

مقایسه ترکیب شیمیایی و ارزش خوراکی علوفه سورگوم با دو روش مختلف سیلو کردن با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی و آزمون گاز

ولی محمد شعبان^{۱*} و مسلم باشتنی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه دام دانشگاه بیرجند

۲- دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه بیرجند

چکیده

این آزمایش به منظور مقایسه ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی سیلاژ سطل و پلاستیک علوفه سورگوم صورت گرفت. بدین منظور علوفه سورگوم در مرحله رویشی برداشت شد و با استفاده از سطل‌های پلاستیکی و کیسه‌های پلاستیکی سیلو گردید. بعد از سپری شدن ۸۱ روز، درب نمونه‌های سیلاژ باز گردید و از بخش‌های مختلف نمونه‌برداری به عمل آمد. نمونه‌ها پس از خشک شدن جهت آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد. به منظور بررسی خصوصیات تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین و دیواره سلولی از روش کیسه‌های نایلونی و روش تولید گاز استفاده گردید. نتایج نشان داد که مقدار پروتئین خام و نیتروژن آمونیاکی سیلاژ تولید شده در پلاستیک به طور معنی‌داری بیشتر از سیلاژ تولید شده در سطل بود ($P < 0.05$). در مقدار چربی خام، خاکستر، تانن کل و متراکم، دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز و pH دو سیلاژ آزمایشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج حاصل از بررسی روند تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی نشان داد که بخش با تجزیه سریع (a) پروتئین خام و دیواره سلولی سیلاژ تولید شده در سطل به طور معنی‌داری بیشتر از سیلاژ تولید شده در پلاستیک بود ($P < 0.05$). در مقدار سایر پارامترهای تجزیه‌پذیری بین دو سیلوی آزمایشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. همچنین نتایج حاصل از آزمون گاز حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار بین گاز تولیدی طی زمان‌های مختلف انکوباسیون در دو سیلاژ آزمایشی بود. به طور کلی نتایج نشان داد که ارزش غذایی سیلاژ تولید شده با دو روش سیلو کردن تقریباً یکسان بود.

کلمات کلیدی: سیلاژ سورگوم، روش سیلو کردن، ارزش خوراکی

مقدمه

پلاستیک صدمه‌ای وارد شود و هوا وارد محفظه سیلو گردد، ضایعات سیلو بالا خواهد رفت (ناش، ۱۹۸۵). اندازه‌گیری‌های انجام گرفته روی سیلاژ حاصل از سیلوی لوله آزمایشی با سیلاژهای حاصل از کیسه‌های پی، وی، سی مشابهت زیادی داشتند.

سیلاژ می‌تواند از گیاهان متنوع و زیادی ساخته شود. ویژگی‌های یک گیاه مطلوب سیلو کردن شامل برخورداری از سطح مناسب مواد قابل تخمیر به شکل کربوهیدرات‌های محلول در آب (WSC)، ظرفیت بافری پایین و میزان ماده خشک بیش از ۲۰۰ گرم در کیلوگرم می‌باشد. در شرایط مطلوب باید از یک ساختمان فیزیکی برخوردار باشد که، پس از برداشت به راحتی در سیلو فشرده شود. گرامینه‌ها از معمول‌ترین گیاهان برای نگهداری به صورت سیلاژ هستند. بعلاوه استفاده از مخلوط گراس‌ها و لگوم‌ها مثل شبدرها در تهیه سیلاژ، روش متداولی است. ذرت مشهورترین گیاه گروه غلات است که به منظور تهیه سیلاژ مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این حال، در شرایطی که بارش باران محدود و یا شرایط نامطلوب خاک کشت ذرت را با مشکل روبرو می‌کند، سورگوم به عنوان یک گیاه با تولید علوفه بالاتر و مقاوم‌تر در برابر خشکی و حرارت می‌تواند به عنوان یک جایگزین برای ذرت مورد توجه باشد (اندواکان و همکاران، ۱۹۸۹). مصرف علوفه سورگوم سیلو شده در جیره غذایی گاوهای شیرده می‌تواند به میزان ۶۵ درصد براساس ماده خشک باشد و عملکردی همانند ذرت سیلو شده را دارا می‌باشد (گرت و همکاران، ۱۹۹۵). مصرف علوفه تحت تأثیر بسیاری از عوامل از جمله روش حفاظت از علوفه و مرحله بلوغ به هنگام برداشت است. این دو فاکتور قوی‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت علوفه و بهره‌برداری از گونه‌های علوفه تر و علوفه بالغ‌تر می‌باشند (ارتینگتون و برون، ۲۰۰۵). شدت تنفس در سیلو به عواملی چون رطوبت نسبی، دما، گردش هوا، فعالیت میکروارگانیسم‌ها، مدت نگهداری و شیوه‌های نگاه‌داری (سیلو کردن) بستگی دارد (آرنز و همکاران، ۱۹۹۹). هدف از این آزمایش بررسی اثر روش سیلو کردن (سیلوی سطل و پلاستیک) بر ترکیبات شیمیایی و خوراکی غذایی علوفه سورگوم به روش کیسه‌های نایلونی و آزمون گاز بود.

