیم، فسفر و سدیم به طور معنی‌داری افزایش($P<۰/۰۵$) و مقدار فیبر نامحلول در شوینده خنثی کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). خصوصیات کیفی سیلاژهای آزمایشی نشان داد، آب پنیر و ملاس منجر به کاهش معنی‌دار pH و نیتروژن آمونیاکی($P<0.05$) و افزایش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) شاخص‌کیفی شد، همچنین مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب سیلاژهای فرآوری شده با ملاس به طور معنی‌داری بالاتر بود. بخش سریع‌تجزیه ماده‌خشک و پروتئین‌خام در سیلاژهای حاوی ملاس بالاتر بود ($P<۰/۰۵$). در تمام سرعت‌های عبوری سیلاژهای فرآوری شده با افزودنی تجزیه-پذیری مؤثر ماده‌خشک، پروتئین‌خام و دیواره‌سلولی بالاتری در مقایسه با سیلاژ بدون افزودنی داشتند ($P<۰/۰۵$). **نتیجه گیری نهایی**: نتایج نشان داد، ملاس برخی ترکیبات شیمیایی از جمله ماده خشک، کلسیم ، فسفر و پتاسیم را افزایش و NDF را نسبت به تیمارهای شاهد و آب پنیر کاهش داد. استفاده از افزودنی کیفیت سیلاژ سورگوم (کاهش pH و نیتروژن آمونیاکی) را بهبود بخشید.

واژگان کلیدی: ملاس، آب‌پنیر، سیلاژ سورگوم، ارزش غذایی

مقدمه

سورگوم یکی از مهمترین گیاهان مناطق خشک و نیمه خشک دنیا است که به علت سازگاری با شرایط گرم و تا حدی شوری خاک و بالا بودن بازده مصرف آب، تولید خوبی می‌تواند داشته باشد (المدرس ۲۰۰۸). برداشت سورگوم برای سیلو کردن به طور فزآینده‌ای به علت ویژگی‌های زراعی و ترکیب شیمیایی آن متداول شده است (اولیورا و همکاران ۲۰۰۷). سورگوم‌ها به طور کلی به دو گروه علوفه‌ای و دانه‌ای تقسیم می‌شوند. سورگوم علوفه‌ای به چهار نوع سورگوم علوفه‌ای هیبرید، سودان‌گراس، سورگوم × هیبرید سودان و سورگوم شیرین طبقه‌بندی می‌شود (نیومن و همکاران ۲۰۱۰). خشکسالی‌های مکرر باعث گردیده زارعین و پرورش‌دهندگان دام توجه بیشتری به برخی علوفه‌ها از جمله سورگوم پیدا کنند و این علوفه را با توجه به فصل رشد محدود، به صورت سیلو مصرف کنند.

هدف اصلی از تهیه سیلاژ، حداکثر کردن حفظ مواد مغذی در علوفه تازه برای تغذیه در یک زمان دیگر است. متأسفانه تخمیر در سیلاژ یک فرآیند غیر قابل کنترل است که منجر به حفظ بهینه کمتر مواد مغذی می‌شود. برای مطلوب نمودن فرآیند تخمیر، افزودنی‌های مختلفی برای بهبود مواد مغذی و بازیافت انرژی در سیلاژ استفاده می شود، که به دنبال آن اغلب باعث بهبود عملکرد حیوان می‌شود (کانگ و همکاران ۲۰۰۰). هدف اصلی از به کار بردن افزودنی در سیلو کاهش سریع‌تر pH است، به طوری که با تخمیر مناسب کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و مهار رشد میکروارگانیسم‌های مضر مانع از تخریب سیلو شود (زنگ و همکاران ۲۰۰۰). سیلاژ محصولات غله‌ای از قبیل ذرت و سورگوم مستعد تخریب هوازی به ویژه در آب و هوای گرم هستند (فیلا ۲۰۰۳) و علت آن فعالیت قارچ‌های هوازی در ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (اشبل و همکاران ۲۰۰۲). بنابراین انتخاب یک افزودنی مناسب که قارچ‌ها را مهار کند و از سیلاژ در برابر قارچ‌های هوازی محافظت کند مهم است. اگر چنانچه این افزودنی‌ها، محصولات طبیعی باشند خیلی بهتر است. ملاس به خاطر مقدار ساکارز بالای آن به طور گسترده‌ای به عنوان افزودنی سیلاژ استفاده می‌شود (لیما و همکاران ۲۰۱۰)، کربوهیدرات لازم برای فرآیند تخمیر را تأمین می‌کند، تخمیر علوفه‌ای را افزایش می-دهد و به عنوان منبع انرژی برای تولید اسیدلاکتیک به وسیله لاکتوباسیل ها استفاده می‌شود. در آزمایشات بسیاری ثابت شده که ملاس سبب افزایش تخمیر لاکتیکی شده، pH سیلاژ را کاهش می‌دهد و همچنین از تخمیر کلستریدیایی جلوگیری کرده و در نهایت از هدرروی مواد آلی سیلو ممانعت می‌کند (بایتوک و آکسو ۲۰۰۵). آب‌پنیر منبع خوب کربوهیدرات قابل تخمیر یعنی لاکتوز است و افزودن آن به سیلاژ باعث تخمیر سریع‌تر و کامل‌تر، کاهش بیشتر pH (کیفیت بهتر سیلاژ)، افزایش مقدار اسیدلاکتیک سیلاژ و افزایش قابلیت هضم سیلاژ می‌گردد. لاکتوز یک دی‌ساکارید متشکل از گلوکز و گالاکتوز و تنها کربوهیدرات مهم آب‌پنیر است. تحقیقات نشان داده که لاکتوز رشد مناسب باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک را که با باکتری‌های مولد فساد نامناسب رقابت می‌کنند، افزایش می‌دهد (سیسو ۱۹۹٦).

با توجه به اینکه ایران در منطقه گرم و خشک جهان قرار گرفته است و نیاز آبی این گیاه کم و مخصوص مناطق کم آب است، بنابراین کاشت و استفاده از انواع سورگوم برای تعلیف دام در کشور توجیه دارد. هدف از انجام این پژوهش تعیین اثر استفاده از ملاس و آب‌پنیر بر ترکیب شیمیایی، برخی خصوصیات کیفی و خصوصیات تجزیه‌پذیری سیلاژ سورگوم با استفاده از روش درون کیسه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

تهیه سیلوهای آزمایشی

در اواسط اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۱ گیاه سورگوم کشت شد و در مرحله گلدهی با میانگین ۲۵ درصد ماده‌خشک برداشت شد. علوفه‌های برداشت شده با کمک چاپر به قطعات ۸-۵ سانتی‌متری خرد شدند. به منظور سیلو نمودن علوفه‌های مورد نظر، از سطل‌های پلاستیکی با ظرفیت ۲ کیلوگرم استفاده شد. در قسمت کف سطل‌ها سوراخی ایجاد و لوله‌ای برای خروج شیرابه تعبیه گردید. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) تیمار شاهد (بدون افزودنی)، ۲) سورگوم سیلو شده با ۱۰ درصد ملاس بر اساس وزن تر و ۳) سورگوم سیلو شده با ۱۰ درصد آب‌پنیر بر اساس وزن تر بود. همچنین ملاس استفاده شده قبل از افزودن به سیلو به نسبت یک به چهار با آب رقیق شد. سپس علوفه‌ها کاملاً فشرده گردیدند تا شرایط بی‌هوازی برقرار گردد. درب سیلوها محکم بسته شد و سیلوهای آزمایشی در سالنی با دمای حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پس از ۸۱ روز درب سیلوهای آزمایشی باز شد و نمونه-برداری از سیلوهای مذکور برای انجام مراحل بعدی آزمایش انجام گردید.

