نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد نهم، شماره سوم، ۱۴۰۰
http://ejrr.gau.ac.ir
۱-۲۴
DOI: 10.22069/ejrr.2021.18041.1748

تاثیر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم سیلاژ کنگر

مسعود ایوبی‌فر[۱]، *آشور محمد قره‌باش[۲]، جواد بیات‌کوهسار[۲] و فریبا فریور[۲]

[۱]دانش آموخته کارشناسی‌ارشد و [۲]استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس

تاریخ دریافت: ۹۹/۳/۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: مصرف گیاهان و علوفه‌های مرتعی و فرآورده‌های فرعی کشاورزی با کیفیت پایین در نشخوارکنندگان، به‌دلیل گوارش‌پذیری پایین و کمبود مواد مغذی نمی‌تواند عملکرد حیوان را حفظ کند. از این‌رو، به نظر یافتن منابع جدید خوراکی که ممکن است پتانسیل استفاده به‌عنوان خوراک دام را داشته باشند، ضروری است. بنابراین، یک راه جهت کاستن از این کمبودها استفاده از علوفه‌هایی مانند کنگر است. کنگر از مهمترین گیاهان مرتعی بوده که می‌تواند در تغذیه‌دام استفاده شود. کنگر گیاهی شناخته شده با ارزش تغذیه‌ای و محتوی آب بالایی بوده و در مقایسه با منابع متداول علوفه‌ای می‌تواند به‌عنوان منبع علوفه‌ای با کیفیت متوسط در تغذیه‌دام مورد استفاده قرار گیرد. به آب هوای سرد و خشک مقاوم بوده و در برابر تغییرات دمایی بسیار سازگار است. این گیاه با توجه به این خصوصیات در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک پراکنش داشته و می‌تواند در تغذیه نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار بگیرد. لذا، هدف از انجام این مطالعه، بررسی تاثیر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر ترکیب شیمیایی، خصوصیات تخمیری و فراسنجه‌های تولید گاز و گوارش‌پذیری سیلاژ کنگر در شرایط برون‌تنی بود.

مواد و روش‌ها: علوفه کنگر در مرحله گلدهی برداشت و توسط چاپر به قطعات حدود ۴-۳ سانتی‌متری خرد شد. گیاه کنگر جمع‌آوری شده در سه تکرار در کیسه‌های پلاستیکی به‌صورت دستی فشرده و سیلو شدند. سیلوهای پر شده در دمای اتاق نگهداری و برای مدت ۳، ۷، ۲۱ و ۴۵ روز سیلو شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) سیلاژ کنگر (شاهد، بدون افزودنی)، ۲) سیلاژ کنگر + افزودنی ملاس (۵ درصد ماده خشک)، ۳) سیلاژ کنگر + افزودنی اسید آلی (۱ درصد ماده خشک)، ۴) سیلاژ کنگر + افزودنی آرد جو (۱۰ درصد ماده خشک) و ۵) سیلاژ کنگر + افزودنی قصیل جو (۲۰ درصد ماده خشک) بودند. بعد از سپری شدن زمان معین سیلو کردن، سیلوها باز و نمونه‌ها با هم مخلوط و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آون به‌مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. ترکیب شیمیایی نمونه‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد تعیین شد. به‌منظور برآورد فراسنجه‌های تولید گاز، از آزمون تولید گاز استفاده شد. قابلیت هضم برون‌تنی نمونه‌ها با استفاده از روش کشت بسته تعیین شد. داده‌ها توسط نرم افزار SAS تجزیه شدند. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که افزودنی‌های مختلف تاثیر معنی‌داری بر ترکیب شیمیایی سیلاژ کنگر داشت ($P<0/05$). از این نظر سیلاژ کنگر + آرد جو دارای ماده خشک و ماده‌آلی بالاتر بود. بین تیمارهای آزمایشی از نظر فراسنجه‌های تخمیری pH و نیتروژن

*نویسنده مسئول: ghareh44@yahoo.com

آمونیاکی نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). تیمار دارای افزودنی ملاس در مقایسه با سایر تیمار از دارای سرعت بالاتری در کاهش pH (۲/۶۳ واحد) برخوردار بود. از نظر پایداری هوازی سیلاژهای حاوی افزودنی اسیدآلی بالاترین (۴۲ ساعت) و سیلاژهای دارای افزودنی قصیل جو پایین‌ترین (۳۱/۵ ساعت) پایداری هوازی را داشتند. در بین تیمارها از نظر پارامترهای تولید گاز اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵) و تیمار دارای افزودنی آرد جو در روز ۳ پس از سیلو، بالاترین مقدار پتانسیل تولید گاز، قابلیت هضم ماده‌آلی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر را داشت. قابلیت هضم ماده‌خشک و ماده‌آلی در میان تیمارهای مختلف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). سیلاژ شاهد روز ۷ پس از سیلو دارای بالاترین میزان عامل تفکیک و بازده تولید توده میکروبی بود.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی، نتایج نشان داد که استفاده از ملاس و قصیل جو می‌تواند فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم و استفاده از اسیداستیک پایداری هوازی سیلاژ کنگر را بهبود بخشند.

واژه‌های کلیدی: ترکیب شیمیایی، سیلاژ کنگر، فراسنجه‌های تولید گاز، قابلیت هضم برون‌تنی، قصیل جو

مقدمه

تولیدات دامی در کشور ایران به دلیل تخریب مراتع، به کار نگرفتن روش‌های علمی بهینه، استفاده نامناسب از منابع خوراکی موجود و دیگر عوامل در سطح پایین قرار دارد. با توجه به نقش مهم تغذیه در دامپروری، شناسایی منابع غذایی جدید، از مدت‌ها پیش مورد توجه بوده است. استفاده بهینه از گیاهان مرتعی برای تولید منابع غذایی حیوانی که بخش مهمی از پروتئین مورد نیاز انسان را فراهم می‌آورد، مورد توجه متخصصین علوم مرتع‌داری و دامپروری می‌باشد. از اساسی‌ترین کارهای لازم در زمینه پرورش دام کاهش هزینه‌های غذایی می‌باشد که منوط به شناخت مواد ناشناخته در گیاهان مرتعی است که می‌تواند در مقایسه با گیاهان زراعی، هزینه کمتر و باعث بهبود بازده اقتصادی گردد، در تهیه جیره‌های غذایی مطلوب برای دام‌ها مورد استفاده قرار گیرد (۱۹). در سال‌های اخیر اهمیت گیاهان بوته‌ای در مناطق مختلف کشور به علت خشک‌سالی و کمبود علوفه به طور پیوسته و یکنواخت افزایش یافته است که این علوفه‌های مناطق بیابانی منابع خوراکی خوب، ارزان، فراوان و با قابلیت دسترسی طولانی‌تری در طی سال هستند (۶۰).

یکی از مهم‌ترین گیاهان مرتعی که می‌توان از آن در تغذیه دام استفاده کرد، گیاه کنگر است. کنگر با نام انگلیسی *Tumbleweed* متعلق به خانواده *Asteraceae* (*Compositae*) و از جنس *Gundelia* و گونه مورد نظر *Tournefortii* است. کنگر به عنوان گیاهی که ارزش غذایی و محتوای آب بالایی دارد شناخته می‌شود و بنابراین احتمالا قدرت انتخاب بالایی برای مصرف توسط حیوانات بوته خوار بومی دارا هستند (۳۴). این گیاه یکی از مواد خوراکی دامی با ارزش برای پرواربندی در شرایط روستایی و عشایری بوده که از قدیم توسط مردمان بومی برای تغذیه دام و نیز مصارف دارویی استفاده می‌شده است. با توجه به افزایش قیمت خوراک دام، کنگر می‌تواند تا حدی جایگزین خوبی برای بخشی از علوفه جیره باشد. این گیاه خودرو بوده و در اغلب مناطق کشور به مقدار فراوان رشد می‌کند. از نظر آب و هوایی بسیار مقاوم به سرما و خشکی هوا بوده و تغییرات زیاد دما را تحمل می‌کند. از این رو، با توجه به تنوعی که دارند قادر به انتشار در مناطق اکولوژیکی وسیعی است و می‌توانند در مناطق و نواحی خشک و نیمه خشک، اغلب به عنوان بخشی از علوفه و حتی منبع نسبتا خوبی از نظر پروتئین برای نشخوارکنندگان

باشند. زمان رویش گیاه کنگر اواسط فروردین و زمان جمع‌آوری آن تا آخر خرداد ماه است (۳۷).

مقایسه ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی کنگر با منابع متداول علوفه‌ای که مورد استفاده قرار می‌گیرد (٤٢) نشان می‌دهد که کنگر می‌تواند به عنوان منبع علوفه‌ای با کیفیت متوسط در تغذیه دام مورد استفاده قرار گیرد (٦٢). این گیاه علوفه مغذی برای دام، به خصوص در زمان‌های کم آبی است (٤٨). دامداران، کنگر را در اواخر فصل رویش جمع‌آوری کرده، پس از خشک کردن به انبار منتقل کرده و در زمستان به دام تغذیه می‌رسانند. این گیاه در فصل بهار در ابتدای رویش نیز مورد چرا قرار می‌گیرد، اما به دلیل خارهای تیزی که دارد در مرحله رشد قبل از گلدهی، بیشتر مورد استفاده دام قرار می‌گیرد، ولی بیشتر دام‌ها نمی‌توانند از گیاه کنگر به دلیل داشتن خارهای تیز به راحتی تغذیه کنند. از آنجا که کنگر گیاهی فصلی است، می‌توان آن را برای تغذیه دام در زمستان برداشت و انبار کرد.

تهیه علوفه خشک از زمان‌های گذشته به‌عنوان روش سنتی نگهداری مواد علوفه‌ای 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 قابلیت هضم آن می‌شود. همچنین شرایط نامطلوب جوی ممکن است باعث از دست رفتن مواد مغذی و در مجموع کاهش ارزش غذایی علوفه خشک شود. یکی از روش‌هایی که تا حدودی وابستگی کمتری به شرایط جوی دارد و توسط دامداران برای نگهداری گیاهان به کار می‌رود، استفاده از فرآیند تخمیر طبیعی (سیلو کردن) علوفه است (۳۳).

سیلو کردن یکی از روش‌های آسان و ارزان نگهداری علوفه برای استفاده در فصول پاییز و زمستان برای تغذیه دام، است. بکارگیری روش‌های نامناسب تهیه سیلاژ و عدم شناخت اصول پایه‌ای آن، ممکن است اتلاف مواد مغذی سیلاژ را به بیش از ٤٠ درصد برساند. در اثر تخمیر نامناسب، بخش‌های با ارزش علوفه سیلویی به گاز و حرارت تبدیل شده و غیر قابل مصرف می‌شوند. از این رو آگاهی از اصول تهیه سیلاژ، عوامل مؤثر بر کیفیت و حفظ ارزش غذایی آن ضروری است (٦١). با توجه به اینکه در تغذیه حیوانات نشخوار کننده بزرگترین مشکل پایین بودن گوارش‌پذیری علوفه‌هایی است که که حاوی فیبر بالا هستند، لذا، سیلو کردن اینگونه علوفه‌ها به همراه مواد افزودنی احتمالا بتواند باعث افزایش گوارش‌پذیری آنها شود. در مطالعه ولی‌زاده و همکاران (٦١) با توجه به میزان پروتئین خام کنگر وحشی (٨/١٤ تا ١٢ درصد) آن را منبع مناسبی برای تامین پروتئین جیره دام دانستند. با توجه مقدار تولید و برداشت و عدم مناسب بودن وضعیت آب و هوایی استان گلستان برای خشک کردن، به نظر می‌رسد سیلو کردن گزینه مناسب‌تری برای نگهداری علوفه کنگر می‌باشد. لذا با توجه به خصوصیات علوفه کنگر، فرض شد که بتوان با افزودنی های همانند ملاس، اسید آلی و نیز مواد قابل دسترس برای دامدار در شرایط عملی بتوان خصوصیات تخمیری سیلاژ کنگر را بهبود داد. بنابراین، هدف از انجام این مطالعه، بررسی تاثیر استفاده از افزودنی‌های مختلف برترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تخمیری، قابلیت هضم و مؤلفه‌های تولید گاز سیلاژ گیاه کنگر در شرایط آزمایشگاهی بود.