مواد و روش‌ها

علوفه سورگوم در اواسط اردیبهشت ۱۳۹۱ کشت گردید و در مرحله رویشی برداشت شد. توسط دستگاه چاپر، به قطعات کوچک‌تر خرد شد. سپس علوفه‌های تهیه شده با استفاده از

هدف اصلی از حفظ هر محصول زراعی، نگهداری آن در شرایط مطلوب برای استفاده در فصولی است که این محصول وجود ندارد. تهیه علوفه‌ی خشک از قدیم الایام به عنوان روش سنتی نگهداری علوفه مورد استفاده قرار گرفته است، اما ضرورت به تعویق انداختن برداشت علوفه تا مرحله بلوغ به منظور دستیابی به ماده خشک بیشتر، باعث پایین آمدن ارزش آن می‌شود. یکی از روش‌هایی که تا حدودی وابستگی کمتری به شرایط جوی، مرحله برداشت و بلوغ گیاهان دارد و توسط دامداران برای نگهداری گیاهان به کار می‌رود، استفاده از فرآیند تخمیر طبیعی (سیلو کردن) علوفه است (ولی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۲). ایجاد شرایط بی‌هوازی و جلوگیری و یا کاهش فرآیندهای نامناسب تخمیر و تحریک رشد باکتری‌های مولد اسید لاکتیک جهت تولید یون هیدروژن و کاهش pH از عوامل مؤثر در سیلو کردن علوفه می‌باشد. برای جلوگیری از تنفس گیاهی و جلوگیری از تولید حرارت بیش از حد، ایجاد شرایط بی‌هوازی در کوتاه‌ترین زمان ضروری است. با کاهش pH از تجزیه پروتئین‌ها نیز جلوگیری به عمل می‌آید (صوفی سیاوش، ۱۳۷۹). غالب شدن سریع باکتری‌های مولد اسید لاکتیک، باعث می‌شوند کربوهیدرات‌های محلول در آب با بیشترین راندمان مورد استفاده قرار گیرند (ولی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۲). بارت (۱۹۵۴) منابع موجود را درباره روش‌های ابتدایی آزمایشگاهی بررسی کرده و انواع گوناگون سیلوهای آزمایشگاهی چون لوله‌های آزمایش، بطری‌های شیر، ظروف شیشه‌ای و استوانه‌های شیشه‌ای را توصیف کرده است. رایج‌ترین نوع سیلوی آزمایشگاهی نوع لوله آزمایش است. استفاده از پوشش‌های پلاستیکی، ضایعات اکسیداسیونی در سیلو را تا حدود زیادی کاهش می‌دهد (ساوی، ۱۹۷۸). سیلوی کسپه‌ای روش مناسب حفاظت از علوفه برای کشاورزان خردپا می‌باشد. یکی از مشکلات تغذیه گوسفند و بز توسط کشاورز خردپا، دسترسی به علوفه در فصول خشک است. یک راه عملی برای رفع این مشکل، حفاظت از علوفه با کیفیت بالا در طول فصل مرطوب برای استفاده در طول فصل خشک است. مازاد علوفه را می‌توان به عنوان علوفه خشک یا سیلو حفظ کرد. با این حال، به طور کلی علوفه تولیدی توسط سیلو (زمان کمتری برای پژمردگی خوراک مورد نیاز است و اتلاف کمی و کیفی خوراک پایین‌تر است) کیفیت بهتری نسبت به علوفه خشک دارد. استفاده از کیسه‌های پلاستیکی جهت سیلو کردن علوفه تنها در صورتی می‌تواند موفق‌آمیز باشد که سیلو به خوبی عایق‌بندی شده باشد. اگر در حین نگهداری به