تعیین ترکیبات شیمیایی سیلاژها

ترکیبات شیمیایی ماده‌خشک، پروتئین‌خام، چربی‌خام و خاکستر به روش AOAC (۱۹۹۰) و دیواره‌سلولی و دیواره‌سلولی بدون همی‌سلولز با روش ون سست (۱۹۹۱) اندازه‌گیری شد. غلظت سدیم و پتاسیم با کمک دستگاه فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری شد. برای تعیین غلظت فسفر در نمونه‌ها از روش رنگ‌سنجی و دستگاه اسپکتروفتومتر و طول موج ٤٣٠ نانومتر استفاده شد (روغنی و ضمیری ۲۰۰۷). جهت اندازه‌گیری pH از هر سیلو نمونه‌های ۵۰ گرمی تهیه شد و به هر نمونه ٤٥٠ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. سپس به کمک مخلوط کن کاملاً خرد و با استفاده از پارچه متقال صاف گردید. pH عصاره حاصله بلافاصله توسط pH متر دیجیتال (Metrohm 827, Swiss mode, NO 1827001021195) تعیین و ثبت گردید. برای اندازه‌گیری نیتروژن‌آمونیاکی از عصاره تهیه شده از سیلاژ تازه، ۱۰ میلی‌لیتر برداشته و با ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط و از مخلوط حاصله ۵ میلی لیتر داخل لوله هضم ریخته و مانند نمونه استاندارد با سدیم تترابورات و اسید کلریدریک ۰/۰۱ نرمال تیتر شد. غلظت کربوهیدرات‌های محلول با استفاده از روش اسپکتروفتومتری تعیین شد (دریاز ۱۹٦۱).

تعیین تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای به روش کیسه‌های نایلونی

برای تعیین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده‌خشک، پروتئین‌خام و دیواره‌سلولی نمونه‌ها، از دو رأس گوساله هلشتاین مجهز به فیستولای شکمبه‌ای استفاده شد. حیوان در سطح نگهداری به صورت جیره کاملاً مخلوط در ۲ نوبت صبح و عصر تغذیه شد.

به منظور اندازه‌گیری تجزیه‌پذیری ماده‌خشک، پروتئین-خام و دیواره‌سلولی، ابتدا با استفاده از پارچه‌هایی از جنس پلی‌استر با اندازه منافذ ۵۰ میکرومتر، کیسه‌هایی به ابعاد ۱۵×۱۰ سانتی‌متر دوخته شد و یک انتهای آن باز گذاشته شد. سپس ٤ گرم نمونه آسیاب شده داخل کیسه‌ها ریخته شد (٤ کیسه به ازای هر نمونه) و سر کیسه‌ها با نخ بسته شد و بر روی یک شیلنگ بسته شدند. سپس کلیه کیسه‌ها به مدت ۲، ٤، ۸، ١٦، ٢٤، ٤٨، ٧٢ و ٩٦ ساعت در شکمبه قرار داده شدند. کیسه‌های مربوط به زمان صفر در شکمبه قرار داده نشدند و تنها با آب سرد شسته شدند، به طوری که آب زلال از آنها خارج گردید. تمام کیسه‌ها پس از خروج از شکمبه با آب سرد شستشو داده شدند تا آب زلال از آنها خارج شد. سپس کیسه‌ها در آون (به مدت ٤٨ ساعت در دمای ٦٠ درجـه سانتی‌گراد) خشک شدند و میزان ناپدید شدن ماده‌خشک، پروتئین‌خام و دیواره‌سلولی نمونه‌ها

در ساعات مختلف انکوباسیون شکمبه‌ای با توجه به اختلاف مقدار ماده‌خشک، پروتئین‌خام و دیواره‌سلولی نمونه‌ها قبل و بعد از انکوباسیون محاسبه گردید. جهت تعیین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده‌خشک، پروتئین-خام و دیواره‌سلولی در نمونه‌های مورد بررسی از معادله پیشنهادی ارسکوف و مکدونالد (۱۹۷۹) استفاده شد و برازش داده‌ها با مدل زیر و با استفاده از نرم افزار آماری SAS (proc Nlin) انجام شد.

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

که در این معادله:

P= مقدار ناپدید شدن در زمان (t) a= بخش سریع‌تجزیه، b= بخش کندتجزیه، c= ثابت نرخ تجزیه t= زمان انکوباسیون در شکمبه (ساعت) می باشد.

تجزیه‌پذیری مؤثر نمونه‌ها با استفاده از معادله $ED = a + \{(b \times c)/(c + k)\}$ و با در نظر گرفتن نرخ عبور ۰/۰۲، ۰/۰۵ و ۰/۰۸ در ساعت محاسبه شد (اورسکوف و مکدونالد ۱۹۷۹). اجزای این معادله عبارتند از:

ED= تجزیه‌پذیری مؤثر، a= بخش سریع‌تجزیه، b= بخش کندتجزیه، c= ثابت نرخ تجزیه، k= ثابت نرخ عبور

تجزیه آماری داده‌ها

تجزیه‌ی آماری داده‌های مربوط به ترکیب شیمیایی و خصوصیات تجزیه‌پذیری ماده‌خشک، پروتئین‌خام و دیواره‌سلولی تیمارهای آزمایشی با نرم افزار آماری SAS(۲۰۰۲) نسخه ۹/۱ در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه‌ی میانگین‌ها با آزمون توکی‌کرامر انجام شد. مدل آماری طرح به صورت زیر بود:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

T_i: اثرتیمار، μ: میانگین کل، e_{ij}:اثر خطای آزمایشی Yij:مقدار هر مشاهده،

نتایج و بحث

تأثیر ملاس و آب پنیر بر ترکیب شیمیایی سیلاژ سورگوم

همان طور که در جدول ۱ نشان داده شده است، افزودن ملاس افزایش معنی‌داری (P<۰/۰۵) در ماده‌خشک در مقایسه با سیلاژ کنترل و سیلاژ حاوی آب پنیر داشت. در مطالعه نقابی و همکاران (۲۰۱۳) از مخمر و ملاس به عنوان افزودنی سیلاژ آتریپلکس استفاده شد، نتایج نشان داد ملاس در سطح ۱۰ و ۱۵ درصد در تمام سطوح مخمر باعث افزایش ماده‌خشک شده و دلیل آن را محتوای بالای ماده‌خشک ملاس گزارش کردند. در آزمایش دیگر افزودن ملاس به میزان ۵۰ گرم در کیلوگرم به سیلاژ تفاله زیتون کامل و کم هسته مقدار ماده‌خشک را به طور معنی‌داری افزایش داد و این افزایش را به مقدار بالای ماده خشک در ملاس نسبت دادند (ابرقویی و همکاران ۲۰۱۱). در مطالعه کاجارویل و همکاران (۲۰۱۱) از ملاس دهیدراته (۱۵ گرم در کیلوگرم) و آب‌پنیر تازه (در سه سطح ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ گرم در کیلوگرم) در سیلاژ علوفه‌های معتدله استفاده شد و نتایج مربوط به ماده‌خشک سیلاژها نشان داد، سیلاژهای حاوی ملاس بالاترین مقدار ماده‌خشک را داشتند و این بهبود را به نوع قند استفاده شده نسبت دادند و گزارش کردند ماهیت قند بیشتر از مقدار آن در بهبود سیلاژ تأثیر دارد و از آنجا که ملاس حاوی ساکارز است و آب‌پنیر حاوی لاکتوز است، تولید اسید زمانی که ساکارز به عنوان سوبسترا استفاده می‌شود بیشتر است، بنابراین اسید تولیدی منجر به کاهش pH و حفظ سیلاژ شده است. ملاس منبع کربوهیدرات‌های سهل‌التخمیر است و منجر به بهبود کیفیت تخمیر می-شود. پس از این که سیلاژ به حالت ثبات و پایداری می-رسد تخمیر بیشتری رخ نمی‌دهد و در pH خیلی پایین جمعیت میکروبی بخشی از سیلاژ شده در نتیجه از کاهش ماده‌خشک ممانعت می‌شود (بیلان ۲۰۰۹). احتمالا در آزمایش حاضر مکانیسم مشابه با تحقیقات ذکر شده باعث افزایش ماده خشک در تیمار با افزودنی ملاس شده است. یعنی بالا بودن ماده خشک ملاس و

افزایش توده میکروبی در سیلاژ حاوی ملاس باعث افزایش ماده خشک هنگام استفاده از ملاس شده است.

