

اثر مرحله برداشت و عمل‌آوری اسیدی و میکروبی بر خصوصیات تجزیه پذیری سیلاژ سورگوم با روش تولید گاز

بهناز عینی^۱، مسلم باشتنی^{۲*} و علیرضا عرب^۳

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه بیرجند و ۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نژاد دام
دانشگاه بیرجند

*نویسنده مسؤل: mbashtani@birjand.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۲/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۰۸

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر مرحله برداشت و افزودن اسیدفرمیک و مایع شکمبه به سیلاژ سورگوم بر میزان گاز تولیدی حاصل از سیلاژ سورگوم انجام شد. سورگوم در چین اول و دوم برداشت و هنگامی که میزان ماده خشک آن به ۲۵ درصد رسید با اسید فرمیک و مایع شکمبه عمل‌آوری و سپس سیلو گردید. طول مدت سیلوکردن ۸۱ روز بود. پس از باز کردن درب سیلوها و خشک کردن نمونه‌ها، از هر تیمار به منظور بررسی میزان تولید گاز نمونه برداشته و درون سرنگ‌های تولید گاز ریخته شد. تولید گاز در زمان ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت قرائت و یادداشت شد. نتایج نشان داد میزان تولید گاز در سیلاژ حاصل از چین دوم کمتر بود، همچنین میزان ضریب b نیز در این تیمار بیشتر از سیلاژ چین اول بود. در آزمایش دوم میزان تولید گاز در سیلاژ عمل‌آوری شده با مایع شکمبه به طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد بود، ضریب b در سیلاژ عمل‌آوری شده با اسید فرمیک بیشتر از تیمار شاهد بود. قابلیت هضم ماده آلی و انرژی متابولیسمی در چین اول بیشتر از چین دوم بود. عمل‌آوری سیلاژها با مایع شکمبه باعث کاهش معنی دار قابلیت هضم ماده آلی (۴۵/۷۳ در مقابل ۵۲/۱ و ۵۲/۵۹ درصد) و انرژی متابولیسمی (۶/۷۲ در مقابل ۷/۷ و ۷/۷۵ مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک) نسبت به اسید فرمیک و شاهد شد.

کلمات کلیدی: سیلاژ سورگوم، تولید گاز، اسیدفرمیک، مرحله برداشت

مقدمه

سورگوم یکی از مهم‌ترین غلات در مناطق نیمه‌خشک جهان است که از نظر تغذیه انسان و دام از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. افزایش استفاده از سیلاژ سورگوم را می‌توان به ویژگی‌های مطلوب سیلاژ آن و ظرفیت بالای آن در تولید ماده خشک در مقایسه با سایر غلات نسبت داد.

برخی محققین اعتقاد دارند که کاربرد سیلاژ می‌تواند قابلیت هضم و مصرف علوفه را تحت تأثیر قرار دهد، چراکه به کارگیری اسید در عمل آوری سیلاژ موجب تجزیه‌پذیری جزئی دی دیواره سلول‌ها شده و کمی میزان ADF را کاهش می‌دهد (ناوآ و همکاران، ۱۹۹۶). مهمترین مزیت استفاده از اسید فرمیک کاهش سریع pH به محض استفاده است که امکان فعالیت تقریباً تمامی باکتری‌ها را به شدت محدود می‌کند (ماک، ۱۹۸۷). اسید فرمیک بازافت انرژی را افزایش داده و تجزیه‌پذیری پروتئین را در سیلو کاهش می‌دهد (والدو و همکاران، ۱۹۷۹، ناجل و همکاران، ۱۹۹۲). فیلیا و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که افزودنی باکتریایی سبب افزایش مصرف کربوهیدرات محلول و کاهش میزان آن در سیلاژ نهایی می‌شود.