اندازه‌گیری مقدار تولید گاز سیلاژ تولید شده در سطل و پلاستیک با استفاده از سرنگ‌های مخصوص محتوی بزاق مصنوعی (مطابق با روش منک و همکاران (۱۹۷۹)) و مایع شکمبه صاف شده به نسبت ۲:۱ (حدود ۳۰ میلی لیتر) و ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک از نمونه مورد آزمایش انجام شد (تئودورو و همکاران، ۱۹۹۴). مایع شکمبه حدود یک ساعت قبل از تغذیه صبح از یک رأس گاو هلشتاین فیستولا گذاری شده که در در سطح نگهداری تغذیه می‌شد جمع‌آوری و صاف گردید. سرنگ‌ها (۳ تکرار) در دمای ۳۹ درجه سانتیگراد حمام بن ماری قرار داده شد. همچنین برای تصحیح خطا ناشی از گاز تولیدی از سرنگ‌های شاهد (حاوی فقط ۳۰ میلی لیتر از مخلوط مایع شکمبه و بزاق مصنوعی) استفاده شد. با ثبت فشار گاز تولید شده در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت و قرار دادن در رابطه‌ی تئودورو و همکاران (۱۹۹۴)، حجم گاز تولید شده در هر زمان به دست آمد. سپس توسط داده‌های مذکور تولید تجمعی گاز بر حسب زمان محاسبه و بر اساس برآزش رابطه بهینه سازی شده‌ی $P=b(1-e^{-ct})$ با استفاده از نرم‌افزار آمار SAS، مقدار تولید گاز (b)، و نرخ تولید گاز در زمان (c)، بدست آمد. همچنین، با به کار بردن رابطه $=bc/(c+k)$ تجزیه‌پذیری مؤثر (ED) ماده خشک در سرعت عبور ۴، ۶ و ۸ درصد در ساعت (k) محاسبه شد.

نتایج بر مبنای آزمون T-test و نرم افزار آمار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی سیلاژهای آزمایشی در جدول ۱ نشان داده شده است. بین ماده خشک دو سیلاژ آزمایشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. درصد بالاتر خاکستر در سیلاژ تولید شده در پلاستیک مشاهده شد ولی تفاوت معنی‌داری با سیلاژ تولید شده در سطل نداشت. مقدار پروتئین خام تحت تأثیر روش سیلو کردن قرار گرفت به طوری که سیلاژ تولید شده در پلاستیک به طور معنی‌داری پروتئین بیشتری نسبت به سیلاژ تولید شده در سطل داشت. درصد دیواره‌سلولی و دیواره‌سلولی بدون همی‌سلولز تفاوت معنی‌داری بین دو سیلاژ آزمایشی نشان نداد. مقدار چربی خام در سیلاژ تولید شده در سطل بیشتر از سیلاژ تولید شده در پلاستیک بود ولی تفاوت معنی

سطل‌های پلاستیکی (با ظرفیت ۴ کیلوگرم) و کیسه‌های پلاستیکی (کیسه‌های رنگی با ظرفیت ۵ کیلوگرم) سیلو گردید. سیلوهای آزمایشی در سالی با دمای حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد در سایه و به دور از نور آفتاب نگهداری شدند. بعد از سپری شدن ۸۱ روز پس از سیلو کردن، درب نمونه‌های سیلاژ باز شد و از بخش‌های مختلف نمونه‌برداری انجام گرفت. نمونه‌ها به مدت ۵ روز در هوای آزاد به دور از نور خورشید خشک شد و به آزمایشگاه منتقل شد و با آسیاب چکشی، آسیاب شدند و با الک ۱ میلیمتری به اندازه یکسان درآمدند. مقدار تانن طبق روش ماکار و سینگ (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شد. ترکیب شیمیایی (ماده خشک، خاکستر، پروتئین خام، چربی خام)، با استفاده از روش AOAC (۱۹۹۰) در آزمایشگاه تعیین شد. اندازه‌گیری دیواره‌سلولی و دیواره‌سلولی بدون همی‌سلولز با روش ون سست و همکاران (۱۹۹۱) انجام شد. برای تعیین pH و نیتروژن‌آمونیاکی از نمونه تازه سیلاژها استفاده شد. pH با pH متر دیجیتالی و نیتروژن‌آمونیاکی با روش فیلا (۲۰۰۳) اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی خصوصیات تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین و دیواره‌سلولی از روش کیسه‌های نایلونی استفاده گردید. بدین جهت تعیین مقدار ۴ گرم نمونه در کیسه‌ها (۳ تکرار) ریخته شد و درب آنها به وسیله نخ محکم بسته شد. کیسه‌ها در ساعت ۸ صبح در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت در شکمبه انکوباسیون گردید. به منظور انکوباسیون در زمان صفر کیسه‌ها فقط با آب خالی شستشو داده شد. بعد از انکوباسیون کیسه‌های حاوی نمونه کاملاً با آب سرد شستشو داده شد (کابلنتر و همکاران، ۱۹۹۷). سپس به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک و پس از توزین و تعیین مقدار ماده خشک ناپدید شده نمونه‌ها، میزان پروتئین و دیواره‌سلولی در باقی مانده نمونه‌ها تعیین گردید. ضرایب تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین و دیواره‌سلولی به روش کیسه‌های نایلونی با استفاده از مدل ارسکوف و مک دونالد (۱۹۷۹) تعیین گردید:

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

در این مدل P میزان تجزیه‌پذیری در زمان t، a بخش با تجزیه سریع، b بخش با پتانسیل تجزیه و c ثابت نرخ تجزیه بود.