نتایج حاصل از میانگین درصد خاکستر تیمارهای آزمایشی در جدول ۱ نشان داده شده است. تفاوت معنی‌داری از لحاظ مقدار خاکستر بین تیمارها مشاهده نشد که با نتایج بایوتیستا و همکاران (۲۰۰۹) که از آب‌پنیر و ملاس به عنوان افزودنی به سیلاژ ذرت استفاده کردند مطابقت داشت. همچنین در آزمایش دش و همکاران (۱۹۷۳) که از آب‌پنیر به میزان صفر، یک و ده درصد به عنوان افزودنی به سیلاژ علف خشک یونجه استفاده کردند از لحاظ مقدار خاکستر بین تیمار-ها تفاوتی مشاهده نکردند.

داده‌های مربوط به میانگین درصد پروتئین‌خام تیمارهای آزمایشی نشان داد که میزان پروتئین در سیلاژهای آزمایشی تحت تأثیر افزودنی‌های استفاده شده قرار نگرفت که با نتایج دش و همکاران (۱۹۷۳) مطابقت داشت. اطلاعات متناقصی در مورد اثرات ملاس بر مقدار پروتئین‌خام سیلاژ وجود دارد. ملاس از چند طریق باعث افزایش پروتئین‌خام در سیلاژهای عمل‌آوری شده می‌شود. ملاس باعث افزایش سطح ماده‌خشک، کاهش سریع pH و ممانعت از فعالیت آنزیم‌های گیاهی و کاهش سرعت پروتئولیز می‌شود (بیلال ۲۰۰۹). بالاخیال (۲۰۰۸) نیز نشان داد که با افزودن ملاس در سیلاژ، باکتری‌ها از کربوهیدرات قابل تخمیر در دسترس به عنوان منبع انرژی استفاده کرده و کمتر به سراغ تجزیه پروتئین برای تأمین انرژی مورد نیاز خود می‌روند. رضایی و همکاران (۲۰۰۹) افزودن ملاس را باعث کاهش محتوی پروتئین‌خام سیلاژ گزارش کردند که احتمالاً این کاهش به مقدار پروتئین پایین ملاس نسبت داده شده است (مکدونالد و همکاران، ۱۹۹۱).

نتایج مربوط به میانگین درصد چربی خام سیلاژها نشان داد که آب‌پنیر و ملاس اثری روی چربی خام ندارد. نتایج برخی مطالعات (علیخانی و همکاران ۲۰۰۵؛ ایلماز و گورسی ۲۰۰٤) حاکی از آن است که افزودن ملاس باعث کاهش معنی‌دار چربی می‌شود. این کاهش در محتوی چربی خام را می‌توان به میزان کم چربی در ملاس و اثر رقیق کنندگی آن نسبت داد.

کمترین میانگین درصد فیبر نامحلول در شوینده‌خنثی در سیلاژ فرآوری شده با ملاس بود و بیشترین آن در سیلاژ بدون افزودنی مشاهده شد، به طوری که تفاوت بین این دو تیمار معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بود. مقدار فیبر نامحلول در شوینده اسیدی بین تیمار شاهد و تیمارهای حاوی افزودنی تفاوت معنی‌داری نداشت. آزمایشات زیادی گزارش کردند که استفاده از ملاس باعث کاهش مقدار فیبر نامحلول در شوینده‌خنثی می‌شود (علیخانی و همکاران ۲۰۰۵؛ رضایی و همکاران ۲۰۰۹؛ ابرقویی و همکاران ۲۰۱۱؛ بایتوک و همکاران ۲۰۰۵ و بایوتیستا و همکاران ۲۰۰۹). در آزمایشی که از تلقیح میکروبی، اوره و ملاس در فرآوری آفتابگردان سیلو شده استفاده شد، افزودن ملاس منجر به کاهش فیبر نامحلول در شوینده‌خنثی و اسیدی شد و گزارش کردند این کاهش می‌تواند در اثر عمل میکروارگانیسم‌های سیلو روی کربوهیدرات‌های ساختمانی باشد که فیبر نامحلول در شوینده‌خنثی و فیبر نامحلول در شوینده‌اسیدی را به مقدار بیشتری هضم و کاهش داده است (علیخانی و همکاران ۲۰۰۵). در مطالعه اربابی و قورچی (۲۰۰۸) از ملاس در سه سطح ۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد به عنوان افزودنی سیلاژ ارزن دم روباهی استفاده شد، نتایج نشان داد مقدار فیبر نامحلول در شوینده‌خنثی و فیبر نامحلول در شوینده‌اسیدی در سیلاژهای با ۷/۵ درصد ملاس در مقایسه با دیگر سیلاژها به طور معنی‌داری کمتر بود و گزارش کردند ملاس تخمیر را تحریک می-کند و به عنوان یک ماده مغذی به وسیله میکروارگانیسم‌ها مصرف می‌شود و منجر به افزایش فعالیت آنها می‌شود. ملاس یک تحریک کننده سیلو است

و باعث می‌شود تجزیه دیواره‌سلولی افزایش یابد (بایتوک و همکاران ۲۰۰۵). بینگ و بایتوک (۲۰۰۳) کاهش در میزان الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی در اثر افزودن ملاس را به دلیل محتوی کمتر الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی در خود ترکیب ملاس بیان کردند. دلیل دیگر این کاهش در اثر افزودن ملاس را می‌توان هیدرولیز اسیدی همی‌سلولز در اثر تولید اسیدهای آلی و هیدرولیز باندهای نیتروژن در الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی دانست (جاکولا و همکاران ۲۰۰۶).

میانگین غلظت عناصر معدنی تیمارهای آزمایشی نشان داد، بیشترین درصد کلسیم در سیلاژ فرآوری شده با ملاس بود و کمترین آن در سیلاژ حاوی آب‌پنیر مشاهده شد که تفاوت بین این دو تیمار از لحاظ آماری معنی‌دار (P<۰/۰۵) بود. اما تفاوت معنی‌داری بین سیلاژهای فرآوری شده با افزودنی و سیلاژ کنترل وجود نداشت. بیشترین درصد فسفر در سیلاژ بدون افزودنی مشاهده شد که با سیلاژ همراه با ملاس تفاوت معنی‌داری نداشت اما با سیلاژ حاوی آب‌پنیر این تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۱) بود. کمترین درصد فسفر در سیلاژ حاوی افزودنی آب‌پنیر مشاهده شد. بیشترین میانگین درصد سدیم در سیلاژ سورگوم حاوی ملاس مشاهده شد که نسبت به سیلاژ همراه با آب‌پنیر و سیلاژ بدون افزودنی تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۱) داشت. همچنین بیشترین میانگین درصد پتاسیم در سیلاژ فرآوری شده با ملاس بود که علت آن محتوی بیشتر پتاسیم در ملاس می‌باشد اما تفاوت بین تیمارها از لحاظ این ماده معدنی معنی‌دار نبود. در مطالعه رضایی و همکاران (۲۰۰۹) از ملاس در دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ گرم در کیلوگرم گیاه تاج خروس استفاده شد، نتایج حاصل از تجزیه مواد معدنی نشان داد، کلسیم، سدیم و پتاسیم به طور معنی‌داری با افزایش سطح ملاس افزایش یافت، اما فسفر به طور معنی‌داری کاهش یافت. مقدار بیشتر مواد معدنی در سیلاژهای فرآوری شده با ملاس به علت مقدار زیاد مواد معدنی در ترکیب ملاس می‌باشد.