هدف اصلی از به‌کارگیری اسید فرمیک در سیلاژ حفاظت مواد سیلویی از تخریب و کاهش هدرروی مواد طی تخمیر و تبدیل آن‌ها به موادی مانند اسیدهای تخمیری است که برای میکروارگانسیم‌های شکمبه سودی ندارند. استفاده از این افزودنی سبب جلوگیری از تخریب ترکیبات ارزشمند سیلاژ مانند پروتئین‌ها می‌گردد. به منظور استفاده بهینه از مواد خوراکی، نیاز به اطلاعات کافی در زمینه احتیاجات حیوان، مواد خوراکی مورد استفاده و قابلیت دسترسی به مواد مغذی توسط دام و تأمین اطلاعات لازم در راستای تعیین ارزش مواد خوراکی و خوشخوراکی و عوامل محدود کننده مواد خوراکی لازم به نظر می‌آید (تقی‌زاده و همکاران، ۱۳۷۸). یکی از روش‌های مهم جهت تعیین ارزش غذایی مواد خوراکی، تعیین قابلیت هضم می‌باشد. برای تعیین قابلیت هضم مواد خوراکی از روش‌های آزمایشگاهی و بیولوژیکی استفاده می‌شود. روش آزمایشگاهی مرسوم روش تیلی و تری (۱۹۶۳) است. روش استفاده از حیوان زنده (*in vivo*) و روش کیسه‌های نایلونی (*in sacco*) از روش‌های مرسوم بیولوژیکی هستند. هدف از این پژوهش تعیین ارزش غذایی سیلاژ سورگوم با استفاده از روش آزمون تولید گاز بود.

مواد و روش‌ها

در تیرماه سال ۱۳۹۱ علوفه سورگوم با نام علمی *Sorghum bicolor* [L] Moench از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند برداشت شد. آزمایش اول شامل کشت سورگوم علوفه‌ای و برداشت آن در چین اول و چین دوم و سپس سیلوکردن آن‌ها بود. در آزمایش دوم علوفه سورگوم در مرحله ۱۰ درصد گلدهی با میانگین ماده خشک ۲۵ درصد برداشت و با افزودن اسید فرمیک و مایع شکمبه سیلو شد. علوفه‌ها با کمک چاپر قطعه قطعه شدند. عملیات سیلوکردن در سطل‌های پلاستیکی ۲/۵ لیتری انجام گرفت. اعمال تیمارها (افزودنی‌ها) روی علوفه سیلویی برای اسید فرمیک و مایع شکمبه به روش اسپری کردن انجام شد. اسید فرمیک ۹۸ درصد به میزان ۵ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم ماده خشک و مایع شکمبه به میزان ۱۰۰ میلی‌لیتر در هر کیلوگرم ماده خشک به سیلوها اضافه گردید. طول مدت سیلوکردن ۸۱ روز بود.

از یک رأس گاو فیستولا شده به منظور تهیه مایع شکمبه استفاده شد. به منظور محاسبه میزان گاز تولیدی از سیلاژ سورگوم عمل‌آوری‌شده و چین اول و دوم، از روش منک و همکاران (۱۹۷۹) استفاده شد. برای تعیین میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی از روش ون سوست و همکاران (۱۹۹۱) استفاده گردید. داده‌های بدست آمده از تولید گاز با استفاده از رابطه زیر برازش داده شد.

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

در این معادله P حجم گاز تولیدی در زمان b، بخش نامحلول قابل تخمیر (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)، c، ثابت نرخ تولید گاز و t زمان انکوباسیون می‌باشد.

به منظور محاسبه انرژی متابولیسمی و قابلیت هضم ماده آلی سیلاژ با استفاده از تولید گاز در زمان ۲۴ ساعت، از فرمول زیر طبق روش پیشنهادی (منک و همکاران، ۱۹۷۹) از فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{قابلیت هضم ماده آلی (درصد)} = 0/889 + 14/88 \times \text{تولید گاز در زمان ۲۴ (میلی‌گرم بر ۲۰۰ میلی‌لیتر)} + 0/45 \times \text{پروتئین (درصد)} + 0/65 \times \text{خاکستر (درصد)}$$

انرژی متابولیسمی (مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک) = $2/2 + 0/136 \times \text{تولید گاز در زمان ۲۴ (میلی‌گرم بر ۲۰۰ میلی‌لیتر)} + 0/574 \times \text{پروتئین خام (درصد)}$ (زهر ساریسیک و کیلیک، ۲۰۰۹)

تجزیه و تحلیل داده‌ها:

نتایج به دست آمده شامل فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی، میزان تولید گاز و ضرایب c, b توسط رویه مدل خطی عمومی نرم افزار آماری SAS (۲۰۰۰) تجزیه آماری شد و مقایسه میانگین‌ها توسط روش توکی کرامر در سطح ۵ درصد خطا انجام شد.