به منظور تعیین تجزیه‌پذیری مؤثر شکمبه‌ای (ERD) با در نظر گرفتن سرعت‌های عبور از شکمبه برابر با ۴، ۶ و ۸ درصد از معادله زیر استفاده شد:

$$ERD= a+[bc/(c+k)]$$

داری نداشت. ترکیب شیمیایی و انرژی قابل هضم ارقام مختلف سورگوم که در ایران کشت می‌شوند نشان داد که دامنه تغییرات در این ارقام بسیار زیاد است بطوریکه میزان پروتئین ارقام از ۹ تا ۱۴، چربی خام از ۱/۳۸ تا ۵/۸۴ و تانن از ۰/۰۲ تا ۱ درصد در نوسان است (عبادی و همکاران، ۱۳۷۶). مقدار تانن کل و متراکم در سیلاژ تولید شده در سطل بیشتر از سیلاژ تولید شده در پلاستیک بود اما تفاوت معنی‌دار نبود. مولکول تانن به دلیل وجود تعداد زیاد گروه‌های قطبی، در حلال‌های قطبی مثل آب حل می‌شود. بنابراین ممکن است مقداری از تانن، در طول فرآیند سیلوسازی در آب حل شده و از سیلاژ خارج شود (مک لئود، ۱۹۷۴). مقدار نیتروژن آمونیاکی سیلوی پلاستیک به طور معنی‌داری بیشتر از سیلاژ سطل بود. بالا رفتن نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ پلاستیک بعید است که ناشی از بالا بودن ماده خشک سیلاژ باشد چرا که مقدار ماده خشک در هر دو سیلاژ تفاوت معنی‌داری نداشت بلکه ممکن است که این امر در اثر pH بالاتر و تخریب بیشتر پروتئین سیلاژ تولید شده در پلاستیک باشد. وسعت تجزیه پروتئین‌ها وابسته به نوع گیاه میزان و وسعت

تغییرات pH، محتوی ماده خشک و درجه حرارت متفاوت است (واتسون، ۱۹۳۹). رطوبت نیز می‌تواند باعث شود که انتروباکترها و کلستریدیوم‌ها نیز تا حدودی فعالیت داشته و در نتیجه تولید نیتروژن آمونیاکی افزایش یابد (بال و همکاران، ۱۹۹۷؛ ادزوگن و همکاران، ۲۰۰۵ و لیمین و کونگ، ۲۰۰۸). درصد نیتروژن آمونیاکی علوفه‌ی تازه ی ذرت بیشتر از علوفه‌ی سورگوم است (سگلار و همکاران، ۲۰۰۳). pH در دو سیلوی آزمایشی تفاوت معنی‌داری نشان نداد و کمتر از ۵ بود که نشان دهنده‌ی روش مناسب به کار برده شده در این آزمایش برای تهیه سیلاژ بود. شاید بتوان دلیل pH بالا در سیلوی پلاستیک را به نیتروژن آمونیاکی بالاتر در این سیلاژ ارتباط داد. تفاوت در ماده خشک، نوع و میزان کربوهیدرات‌های محلول می‌تواند در بروز تغییرات pH مؤثر باشد (مک دونالد و همکاران ۱۹۹۷ و تنی و همکاران ۱۹۸۰). دامنه pH برای یک سیلاژ مناسب و با کیفیت ۴/۰۹ تا ۴/۲۰ گزارش شده است (مک دونالد و همکاران، ۱۹۸۱). در یک مطالعه pH سیلاژهای ذرت و سورگوم به ترتیب برابر ۳/۹ و ۴/۹۰ گزارش شد (وارد و همکاران، ۲۰۰۱).

جدول ۱- میانگین ترکیب شیمیایی و برخی خصوصیات کیفی سورگوم سیلو شده با دو روش مختلف سیلو کردن

مواد مغذی	سیلاژ تولید شده در سطل	سیلاژ تولید شده در پلاستیک	خطای معیار میانگین	سطح معنی‌داری
ماده خشک(درصد)	۲۳/۰۲	۲۲/۸۸	۰/۱۴	۰/۹۳
خاکستر (درصد ماده خشک)	۱۴/۹۴	۱۵/۲۳	۰/۵۱	۰/۷۰
چربی خام(درصد ماده خشک)	۲/۳۵	۲/۱	۰/۳۵	۰/۶۲
پروتئین خام(درصد ماده خشک)	۸/۵۴ ^b	۹/۵۶ ^a	۰/۱۴	۰/۰۰
دیواره سلولی(درصد ماده خشک)	۶۳/۲۷	۶۶/۳۴	۱/۲	۰/۱۴
دیواره سلولی بدون همی- سلولز(درصد ماده خشک)	۳۹/۳۵	۳۶/۱۵	۱/۳۶	۰/۱۷
تانن کل(درصد ماده خشک)	۱/۴۸	۱/۳۱	۰/۱۲	۰/۳۵
تانن متراکم(درصد ماده خشک)	۰/۰۳۶	۰/۰۳۷	۰/۰۱	۰/۹۱
نیتروژن آمونیاکی mg/dl	۱۴/۴۳ ^b	۲۲/۳۹ ^a	۰/۵۸	۰/۰۰
pH	۴/۴۷	۴/۸۹	۰/۱۵	۰/۰۹