جدول۱- تاثیر ملاس و آب پنیر بر ترکیب شیمیایی علوفه سورگوم سیلو شده

ترکیب شیمیایی	نوع افزودنی			اشتباه معیار میانگین	سطح معنی‌داری
	شاهد	آب‌پنیر	ملاس		
ماده‌خشک	۲۳/۹۲^{b}	۲۲/۷۳^{b}	۲۷/۳۲^{a}	۰/۶۱	۰/۰۰۴
خاکستر	۱۲/۱۴	۱۲/۶۱	۱۲/۹۵	۰/۹۱	۰/۸۲
پروتئین‌خام	۶/۹۰	۶/۲۴	۶/۸۷	۰/۱۸	۰/۰۴
چربی خام	۱/۷۲	۲/۴۰	۲/۴۷	۰/۳۳	۰/۳۳
الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی	۶۳/۶۲^{a}	۶۱/۲۳^{ab}	۵۶/۵۳^{b}	۱/۵۹	۰/۰۵
الیاف نامحلول درشوینده‌اسیدی	۳۶/۶۵	۳۷/۴۶	۳۵/۸۳	۱/۰۶	۰/۰۴۵
کلسیم	۰/۰۴۷^{ab}	۰/۰۴۴^{b}	۰/۰۵۵^{a}	۰/۰۰۲۸	۰/۰۷۴
فسفر	۰/۰۱۵^{a}	۰/۰۰۸۸^{b}	۰/۰۱۴^{a}	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
سدیم	۰/۰۹۱^{b}	۰/۰۹۴^{b}	۰/۴۱۲^{a}	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰۱
پتاسیم	۰/۷۵^{c}	۱/۰۹^{b}	۲/۱۴^{a}	۰/۳۸	۰/۰۹۶

تأثیر ملاس و آب پنیر بر برخی خصوصیات کیفی سیلاژ سورگوم

داده‌های مربوط به برخی خصوصیات کیفی سیلاژهای آزمایشی در جدول ۲ نشان داده شده است. افزودن ملاس و آب‌پنیر توانست میانگین pH را کاهش دهد، به طوری که کمترین میانگین pH مربوط به سیلاژ همراه با ملاس بود که با سیلاژ همراه با آب‌پنیر تفاوت معنی‌داری نداشت، اما با سیلاژ بدون افزودنی تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۱) داشت. pH سیلاژ ساده‌ترین و سریع‌ترین راه برای ارزیابی سیلاژ می‌باشد (بابایمی ۲۰۰۹). یک سیلاژ با کیفیت خوب باید pH بسیار پایین-تری نسبت به محصول اولیه داشته باشد (منسس و همکاران ۲۰۰۷). pH مناسب برای پایداری سیلاژ حدود ٤ تعیین شده است (ال‌هاگ و همکاران ۱۹۸۲ و سگلار ۲۰۰۳). pH در محدوده ۳/۸ تا۳/۹ در محصول نهایی، خاص تخمیر لاکتیکی است و نشان می‌دهد تخمیر در سیلو به خوبی صورت گرفته است (دیویس و همکاران ۲۰۰۰). کاهش pH سیلاژ پس از افزودن ملاس، می‌تواند به دلیل افزایش ماده‌خشک، محتوی کربوهیدرات محلول در سیلاژ، پرکردن فضاهای خالی بین علوفه‌ها به واسطه خاصیت چسبندگی ملاس و در نتیجه کم شدن اکسیژن موجود و کاهش تنفس هوازی در سیلاژ باشد (یوکوتا و همکاران ۱۹۹۱). ملاس یک منبع انرژی قابل تخمیر برای میکروارگانیزم‌های سیلاژ می‌باشد و با تخمیر قندهای آن به اسیدلاکتیک محیط را اسیدی می-کند (بیلال ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹). در مطالعه ابرقویی و همکاران (۲۰۱۱) افزودن ملاس منجر به کاهش pH شد و علت آن را تولید اسیدلاکتیک و اسیدهای چرب فرار گزارش کردند. بوتیستا و همکاران (۲۰۰۹) از ملاس (۱۰۰گرم در کیلوگرم) و آب‌پنیر (۲۰ گرم در کیلوگرم) به عنوان افزودنی در سیلاژ ذرت استفاده نمودند و گزارش کردند هنگامی که ملاس به عنوان افزودنی استفاده شد، تولید اسیدلاکتیک بالاتر بود که این امر می‌تواند به علت تجزیه کربوهیدرات‌های محلول در ملاس باشد. کربوهیدرات‌های محلول در آب سریعاً به وسیله باکتری‌های اسیدلاکتیک مصرف شده و اسیدلاکتیک تولیدی منجر به کاهش pH شده است. در مطالعه کانسکو و همکاران (۲۰۱۲) از ملاس در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد و آب‌پنیر در سه سطح ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد به عنوان افزودنی سیلاژ برگ‌های علف لیمو استفاده شد و حداکثر کاهش pH با ۲۵ درصد آب‌پنیر و ۱۵ درصد ملاس بدست آمد و علت آن را تولید سریع اسیدلاکتیک گزارش کردند.

افزودن ملاس و آب‌پنیر به طور معنی‌داری (P<۰/۰۱) مقدار نیتروژن آمونیاکی را در سیلاژ سورگوم کاهش داد. نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ منعکس کننده میزان هضم پروتئین است (ویلکینسون ۲۰۰۵). ملاس افزوده شده به سیلو نیتروژن آمونیاکی را کاهش داد، احتمالا مقدار زیاد قند موجود در ملاس منجر به کاهش سریع pHشده که به دنبال آن دآمیناسیون و دکربوکسیلاسیون اسیدهای آمینه مهار شده است (مکدونالد و همکاران ۱۹۹۱). هاشمزاده و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند، ملاس تأثیر فزاینده‌ای در کاهش آمونیاک و استات و افزایش کربوهیدرات های محلول در آب سیلاژ یونجه داشته است و کاهش پروتئولیز در سیلاژ یونجه به علت عرضه کربوهیدرات های محلول در آب و استقرار سریع باکتری‌های اسیدلاکتیک می-باشد. در مطالعه ابرقویی و همکاران (۲۰۱۱) افزودن ملاس (۵۰ گرم در کیلوگرم) به سیلاژ تفاله زیتون منجر به کاهش نیتروژن آمونیاکی شد که نشان دهنده تخمیر خوب در این سیلاژها است. در مطالعه انکاسی و گرونوالد (۲۰۱۲) افزودن آب‌پنیر به سیلاژ برگ انبه منجر به کاهش نیتروژن آمونیاکی شد، همچنین بیان کردند افزودن آب‌پنیر منجر به کاهش پروتئولیز شده زیرا مقدار پروتئین به طور معنی‌داری افزایش یافته و منجر به کاهش نیتروژن آمونیاکی شد. اضافه کردن

ملاس (بولسن و همکاران ۱۹۹٦) و آب‌پنیر (زابل و همکاران ۲۰۰٤) به علوفه در حین سیلو کردن در مقایسه با کنترل باعث کاهش pH و نیتروژن آمونیاکی و افزایش اسیدلاکتیک می‌شود.