نتایج و بحث

آزمایش اول:

اعداد حاصل از تولید گاز تیمارهای آزمایش اول در جدول ۱ نشان داده شده است. تولید گاز در سیلاژ حاصل از چین دوم کمتر بود، از آنجایی که بین تولید گاز و محتوای NDF سیلاژ همبستگی منفی وجود دارد (عبدالراضک و همکاران، ۲۰۰۰)، لذا با توجه به بیشتر بودن دیواره سلولی (جدول ۲) در سیلاژ

چین دوم تولید گاز کاهش یافت. این نتایج در راستای یافته‌های مهری و تقیانی (۲۰۱۲) بود، به طوری که تولید گاز در چین دوم یونجه کمتر از چین اول در همه زمان‌های انکوباسیون بود، آنها همبستگی بالایی را بین میزان فیبر گیاه طی چین دوم و کاهش گاز تولیدی گزارش کردند. همان طور که در جدول ۳ نشان داده شده است، ضریب b در سیلاژ حاصل از چین دوم بیشتر از سیلاژ چین اول بود ($P < 0.05$). از آنجایی که NDF جز بخش b قرار می‌گیرد و این فاکتور در سیلاژ چین دوم بیشتر است، لذا ضریب b بیشتری نیز خواهد داشت. این نتایج با یافته‌های مهری و تقیانی (۲۰۱۲) همخوانی داشت، به طوری که آن‌ها کنتیک تولید گاز و ضرائب آن را وابسته به نسبت بخش محلول به نامحلول خوراک مانند دیواره سلولی دانستند. ضریب c توسط تیمارهای آزمایشی تحت تأثیر قرار نگرفت ($P \geq 0.05$).

جدول ۱- میزان گاز تولیدی حاصل از سیلاژ سورگوم چین اول و دوم در زمان‌های مختلف (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه)

زمان	سیلاژ چین اول	سیلاژ چین دوم	اشتباه معیار میانگین	سطح معنی داری
۲	۳/۶۶ ^a	۱/۳۳ ^b	۰/۵۷	۰/۰۴
۴	۵/۶۷	۲/۹۹	۱/۴۹	۰/۲
۶	۱۰/۰۰	۵/۶۶	۱/۲۴	۰/۰۶
۸	۱۷/۳۳ ^a	۸/۳۳ ^b	۰/۷۸	۰/۰۰
۱۶	۲۴/۰۰ ^a	۱۴/۶۶ ^b	۲/۱۳	۰/۰۳
۲۴	۳۰/۰۰ ^a	۲۰/۰۰ ^b	۲/۴۶	۰/۰۴
۴۸	۴۱/۶۶ ^a	۲۱/۶۶ ^b	۱/۲۰	۰/۰۰
۷۲	۵۲/۰۰ ^a	۳۱/۳۳ ^b	۴/۵۳	۰/۰۳
۹۶	۵۵/۹۹	۳۴/۹۹	۵/۵۴	۰/۰۶

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است

جدول ۲- میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی سیلاژ سورگوم در چین اول و دوم (درصد)

ماده مغذی	چین اول	چین دوم	اشتباه معیار میانگین	سطح معنی داری
فیبر نامحلول در شوینده خنثی	۶۴/۶۷ ^b	۷۰/۶۸ ^a	۱/۴۲	۰/۰۴
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی	۴۰/۱۰ ^b	۴۴/۰۹ ^a	۰/۴۸	۰/۰۱

جدول ۳- ضرایب تجزیه‌پذیری سیلاژ سورگوم حاصل از چین اول و دوم با استفاده از روش آزمون گاز

تیمار	b	c
سیلاژ چین اول	۳۵/۹ ^b	۰/۰۲
سیلاژ چین دوم	۵۷/۷۹ ^a	۰/۰۲
سطح معنی داری	۰/۰۵	۰/۰۴
اشتباه معیار میانگین	۵/۴۰۷	۰/۰۰۳

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است

b: بخش محلول و نامحلول قابل تخمیر

c: ثابت نرخ تولید گاز

محاسبه قابلیت هضم ماده آلی و انرژی متابولیسمی

سیلاژ سورگوم

در جدول ۴ میزان قابلیت هضم ماده آلی و انرژی متابولیسمی سیلاژ سورگوم، نشان داده شده است. قابلیت هضم ماده آلی در سیلاژ چین اول از سیلاژ چین دوم به طور معنی داری بیشتر بود ($P < 0/05$). چون این پارامتر توسط میزان گاز تولیدی در ساعت ۲۴، خاکستر خام سیلاژ و پروتئین خام سیلاژ محاسبه می‌شود و میزان پروتئین خام در سیلاژ چین اول از سیلاژ چین دوم بیشتر است و همچنین میزان تولید گاز ساعت ۲۴ در این سیلاژ بیشتر است، این افزایش در قابلیت هضم ماده آلی انتظار می‌رفت. این نتایج با یافته‌های