مواد و روش‌ها

تهیه سیلو و تعیین ترکیبات شیمیایی و خصوصیات تخمیری: این پژوهش در آزمایشگاه تغذیه دام دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس انجام شد. گیاه کنگر از مراتع واقع در شهرستان کلاله در مرحله

گلدهی جمع‌آوری و توسط چاپر به قطعات حدود ٤-۳ سانتی‌متری خرد شد. گیاه جمع‌آوری شده در سه تکرار در کیسه‌های پلاستیکی ۲ لایه به صورت دستی فشرده و سیلو شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) سیلاژ کنگر (شاهد، بدون افزودنی، ۲) سیلاژ کنگر + افزودنی ملاس (۵ درصد ماده خشک)، ۳) سیلاژ کنگر + افزودنی اسید استیک (۱ درصد ماده خشک)، ٤) سیلاژ کنگر + افزودنی آرد جو (۱۰ درصد ماده خشک) و ۵) سیلاژ کنگر + افزودنی قصیل جو (۲۰ درصد ماده خشک) بودند. افزودنی‌ها در آب دیونیزه حل و با اسپری دستی به روی علوفه اسپری شدند. مقادیر مساوی از آب دیونیزه نیز برای تیمار شاهد به کار برده شد. سیلوهای پر شده با در پلاستیکی کاملا بسته و در دمای اتاق نگهداری و برای مدت ۳، ۷، ۲۱ و ٤۵ روز نگهداری شدند. بعد از سپری شدن ۳، ۷، ۲۱ و ٤۵ روز پس از تهیه سیلو، در سیلوها باز و نمونه‌ها با هم مخلوط شدند. سپس از سطوح بالایی، میانی و پایینی هر ماده سیلوشده نمونه برداری شد. به منظور اندازه‌گیری pH نمونه‌های سیلو شده،۵۰ گرم از هر نمونه با ٤۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر توسط یک مخلوط کن هموژنیزه شد. پس از صاف نمودن عصاره حاصل، pH آن بلافاصله با استفاده از دستگاه pHمتر الکترونیکی (مدل ٦۹۱، شرکت Metrohm) ثبت شد. میزان نیتروژن آمونیاکی نمونه‌ها با استفاده از روش فنل-هیپوکلریت تعیین گردید (۱۲). بدین منظور از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ٦۳۰ نانومتر جهت قرائت جذب نوری استفاده شد.

مقدار ۱۰۰ گرم از هر نمونه برای تعیین درصد ماده خشک در آون (دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد) به مدت ٤۸ ساعت قرار داده شد. به منظور تهیه مخلوطی یکنواخت، نمونه‌های علوفه سیلو شده پس از خشک کردن با استفاده از آسیاب با توری یک میلی‌متر آسیاب شدند. ترکیبات شیمیایی شامل مقدار ماده خشک، پروتئین خام، ماده آلی و خاکستر طبق روش‌های استاندارد (۵)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی بر اساس روش ون‌سوست و همکاران (٦۵) بدون استفاده از آمیلاز مقاوم به حرارت تعیین شد.

اندازه‌گیری پایداری هوازی: برای اندازه‌گیری پایداری هوازی مقدار سه کیلوگرم از سیلاژ روز ٤۵ برداشته و در داخل ظرف قرار داده شد. سپس روی هر ظرف با دو لایه پارچه پوشانده شد (کاهش تبادل دما با محیط و جلوگیری از آلودگی). دمای سیلوها هر دو ساعت یک‌بار، تا زمانی که دمای آن دو درجه سانتی‌گراد از دمای محیط بالاتر شود، اندازه‌گیری و ثبت شد(۸).

تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی: برای انجام آزمایش تولید گاز مایع شکمبه از سه رأس گوسفند نر فیستول‌دار نژاد دالاق (۲/۵± ٤۵ کیلوگرم) از بخش-های مختلف شکمبه و قبل از وعده تغذیه صبح‌گاهی جمع‌آوری شد. ذرات درشت مایع شکمبه با عبور دادن از چهار لایه پارچه متقال جدا شده و در یک بن‌ماری با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. حیوانات در سطح نگهداری با جیره حاوی ۷۰ درصد علوفه (یونجه و علوفه سیلو شده ذرت به نسبت مساوی) و ۳۰ درصد کنسانتره (جو، کنجاله تخم پنبه، سبوس و مکمل) تغذیه شدند. بزاق مصنوعی مطابق روش منک و همکاران (۳٦) تهیه و با شیرابه شکمبه با نسبت ۲:۱ مخلوط شد. سی میلی‌لیتر از این محلول به داخل ویال‌های شیشه‌ای حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه (چهار تکرار در سه ران) ریخته شد. تولید گاز در زمان‌های ۲، ٤، ٦، ۸، ۱۲، ۲٤، ۳٦، ٤۸، ۷۲ و ۹٦ ساعت انکوباسیون توسط دستگاه مبدل فشارسنج ثبت شد. حجم خالص گاز با کاستن میانگین گاز تولیدی ویال‌های بلانک از ویال‌های دارای نمونه حاصل شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با کمک معادله اورسکوف- مکدونالد (۳۳) $P=b\ (1-e^{-ct})$

که در آن:

P: حجم تولید گاز از ماده خوراکی در زمان t

c: ثابت نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر در ساعت)

b: تولید گاز از بخش قابل تخمیر (میلی لیتر)

t: مدت زمان قرار گرفتن نمونه در حمام آب گرم می‌باشد.

اسیدهای چرب کوتاه زنجیر با استفاده از معادله ماکار (۳۰)، قابلیت هضم ماده آلی طبق روش منک و همکاران (۳٦) و انرژی قابل متابولیسم طبق روش منک و استینگاس (۳۵) تخمین زده شد.

$OMD= ١٤/٨٨+ ٠/٨٩٩\ GP + ٠/٤٥\ CP^1 + ٠/٠٦٥$ درصد A

$ME, (MJ/kg\ DM) = ٢/٢٠+٠/١٣٦\ GP +٠/٠٥٧٤\ CP^2$

$SCFA, (mmoL) = -٠/٠٠٤٢٥ + ٠/٠٢٢٢\ GP$

که:

GP: تولید خالص گاز در ٢٤ ساعت (میلی‌لیتر به ازاء ٢٠٠ میلی‌گرم ماده خشک)، CP^1: پروتئین خام (برحسب درصد)، A: مقدار خاکستر و CP^2: پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک) می‌باشد.

داده‌های جمع‌آوری شده در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (٥٤) نسخه ٩/١ تجزیه و تحلیل شدند.

اندازه‌گیری قابلیت هضم در شرایط برون‌تنی:

اندازه‌گیری قابلیت هضم تیمارهای مختلف براساس روش کشت بسته انجام شد (٥٩). روش تهیه بزاق مصنوعی و جمع‌آوری مایع شکمبه مطابق آنچه در آزمون تولید گاز شرح داده شد، صورت گرفت. pH مخلوط بافر و مایع شکمبه توسط دستگاه pH متر الکترونیکی (مدل ٦٩١، شرکت Metrohm) کنترل و بر روی ٦/٨ تنظیم شد. ٥٠٠ میلی‌گرم ماده خشک نمونه‌های آسیاب شده به همراه ٥٠ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی و مایع شکمبه صاف شده به نسبت یک به دو در بطری‌های شیشه‌ای ریخته و پس از درپوش‌گذاری، در بن ماری با دمای ٣٩ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. بعد از گذشت ٢٤ ساعت تمامی شیشه‌ها از بن‌ماری خارج و نمونه‌های موجود در هر ویال، با استفاده از پارچه مخصوص صاف شده و محتویات هضم نشده از فاز مایع جدا شد. سپس pH فاز مایع نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. محتویات هضم نشده هر ویال جمع آوری شده و درون کروزه‌های با وزن مشخص انتقال یافت. کروزه‌ها به‌مدت ٤٨ ساعت در آون با درجه حرارت ٦٠ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. سپس قابلیت هضم ظاهری محاسبه شد. کروزه‌های حاوی محتویات هضم نشده به مدت سه ساعت در کوره با دمای ٥٥٠ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. این کار به منظور تعیین مقدار خاکستر خام مواد هضم نشده موجود در کروزه‌ها و تعیین قابلیت هضم ماده آلی صورت گرفت. بازده تولید گاز (GP_{24}) به صورت حجم گاز تولید شده پس از ٢٤ ساعت انکوباسیون تقسیم بر مقدار ماده تجزیه شده واقعی (گرم) محاسبه شد (١٨). جهت محاسبه توده میکروبی تولید شده از معادله پیشنهاد شده بلومل و بیکر (١٠) استفاده گردید:

$MCP = GP \times (PF - ٢/٢)$ تولید توده میکروبی (میلی‌گرم)

GP: میلی‌لیتر گاز تولید شده در زمان ٢٤ ساعت.

PF: عامل تفکیک که به صورت میلی‌گرم ماده هضم شده واقعی، بخش بر میلی‌لیتر گاز تولیدی در ساعت ٢٤ انکوباسیون محاسبه شد (١٠).

آنالیز داده‌های حاصل با رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (٥٤) نسخه (٩/١) در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد.

نتایج و بحث

تأثیر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر ترکیب شیمیایی سیلاژ کنگر: نتایج حاصل از تاثیر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر ترکیب شیمیایی سیلاژ کنگر در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بین تیمارهای مختلف، از نظر ماده خشک، خاکستر، پروتئین خام، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). نتایج نشان داد که استفاده از افزودنی‌های مختلف تاثیر معنی‌داری بر ترکیب شیمیایی سیلاژ کنگر داشتند (P<۰/۰۵). از این نظر تیمار دارای افزودنی آرد جو بالاترین مقدار ماده خشک و ماده آلی و پایین‌ترین مقدار خاکستر خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را در تمام زمان‌های پس از سیلو کردن داشت. در مقایسه با تیمار شاهد (سیلاژ کنگر بدون افزودنی) استفاده از افزودنی‌های مختلف باعث افزایش مقدار ماده خشک در تمام زمان‌های پس از سیلو داشت. در مقایسه با علوفه تازه کنگر، مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در سیلاژهای کنگر تا روز ۷ پس از سیلو کردن روند کاهشی داشت، اما در روزهای ۲۱ و ٤٥ پس از سیلو کردن مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در تیمار شاهد و تیمار دارای اسید آلی روند افزایشی داشت. در سیلاژهای دارای افزودنی آرد جو و ملاس غلظت الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در مقایسه با علوفه تازه کنگر و دیگر سیلاژها به طور معنی‌داری پایین‌تر بود.

بین تیمارهای آزمایشی از نظر pH و نیتروژن آمونیاکی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). با این حال از نظر pH، سیلاژ دارای افزودنی ملاس پایین‌ترین مقدار pH را در بین تیمارها داشت. با این حال، با پیشرفت زمان پس از سیلو کردن، pH روند کاهشی داشت و این روند در سیلاژ دارای افزودنی آرد جو از شیب تندتری برخوردار بود. به هر حال، pH نهایی سیلاژها در روز ٤٥ پس از سیلو کردن در تیمار شاهد و تیمار دارای افزودنی قصیل جو هنوز بالاتر از حد مطلوب برای داشتن سیلاژ خوب، بود.