بیشترین میانگین کربوهیدرات‌های محلول در سیلاژ حاوی افزودنی ملاس مشاهده شد که با سیلاژ بدون افزودنی و سیلاژ حاوی آب‌پنیر تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) داشت، اما تفاوت معنی‌داری بین سیلاژ بدون افزودنی و سیلاژ حاوی آب‌پنیر وجود نداشت. حدود ٦۵۰ گرم در کیلوگرم ماده‌خشک ملاس را کربوهیدرات-های محلول تشکیل می‌دهد (مکدونالد ۱۹۸۱)، بنابراین مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب با افزودن ملاس افزایش یافته است. این افزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول در سیلاژ فرآوری شده با ملاس با نتایج رضایی و همکاران (۲۰۰۹)، ابرقویی و همکاران (۲۰۱۱) و کاجارویل و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت. خورسانی و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که اضافه کردن کربوهیدرات‌های سهل‌التخمیر به مواد سیلویی از هدرروی مواد جلوگیری می‌کند که علت آن پایداری زود هنگام مواد سیلویی می‌باشد. در مطالعه رضایی و همکاران (۲۰۰۹) افزودن ملاس به سیلاژ گیاه تاج خروس منجر به افزایش کربوهیدرات‌های محلول شد و گزارش کردند این کربوهیدرات‌های محلول در آب باقیمانده به حفظ سیلاژ کمک می‌کند. در آزمایشی استفاده از ملاس و تلقیح میکروبی به عنوان افزودنی سیلاژ ذرت باعث افزایش مقدار کربوهیدرات‌های محلول باقیمانده در سیلاژ فرآوری شده با ملاس و سیلاژ کنترل در مقایسه با سیلاژهای تلقیح شده گردید (هایسدن و همکاران ۲۰۰۹). انکاسی و گرونوالد (۲۰۱۲) از آب‌پنیر به عنوان افزودنی سیلاژ برگ انبه استفاده کردند، بعد از ٤۰ روز سیلوکردن سیلاژهای فرآوری شده با آب‌پنیر مقدار کربوهیدرات‌های باقیمانده کمتری داشتند و علت آن را مصرف بیشتر قند توسط باکتری-های اسیدلاکتیک برای تولید اسیدلاکتیک گزارش کردند.

داده‌های مربوط به شاخص کیفی سیلاژهای آزمایشی در جدول ۲ نشان داده شده است، از نظر آماری بین هر سه تیمار از لحاظ این شاخص تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۱) وجود داشت. بیشترین میانگین این شاخص مربوط به سیلاژ فرآوری شده با ملاس بود و کمترین آن مربوط به سیلاژ بدون افزودنی بود. از نظر کیفی ارزش بین ۸۵ تا۱۰۰ سیلاژ بسیار خوب، ٦۰ تا ۸۰ کیفیت خوب، ۵۵ تا ٦۰ کیفیت متوسط، ۲۵ تا٤۰ قابل قبول و کمتر از ۲۰ غیر قابل استفاده ارزشیابی می‌شود. بالاتر بودن این شاخص در سیلاژهای حاوی ملاس نشان دهنده کیفیت بهتر این سیلاژها است که علت آن مربوط به pH پایین‌تر (جدول۲) و درصد بالاتر ماده‌خشک (جدول۱) در این سیلاژها می‌باشد. در مطالعه ساریسیسک (۲۰۱۰) از ملاس، تلقیح میکروبی، اسید فرمیک و کود مرغ به عنوان افزودنی سیلاژ ذرت استفاده شد و نتایج حاصل از شاخص کیفی سیلاژها نشان داد، سیلاژهای تلقیح میکروبی بالاترین و سیلاژهای فرآوری شده با کود مرغ پایین‌ترین شاخص کیفی را داشتند و دلیل این کاهش را pH و نیتروژن آمونیاکی بالا و غلظت پایین اسیدلاکتیک در سیلاژهای فرآوری شده با کود مرغ گزارش کرد. در آزمایش دیگری از اوره، ملاس و جو ترک خورده به عنوان افزودنی سیلاژ ذرت استفاده شد، نتایج نشان داد افزودن ملاس اثر مثبتی بر روی تخمیر داشته است و منجر به افزایش شاخص کیفی در سیلاژ شده است (ایلماز و گورسی ۲۰۰٤). هنگامی که از ملاس به میزان ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم در تن ساقه و برگ ذرت شیرین تر به عنوان افزودنی استفاده شد، کمترین ارزش شاخص کیفی در تیمار شاهد مشاهده شد و با افزایش میزان ملاس در سیلاژ ارزش آن بالا رفت به طوری که ارزش شاخص کیفی در سیلاژ حاوی ٦ درصد ملاس به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بود (پاسندی و همکاران ۲۰۱۲).

جدول۲- میانگین برخی خصوصیات کیفی سیلاژهای سورگوم فرآوری شده با ملاس و آب پنیر

پارامتر	نوع افزودنی			اشتباه معیار میانگین	سطح معنی‌داری
	شاهد	آب پنیر	ملاس		
pH	٤/١٩[a]	٣/٩٥[b]	٣/٨٩[b]	٠/٠٤	٠/٠٠٤٩
نیتروژن‌آمونیاکی (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	١٥/٤٣[a]	١٢/٠٩[b]	٩/٥٦[c]	٠/٣٣	٠/٠٠٠١
کربوهیدرات‌های محلول (گرم بر کیلوگرم)	١١/٢٦[b]	١٢/٦[b]	٢١/٩٦[a]	٠/٧	٠/٠٠٠١
***شاخص کیفی**	٨٢/٨٤[c]	٩٢/٤٦[b]	١٠٤/٠٢[a]	١/٢٢	٠/٠٠٠١

*Flieg Points=220+(2×DM%-15)-40×pH (**شاخص کیفی**)

تأثیر ملاس و آب پنیر بر تجزیه‌پذیری ماده خشک سیلاژ سورگوم

میانگین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و تجزیه-پذیری مؤثر شکمبه‌ای ماده‌خشک تیمارهای آزمایشی در جدول ۳ نشان داده شده است. بیشترین میانگین بخش سریع‌تجزیه (a) در سیلاژ سورگوم حاوی ملاس مشاهده شد و کمترین آن در سیلاژ سورگوم بدون افزودنی بود، به طوری که تفاوت بین این دو تیمار از لحاظ آماری معنی‌دار (P<٠/٠٥) بود. سیلاژ حاوی ملاس ضریب a بالاتری نسبت به سیلاژ حاوی آب‌پنیر داشت، که دلیل آن را شاید بتوان اسیدلاکتیک و مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب باقیمانده بیشتر (جدول۲) بیان کرد (هدایتی‌پور و همکاران ۲۰۱۲). اسیدلاکتیک باعث اسیدی کردن محیط سیلاژ و آزاد سازی همی‌سلولز و در نتیجه شاید باعث افزایش ضریب a در سیلاژ حاوی ملاس شده است. همچنین علوفه‌هایی که مواد معدنی بیشتری دارند (مانند ملاس) از ماده‌خشک محلول بیشتری برخوردارند (هافمن و همکاران ۱۹۹۳). نتایج حاضر با گزارشات علیخانی و همکاران (۲۰۰۵) و بایتوک و موراز (۲۰۰۳) مطابقت دارد. در مطالعه علیخانی و همکاران (۲۰۰۵) افزودن ملاس باعث افزایش ١٣ درصدی تجزیه‌پذیری ماده‌خشک نسبت به سیلاژهایی شد که فاقد ملاس بود و گزارش کردند بخش زیادی از افزایش تجزیه‌پذیری به دلیل تجزیه‌پذیری کربوهیدرات‌های ملاس است و بیان کردند با افزودن ملاس امکان رشد میکرواورگانسیم-های تجزیه‌کننده دیواره‌سلولی به دلیل در اختیار بودن یک فاکتور رشد افزایش می‌یابد. اما از لحاظ بخش کندتجزیه (b) ماده‌خشک بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. به طور کل افزایش تجزیه در سیلاژهای فرآوری شده با ملاس به دلیل شکستن پیوندهای لیگنوسلولزی بین ترکیبات ساختمانی و مقدار کربوهیدرات‌های محلول در این دسته از سیلاژها می-باشد (روغنی و ضمیری ۲۰۰۷). در مطالعه کاجارویل و همکاران (۲۰۱۱) از آب‌پنیر (در سه سطح ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ گرم در کیلوگرم مواد سیلویی) و ملاس (به میزان ۱۵ گرم در کیلوگرم مواد سیلویی) به عنوان افزودنی سیلاژ علوفه‌های معتدله استفاده شد. نتایج تجزیه‌پذیری نشان داد سیلو کردن منجر به کاهش تجزیه‌پذیری مؤثر ماده‌خشک در سرعت عبور ۳ و ٦ درصد در ساعت شد و به طور کل استفاده از افزودنی تجزیه‌پذیری را افزایش داد و سیلاژهای فرآوری شده با ملاس بالاترین تجزیه‌پذیری مؤثر در سرعت عبور ۳ و ٦ درصد در ساعت را داشتند. همچنین با افزایش سطح آب‌پنیر تجزیه‌پذیری ماده‌خشک افزایش یافت.