روی و خانداکر (۲۰۱۰) همخوانی داشت به طوری که آن‌ها دریافتند قابلیت هضم ماده آلی در سورگوم چین اول بیشتر از سایر چین‌ها بود. انرژی متابولیسمی در سیلاژ چین اول بیشتر از سیلاژ چین دوم بود ($P < 0/05$)، از آنجایی که این پارامتر به میزان گاز تولیدی در ساعت ۲۴ و پروتئین خام سیلاژ وابسته است، به دنبال بیشتر بودن این دو پارامتر در سیلاژ چین اول انرژی متابولیسمی سیلاژ بود. این نتایج با یافته‌های هاگمن (۲۰۰۸) همخوانی داشت. روی و خانداکر (۲۰۱۰) گزارش کردند میزان انرژی متابولیسمی در سورگوم چین اول بیشترین است و با افزایش تعداد چین این پارامتر کاهش می‌یابد.

جدول ۴ - محاسبه میزان قابلیت هضم ماده آلی و انرژی متابولیسمی سیلاژ سورگوم چین اول و دوم

p	اشتباه معیار میانگین	افزودنی		پارامتر
		سیلاژ چین دوم	سیلاژ چین اول	
۰/۰۳	۲/۱۱۸	۳۶/۵۷ ^b	۴۶/۳۷ ^a	قابلیت هضم ماده آلی (درصد)
۰/۰۳	۰/۳۳۵	۵/۳۱ ^b	۶/۷۷ ^a	انرژی متابولیسمی (مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک)

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارها است.

آزمایش دوم:

اعداد حاصل از تولید گاز سیلاژ سورگوم عمل‌آوری شده با مایع شکمبه و اسید فرمیک در جدول ۵ نشان داده شده است. میزان گاز تولیدی در سیلاژ عمل‌آوری شده با مایع شکمبه در زمان ۲، ۴، ۱۶ و ۲۴ به طور معنی داری کمتر از تیمار شاهد بود ($P < 0/05$). از آنجایی که همبستگی منفی بین دیواره سلولی گیاه و میزان گاز تولیدی وجود دارد (عبدالراضک و همکاران، ۲۰۰۰)، لذا چون سیلاژ عمل‌آوری شده با مایع شکمبه حاوی میزان بیشتری NDF نسبت به سیلاژ شاهد بود (جدول ۶)، تولید گاز کمتری نسبت به تیمار شاهد داشت. این نتایج با یافته‌های زهرا ساریسیک و کیلیک (۲۰۰۹) که از اسیدفرمیک و اوره برای عمل‌آوری سیلاژ ذرت استفاده کردند همخوانی داشت. بر اساس نتایج حاصله توسط این محققین عمل‌آوری با اسید فرمیک و اوره منجر به کاهش تولید گاز در مقایسه با تیمار شاهد گردید. تولید گاز در تیمار عمل‌آوری شده با اسید فرمیک کمتر از تیمار شاهد بود، که ناشی از محتوای بیشتر کربوهیدرات محلول سیلاژ است، زیرا در محیط شکمبه، با افزایش بخش‌های سریع تخمیر سیلاژ میزان گاز تولیدی در نتیجه تولید میزان بیشتر پروبیونات،