پیشنهاد شده است برای تولید سیلاژ با کیفیت، ماده خشک توده سیلویی بایستی بین ۲۵ تا ۳۵ درصد باشد، چرا که رطوبت بالاتر منجربه تولید پس‌آب، هدر روی مواد مغذی و تخمیر اسید بوتیریکی در سیلاژ می‌شود (۱۱، ١٤ و ۳۳). در این مطالعه، افزودنی های ملاس، آرد جو و قصیل جو به طور معنی‌داری مقدار ماده خشک سیلاژ کنگر را افزایش داد. بیشترین افزایش در تیمار حاوی آر جو به دست آمد که همسو با نتایج قبلی می‌باشد (۲۷، ٤٦ و ٦٦). به نظر می‌رسد که آفزودن آرد جو علوه بر تامین منابع قندی جهت تحریک فرآیند تخمیر، به عنوان جاذب رطوبت نیز عمل کرده است. پایین‌ترین و بالاترین مقدار ماده خشک به ترتیب مربوط به تیمار شاهد روز ۲۱ پس از سیلو کردن (۱۹/۰٤ درصد) و تیمار حاوی افزودنی آرد جو روز ۷ پس از سیلو کردن (۳۰/۱۰ درصد) بود که به خطر ماده خشک بالای آرد جو می باشد. اوزکل و همکاران (٤٦) بیان کردند که استفاده از مواد جاذب الرطوبه در سیلاژها، باعث کاهش اتلاف ماده خشک و بهبود ارزش غذایی آن‌ها می‌شود.

نکته قابل توجه در مطالعه حاضر کاهش مقدار پس‌آب تولیدی در سیلاژ حاوی آرد جو بود. در مطالعه خوروش و همکاران (۲۷) افزودنی جوی آسیاب شده به علوفه ذرت حاوی ۲۰ درصد ماده خشک، تولید پس‌آب از ۷ درصد به ۱/۵ درصد وزن تر کاهش و ماده خشک سیلاژ نهایی از ۲۰ به ۲۹ درصد افزایش یافت. همچنین جونز (۲۱) در آزمایشی جو غلطک خورده را به مقدار ۵۰ کیلوگرم در تن به

همراه علوفه سیلو کرد و مشاهده نمود کـه حـدود ۵۰ درصد شیرابه خروجی از سیلو کاهش یافت. ویـس و آندرروود (٦٦) توصیه کردند کـه میـزان افزودنـی‌هـای دانه‌ای ۱۰۰ تا ۲۰۰ پوند در تن باشد. آن‌هـا همچنـین بیان کردند که دانه‌ها قبل از سیلو برای کارایی بیشـتر، خرد شوند.

افزایش در مقـدار مـاده خشـک سـیلاژ در نتیجـه افزودن ملاس نیز در مطالعه ابرقویی و همکـاران (۱)، دُنمز و همکـاران (۱۵) و آکسـو و همکـاران (٤) نیـز گزارش شده است که مـی‌توانـد بـه دلیـل بـالا بـودن محتوای ماده خشک ملاس باشـد (۲۰). بـالاتر بـودن رطوبت علوفه اولیه که از آن سیلاژ تهیه می‌شود سبب اتلاف ماده خشک و افزایش تولید پس‌آب مـی‌شـوند. ارتباط منفی بین میزان تولید پـس‌آب بـا مقـدار مـاده خشک محصول سیلو شده در منـابع دیگـر نیـز آورده شده است (۲۷).

مقدار خاکستر خام در علوفـه تـازه کنگـر (۱۸/۱۱ درصد) بالاتر از مقدار گزارش شده توسط کارابولوت و همکاران (۲۳) است که مقدار خاکسـتر گیـاه کنگـر قبل از گلدهی را ۱۱/۳ درصد بیان نمودند. بـالا بـودن میزان خاکستر خام کنگر را می‌توان به بالا بودن میـزان عناصر موجود در آن نسبت داد. میـانگین خاکسـتر در تیمارهای مورد آزمایش، اختلاف معنی‌داری را از نظر آماری نشـان داد (P<۰/۰۵)؛ بـه طـوری کـه در تمـام بازه‌های زمانی، به جز روز ۲۱ پس از سیلو کـردن کـه تیمار شاهد دارای بالاترین مقدار خاکستر بود. در بـین تیمارهای دارای افزودنی، سیلاژ کنگر با افزودنی اسید آلی بالاترین مقدار خاکستر خـام را در مـام بـازه‌هـای زمانی پس از سیلو کردن داشت (P<۰/۰۵). کاهش در مقدار خاکستر خام در نتیجه افزودن ملاس بـه سـیلاژ کنگر در توافق با نتایج اِن کوسی و همکـاران (٤۲) در سیلاژ سیب زمینی خرد شده بود.

بین تیمارهای آزمایشی از نظر درصد پروتئین خام اختلاف معنی‌داری وجـود داشـت (P<۰/۰۵). از ایـن نظـر، تیمـار شـاهد در تمـام بـازه‌هـای زمـانی دارای بالاترین مقدار پروتئین خام بود و افزودنی‌های سـیلاژ باعث کاهش معنی‌داری در مقدار پروتئین خام سـیلاژ کنگر شدند (P<۰/۰۵). مقدار پـروتئین خـام اولیـه در علوفه کنگر ۱۸/۸۵ درصد بود که با افزایش زمان‌هـای پس از سیلو کـردن رونـد کاهشـی داشـت. کمالـک و همکاران (۲۲) مقدار پروتئین خام این گیـاه در اوایـل گلدهی را ۱٤/۵ درصد گزارش کردند و بیـان داشـتند که با افزایش رشد، مقدار پـروتئین خـام گیـاه کـاهش می‌یابد.

سیلو کـردن منجـر بـه تجزیـه پـروتئین و کـاهش نسبت پروتئین خام در مقایسه با علوفه اولیه می‌شـود. وسعت تجزیه پروتئین‌ها بسته به نـوع گیـاه، میـزان و وسعت تغییرات pH، محتـوای مـاده خشـک و درجـه حرارت متفاوت است، امّا ایـن تجزیـه ممکـن اسـت محتوای پروتئین را حتی در سیلوهایی که خوب تهیـه شده‌اند به میزان ۵۰ تا ٦۰ درصد کاهش دهد (۳۳). در منابع مختلف، اثر ملاس بر پروتئین خام انواع سیلاژها متناقض گزارش شده است. در بعضی منابع ذکر شـده که افزودن ملاس موجب افزایش پروتئین خام می‌شود (۲۵)، در حالی که برخی عدم تغییـر (۵۰) و یـا حتـی کاهش درصد پروتئین خام (۳۹) را گزارش نموده‌انـد. مطابق نتایج مور و کندی (۳۹)، در آزمایش حاضر نیز افزودن ملاس باعـث کـاهش مقـدار پـروتئین سـیلاژ گردید. ملاس در واقع سبب تحریک فرآیند تخمیر در سـیلاژ مـی‌شـود. امـا توانـایی جلـوگیری از فعالیـت پروتئولیز را نداشته و در نهایت سبب افـزایش تجزیـه پروتئین می‌شود (۳). احتمـالا دلیـل کـاهش پـروتئین سیلاژ با افزودنی ملاس پروتئولیز انجام شده در مدت سیلو کردن نمونه‌ها باشد.

مقدار پروتئین خام در تیمارهای حاوی آرد جو و قصیل جو در بین تیمارها پایین‌ترین مقدار بود که به نظر نمی‌رسد تماما مربوط به فرآیند پروتئولیز در طی روند تخمیر سیلو باشد، بلکه این کاهش می‌تواند به دلیل رقیق شدن مواد مغذی در نتیجه افزودن آرد جو و قصیل جو باشد.

مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در بین تیمارهای مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری داشتند ($p<۰/۰۵$). از این نظر بالاترین مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی در تیمار دارای اسید آلی و پایین‌ترین مقدار در تیمار دارای ملاس مشاهده شد. همسو با نتایج این مطالعه کسکان و ریماز (۲۶) و بایتوک و همکاران (۹) که کاهش در مقادیر الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را در نتیجه افزودن ملاس گزارش کردند، بود. کسکان و ریماز (۲۶) اظهار داشتند که کاهش محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی سیلوها در اثر افزودن ملاس به دو عامل مهم بر می‌گردد، عامل اول مرتبط با افزایش فعالیت باکتری‌هایی چون لاکتوباسیل‌ها است و متعاقب آن فعالیت تجزیه میکروبی الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی مواد سیلو شده افزایش می‌یابد. عامل دوم مربوط به خود ملاس است که فاقد الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی می‌باشد، بنابراین افزودن ملاس به سیلو موجب کاهش محتوای الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی سیلو می‌شود.

افزودن آرد جو نیز در مقایسه با تیمار شاهد باعث کاهش در مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی شد. در خصوص افزودنی دانه جو، اهونجاروی و همکاران (۲) نشان دادند که افزودن مکمل جو در سیلاژ شبدر قرمز باعث کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی آن گردیده است. لاردی و همکاران (۲۸) نیز به نتایج مشابه با نتایج فوق دست یافتند و نشان دادند که افزودن مکمل دانه جو، باعث کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی سیلاژ علوفه گراس‌ها شده است. همچنین دهقانی بنادکی و همکاران (۱۳) نیز، نشان دادند که افزودن دانه جو به سیلاژ سورگوم باعث کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی سیلاژ گردیده است. ترکیبات قندی سبب افزایش کربوهیدرات قابل تخمیر در سیلو شده و منبع کربوهیدرات مناسب را در اختیار میکروارگانیسم‌های توده سیلویی قرار می‌دهند. احتمالا وجود کربوهیدرات‌ها در دانه جو باعث فراهم شدن کربوهیدرات مناسب برای میکروارگانیسم‌ها در توده سیلویی، تحریک تخمیر و در نهایت باعث هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی گیاه شده است.

استفاده از افزودنی‌های مختلف در سیلاژ کنگر تاثیر معنی‌داری بر فراسنجه‌های تخمیری سیلاژ کنگر داشت. با توجه به نتایج آزمایش بین تیمارهای آزمایشی در تمام روزهای پس از سیلو از نظر مقدار pH اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P<۰/۰۵$). افزودنی ملاس باعث کاهش معنی‌داری در pH سیلاژ شده است. کاهش در pH سیلاژ در تیمار دارای افزودنی ملاس در مقایسه با سایر تیمارها از سرعت بالاتری برخوردار بود؛ به طوری که در روز ۳ سیلو کردن، تیمار داری ملاس افت ۲/۰۳ واحدی (در مقایسه با افت ۱/٤ واحدی تیمار شاهد) داشت. در روز ٤٥ام سیلو، مقدار کاهش در pH سیلاژها به ترتیب ۱/٤۲، ۲/٦۳، ۲/۲۷، ۱/۸۸ و ۱/٦٥ واحد در مقایسه با pH اولیه بود.

یکی از شاخص‌های مهم که در ارزشیابی سیلاژها مورد توجه قرار می‌گیرد، میزان pH می‌باشد، که با اندازه‌گیری آن می‌توان تا حد زیادی به میزان اسید لاکتیک تولید شده در سیلو و نیز کیفیت فرآیند تخمیر و وضعیت پایداری مواد سیلو شده پی برد (۳۳). از مشخصه‌های سیلاژی که در آن تخمیر به خوبی صورت گرفته است pH پایین در نتیجه تولید اسید لاکتیک بالا یا مقدار زیاد کل اسیدهای چرب کوتاه زنجیر تولیدی در سیلاژ است (۳۳). در سیلاژ شاهد مقدار pH نسبت به تیمارهای دیگر بالاتر بود. به نظر می‌رسد که به دلیل ماده خشک کم آن و مقدار پروتئین بیشتر تیمار شاهد نسبت به دیگر تیمارها، که تجزیه آن باعث تولید آمونیاک می‌شود، منجر به افزایش ظرفیت تامپونی سیلو گردیده و از افت pH سیلاژ شاهد جلوگیری نموده است. عاملی مهمی با نام ظرفیت تامپونی در برابر افت pH مقاومت می‌کند. این عامل همبستگی بالایی با فاکتورهای مختلفی از جمله غلظت اسیدهای آلی، مواد معدنی کاتیونی و پروتئین سیلاژ دارد (۵۵). از این رو، پروتئین بالای تیمار شاهد همانند یک بافر عمل کرده و از کاهش pH جلوگیری می‌کند. پترسون و لیندگرن (٤٨) ثابت کردند که pH نهایی و ازت آمونیاکی با افزایش مواد تخمیری قابل دسترس کاهش می‌یابند. pH پایین از فعالیت پروتئازهای گیاهی و میکروبی ممانعت می‌کند و هرچه افت pH در سیلاژ سریع‌تر باشد این اثر ممانعت کنندگی شدیدتر خواهد بود (۳۳). افزایش غلظت آمونیاک در ترکیب سیلاژ، افزایش pH سیلاژ را به دنبال خواهد داشت (٢٦). کاهش pH در سیلاژ، احتمالا به دلیل تخمیر کربوهیدرات‌های محلول در آب توسط باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک و در نتیجه تولید اسیدهای آلی می‌باشد که منجر به کاهش pH در سیلاژ می‌شوند. در خصوص افزودنی دانه جو، تحقیقات نشان دادند که افزودن دانه جو باعث کاهش اسیدیته سیلاژ گراس‌ها شده است (٢٤). افزایش مقدار ماده خشک سیلاژ با افزایش سطح جاذب، منجر به محدود شدن تخمیر و تبدیل کمتر قندها به اسیدهای آلی به‌ویژه اسید لاکتیک در سیلاژ و جلوگیری از کاهش pH آن می‌شود (۲۷). به نظر می‌رسد بالا بودن ماده خشک و ظرفیت بافری سیلاژ حاوی افزودنی قصیل جو نیز باعث جلوگیری از کاهش pH سیلاژ شده است.