جدول۳ - ضرایب تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک سیلاژ سورگوم فرآوری شده با ملاس و آب پنیر

نوع افزودنی	*پارامترها			تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ عبور(درصد در ساعت)		
	a	b	c	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۸
شاهد	۰/۲۲^{b}	۰/۵۲	۰/۰۲^{b}	۰/۵۰^{b}	۰/۳۹^{b}	۰/۳٤^{b}
آب پنیر	۰/۲۳^{b}	۰/٤٥	۰/۰٤^{a}	۰/٥٤^{ab}	۰/٤٤^{a}	۰/۳۹^{b}
ملاس	۰/۲۹^{a}	۰/٤۰	۰/۰۳^{a}	۰/٥٥^{a}	۰/٤٦^{a}	۰/٤۲^{a}
اشتباه معیار میانگین	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۰٤	۰/۰۱۲	۰/۰۱	۰/۰۱
سطح معنی‌داری	۰/۰۱	۰/۱	۰/۰۳	۰/۰٤	۰/۰۱	۰/۰۱

*a= بخش سریع‌تجزیه، b= بخش کندتجزیه، c= ثابت نرخ تجزیه

تأثیر ملاس و آب پنیر بر تجزیه‌پذیری پروتئین خام سیلاژ سورگوم

همان طور که در جدول ٤ نشان داده شده است، بیشترین میانگین بخش سریع‌تجزیه (a) پروتئین‌خام مربوط به سیلاژ حاوی ملاس بود و کمترین میانگین بخش سریع‌تجزیه پروتئین‌خام در سیلاژ بدون افزودنی مشاهده شد، که تفاوت بین این دو تیمار معنی‌دار (P<۰/۰۵) بود. بخش کندتجزیه (b) پروتئین‌خام سیلاژ سورگوم بدون افزودنی به طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) از سیلاژ سورگوم فرآوری شده با آب‌پنیر و سیلاژ سورگوم فرآوری شده با ملاس بیشتر بود. تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی در رابطه با ثابت نرخ تجزیه مشاهده نشد. در همه تیمارهای عمل‌آوری شده با ملاس و آب‌پنیر افزایش معنی‌داری (P<۰/۰۱) در میزان تجزیه‌پذیری مؤثر پروتئین‌خام مشاهد شد، همچنین میزان تجزیه‌پذیری مؤثر به طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) در سیلاژ فرآوری شده با ملاس بیشتر از سیلاژ فرآوری شده با آب‌پنیر بود. بیشتر مطالعات سیلو بر روی تغییراتی که در تجزیه‌پذیری پروتئین‌خام سیلاژ حاصل می‌شود متمرکز شده است (رپیتو و همکاران ۲۰۰۵). افزودن ملاس باعث افزایش بخش سریع‌تجزیه و کاهش بخش کندتجزیه‌ی پروتئین‌خام در سیلاژها شد که احتمالاً به دلیل محلول بودن پروتئین خود ملاس است. در آزمایشی دش و همکاران (۱۹۷۳) از صفر، یک و ده درصد آب‌پنیر به عنوان افزودنی به سیلاژ یونجه خشک استفاده کردند و گزارش کردند که قابلیت هضم پروتئین تحت تأثیر افزودنی آب‌پنیر قرار نگرفت. در آزمایشی قورچی و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر افزودنی‌های مختلف را بر ترکیب شیمیایی سیلاژ ذرت بررسی کردند و گزارش کردند که مقدار بخش کندتجزیه پروتئین‌خام در سیلاژ با افزودنی ملاس بیشترین بود. درصد تجزیه‌پذیری مؤثر پروتئین، نشان دهنده افزایش شدت و وسعت تخمیر شکمبه‌ای آن می‌باشد (آکسو و همکاران ۲۰۰٤).

جدول۴- ضرایب تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثر پروتئین خام سیلاژ سورگوم فرآوری شده با ملاس و آب پنیر

نوع افزودنی	*پارامترها			تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ عبور(درصد در ساعت)		
	a	b	c	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۸
شاهد	۰/۱٥^{b}	۰/٤۸^{a}	۰/۰۱	۰/۳۲^{c}	۰/۲٤^{c}	۰/۲۱^{c}
آب پنیر	۰/۲۱^{ab}	۰/٤۱^{b}	۰/۰۳	۰/٤۷^{b}	۰/۳۷^{b}	۰/۳۳^{b}
ملاس	۰/۲۷^{a}	۰/٤٥^{b}	۰/۰۳	۰/٥٤^{a}	۰/٤٤^{a}	۰/٤۰^{a}
اشتباه معیار میانگین	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
سطح معنی‌داری	۰/۰۰٥	۰/۸٤	۰/۲۹	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰٥	۰/۰۰۰٤

*a= بخش سریع‌تجزیه، b= بخش کندتجزیه، c= ثابت نرخ تجزیه

تأثیر ملاس و آب پنیر بر تجزیه‌پذیری دیواره سلولی سیلاژ سورگوم

همان طور که در جدول ۵ نشان داده شده است، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ بخش سریع‌تجزیه و کندتجزیه دیواره‌سلولی مشاهده نشد. بیشترین میانگین ثابت نرخ تجزیه دیواره‌سلولی در سیلاژ فرآوری شده با آب‌پنیر بود و کمترین آن در سیلاژ سورگوم بدون افزودنی مشاهده شد. در همه سرعت‌های عبوری بیشترین میانگین تجزیه‌پذیری مؤثر دیواره‌سلولی در سیلاژ فرآوری شده با آب‌پنیر مشاهده شد که با سیلاژ بدون افزودنی تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) داشت و با سیلاژ حاوی ملاس تفاوت معنی‌داری نداشت. رپیتو و همکاران (۲۰۱۱) سطوح ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ گرم آب‌پنیر در کیلوگرم علوفه تازه را به عنوان افزودنی سیلاژ یونجه به کار بردند و گزارش کردند که تجزیه‌پذیری مؤثر فیبر نامحلول در شوینده‌خنثی و فیبر نامحلول در شوینده‌اسیدی با سرعت عبور ۳ و ٦ درصد در ساعت در سیلاژ با ۵۰ گرم آب‌پنیر بالاترین بود. همچنین رضایی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند، اضافه کردن قندها منجر به بهبود قابلیت هضم می‌شود و دلیل آن بهبود تجزیه‌پذیری فیبر است.