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک

میانگین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک در سیلاژ آزمایشی در جدول ۳ ارائه شده است. بیشترین میانگین بخش سریع تجزیه و کند تجزیه ماده خشک در سیلاژ سطل بیشتر از سیلاژ پلاستیک بود. البته این تفاوت معنی‌دار نبود. بین میانگین ثابت نرخ تجزیه دو سیلاژ آزمایشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در ارتباط با تجزیه‌پذیری مؤثر برای ساعات نرخ عبور مختلف میزان تجزیه‌پذیری در سیلاژ پلاستیک بیشتر از سیلاژ سطل بود

ولی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. هرچه بخش سریع تجزیه‌ی ماده خشک سیلاژ بیشتر باشد، سرعت تجزیه شدن بیشتر و ماندگاری غذا در شکمبه حیوان کمتر و سرعت عبور خوراک زیاد شده و در نتیجه مصرف خوراک افزایش می‌یابد. در بهترین شرایط، قابلیت هضم سورگوم، ۸۰ تا ۸۵ درصد سیلاژ ذرت می‌باشد (مک کالو و همکاران، ۱۹۸۱).

جدول ۲- فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک سورگوم سیلو شده با دو روش مختلف سیلو کردن

تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ عبور (درصد در ساعت)			*فراسنجه			روش سیلو کردن
۸	۶	۴	c	b	a	
۰/۳۶۳	۰/۳۹۲	۰/۴۳۹	۰/۰۲	۰/۵۸۸	۰/۲۴۷	سیلاژ تولید شده در سطل
۰/۳۹۶	۰/۴۲۹	۰/۴۷۹	۰/۰۴۴	۰/۵۰۴	۰/۲۲۱	سیلاژ تولید شده در پلاستیک
۰/۰۱۸	۰/۰۱۹	۰/۰۱۸	۰/۰۰۷	۰/۰۳۹	۰/۰۱۳	خطای معیار میانگین
۰/۲۸۰	۰/۲۳	۰/۲۰	۰/۰۹	۰/۲۰	۰/۲۴	سطح معنی‌دار

a* بخش با تجزیه سریع b بخش با تجزیه کند c نرخ تجزیه‌پذیری

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری پروتئین خام

میانگین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثر پروتئین خام در سیلاژهای آزمایشی در جدول ۴ ارائه شده است. بیشترین میانگین بخش سریع تجزیه پروتئین در سیلاژ سطل به طور معنی‌داری بیشتر از سیلاژ پلاستیک بود. بین میانگین ثابت نرخ تجزیه دو سیلوی آزمایشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در مورد تجزیه‌پذیری مؤثر برای ساعات نرخ عبور، میزان تجزیه‌پذیری پروتئین خام در سیلاژ سطل بیشتر از سیلاژ پلاستیک بود ولی تفاوت معنی‌دار نبود. افزایش درجه حرارت می‌تواند باعث کاهش قابلیت هضم شکمبه‌ای و روده‌ای مواد به ویژه پروتئین گردد (مک کینون و همکاران، ۱۹۹۵). کلمبینی و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که سیلاژ ذرت دارای بخش a بالاتری نسبت به سیلاژ سورگوم علوفه‌ای است، این محقق یکی از دلایل آن را بالاتر بودن اسید لاکتیک در سیلاژ ذرت عنوان کرد. pH پایین باعث افزایش بخش سریع تجزیه و کاهش بخش کند تجزیه‌ی پروتئین خام سیلاژها می‌شود (وکیلی، ۱۳۸۲؛ چاجی و همکاران، ۱۳۸۵).

شاید بتوان دلیل این پدیده را به اثر ممانعت‌کنندگی اسید بر تداوم تخمیرهای هوازی و مضر دانست. pH پایین از تبدیل پروتئین به ترکیبات نیتروژن غیر پروتئینی جلوگیری می‌نماید، در نتیجه بازدهی استفاده از پروتئین سیلاژ افزایش می‌یابد (لاینز و همکاران، ۱۹۹۶).