بررسی تاثیر افزودنی‌های مختلف در تیمارهای آزمایشی سیلاژ کنگر بر نیتروژن آمونیاکی نشان می‌دهد که این شاخص در بین تیمارها دارای تفاوت معنی‌داری بود (P<۰/۰۵). با توجه به نتایج بدست آمده، تیمارهای حاوی ملاس دارای پایین‌ترین مقدار نیتروژن آمونیاکی بودند. همچنین بیشترین مقدار نیتروژن آمونیاکی مربوط به تیمار شاهد روز ٤٥ پس از سیلو کردن (٤/٧٣) می‌باشد.

در بین افزودنی‌های مورد مطالعه، تیمار دارای ملاس پایین‌ترین غلظت نیتروژن آمونیاکی را داشت که همسو با نتایج یاکوتا و همکاران (٦٧)، ولی‌زاده و همکاران (٦٢) بود. افزودن ملاس به سیلاژ باعث بالا رفتن غلظت کربوهیدرات‌های محلول و سریع تخمیر در علوفه سیلو شده می‌گردد (٦٧)، بنابراین منبع کربوهیدرات مناسب در اختیار میکروارگانیسم‌های توده سیلویی قرار می‌گیرد و رشد و تکثیر آن‌ها را سرعت می‌دهد و موجب افزایش اسید لاکتیک و کاهش pH سیلاژ می‌شود (۵۰). در نتیجه کاهش سریع pH، فعالیت آنزیم‌ها و عمل پروتئولیز به سرعت متوقف شده است. در آزمایشی که ولی‌زاده و همکاران (٦٢) بر روی گیاه کامل نی انجام دادند، نشان داده شد که افزودن ملاس باعث کاهش مقدار نیتروژن آمونیاکی سیلاژ شد. افزودن ملاس باعث تولید کمتر نیتروژن آمونیاکی به علت قند بالای ملاس می‌شود. در نتیجه منجر به کاهش سریع pH و مهار

شدن دی‌آمیناسیون و دکربوکسیلاسیون‌های اسیدهـای آمینه می‌گردد (۳۳).

جدول ۱- تاثیر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر ترکیب شیمیایی(درصد) سیلاژ گیاه کنگر.

Table 1. The effect of various additives on the chemical composition (percent) of *Gundelia tournefortii* silage

Days	Treatments[1]	DM	Ash	CP	OM	ADF	NDF	pH	N - NH_3
Fresh forage		19.27	18.11	18.85	81.89	25.00	50	6.78	0.28
3	1	19.84^{c}	17.00^{b}	18.14^{a}	83.00^{d}	20.00^{b}	53^{a}	5.38^{ab}	1.78^{bc}
	2	21.84^{c}	15.16^{c}	14.70^{c}	84.83^{c}	14.00^{c}	39^{c}	4.75^{c}	1.37^{c}
	3	20.39^{c}	18.33^{a}	16.34^{b}	81.67^{e}	21.00^{b}	52^{a}	4.92^{bc}	1.71^{c}
	4	28.19^{a}	10.88^{e}	14.94^{c}	89.11^{a}	14.00^{c}	49^{b}	5.08^{bc}	2.29^{a}
	5	24.17^{b}	14.33^{d}	13.30^{d}	85.67^{b}	23.00^{a}	53^{a}	5.62^{a}	2.17^{ab}
	SEM	0.723	0.138	0.281	0.138	0.633	0.89	0.148	0.135
	P- value	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0003
7	1	19.77^{d}	16.88^{a}	17.96^{a}	83.11^{d}	22^{a}	57^{a}	5.31^{a}	1.80^{dc}
	2	22.54^{bc}	14.55^{b}	15.17^{b}	85.44^{c}	19^{b}	38^{d}	4.53^{c}	1.65^{d}
	3	21.97^{c}	17.33^{a}	16.06^{b}	82.66^{d}	20^{b}	56^{a}	4.90^{b}	2.53^{b}
	4	30.10^{a}	10.50^{d}	15.11^{b}	89.50^{a}	15^{c}	49^{c}	4.69^{bc}	3.40^{a}
	5	24.64^{b}	13.55^{c}	13.13^{c}	86.44^{b}	20^{b}	53^{b}	5.41^{a}	2.28^{bc}
	SEM	0.672	0.155	0.420	0.155	0.447	0.51	0.073	0.161
	P- value	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0001
21	1	19.04^{c}	19.78^{a}	17.13^{a}	80.22^{d}	25^{a}	53^{ab}	5.38^{a}	3.68^{ab}
	2	21.90^{b}	16.22^{c}	14.41^{c}	83.77^{b}	20^{b}	40^{d}	4.18^{c}	1.05^{d}
	3	20.10^{c}	18.66^{b}	15.87^{b}	81.33^{c}	27^{a}	56^{a}	4.60^{bc}	2.95^{bc}
	4	26.93^{a}	11.00^{d}	14.76^{c}	89.00^{a}	17^{c}	46^{c}	4.66^{b}	4.51^{a}
	5	23.41^{b}	15.66^{c}	13.13^{d}	84.33^{b}	26^{a}	51^{b}	5.20^{a}	2.55^{c}
	SEM	0.506	0.254	0.180	0.253	0.683	1.09	0.147	0.337
	P- value	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0012	0.0030
45	1	19.29^{c}	18.33^{b}	16.92^{a}	81.66^{d}	32^{a}	56^{a}	5.35^{a}	4.73^{a}
	2	22.40^{b}	16.00^{d}	15.93^{b}	84.00^{b}	20^{c}	36^{c}	4.15^{d}	1.89^{d}
	3	20.15^{c}	19.66^{a}	16.22^{ab}	80.33^{e}	33^{a}	52^{b}	4.51^{cd}	4.38^{ab}
	4	25.37^{a}	13.00^{e}	14.88^{c}	87.00^{a}	18^{c}	37^{c}	4.90^{bc}	3.59^{c}
	5	23.27^{b}	17.00^{c}	13.13^{d}	83.00^{c}	26^{b}	49^{b}	5.13^{ab}	3.94^{bc}
	SEM	0.477	0.086	0.262	0.086	1.391	1.21	0.143	0.232
	P- value	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0010	0.0010

تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) شاهد(بدون افزودنی)، ۲) سیلاژ کنگر + افزودنی ملاس، ۳) سیلاژ کنگر + افزودنی اسید آلی، ٤) سیلاژکنگر + افزودنی آرد جو، ٥) سیلاژ کنگـر + افزودنی قصیل جو می باشد. DM: ماده خشک، Ash: خاکستر، CP: پروتئین خام، OM: ماده آلی، NDF: الیـاف نـامحلول در شـوینده خنثـی، ADF: الیـاف نـامحلول درشوینده اسیدی، WSC: کربوهیدرات محلول در آب، $N\text{-}NH_3$: ازت آمونیاکی، SEM: انحراف معیار میانگین.

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

Treatments were: 1) control (without any additives), 2) control + molasses (5% of DM), 3) control + organic acid (1% of DM), 4) control + barley meal (10% of DM) and 5) control + barley silage (20% of DM).

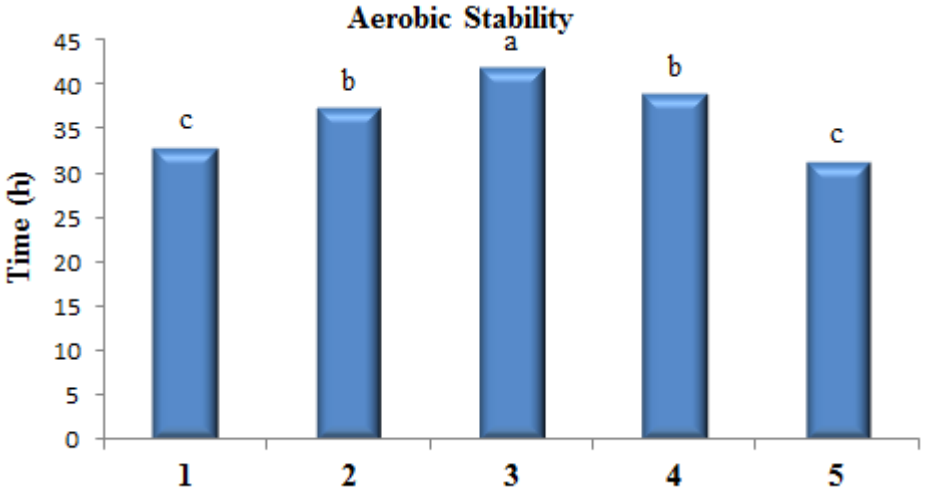
2- Dry Matter, 3- Crude Protein, 4- Organic Matter, 5- Neutral Detergent Fiber, 6- Acid Detergent Fiber, 7- Water Soluble Carbohydrate.

Means within a column that do not have a common superscript are significantly different (P<0.05).

پایداری هوازی و فساد هوازی سیلاژ: انـدازه‌گیـری تغییرات دما در مواد سیلو شده، پس از قرار گرفتن در معرض هوا، نشان داد که بـین تیمارهـای آزمایشـی از نظر پایداری هوازی اختلاف معنی‌داری وجود داشـت

(P<۰/۰۵). نتایج نشان داد (شکل ۱) که تیمار حاوی افزودنی اسید آلی دارای بالاترین (٤٢ ساعت) و تیمار دارای افزودنی قصیل جو و شاهد پایین‌ترین میزان پایداری هوازی (۳۱/۵ ساعت) را داشتند. نتایج این مطالعه همسو با نتایج مکاری و همکاران (۳۲) که افزایش در پایداری هوازی در نتیجه افزودن اسید آلی را گزارش کردند، بود. بیشترین تاکید مطالعات، رسیدن به pH پایین در مراحل اولیه فرآیند سیلو کردن جهت کاستن از ریسک رشد کلستریدیاها و سایر میکروارگانیسم‌های نامطلوب می‌باشد. سرعت افت در pH در تیمار دارای اسید آلی در مقایسه با سایر تیمارها بالاتر بود. همسو با نتایج این مطالعه، افزودنی ملاس در مطالعه اربابی و قورچی (۷) باعث افزایش پایداری هوازی در سیلو شد.