جدول۵- ضرایب تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثر دیواره سلولی سیلاژ سورگوم فرآوری شده با ملاس و آب پنیر

نوع افزودنی	*پارامترها			تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ عبور(درصد در ساعت)		
	a	b	c	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۸
شاهد	۰/۲۰	۰/٦٤	۰/۰۱^{b}	۰/٤٥^{b}	۰/۳۳^{b}	۰/۲۹^{b}
آب پنیر	۰/۲۳	۰/۵۰	۰/۰٤^{a}	۰/۵۸^{a}	۰/٤۷^{a}	۰/٤۲^{a}
ملاس	۰/۲۰	۰/٤۸	۰/۰۳^{ab}	۰/۵۲^{ab}	۰/٤۱^{ab}	۰/۳٦^{ab}
اشتباه معیار میانگین	۰/۰۱	۰/۰٤	۰/۰۰۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
سطح معنی‌داری	۰/۵۵	۰/۱۳	۰/۰٤	۰/۰۳	۰/۰۲۹	۰/۰٤

*a= بخش سریع‌تجزیه، b= بخش کندتجزیه، c= ثابت نرخ تجزیه

نتیجه‌گیری

با مشاهده نتایج بدست آمده مشخص شد آب‌پنیر تأثیری بر برخی ترکیبات شیمیایی سیلاژ سورگوم از جمله ماده خشک، NDF ، کلسیم و سدیم نداشت، در حالی که ملاس منجر به افزایش ماده‌خشک، کاهش فیبر نامحلول در شوینده‌خنثی و افزایش در غلظت برخی مواد معدنی(سدیم و پتاسیم) شد. همچنین در رابطه با برخی خصوصیات کیفی سورگوم سیلو شده با این دو افزودنی مشاهده شد، ملاس و آب‌پنیر منجر به بهبود کیفیت تخمیر شد که این بهبود در مورد ملاس مشهود-تر بود(کاهش pH و نیتروژن آمونیاکی). داده‌های حاصل از تجزیه‌پذیری سیلاژهای فرآوری شده با آب‌پنیر و ملاس نشان‌دهنده تأثیر بیشتر ملاس بر تجزیه‌پذیری ماده‌خشک و پروتئین بود.

منابع مورد استفاده

Abarghoei M, Rouzbehan Y, Alipour D, 2011. Nutritive value and silage characteristics of whole and partly stoned olive cakes treated whit molasses. Journal Agricalture Science and Technology 13:709-716.

Aksu T, Baytok E and Bolat D, 2004. Effect of bacterial silage inoculant on corn silage fermentation and nutrient digestibility. Small Ruminant Research 55: 249-252.

Alikhani M, Asadi A, Ghorbani Gh and Sadeghi N. 2005. Chemical composition and dry matter degradability of sunflower silage as influenced by addition of urea, molasses and inoculants. J Science and Technology of Agricalture and Nature Resource 9:171-182.

Almodares A, Hadi M R and Ahmadpour H, 2008. Sorghum stem yield and soluble carbohydrate under pHonological stages and salinity levels. African Journal Biology 7: 4051-4055.

AOAC.1990. Official methods of analysis, 15th ed. Official methods of analysis of AOAC international, Arington, Virginina, USA.

Arbabi S, Ghoorhi T, 2008. The effect of different levels of molasses as silage additive on fermentation quality of foxtail millet (Setaria italic) silage. Asian Journal Animal Science 2: 43-50.

Ashbell G, Weinberg, ZG, Hen, Y, Filya, I, 2002. The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages. Journal Indust Microbiology and Biotechnology 28: 261-263.

Babayemi O J, 2009. Silage quality, dry matter intake and digestibility by West African dwarf sheep of Guinea grass (Panicum maximum cv. Ntchisi) harvested at 4 and 12 week regrowths. African Journal Biotechlogy 8:3983-3988.

Balakhial A, Naserian A A, Heravi Moussavi A, Eftekhar shahrodi F, and Valizadeh R, 2008. Changes in chemical composition and in vitro digestibility of urea and molasses treated whole crop canola silage. Journal Animal Veterinary Advance 7: 1042-1044.

Bautista-Trujillo GU, Cobos M, Ventura-Canseco L M C, Ayora-Talavera T, Abud Archila M, Oliva-Llaven M A, 2009. Effect of sugarcane molasses and whey on silage quality of maize. Asian Journal Crop Science 1:34-39.

Baytok E, Aksu T, 2005. The effect of formic acid, molasses on corn silage composition and ruminal fermentation characteristics in sheep. Turkish Veterinary and Animal Science 29: 469-474.

Baytok E Aksu T, Karsli M A, Muruz H, 2005.The effects of formic acid, molasses and inoculant as silage additives on corn silage composition and ruminal fermeentation characteristics in sheep Turkish Veterinary and Animal Science 29:469-474.

Baytok E, and Muruz H, 2003. The effect of formic acid or formic acid plus molasses additives on the fermentation quality and DM and ADF degradability of grass silage. Turkish Veterinary and Animal Science 27: 425-431.

Bilal M Q, 2008. Effect of molasses and corn as silage additives on cell wall fractions of mott grass silage with different fermentation periods. Journal Animal and Plant Science 18: 102-106.

Bilal M Q, 2009. Effect of molasses and corn as silage additives on the characteristics of mott dwarf elephant grass silage at different fermentation periods. Journal Pakistan Veterinary 29: 19-23.

Bingl H T, and Bytok E, 2003. The effect of some silage additives in sorghum silage on the silage quality and ruminal degradability of nutrient. 1. The effect on silage quality. Turkish Veterinary and Animal Science 27: 15-20.

Bolsen K K, Ashbell G and Weinberg Z, 1996. Silage fermentation and silage additives: Review. Asi-Aus Journal Animal Science 9: 483-494.

Cajarvill C, Britos A, Garciarena D, Repetto J L, 2011. Temperate forages ensiled with molasses or fresh cheese whey: Effects on conservation quality, effluent losses and ruminal degradation. Journal Animal Feed Science and Technology 171 :14-19.

Conseco L M V, Nunez J A M, Archila M A, Llaven M A o, Dendooven L, and Miceli, F A G, 2012. Sugercane molasse and whey as additives in the silage of Lemongrass (*Cymbopogon citratus*[DC.] leaves. Journal Agricalture Research 72: 52-60.

Dash S K, Voelker H H, Muller L D, and Schingoethe D J, 1973. Dried Whey as an Additive for Reconstituted Alfalfa Hay Silage. Journal Dairy Science 57:314-317

Davies Z S, Gilbert R J, Merry R J, Kell D B, Theodorou M K, and Griffith G W, 2000. Efficient improvement of silage additives by using genetic algorithms. Applied Envirnment Microbiology 66:1435-1443.

Deriaz R E, 1961. Routine analysis of carbohydrates and lignin in herbage. Journal Science Food and Agricalyure. 12: 152-159.

ElHag MG, Vetter R L, Kenealy M D, and Smith R J, 1982. Evaluation of a model laboratory silo. Journal Dairy Science 62: 250-258.

Filya I, 2003. The effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. Journal Dairy Science 86: 3575-3581.

Hashemzadeh-Cigari F, Khorvash M, Ghorbani G R, Taghizadeh A, 2011. The effects of wilting, molasses and inoculants on the fermentation quality and nutritive value of *Lucerne* silage. Journal Animal Science 41:78-88.

Hedayati poor A, Khorvash M, Ghorbani Gh R, Al-Modarres A. 2012. Comparison of chemical characteristics and degradability of kinds of forage and silage sorghum by corn silage in In vitro and nylon bag. Iran Journal Animal Science Research 4: 224-232.

Hoffman P C, Sivert S J, Shver, R D, Welch D A, and Combs d K, 1993. In situ dry matter, Protein and fibre degradation of perennial forage Journal Dairy Science 76:2632-2643.