جدول ۳- فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری پروتئین خام سورگوم سیلو شده با دو روش مختلف سیلو کردن

تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ عبور (درصد در ساعت)			فراسنجه*			ماده آزمایشی
۸	۶	۴	c	b	a	
۰/۳۱۴	۰/۳۳۲	۰/۳۶۲	۰/۰۱۸	۰/۴۸۱	۰/۲۴۳ ^a	سیلاژ تولید شده در سطل
۰/۲۸۲	۰/۳۰۶	۰/۳۴۶	۰/۰۲۲	۰/۵۵۸	۰/۱۸۱ ^b	سیلاژ تولید شده در پلاستیک
۰/۰۱۷	۰/۰۱۸	۰/۰۱۹	۰/۰۰۸	۰/۱۰۷	۰/۰۱۱	خطای معیار میانگین
۰/۲۶	۰/۳۸	۰/۵۸	۰/۷۹	۰/۶۴	۰/۰۲	سطح معنی‌دار

a* بخش با تجزیه سریع b بخش با تجزیه کند c نرخ تجزیه‌پذیری

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری دیواره سلولی

میانگین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثر دیواره سلولی سیلاژهای آزمایشی در جدول ۵ نشان داده شده است. میانگین بخش سریع تجزیه دیواره سلولی در سیلاژ سطل به طور معنی‌داری بیشتر از سیلاژ پلاستیک بود. تفاوت بین بخش کند تجزیه و میانگین ثابت نرخ تجزیه دیواره سلولی دو سیلاژ آزمایشی معنی‌دار نبود. در مورد تجزیه‌پذیری مؤثر برای ساعات نرخ عبور (۴ و ۶)، میزان تجزیه‌پذیری در سیلاژ پلاستیک بیشتر از سیلاژ سطل بود ولی تفاوت معنی‌دار نبود. در ارتباط با تجزیه‌پذیری مؤثر برای ساعات نرخ عبور ۸ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. ترکان (۱۳۷۸) بیان کرد که به دنبال

رشد گیاه میزان بافت‌های نگهدارنده و استحکامی مانند اسکلرانیشم بیشتر می‌شود، این بافت‌ها نیز عمدتاً از کربوهیدرات‌های ساختمانی مانند سلولز، همی‌سلولز و لیگنین تشکیل شده‌اند، بنابراین با کامل شدن دوره رشد گیاه و افزایش نسبت کربوهیدرات‌های ساختمانی درصد فیبر گیاه بیشتر می‌شود که این افزایش مستقیماً بر هضم‌پذیری گیاهان تأثیر دارد. تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک علوفه‌ها با افزایش سن گیاه و افزایش دیواره سلولی کاهش می‌یابد (مصطفی و همکاران، ۲۰۰۰).

جدول ۴- فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری دیواره سلولی سورگوم سیلو شده با دو روش مختلف سیلو کردن

تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ عبور (درصد در ساعت)			فراسنجه			روش سیلو کردن
۸	۶	۴	c	b	a	
۰/۳۶۶	۰/۳۸۸	۰/۴۲۶	۰/۰۱۴	۰/۵۷۲	۰/۲۸۵ ^a	سیلاژ تولید شده در سطل
۰/۳۶۳	۰/۳۹۳	۰/۴۳۸	۰/۰۴۱	۰/۵۲۱	۰/۲۰۹ ^b	سیلاژ تولید شده در پلاستیک
۰/۰۱۹	۰/۰۲	۰/۰۱۹	۰/۰۱۴	۰/۰۵۴	۰/۰۱۶	خطای معیار میانگین
۰/۹۱	۰/۸۷	۰/۶۸	۰/۲۶	۰/۵۴	۰/۰۲	سطح معنی‌داری

تعیین فراسنجه‌های تولید گاز

اندازه‌گیری میزان تولید گاز (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک) و فراسنجه‌های تولید گاز سیلاژهای آزمایشی در زمان‌های مختلف انکوباسیون در جدول ۵ و ۶ ارائه شده است. با بیشتر شدن زمان انکوباسیون مقدار گاز تولیدی زیاد شد ولی تفاوت معنی‌داری به لحاظ گاز تولیدی بین دو سیلاژ آزمایشی مشاهده نگردید. همچنین بین فراسنجه‌های تولید گاز در دو نوع سیلو تفاوت معنی‌داری دیده نشد. سالهاست که ارتباط نزدیک بین تخمیر شکمبه‌ای و تولید گاز، مشخص شده است (گتاچو و همکاران، ۱۹۹۸). همبستگی زیادی بین تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی همراه با مایع شکمبه و قابلیت هضم ظاهری در شرایط مزرعه‌ای