پایداری هوازی به مدت زمانی که طول می‌کشد تا دمای سیلو پس از قرار گرفتن در معرض هوا ۲ درجه بالاتر برود گفته می‌شود (٤٠، ٥١). با توجه به مطالعات روکه و هاتفیلد (۵۲) افزایش در دمای سیلو قابل اعتمادترین شاخص برای تعیین فساد هوازی می‌باشد. افزایش در دما حاصل متابولیسم اسیدهای آلی و مواد مغذی باقیمانده توسط میکروارگانیسم‌های هوازی می‌باشد. وقتی سیلو در معرض هوا قرار میگیرد، محیط غیرهوازی به محیط هوازی تغییر می‌یابد. مخمرها، کپک‌ها و باکتری‌های هوازی، در سیلو حضور داشته اما تحت شرایط غیرهوازی در حالت کمون به سر می‌برند، شروع به رشد و تنفس از کربوهیدرات‌های محلول باقی مانده و اسیدهای آلی می‌کنند. این به نوبه خود باعث افزایش در pH و دما سیلو، تعداد مخمرها و کپک‌ها و احتمالا تولید مایکوتوکسین‌ها و رشد گونه‌های پاتوژنی خواهد شد. فساد هوازی معمولا همراه با تولید دی اکسید کربن، اتلاف ماده خشک قابل هضم و کاهش خوش خوراکی در سیلو می‌باشد (۳۳، ٤٧).



شکل ۱- تاثیر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر پایداری هوازی علوفه‌های سیلو شده در روز ٤٥ پس از سیلو کردن

Figure 1. The effect of various additives on aerobic stability of ensiled forages on day 45 after ensiling

تیمارها: ۱) شاهد(بدون افزودنی)، ۲) سیلاژ کنگر + افزودنی ملاس، ۳) سیلاژ کنگر + افزودنی اسید آلی، ٤) سیلاژ کنگر + افزودنی آرد جو، ۵) سیلاژ کنگر + افزودنی قصیل جو.

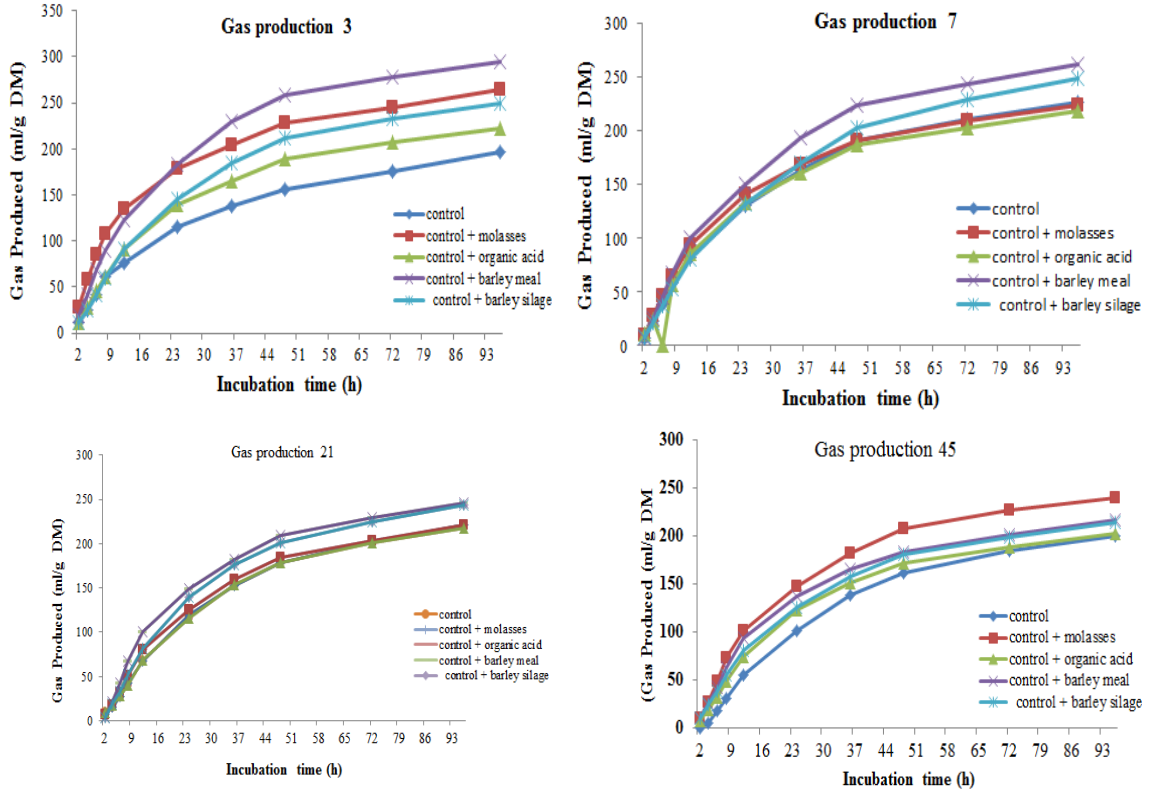
Treatments were: 1) control (without any additives), 2) control + molasses (5% of DM), 3) control + organic acid (1% of DM), 4) control + barley meal (10% of DM) and 5) control + barley silage (20% of DM).

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

Means within a column that do not have a common superscript are significantly different (P<0.05).

تاثیر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر تولید گاز و فراسنجه‌های تخمینی سیلاژ کنگر در شرایط برون-تنی: تاثیر افزودنی‌های مختلف بر روند تولید گاز بر سیلاژ کنگر در شکل ۲ نشان داده شده است. در بین تیمارهای آزمایشی سیلاژ کنگر از نظر روند گاز تولیدی در زمان‌های مختلف پس از انکوباسیون اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). بالاترین و پایین‌ترین مقادیر تولید گاز، در طول وره انکوباسیون، به ترتیب مربوط به تیمار حاوی آرد جو و تیمار شاهد روز ۳ پس از سیلو کردن بود.

نتایج مربوط به تاثیر افزودنی‌های مختلف بر پتانسیل و نرخ تولید گاز، قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که تیمار حاوی افزودنی آرد جو روز ۳ پس از سیلو دارای بالاترین مقدار پتانسیل تولید گاز (۲۹۶±۴/۲) بود. از نظر نرخ تولید گاز در روزهای ۳ و ۷ پس از سیلو کردن تیمار حاوی افزودنی ملاس دارای بالاترین مقدار و در روزهای ۲۱ و ۴۵ پس از سیلو کردن تیمار حاوی افزودنی آرد جو دارای بالاترین مقدار نرخ تولید گاز بود.



شکل ۲- تاثیر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر روند تولید گاز علوفه‌های سیلو شده در روزهای ۳، ۷، ۲۱ و ۴۵ پس از سیلو کردن

Figure 2. The effect of various additives on gas production of ensiled forages on days 3, 7, 21 and 45 after ensiling.

از نظر پارامترهای تخمینی (قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر) نیز بین تیمارهای سیلاژ کنگر در تمام بازده‌های زمانی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). از نظر

مقدار قابلیت هضم ماده آلی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر بیشترین مقدار مربوط به سیلاژ حاوی افزودنی آرد جو در روز ۳ پس از سیلو کردن به‌ترتیب با مقادیر ٤٧/٥٥ درصد ماده خشک و ۰/۸۰۹ میلی‌مول بود. در بین تیمارهای آزمایشی از نظر انرژی قابل متابولیسم تیمار شاهد در تمام بازه‌های زمانی بیشترین مقدار را داشت.

جدول ۲: تأثیر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر فراسنجه‌های تولید گاز سیلاژ کنگر.

Table 4. The effect of various additives on gas production parameters of *Gundelia tournefortii* silage

Days	Treatment[1]	(a + b)[2]	C[3]	SCFA[4]	ME[5]	OMD[6]
	Fresh forage	213.5±3.60	0.040±0.001	0.593	13.38	38.92
	1	192.42±4.95	0.038±0.002	0.505^{c}	14.06^{a}	35.39^{c}
	2	247.66±4.53	0.061±0.003	0.790^{a}	11.12^{c}	46.78^{a}
3	3	223.73±2.70	0.0±039.001	0.613^{b}	11.95^{b}	39.70^{b}
	4	296.28±4.20	0.0±041.001	0.809^{a}	11.27^{c}	47.55^{a}
	5	259.84±4.68	0.033±0.001	0.642^{b}	10.23^{d}	40.84^{b}
	SEM	-	-	0.020	0.154	0.825
	P- value	-	-	<.0001	<.0001	<.0001
	1	235.41±4.05	0.033±0.001	0.575^{b}	14.01^{a}	38.21^{b}
	2	224.62±4.61	0.0±040.002	0.621^{ab}	11.29^{b}	40.02^{ab}
7	3	222.97±3.51	0.036±0.001	0.585^{b}	11.97^{b}	38.58^{b}
	4	270.43±4.18	0.034±0.001	0.661^{a}	11.28^{b}	41.62^{a}
	5	265.96±3.42	0.028±0.000 8	0.578^{b}	10.09^{c}	38.26^{b}
	SEM	-	-	0.013	0.285	0.550
	P- value	-	-	0.0097	<.0001	0.0054
	1	239.32±5.06	0.027±0.001	0.524^{cd}	13.27^{a}	36.16^{cd}
	2	231.51±5.78	0.031±0.001	0.550^{c}	10.81^{c}	37.15^{c}
21	3	235.40±4.59	0.027±0.001	0.510^{d}	11.62^{b}	35.55^{d}
	4	250.95±4.98	0.036±0.001	0.658^{a}	11.08^{c}	41.47^{a}
	5	258.47±5.75	0.030±0.001	0.613^{b}	10.11^{d}	39.69^{b}
	SEM	-	-	0.011	0.106	0.463
	P- value	-	-	<.0001	<.0001	<.0001
	1	227.38±9.64	0.023±0.002	0.444^{c}	13.39^{a}	32.96^{c}
	2	241.59±5.35	0.040±0.002	0.649^{a}	11.74^{b}	41.12^{a}
45	3	209.75±4.49	0.034±0.001	0.541^{b}	11.84^{b}	36.83^{b}
	4	215.62±4.70	0.041±0.002	0.604^{a}	11.11^{c}	39.34^{a}
	5	219.12±3.43	0.035±0.001	0.552^{b}	10.07^{d}	37.23^{b}
	SEM	-	-	0.016	0.144	0.657
	P- value	-	-	<.0001	<.0001	<.0001

۱- تیمارهای: ۱) شاهد (بدون افزودنی)، ۲) سیلاژ کنگر + افزودنی ملاس، ۳) سیلاژ کنگر + افزودنی اسید آلی، ٤) سیلاژکنگر + افزودنی آرد جو، ٥) سیلاژ کنگر + افزودنی قصیل جو. (a + b): پتانسیل تولید گاز، C: نرخ تولید گاز، SCFA: اسیدهای چرب کوتاه زنجیر(میلی‌مول)، ME: انرژی قابل متابولیسم (مگا ژول در کیلوگرم)، OMD: قابلیت هضم ماده آلی (درصد ماده خشک).

SEM: انحراف معیار میانگین.در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰٥).

Treatments were: 1) control (without any additives), 2) control + molasses (5% of DM), 3) control + organic acid (1% of DM), 4) control + barley meal (10% of DM) and 5) control + barley silage (20% of DM).

2- Gas production potential (ml/g DM). 3- Gas production rate (ml/h). 4- Organic Matter Digestibility (%DM). 5- Metabolizable Energy (Mj/Kg DM). 6- Short Chain Fatty Acids (mmol).

Means within a column that do not have a common superscript are significantly different ($P<0.05$).

در این مطالعه بین تیمارهای آزمایشی از نظر پتانسیل تولید گاز اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). در سیلاژهای روزهای ۳، ۷ و ۲۱ام، بالاترین پتانسیل تولید گاز مربوط به تیمارهای دارای آرد جو و قصیل جو بود. در حالی که در سیلاژ روز ٤٥ام، تیمار دارای ملاس بالاترین پتانسیل تولید گاز را داشت. در بین تیمارهای دارای افزودنی، تیمار دارای اسید آلی از پتانسیل تولید گاز پایین‌تری برخوردار بود. از آنجایی که تولید گاز به شدت تحت تاثیر ترکیب شیمیایی و ماهیت فیزیکی خوراک قرار دارد (۳۵) و کربوهیدرات نقش مهمی در افزایش حجم تولیدی گاز دارد، این اختلاف در پتانسیل تولید گاز در بین تیمارهای مختلف را می‌توان به اختلاف در ترکیب شیمیایی آنها نسبت داد.