Huisden C M, Kim S C, Ososanya T, Adesogan A T, 2009 Effect of applying molasses or inoculants containing homofermentative or heterofermentative bacteria at two rates on the fermentation and aerobic stability of corn silage. Journal Dairy Science 92:690–697.

Jakkola S, Kaunisto V, and Huhtamen P, 2006. Volitate fatty acid proportion and microbial protein synthesis in the rumen of cattle receiving grass silage ensiled with different rates of formic acid. Journal Grass Forage Science 61: 282-393.

Khorsani G R, Okine E K, Kenelly JJ, and Helm J H, 1993. Effect of whole crop cereal grain silage substituted for alfalfa silage on performance of lactating dairy cows. Journal Dairy Science 76:3536-3546.

Kung L, Robinson J R, Ranjit N K, Chen J H and Golt C M, 2000. Microbial populations, fermentation end products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. Journal Dairy Science 83:1479-1486.

Lima R, Lourenco M, Diaz R F, Castro A, Fievez V, 2010. Effect of combined ensiling of sorghum and soybean with or without molasses and lactobacilli on silage quality and invitro rumen fermentation. Journal Animal Feed Science and Technology 155: 122-131

McDonald P, 1981. The biochemistry of silage. John Wiley and Sons Ltd., Toronto, ON. 226 pp.

McDonald P, Henderson A R, and Herson S J E, 1991. The Biochemistry of Silage,2nd edition. Chalcombe Publication, Marlow, UK.

Meneses M, Megías M D, Madrid J, Martínez-Teurel A, Hernández F, and Oliva J, 2007. Evaluation of the pHytosanitary, fermentative and nutritive characteristics of the silage made fromcrude artichoke (*Cynara scolymus L.*) by-product feeding for ruminants. Small Ruminant Research 70:292-296.

Neghabi N, Jalilvand G h, Elahi M Y and Shojaeian K, 2013. Effect of different levels of yeast (Saccaromyses cerveasia) and molasses on the nutritive value of Atriplex lentiformis silage. Journal Ruminant Research 1: 31-50.

Newman Y, Erickson J, Vermerris W and Wrigh D, 2010. Forage sorghum (sorghum bicolor): overview and management. Florida cooperative extension service.

Nkosi B D, and Groenewald, I B, 2012.Effects of Whey and a Bacterial Inoculant on the Fermentation Quality and Aerobic Stability of Ensiled Fallen Mango (Mangifera indica) Leaves. Journal Animal Science 2:134-140.

Oliveria S G, Berchielli T T, Pedreira M S, Primavesi O, Frighetto R, and Lima M A, 2007.Effect of tannin level in sorghum silage and concentrate supplementation on apparent digestibility and methane emission in beef cattle. Journal Animal Feed Science and Technology 135:236-248.

Ørskov E R, and McDonald I, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighted according to rate of passage. Journal Agricalture Science 92: 499-503.

Pasandi M, Kamali R, Kavian A, 2012. The use of molasses to improve the fermentation of sweet corn stover silage. Journal Animal Science 25: 27-32.

Qvrchy T, Ghanbari F, Ebrahimi T, 2013. Effects of different additives on aerobic stability, chemical composition and Corn Silage microbes. Iranian Journal Animal Science Research 4: 335-344.

Repetto J L, Cajarville C, D'Alessandro J, Curbelo A, Soto C, Garín D, 2005. Effect of wilting and ensiling on ruminal degradability of temperate grass and legume mixtures. Journal Animal Research 54:73–80.

Repetto J L, Echarri V, Cajarville C, 2011. Use of freesh cheese whey as an additive for Lucerne silages:Effects on chemical composition, conservation quality and ruminal degradation of cell walls. Journal Animal Feed Science and Technology 170 :160-164.

Rezaei J, Rouzbehan Y, Fazaeli H, 2009. Nutritive value of fresh and ensiled amaranth (Amaranthus hypochondriacus) treated with different levels of molasses. Journal Anim Feed Science and Technology 151: 153–161.

Rowghani E, and Zamiri M J, 2007. Effects of additives on chemical composition, degradability coefficients and ruminal-intestinal disoowarance of dry matter and crude protein of laboratory ensiled olive cake. Iri. Journal Veterinary Research 8: 1-18.

SAS 2002. Version 9.1 SAS/STAT user's guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA.

Seglar B, 2003. Fermentation analysis and silage quality testing. Proceeding of the Minnesota dairy health conference. College of Veterinary Medicine, University of Minnesota.

Siso M I G, 1996. The biotechnological utilization of cheese whey:a review. BioresTech 57:1-11.

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

Wilkinson J M, 2005. Silage. Chapter 19: Analysis and clinical assessment of silage. Chalcombe Publications, UK., pp. 198-208.

Yilmaz A, and Gursoy U, 2004. The effect of various supplements on in situ dry matter degradability characteristics of maize silage. Turkish Journal Veterinary and Animal Science 28: 427-433.

Yokota H, Okajima T and Ohshima M, 1991. Effect of environmental temperature and addition of molasses on the quality of Napier grass (Pennisetum Purpureum Schum) silage. Asi-Aus Journal Anim Science 4: 377-382.

Zhang J G, Tanaka O, Uegaki R, Cali Y and Kobayashi R, 2000. The effect of inoculation and additives on D (-) and L (+) lacticacid production and fermentation quality of guineagrass (Panicummaximum Jacq.) silage. Journal Science Food Agricalture 80: 2186-2189.

Zobell D R, Okine E K, Olson K C, Wiedmeier R D, Goonewardene L A and StonecipHer C, 2004. The feasibility of feeding whey silage and effects on production and digestibility in growing cattle. Journal Animal Veterinary Advances 3: 804-809.

Effect of using molasses and whey on nutritional value and some qualitative characteristics of forage sorghum silage

S Shabkhan[1], M Bashtani[2*] and H Naemipour yonesi[3]

Received: April 15, 2014 Accepted: September 14, 2015

[1]PhD Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
[2]Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
[3]PhD Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi Mashhad University, Mashhad, Iran
Corresponding author: Email: mbashtani@birjand.ac.ir

Abstract

BACKGROUND: The molasses and whey are byproduct. These are very beneficial as silage additive while increased silage nutritional value. **OBJECTIVES:** This study was carried out to determine the effects of adding molasses and whey on the chemical composition, quality characteristics and also degradability of sorghum silage by nylon bag technique. **METHODS**: Sorghum was harvested in flowering stage with an average %25 DM. Experiment was done with three treatments and four replications. Treatments were included: 1. sorghum silage without additives (control), 2 and 3. Sorghum silage with %10 molasses (molasses) and %10 whey (whey) respectively. The forage was ensiled in a plastic bucket and stored for 81 days. **RESULTS:** The results showed that, in silages treated with molasses, dry matter, calcium, phosphorus and sodium significantly ($P<0.05$) increased and the amount of neutral detergent fiber (NDF) decreased ($P<0.05$). The qualitative characteristics of silages showed that whey and molasses significantly reduced ammonia nitrogen and pH ($P<0.05$) and resulted in significant increase in Flige Points ($P<0.05$). Also the water-soluble carbohydrate was higher in molasses silages ($P<0.05$). Quickly degradable fraction of dry matter and crude protein were higher in silages contained molasses ($P<0.05$). Silage treated with additives had higher effective degradability of dry matter, crude protein and cell wall on passage rates all per h compared with silage without additives ($P<0.05$). **CONCLUSIONS**: It is concluding that adding molasses to sorghum silage, increased some Chemical composition include DM, Ca, P and K and decreased NDF compared control and whey treatments. Using of additives improved quality of sorghum silage (decreasing of pH and N-NH3).

Key words: Molasses, Whey, Sorghum silage, Nutritional value