وجود دارد (منکه و استینگس، ۱۹۷۹). با توجه به اینکه میزان گاز تولیدی تحت تأثیر هیچ عامل دیگری به جز ترکیبات شیمیایی و خصوصیات فیزیکی مواد غذایی قرار نمی‌گیرد، اما تغییر در فعالیت میکروبی مایع شکمبه نیز ممکن است روی نرخ تخمیر اثر بگذارد (منکه و همکاران، ۱۹۷۹). بنابراین عواملی از جمله گونه‌ی گیاه، زمان برداشت، بلوغ گیاه، روش‌های فرآوری و دیگر عواملی که ترکیب شیمیایی ماده‌ی غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهند بر میزان گاز تولیدی اثر دارند. همچنین گونه‌ی دامی دهنده‌ی مایع شکمبه، زمان جمع‌آوری مایع شکمبه و جیره‌ی غذایی دام دهنده‌ی مایع شکمبه نیز می‌تواند در این ارتباط تأثیرگذار باشد.

جدول ۵- میزان تولید گاز سورگوم سیلو شده با دو روش مختلف سیلو کردن (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)

زمان انکوباسیون									
روش سیلو کردن	۲	۴	۶	۸	۱۶	۲۴	۴۸	۷۲	۹۶
سیلاژ تولید شده در سطل	۶	۱۰/۶۶	۱۴/۶۶	۱۵	۳۴	۴۰	۴۷/۳۳	۶۱/۶۶	۶۹/۶۶
سیلاژ تولید شده در پلاستیک	۷/۳۳	۱۱	۱۴/۳۳	۱۶/۶۶	۳۱/۶۶	۴۱/۶۶	۴۹	۶۳	۷۱/۳۳
خطای معیار میانگین	۰/۶۶	۰/۴۷	۰/۳۳	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۸۸	۰/۹۴	۰/۷۸	۰/۸۸
سطح معنی‌دار	۰/۲۳	۰/۶۴	۰/۵۱	۰/۱۸	۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۲۹	۰/۲۵

جدول ۶- فراسنجه‌های تولید گاز سیلاژ سورگوم به دو روش سیلو کردن

فراسنجه*		روش سیلو کردن
c	b	
۰/۰۳۵	۶۷/۵۵	سیلاژ تولید شده در سطل
۰/۰۳۴	۶۹/۵۷	سیلاژ تولید شده در پلاستیک
۰/۰۰۱	۰/۹۲	خطای معیار میانگین
۰/۴۸	۰/۱۹	سطح معنی‌دار

* مقدار تولید گاز (b)، نرخ تولید گاز (c)

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش سیلاژ تولید شده در دو روش سیلو کردن (پلاستیک و سطل) ارزش غذایی تقریباً یکسانی دارد. بنابراین جهت تولید سیلاژ برای انجام کارهای آزمایشی می‌توان از هر کدام از این روش‌ها استفاده کرد.