میزان تولید گاز با الیاف خام گیاه همبستگی منفی نشان می‌دهد. با افزایش کربوهیدرات ساختمانی و کاهش سهم کربوهیدرات‌های غیر فیبری از مقدار تولید گاز کاسته می‌شود که این ممکن است در نتیجه کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌ها به دلیل دریافت کم‌تر منابع کربوهیدرات محلول باشد (۵۷). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مقادیر تولید گاز سیلاژهای روز ٤٥ام در مقایسه با سیلاژهای روزهای ابتدایی روند کاهشی داشت و کمترین کاهش مربوط به تیمار دارای ملاس بود که می تواند به خاطر کاهش سریع pH در این تیمار و حفظ مواد مغذی به خصوص کربوهیدرات های محلول باشد. همچنین گتاچیو و همکاران (۱۷)، مکار (۳۰) و بلومل و بکر (۱۰) بیان کردند که افزایش مقدار دیواره سلولی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی موجب کاهش کربوهیدرات‌های غیرالیافی و قندهای محلول گردیده و در نهایت موجب کاهش سهولت هضم و تخمیر و تولید گاز می‌گردد. پایین بودن الیاف نامحلول در شوینده خنثی، منجر به بالا رفتن قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی می‌گردد (۱٦). تفاوت در مقادیر ترکیب شیمیایی خوراک‌ها مثل نشاسته، کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی، ماده آلی، پروتئین خام، NDF، ADF و محتوای کربوهیدرات‌های محلول می‌تواند منجر به تفاوت در میزان گاز تولیدی شود (۱۸).

تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی نشان دهنده بالا بودن انرژی قابل متابولیسم و همچنین ازت قابل تخمیر و سایر مواد مغذی لازم، برای فعالیت میکرو ارگانیسم‌ها می‌باشد. بین گاز تولید شده از سوبسترا و اسید چرب کوتاه زنجیر تولید شده همبستگی بالایی وجود دارد. پارامترهای تخمینی و میزان تولید گاز نشان دهنده‌ی این امر است که در سیلاژهای با تولید گاز بیشتر، پارامترهای تخمینی (انرژی متابولیسمی، قابلیت هضم ماده آلی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر) از مقادیر بالاتری برخوردار هستند (۱۸).

بالاتر بودن پتانسیل تولید گاز تیمارداری ملاس در روز ٤٥ام در مقایسه با تیمارهای دارای آرد جو و قصیل جو بر خلاف سایر روزهای پس از سیلو کردن را شاید به سرعت بالای کاهش pH در این تیمار که باعث حفظ بیشتر مواد مغذی و جلوگیری از فعالیت پروتئازهای گیاهی و میکروبی دانست (۳۳). از طرفی این شرایط باعث بهبود شرایط لازم برای تاثیرگذاری بر فرآیندهای تخمیری شکمبه یعنی بالا بودن مقدار پروتئین و کربوهیدرات‌های محلول در این تیمار، شده است. بین منبع نیتروژن و منبع کربوهیدرات برای مؤلفه‌های تولید گاز اثر متقابل وجود دارد و هرچه هم زمانی بین تجزیه‌پذیری کربوهیدرات و نیتروزن بهتر باشد و نسبت نیتروژن به کربوهیدرات مناسب‌تر با نیاز میکروب‌ها باشد، بهبود در فرآیند تخمیر در محیط تولید گاز قابل انتظار است.

تاثیر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر قابلیت هضم و فراسنجه‌های تخمیری شکمبه‌ای در شرایط

برون‌تنی: نتایج مربوط به تاثیر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی، بازده تولید گاز، تولید پروتئین میکروبی، عامل تفکیک و فراسنجه‌های تخمیری سیلاژ کنگر در شرایط آزمایشگاهی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی از نظر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در همه بازه‌های زمانی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵)، به‌طوری که بالاترین مقدار قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در تمام بازه‌های زمانی مربوط به تیمار دارای افزودنی ملاس بود، هر چند که بین تیمارهای دارای افزودنی ملاس و افزودنی آرد جو در بازه‌های زمانی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P<۰/۰۵). در آزمایشی توسط زرین و همکاران (٦٨) بر روی گیاه کنگر نشان داده شد که غنی‌سازی سیلاژ با ٤ درصد اوره و ۱۰ درصد ملاس باعث بهبود معنی‌داری در قابلیت هضم آزمایشگاهی ماده خشک و ماده آلی سیلاژ کنگر شده است که مطابق با یافته‌های آزمایش حاضر می‌باشد. کارابولوت و همکاران (۲۳) نیز مقدار ماده خشک هضم شده کنگر خشک را در شرایط برون‌تنی ۷۱/۷ درصد گزارش کردند.

قابلیت هضم خوراک در درجه اول به ترکیبات آن به ویژه الیاف بستگی دارد. فیبر خام بیشترین اثر را بر قابلیت هضم یک خوراک دارد و بسته به میزان لیگنینی شدن آن، قابلیت هضم تغییرات بیشتری نشان می‌دهد. لیگنین یک بخش غیر قابل هضم است و به‌عنوان یک فاکتور محدود کننده آنزیم‌های میکروبی، بر روی پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی، عمل می‌کند. لذا بخش‌های دیواره سلولی ممکن است یک اثر منفی بر قابلیت هضم داشته باشند (٦٤). اولی‌ورا (٤٤) بیان کرد که بین دیواره سلولی و قابلیت هضم ماده آلی رابطه معکوس وجود دارد به عبارت دیگر با کاهش دیواره سلولی، قابلیت هضم ماده آلی و انرژی متابولیسم افزایش می‌یابد. چرا که با کاهش دیواره سلولی، دسترسی میکروبی به محتوای سلول افزایش می‌یابد. در آزمایش حاضر، در تیمار شاهد روز ٤٥ پس از سیلو کردن به دلیل اینکه الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی بیشرین مقدار را دارند، باعث کاهش معنی‌داری در قابلیت هضم شده است. تفاوت در قابلیت هضم و میزان انرژی ماده خوراکی می‌تواند ناشی از تفاوت در ترکیبات شیمیایی آن‌ها باشد. ترکیب شیمیایی غذاهایی نظیر علوفه سبز یا مواد سیلو شده ثبات کمتری داشته و لذا تغییرات و نوسانات بیشتری در قابلیت هضم آن‌ها بروز می‌نماید.

بازده تولید گاز به طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت (P<۰/۰۵). از این نظر تیمار دارای افزودنی قصیل جو (به جز در روز ۷ پس از سیلو) بالاترین مقدار را داشت. سومارت و همکاران (٥٦) گزارش کردند که حجم گاز، پارامتر مناسبی است که قابلیت هضم، تخمیر، تولید و سنتز پروتئین میکروبی را در سوبستراها، بوسیله میکروارگانیسم‌های شکمبه در سیستم آزمایشگاهی، پیش بینی می‌کند. علاوه بر این، نشان داده شده است که قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در شرایط آزمایشگاهی، همبستگی بالایی با مقدار گاز تولیدی دارد (٥٦).

در این آزمایش بین تیمارهای آزمایشی از نظر عامل تفکیک و بازده تولید پروتئین میکروبی در روز-های ۳، ۷ و ٤٥ پس از سیلو کردن اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). عامل تفکیک بیان کننده نسبت تجزیه حقیقی سوبسترا بر حسب میلی‌گرم به حجم گاز تولید شده در دوره های زمانی انکوباسیون (٢٤ یا ٤٨ ساعت) بوده (٤٤) و شاخصی از راندمان سنتز توده میکروبی در شرایط آزمایشگاهی است. بالاتر عامل تفکیک می تواند نشان دهنده این باشد که: ۱) جیره مستعد تولید نسبت مولی بالاتر از اسیدچرب پروپیونات می‌باشد، ۲) اینکه بیشترین بخش ماده تجزیه شده وارد ساختار میکروبی و تولید توده میکروبی گردیده است و به عبارت دیگر بازده سنتز پروتئین میکروبی در آن بالا بوده است،

۳) اینکه علوفه‌های با عامل تفکیک بالاتر دارای ماده خشک مصرفی بالاتر توسط دام می‌باشند و ٤) اینکه مقدار گاز تولیدی از جمله گاز متان پایین‌تر بوده و در نتیجه اتلاف انرژی در آنها نیز پایین می‌باشد (۱۷، ۳۰، ۱۰).

جدول ۳: تاثیر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر قابلیت هضم و فراسنجه‌های تخمیری شکمبه‌ای در شرایط برون‌تنی

Table 3. The effect of various additives on digestibility of dry matter, organic matter, and fermentation Parameters in vitro of *Ggundelia tournefortii* silage.

Days	Treatments[1]	IVDOD[2] (%DM)	IVOMD[3] (%DM)	pH	NH_3-N (mg/dl)	[4]Gas yield (ml/mg DM)	PF[5] (mg/ml)	MCP[6] (mg)	EMCP[7]
Fresh forage		62	64	6.79	3.77	177.03	4.80	143.82	0.539
3	1	60^{c}	63^{b}	6.85^{ab}	3.95^{a}	127.57^{b}	6.88^{a}	178.06^{ab}	0.67^{a}
	2	76^{a}	78^{a}	6.88^{ab}	3.62^{a}	148.18^{b}	5.84^{b}	206.44^{a}	0.62^{ab}
	3	60^{c}	63^{b}	6.91^{a}	2.41^{b}	158.68^{b}	5.48^{b}	154.56^{ab}	0.59^{b}
	4	74^{ab}	76^{a}	6.67^{c}	4.52^{a}	160.64^{b}	5.78^{b}	209.82^{a}	0.61^{ab}
	5	61^{bc}	62^{b}	6.74^{bc}	4.10^{a}	199.11^{a}	4.42^{c}	134.86^{b}	0.50^{c}
	SEM	0.040	0.037	0.043	0.284	10.07	0.329	16.81	0.022
	P- value	0.0339	0.0339	0.0163	0.0038	0.0055	0.0069	0.0415	0.0034
7	1	61^{c}	63^{c}	6.83^{a}	2.83^{c}	113.30^{d}	7.57^{a}	185.95^{ab}	0.70^{a}
	2	76^{a}	76^{a}	6.73^{bc}	3.52^{bc}	148.66^{bc}	5.81^{b}	203.84^{a}	0.62^{bc}
	3	67^{bc}	68^{bc}	6.78^{ab}	3.89^{b}	139.71^{c}	6.03^{b}	179.93^{ab}	0.63^{b}
	4	70^{ab}	70^{ab}	6.66^{c}	4.97^{a}	164.76^{a}	5.44^{b}	188.70^{ab}	0.59^{c}
	5	64^{bc}	63^{c}	6.73^{bc}	5.74^{a}	157.96^{ab}	5.46^{b}	165.01^{b}	0.59^{c}
	SEM	0.022	0.020	0.026	0.273	3.829	0.181	8.484	0.010
	P- value	0.0076	0.0043	0.0092	0.0001	<.0001	<.0001	0.0379	<.0001
21	1	54^{b}	56^{b}	6.77^{a}	6.77^{bc}	170.02^{ab}	4.98^{a}	125.82^{ab}	0.55^{a}
	2	70^{a}	71^{a}	6.71^{ab}	7.49^{a}	160.18^{b}	5.33^{a}	175.68^{a}	0.58^{a}
	3	52^{b}	54^{b}	6.81^{a}	7.39^{ab}	182.32^{ab}	4.68^{a}	116.60^{b}	0.52^{a}
	4	70^{a}	70^{a}	6.61^{b}	6.70^{c}	189.32^{ab}	4.71^{a}	167.96^{a}	0.53^{a}
	5	59^{b}	65^{ab}	6.71^{ab}	5.64^{d}	196.27^{a}	4.72^{a}	147.03^{ab}	0.52^{a}
	SEM	0.027	0.036	0.042	0.201	8.87	0.289	15.134	0.026
	P- value	0.0014	0.0173	0.0676	0.0005	0.0487	0.0326	0.0080	0.0299
45	1	49^{b}	46^{b}	6.83^{a}	6.05^{c}	130.99^{c}	5.95^{a}	120.90^{b}	0.62^{a}
	2	75^{a}	78^{a}	6.75^{ab}	6.68^{ab}	147.39^{bc}	6.00^{a}	209.00^{a}	0.62^{a}
	3	50^{b}	51^{b}	6.76^{ab}	6.38^{abc}	152.35^{bc}	5.33^{ab}	120.29^{b}	0.58^{ab}
	4	71^{a}	73^{a}	6.69^{b}	6.82^{a}	163.65^{ab}	5.47^{ab}	190.36^{a}	0.59^{ab}
	5	55^{b}	57^{b}	6.74^{ab}	6.16^{bc}	180.26^{a}	4.78^{b}	128.70^{b}	0.53^{b}
	SEM	0.028	0.033	0.033	0.175	7.806	0.332	14.532	0.021
	P- value	0.0419	0.0419	0.0213	0.0183	0.0032	0.0121	0.0310	0.0023

[1] تیمارها: ۱) شاهد (بدون افزودنی)، ۲) سیلاژ کنگر + افزودنی ملاس، ۳) سیلاژ کنگر + افزودنی اسید آلی، ٤) سیلاژکنگر + افزودنی آرد جو، ٥) سیلاژ کنگر + افزودنی قصیل جو.

Treatments were: 1) control (without any additives), 2) control + molasses (5% of DM), 3) control + organic acid (1% of DM), 4) control + barley meal (10% of DM) and 5) control + barley silage (20% of DM).

IVDOD: ماده خشک هضم شده پس از ٢٤ ساعت در شرایط برون تنی (درصد)، IVOMD: ماده آلی هضم شده پس از ٢٤ ساعت در شرایط برون‌تنی، NH3-N: نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)، $Gas\ yield_{24}$: بازده تولید گاز (میلی‌لیتر)، PF: عامل تفکیک (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)، MCP: توده میکروبی تولید شده (میلی‌گرم به ازاء گرم ماده خشک)، EMCP: بازده توده میکروبی تولید شده.

2- *In Vitro* Dry Matter Digestibility, 3- *In Vitro* Organic Matter Digestibility, 4- Gas Production Efficiency (ml), 5- Partitioning Factor, 6- Microbial biomass, 7- Efficiency of microbial biomass.

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰٥).

Means within a column that do not have a common superscript are significantly different (P<0.05).

دامنه عامل تفکیک برای خوراک‌های متعارف بین ۲/۷٤ تا ٤/٦٥ میلی‌گرم در هر میلی‌لیتر گزارش شده است (۱۰). بالا بودن بیش از حد ضریب تفکیک گاهی اوقات در خوراک‌های حاوی تانن و خوراک‌های سیلو شده مشاهده می‌شود (۳۰). بیشترین مقدار عامل تفکیک مربوط به تیمار شاهد روز ۷ پس از سیلو کردن بود، در نتیجه این تیمار بالاترین مقدار بازده توده میکروبی تولید شده را داشت. در خوراک‌های دارای مواد ضد تغذیه‌ای به علت وجود ماده ضد تغذیه‌ای که می‌تواند در فرایند هضم شرکت کند و عملا قابلیت هضم بالایی نشان بدهد ولی هیچ دخل و تصرفی در فرایند متابولیسم سلول باکتری ندارد.

از لحاظ سنتز پروتئین میکروبی بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰٥). بالاترین مقدار سنتز پروتئین میکروبی مربوط به تیمار دارای افزودنی آرد جو روز ۳ پس از سیلو کردن و کمترین مقدار آن مربوط به افزودنی اسید آلی در روز ۲۱ پس از سیلو کردن بود. بلومل و همکاران (۱۰) نشان داد که همبستگی منفی معنی‌داری بین مقدار سوبسترای تبدیل شده به توده میکروبی و گاز تولید شده به ازای یک واحد مشخص از سوبسترای تخمیر شده حقیقی وجود داشت. در این آزمایش تیمار حاوی قصیل جو میزان تولید گاز بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشت که این باعث کاهش توده میکروبی تولیدی شده بود. این نتیجه احتمالا به این دلیل می‌باشد که ماده آلی تجزیه شده به جای اینکه بیشتر به سمت تولید توده میکروبی پیش برود، باعث تولید اسیدهای چرب و گاز بیشتر شده است.

نتایج نشان داد که تیمار دارای افزودنی آرد جو در تمام بازه‌های زمانی باعث کاهش معنی‌داری در pH شکمبه‌ای سیلاژ شد (P<۰/۰٥). pH شکمبه، شاخصی از میزان تخمیر شکمبه است (٦٥). چون pH شکمبه، تعادلی از غلظت اسیدهای چرب فرار عمده در شکمبه (استات، پروپیونات، بوتیرات و لاکتات)، آمونیاک، بافر و بزاق است. هر چه میزان تخمیر شکمبه‌ای افزایش یابد، محصولات فرعی حاصل از آن یعنی اسیدهای چرب فرار، نیز افزایش یافته که این باعث کاهش pH شکمبه می‌گردد. در نتیجه افزودنی آرد جو به علت فراهم کردن منبع کربوهیدرات‌های محلول برای فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه، عمل تخمیر شکمبه‌ای را سرعت بخشیده و باعث افزایش غلظت کل اسیدهای چرب فرار در شکمبه شده، در نتیجه باعث کاهش pH شکمبه‌ای شده است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که استفاده از ملاس و قصیل جو، به عنوان افزودنی، باعث بهبود فراسنجه‌های تخمیری و قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی سیلاژ کنگر شد. با این حال، استفاده از

افزودنی اسید استیک باعث بهبود پایداری هوازی سیلاژ کنگر گردید. با این حال، با توجه به شرایط کشت قصیل جو و همزمانی برداشت آن با کنگر و سهولت دسترسی برای دامدار شاید بتوان استفاده از قصیل جو را با در نظر گرفتن نتایج این آزمایش، برای تهیه سیلاژ کنگر پیشنهاد کرد. به طور کلی، با مقایسه ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های تولید گاز و مولفه‌های تخمیری سیلاژ کنگر و با در نظر گرفتن خصوصیات زراعی سیلاژ کنگر می‌توان آن را به عنوان جایگزین منابع علوفه برای تامین علوفه دام در نظر گرفت. هر چند آزمایشات عملکردی برای تعیین ارزش غذایی آن در شرایط درون‌تنی لازم است.

منابع

1. Abarghoei, M., Rouzbehan, Y. and Alipour, D. 2011. Nutritive Value and Silage Characteristics of Whole and Partly Stoned Olive Cakes Treated with Molasses. Journal of Agricultural Science and Technology. 13:709-716.
2. Ahvengarvi, S., Vanhatalo, A. and Huhtanen, P. 2002. Supplementing barley or reoeseed meal to dairy cows fed grass-red clover silage: I. Rumen dejradability and microbial flow. Journal of Animal Science. 80:2176-2187.
3. Aksu, T., Baytok, E. and Bolat, D. 2004. Effects of a bacterial silage inoculants on corn silage fermentation and nutrient digestibility. Journal of Animal Feed Science and Technology. 55:249-252.
4. Aksu, T., Baytok, E., Karsli, M.A. and Muruz, H. 2006. Effects of formic acid, molasses and inoculants additives on corn silage composition, organic matter digestibility and microbial protein synthesis in sheep. Small Ruminant Research. 61:29-33.
5. AOAC International. 2003. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th Edition. 2nd Revision. Gaithersburg, MD, USA, Association of Analytical Communities.
6. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th edn. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA.
7. Arbabi, S. and Ghoorchi, T. 2008. The effect of different levels of molasses as silage additives on fermentation quality of foxtail millet (*Setaria italica*) silage. Asian Journal of Animal Sciences. 2:43-50.
8. Ashbell, G., Weinberg, Z.G., Azriel, A., Hen, Y. and Horev, B. 1991. A simple system to study the aerobic deterioration of silages. Canadian Agriculture and Engineering. 33:391–393.
9. Baytok, E., Aksu, T., Karsli, M.A. and Muruz, M. 2005. The effects of formic acid, molasses and inoculants as silage additives on corn silage composition and ruminal fermentation characteristics in sheep. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 29:469-474.
10. Blummel, M. and Becker, K. 1997. The degradability characteristics of fifty-four roughages and roughage neutral-detergent fibers as described by *in vitro* gas production and their relationship to voluntary feed intake. British Journal of Nutrition. 77:757-768.
11. Bouriako, I.A., Shihab, H., Kuri, V. and Margerison, J.K. 2001. Influence of wilting time on silage compositional quality and microbiology of grass clover mixtures. British Society of Animal Science. 88:102-108.
12. 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 Animal Science. 63:64–75.
13. Dehghani-Banadaky, M., Ghiasvand, M. and Sadeghi, S. 2011. Effect of molasses, starch and enzyme enrichment of sorghum and corn silage on chemical composition and rumen degradability. Animal Science Department. Campus of Agricultural and Natural Resources. University of Tehran. Iran. 89:550-551.

14. Denek, N. and Can, A. 2006. Feeding value of wet tomato pomace ensiled with wheat straw and wheat grain for Awassi sheep. Small Ruminant Research. 65(3):260-265.
15. Donmez, N., Karsl, M.A., Cinar, A., Aksu, T. and Baytok, E. 2003. The effects of different silage additives on rumen protozoan number silage additives on rumen protozoan number sheep fed corn silage. Small Ruminant Research. 48:227-231.
16. 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 of Dairy Science. 86:3575–3581.
17. Getachew, G,. Blummel, M., Makker, H.P.S. and Becker, K. 1998. *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. Journal of Animal Feed Science and Technology. 72:261-281.
18. Getachew, G., Makkar, H.P.S. and Becker, K. 2002. Tropical browses: content of phenolic compounds, *in vitro* gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acids and in vitro gas production. Journal of Agricultural Science. 139:341-352.
19. Gulsen, N. and Inal, F. 1995. The importance of forage and its problems in Tukey. Türk Veteriner Hekimleri Birliği. 7:48-52.
20. Hinds, M.A., Bolsen, K.K., Brethour, J., Milliken, G. and Hoover, J. 1985. Effects of molasses/urea and bacterial inoculant additives on silage quality, dry matter recovery and feeding value for cattle. Journal of Animal Feed Science and Technology. 12:205-214.
21. Jones, D.I.H., Jones, R. and Moseley, G. 1990. Effect of incorporating rolled barley in autumn-cut ryegrass silage on effluent production silage fermentation and cattle performance. Journal of Agricultural Science. 115(3):399–408.
22. Kamalak, A., Canbolat, O., Gurbuz, Y., Erol, A. and Ozay, O. 2005. Effect of maturity on the chemical composition, in vitro and in situ dry matter degradation of tumbleweed hay (*Gundelia tournefortii* L.). Small Ruminant Research. 58(2):149-156.
23. Karabulut, A., Ozgur Ozkan, C., Kamalak, A. and Canbolat, O. 2006. Comparison of the nutritive value of a native Turkish forages, tumbleweed hay (*Gundelia tournefortii* L.), wheat straw and alfalfa hay using *in situ* and *in vitro* measurements with sheep. Latin American Archives of Animal Production .14 (3):78-83.
24. Kaya, I., Unal, Y. and Sahin, T. 2009. The effect of cetain additives on grass silage quality. Digestibility and rumen parameters in rams. Journal of Animal and Veterinary Advances. 8:1780-1783.
25. Kennedy, S.J. 1990. Comparison of the fermentation quality and nutritive value of sulphuric and formic acid-treated silages feed to beef cattle. Journal of Grass and Forage Science. 45:17-28.
26. Keskun, B. and Yilmaz, U.H. 2005. Effects of urea or urea plus molasses supplementation to silages with different sorghum Varieties harvested at the quality and *In vitro* dry matter digestibility of silages. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science. 29:1143-1147.
27. Khorvash, M., Colombatto, D., Beauchemin, K.A. Ghorbani, G.R. and Samei, A. 2006. Use of absorbants and inoculants to enhance the quality of corn silage. Canadian Journal of Animal Science. 86:97-107.
28. Lardy, G.P., Ulmer, D.N., Anderson, V.L. and Caton, J.S. 2004. Effects of increasing level of supplemental barley on forage intake, digestibility and ruminal fermentation in steers fed medium-quality grass hay. Journal of Animal Science. 82:3662-3668.
29. Mahala, A.G., Khalifa, I.M. 2007. The effect of molasses levels on quality of sorghum (*Sorghum bicolor*) silage. Journal Research Journal of Animal and Veterinary Sciences. 1:43-46.
30. Makkar, H.P.S. 2005. *In vitro* gas methods for evaluation of feeds containing phytochemicals. Journal of Animal Feed Science and Technology. 123:291-302.
31. Makkar, H.P.S. and Becker, K. 1995. Degradation of condensed tannins by rumen microbes exposed to quebracho tannins (QT) in rumen simulation technique (RISITEC) and effects of QT on fermentative processes in the RUSITEC. Journal of Food and Agriculture Science. 69:495–500.