منابع

- ترکان، ج.، ۱۳۷۸. بررسی اثر مراحل مختلف فنولوژیکی و عوامل محیطی (خاک و اقلیم) بر کیفیت علوفه چند گونه مرتعی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- چاجی، م.، دانش مسگران، م. و نصیری مقدم، ح.، ۱۳۸۵. مطالعه پتانسیل استفاده از اسید سولفوریک یا اسید فرمیک در علوفه ذرت سیلو شده با اوره و تاثیر آن بر خصوصیات تولیدی گاوهای شیرده. مجله علوم و صنایع کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد. جلد ۲۰. شماره ۳: ۱۳۷-۱۴۸.
- صوفی سیاوش، ر.، ۱۳۷۹. تغذیه دام مک دونالد، ادواردز، گرین هال و مورگان انتشارات عمیدی. صفحه: ۶۷۹-۶۵۹.
- عبادی، م. ر.، پوررضا، ج.، خوروش، م.، ناظر عدل، ک. و المدرس، ع.، ۱۳۷۶. ترکیب مواد مغذی و انرژی قابل سوخت و ساز ۳۶ رقم سورگوم دانه‌ای و مقایسه آن با دو رقم ذرت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، (۲)، ۶۷-۷۶.
- وکیلی، ع. ر.، ۱۳۸۲. بررسی اسید کلریدریک در ارزش غذایی سیلاژ یونجه در خوراک گاوهای شیری. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ولی‌زاده، ر.، ناصریان، ع. و اژدری فر، آ.، ۱۳۸۲. بیوشیمی سیلاژ. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- Adesogan, A.T., Huisden, M., Arriola, K.G., Kim, S.C. and Foster, J., 2005. Factors affecting the quality of corn silage grown in hot, humid areas 2: Effect of applying two dual-purpose inoculants or molasses. *Journal of Animal Science*. 83 (Suppl. 1) Abstract 665, p 383.
- Andewakun, L.O., Famuyiwa, A.O., Felix, A. and Omole, T.A., 1989. Growth performance, feed intake and nutrient digestibility by beef calves fed sweet sorghum silage, corn silage and fescue hay. *Journal of Animal Science*. 67:1341-1349.
- AOAC., 2000. Official methods of analysis, 17th ed association of official analytical chemists. Washington, DC.
- Arenz, A., Reimann, M., Schnieder, E. and Harten, U., 1999. Observing sugar beet quality using process and signal analysis methods. Institute For control and automation engineering, technical university of braunschweig, langer kamp 8, D-18273 Gustrow, Germany.
- Arthington, JD, and Brown, W.F., 2005. Estimation of feeding value of four tropical forage species at two stages of maturity. *Journal of Animal Science*. 83:1726-1731.
- Bal, M.A., Coors, J.G. and Shaver, R.D., 1997. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. *Journal of Dairy Science*. 80: 2497-2503.
- Barnett, A.J.G., 1954. "Silage Fermentation", p. 108, 148 and 192. (Butterworths Scientific Publications: London).
- Coblentz, W. K., J. O. Fritz, R. C. Cochran, W. L. Rooney, and K. K. Bolsen. 1997. Protein degradation in response to spontaneous heating in alfalfa hay by in situ and ficin methods. *Journal of Dairy Science*. 89:700-713.
- Colombini. S., Galassi, G., Crovetto, G.M. and Rapetti, L., 2009. Sorghum forage as an alternative to corn silage in dairy cows feeding. *Journal of Dairy Science*. 92: E-Suppl.
- Fily, L., 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 of Dairy Science*. 86:3575-3581.
- Getachew, G., Blummel, M., Makkar, H.P.S. and Becker, K., 1998. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feed: a review. *Journal of Animal feed science and technology*. 72:261-281.
- Grant, R.G., SG. Haddad, K.J. Moor and JF.Pedersen. 1995. Brown midrib sorghum silage for mid lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 78(9): 1970-1980.
- Limen Kung, Jr., 2008. Harvest, reservation and Feeding High Corn Silage Rations. Publication No. 204 of the Utah Agricultural Experiment Station.
- Lines, L.W., Koch, M.E. and Weiss, W.P., 1996. Effect of ammoniation on the chemical composition of alfalfa hay baled with varying concentrations of moisture. *Journal of Dairy Science* 19: 2000-2004.
- Makar, H.M.S., 2000. Measurement of total phenolics and tannins using folin-ciocalteu method. In: Makar, H.M.S (Ed),

- Quantification of tannins in the foliage. Joint FAO/IAEA division of nuclear techniques in food and agriculture, IAEA, Vienna, Austria. pp:4-6.
- Mccullough, M.E., Worley, E.E. and Sisk, L.R., 1981. University Of Georgian College Of Agriculture Experiment Stations Research Report, 366, 1-17.
- McDonald, P., 1981. The Biochemistry of silage. John Wiley and Sons, Chichester, UK.
- McKinnon, J. J., J. A. Olubobokun, A. F. Mustafa, R. D. H. Cohen and D. A. Christensen. 1995. Influence of dry heat treatment of canola meal on site and extent of nutrient disappearance in ruminants. *Journal of Animal feed science and technology*. 56:243-252.
- McLeod, M.N., 1974. Plant tannins. Their role in forage quality. *Nutr. Abstr. Rev.*, 44: 803–815.
- Menk, K.H. and Steingass, H., 1979. Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Institute for animal nutrition, university of Hohenheim.
- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., and Schneider, W., 1979. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *J. Agric. Sci. Camb.* 93: 217.
- Mustafa, A.F., Christensen, D.A. and Mckinnon, J.J., 2000. Effects of pea, barely and alfalfa silage on ruminal nutrient degradability and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 83: 2859-2865.
- Nash, J., 1985. Crop conservation and storage in cool, temperate climates. (Pergamon Press, Oxford).
- Orskov, E. R., and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agriculture Science*. 92:499-503.
- Savoie, P., 1987. Physical alterations of polyethylene film used to cover silage. *Applied Engineering in Agriculture*.3:145-147.
- Seglar, B., 2003. Fermentation analysis and silage quality testing, *Global agronomy and nutritional science*. Available at: www.cvm.umu.edu/dairy/prod/22260.pdf.
- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B. and France, J., 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Journal of Animal feed science and technology*. 48: 185-197.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A., 1991. Method for dietary fiber, eutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74:3583-3597.
- Ward, J.D., Redfearn, D.D., McCormick, M.E. and Cuomo, G.J., 2001. Chemical composition, ensiling characteristic, and apparent digestibility of summer annual forages in subtropical double cropping system with annual ryegrass. *Journal of Dairy Science*. 84: 177-182.
- Watson, S.J., 1939. *The Science and Practice of Conservation: Grass and Forage Crops*. Vol. 1. The Clunbury Press, Berkhamsted, Herts.