32. Makkari, F. Bayatkouhsar, J. Ghanbari, F. and Fallahi H.A. 2017. Effect of bacterial additives, organic acid and urea on chemical composition, fermentation characteristics, gas production and digestibility parameters of triticale forage silage *in vitro*. Animal Production Research. 6 (2):13-27.
33. McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.T.E. 1991. The biochemistry of silage, 2nd ed. Chalcombe Publication, Marlow, UK.
34. Meglas rivas, M.D., Matine teruel, A., Gallegobarrera, J.A. and sanchc Rodringue, M. 1991. Silage of byproducts of artichoke. Evolution and modification of the quality of fermentation Journal of Animal and Veterinary Advances. 16:141-143.
35. Menke, K.H. and Steingass, H. 1998. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research and Development. 28:7-55.
36. Menke, K.H., Raab, L., Solewski, 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*. Journal of Agriculture science. 93:217-222.
37. Mirheydar H. 2001. Herbal Information*:* Usage of Plants in Prevention and Treatment of Diseases. Tehran, Iran: Islamic Culture Press Center.
38. Miron. J., Zuckerman, E., Sadeh, D., Adin, G., Nikbachat, M., Yosef. E., Ben-Ghedalid, D., Carmi, A., Kipnis. T. and Solomon. R. 2005. Yield, composition and in vitro digestibility of new forage sorghum varieties and their ensilage characteristics. Journal of Animal Feed. Science and Technology 120:17-32.
39. Moore, C.A. and Kennedy, S.J. 1994. The effect of sugar beet pulp based silage additives on effluent production, fermentation, in silo losses, silage intake and animal performance. Grass and Forage Science. 49:54–64.
40. Muck, R.E. and Pitt, R.E. 1994. Aerobic deterioration in corn silage relative to the silo face. Trans. American Society of Agricultural Engineers. 37:735-743.
41. Muck, R.E. 2004. Effects of corn silage inoculants on aerobic stability. Transactions - American Society of Agricultural Engineers. 47:1011-1016.
42. National Research Council (NRC). 1985. Nutrient Requirements of Sheep. National Academe Press. Washington. D. C. Pp:112.
43. Nkosi, B.D. and Meeske, R. 2010. Effects of whey and molasses as silage additives on potato hash silage quality and growth performance of lambs. South African Journal of Animal Science. 40 (3):229-237.
44. Olivera, M.P. 1998. Use of *in vitro* gas production technique to assess the contribution of both soluble and insoluble fraction on the nutritive value of forage. A thesis submitted to the University of Aberdeen, Scotland, in partial fulfillment of the degree of Master of science in Animal Nutrition.
45. 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.
46. Ozkul, H., Kilic, A. and Polat, M. 2011. Evaluation of mixtures of certain market wastes as silage. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 24(9):1243-1248.
47. Pahlow, G.N., Muck, R.E., Driehuis, F., Ouda Elferink, S.J.W.H. and Spolstra, S.F. 2003. Microbiology of ensiling. Page 31 in silage scince and Technology. Buyton, D. R., Muck, R. E. and Harrison, J. H. American Society of Agronomy: Crop Science Society of America. Soil Science Socity of America, Medison, Wis.
48. Parker, C. Riches, C.R. 1993. Parasitic weed of the world biology and control. CAB International, walling ford, UK. Pp:332.
49. Pettersson, K. and Lindgren, S. 1989. The influence of the carbohydrate fraction and additives on silage quality. Grass and Forage Science. 45:223.

50. Phllip, L.E., Underhill, L. and Garino, H. 1990. Effects of treating Lucerne with an inoculums of lactic acid bacteria or formic acid upon chemical changes during fermentation, and upon the nutritive value of the silage for lambs. Grass and Forage Science. 45: 337-348.
51. Ranjit, N.K., Taylor, C.C. and Kung. Jr. L. 2002. Effect of lactobacillus buchneri 40788 on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. Grass and Forage Science. 57:73-81.
52. Rooke, J.A. and Hatfield, R.D. 2003. Biochemistry of ensiling. In: "Silage Science and Technology", (eds. D.R. Buxton, R.R. Muck and J.H. Harrison), Agronomy Series no. 42, American Society of Agronomy, Madison, WI, USA. 95–139.
53. Saidali Doulatabad, S., Ghorbani, G., Khorvash, M., Hedayati pour A. and Mohammadzadeh, H. 2012. Effects of using processed pith and molasses on chemical composition and fermentation quality of sugar beet pulp silage. 5th Iranian Animal Sciences congress. University of Isfahan. (In Persian).
54. Saidali Doulatabad, S., Ghorbani, G., Khorvash, M., Hedayati pour, A. and Mohammadzadeh, h. 2012. Effects of using pith and molasses on nutritive value and digestibility of sugar beet pulp silage. 5th Iranian Animal Sciences congress. University of Isfahan.(In Persian).
55. SAS. 2003. SAS User's Guide Statistics. Version 9.1 Edition. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
56. Seglar, B. 2003. Fermentation analysis and silage quality testing. Proceedings of the Minnesota Dairy Health Conference. College of Veterinary Medicine, University of Minnesota.
57. Sommart, K., Parker, D.S., Rowlinson, P. and Wanapat, M. 2000. Fermentation characteristics and microbial protein synthesis in an *in vitro* system using casava, rice straw and dried ruzi grass as substrates. Asian-Aust Journal Animal Science. 13:1084-1093.
58. Spoelstra, S.F., Steg, A. and Beuvink, J.M.W. 1990. Application of cell wall degrading enzymes to grass silage. In: J.J. Dekkers, H.C. van der Plas and D.K. Vuijk (Eds), Agricultural Biotechnology in Focus in The Netherlands, Pudoc, Wageningen.
59. Strobel, H. J. and Russell, J.B. 1986. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. Journal of Dairy Science 69:2941–2947.
60. Theodore, 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.
61. Tolera, A., Khazaal, K. and Ørskov, E.R. 1997. Nutritive evaluation of some browses species. Journal of Animal Feed Science and Technology. 67:181-195.
62. Valizadeh, R., Madayni, M., Sobhanirad, S., Salemi, M. and Norouzian, M.A. 2009. Feeding value of Kangar (*Gundelia tournefortii* L.) hay and the growth performance of Bluchi lambs fed by diets containing this hay. Journal of Animal and Veterinary Advances. 8 (7):1332-1336.
63. Valizadeh, R., Mahmoudi-Abyaneh, M. and Salahi, M. 2015. Chemical composition, rumen degradability and fermentation characteristics of fresh pragmates australis ensiled with different additives. Iranian Journal of Animal Science Research. 7(2):120-128.
64. Valizadeh, R., Naserian, A.A. and Ajdarifard, A. 2004. The Biochemistry of Silage. 2nd edition. Ferdowsi University Publication.
65. Van Soest P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Second edition. Cornell University Press. New York. 14850, U.S.A. 476-496.
66. 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(10):3583-3597.
67. Weiss, B. and Underwood, J. 2002. Silage additives. Ohio State University Extension Department of Horticulture and Crop Science, Columbus, Ohio. Pp:7.

68. Yakota, H., Kim, J.H.; Okajima, T. and Ohshima, M. 1992. Nutritional quality of wilted Napier grass ensiled with or without molasses. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 5:673-676.
69. Zarrin, M., Samadian, F., Ostadian, S., and Ahmadpour, A. 2018. Effect of treating Tumbleweed with urea and molasses on chemical composition and digestibility of its silage. Animal Production Research. 7(1):13-21.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 9(3), 2021
http://ejrr.gau.ac.ir

Effect of different additives on chemical composition, fermentation parameters, and digestibility of *Gundelia tournefortii* silage

M. Ayoubi Far[1], *A.M. Gharebash[2], J. Bayat Kouhsar[2] and F. Farivar[2]

[1] Graduated M.Sc. Student and [2]Assistant Prof., Dept. of Animal Sciences, Faculty of Agricultuer and Natural resources, University of Gonbad-e-Kavous, Golestan, Iran
Received: 05/28/2021; Accepted: 09/13/2021

Abstract

Background and objectives: Intake of poor quality plants of rangelands and pasture grasses and agriculture byproducts by ruminants is usually low to maintain animal performance because of their poor digestibility, and nutrient deficiency. Therefore, it seems essential to explore new feed resources, which may have potential as an animal feedstuff. Consequently, one possible way to reduce this alimentary deficit is to use naturally growing forages including, *Gundelia tournefortii* (*G. tournefortii*). *G. tournefortii* is one of the most important rangeland plants which can be used to feed livestock. *G. tournefortii* is known to be a plant with high nutritional value and water content and is therefore likely to be highly selective for consumption by native herbivores. It is very resistant to cold and dry weather and tolerates high temperature changes. Therefore, due to their diversity, they are able to propagate in large ecological areas and can be used in arid and semi-arid regions, often as part of forage and even a relatively good source of protein for ruminants. The aim of this study was to evaluate the effect of adding different additives on chemical composition, fermentation characteristics, gas production, and digestibility parameters of *G. tournefortii* silage in a completely randomized design.

Materials and methods: Whole forage *Gundelia tournefortii* were harvested and chopped with a conventional forage harvester under farm conditions to the length of 3-4 cm. Representative of *Gundelia tournefortii* forage samples were packed manually, in triplicate into plastic bags. The filled silos were stored at ambient temperature and allowed to ensile for 3, 7, 21, and 45 days. The treatments were: 1) *Gundelia tournefortii* silage without any additives (control), 2) control + molasses (5% of DM), 3) control + organic acid (1% of DM), 4) control + barley meal (10% of DM), and 5) control + barley silage (20% of DM). After designated ensiling times passed, silos were opened and the ensiled forage was mixed thoroughly and then was dried at 60°C in the oven for 48 h and then ground to pass through a 2 mm screen for later analysis.

Results: Results showed that different additives had an effect on the chemical composition of *G. tournefortii* silage significantly ($p<0.05$). Treatment *G. tournefortii* + barley meal had the highest dry matter (DM) and organic matter (OM) content compared with others. Fermentation characteristics of silage were affected by different additives ($p<0.05$) and *G. tournefortii* treated with molasses had the lowest pH. The highest and lowest aerobic stability was observed in organic acid-treated silage (42 h) and barley-treated silage (31/5), respectively. There were significant differences among treatments on gas production parameters ($P<0.05$) and barley meal-treated silage (on day 3) had the highest gas production potential, organic matter digestibility (OMD), and short chain fatty acid (SCFA). *In vitro* digestibility of DM and OM were affected by additives ($P<0.05$). Treatment control (on day 7) had the highest partitioning factor and microbial crude protein efficiency.

Conclusions: Overall, these results indicated that *in vitro* gas production and digestibility of *G. tournefortii* silage were improved by the application of molasses and barley silage as an additive, and its aerobic stability was improved by using acetic acid.

.

***Keywords*:** Barley Silage, Chemical Composition, *In vitro* Digestibility, Gas Production, *Gundelia tournefortii* silage