کاهش می‌یابد، زیرا این مسیر اتلاف انرژی کمتری نسبت به مسیر استات دارد (نیکخواه و مهدوی، ۱۳۸۵). همان طور که در جدول ۷ نشان داده شده است. ضریب b (بخش با پتانسیل بالقوه تولید گاز) به طور معنی‌داری در تیمار عمل‌آوری شده با اسید فرمیک کمتر از شاهد بود ($P < 0/05$) و حاکی از این مطلب است که افزودنی اسید فرمیک سبب تغییر در روند تجزیه‌پذیری سیلاژ سورگوم شده است و باعث کاهش میزان بخش با پتانسیل تجزیه‌پذیر شده، این نتایج با یافته‌های زهرا ساریسیک و کیلیک (۲۰۰۹) مشابه بود، به طوری که آنان دریافتند افزودن سطوح مختلف اسید بر سیلاژ ذرت سبب کاهش نرخ تخمیر شده است. ضریب c (ثابت نرخ تجزیه) تیمار عمل‌آوری شده با اسید فرمیک نسبت به سایر تیمارها به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0/05$). روغنی و ضمیری (۲۰۰۹) نیز دریافتند افزودن اسید فرمیک به سیلاژ ذرت سبب افزایش ضریب c می‌شود، به طوری که این ضریب، از ۰/۰۵ در تیمار شاهد به ۰/۰۶ در سیلاژ عمل‌آوری شده با افزودن اسید فرمیک افزایش یافت. زهرا ساریسیک و کیلیک (۲۰۰۹) گزارش کردند که سطوح اسید فرمیک مصرفی و مرحله برداشت عوامل اثرگذار بر ثابت نرخ تجزیه سیلاژ ذرت می‌باشد. علت احتمالی افزایش بخش c سیلاژ حاوی اسید

فرمیک، اثر این اسید بر دیواره سلولی به خصوص همی سلولز است که باعث افزایش تجزیه آن و متعاقباً افزایش میزان ثابت نرخ تجزیه پذیری سیلاژ شده است. همان طور که در جدول ۲ نشان داده شده است با کاهش ضریب تجزیه پذیری میزان گاز تولیدی کاهش می‌یابد (نیکخواه و مهدوی، ۱۳۸۵).

جدول ۵ - میزان گاز تولیدی حاصل از سیلاژ سورگوم عمل‌آوری شده با مایع شکمبه و اسید فرمیک در زمان‌های مختلف (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه)

زمان	افزودنی			
	شاهد	مایع شکمبه	اسید فرمیک	اشتباه معیار میانگین
۲	۵/۳۳ ^a	۲/۳۳ ^b	۴ ^a	۰/۰۱۱
۴	۶/۶۷	۴/۶۷	۵/۳۳	۰/۱۸
۶	۱۰	۸/۶۷	۱۴	۰/۲۳
۸	۱۴ ^{ab}	۱۱/۳۳ ^b	۱۰/۶۷ ^a	۰/۰۲
۱۶	۳۳ ^a	۲۴/۳۳ ^b	۳۲/۶۷ ^a	۰/۰۰۲
۲۴	۳۸ ^a	۳۰/۶۷ ^b	۳۷/۳۳ ^a	۰/۰۰۰۳
۴۸	۵۰	۴۵/۳۳	۴۶	۰/۳۳
۷۲	۵۸/۳۳	۵۵	۵۳	۰/۳۹
۹۶	۶۷ ^a	۶۰ ^{ab}	۵۷/۳۳ ^b	۰/۰۳

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است

جدول ۶ - میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی سیلاژ سورگوم عمل‌آوری شده با مایع شکمبه و اسید فرمیک (درصد)

ماده مغذی	شاهد	مایع شکمبه	اسید فرمیک	اشتباه معیار میانگین	سطح معنی‌داری
فیبر نامحلول در شوینده خنثی	۶۳/۳۴ ^b	۶۷/۷۵ ^{ab}	۶۹/۳۳ ^a	۱/۲۲	۰/۰۲
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی	۳۵/۹۴	۴۰/۵۲	۳۸/۹۳	۱/۰۳۷	۰/۱۲

جدول ۷ - ضرایب تجزیه پذیری سیلاژ سورگوم عمل‌آوری شده با اسید فرمیک و مایع شکمبه با استفاده از روش تولید گاز

تیمار	b	c
شاهد	۶۶/۶۹ ^a	۰/۰۳ ^b
سورگوم + مایع شکمبه	۶۵/۱۶ ^{ab}	۰/۰۳ ^b
سورگوم + اسید فرمیک	۵۵/۰۲ ^b	۰/۰۵ ^a
اشتباه معیار میانگین	۱۳/۶۹	۰/۰۰۵
سطح معنی‌داری	۰/۰۵	۰/۰۵

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است

محاسبه قابلیت هضم ماده آلی و انرژی متابولیسمی سیلاژ سورگوم

در جدول ۸ میزان قابلیت هضم ماده آلی و انرژی متابولیسمی سیلاژ سورگوم، نشان داده شده است. قابلیت هضم ماده آلی در سیلاژ حاوی مایع شکمبه از سیلاژ شاهد به طور معنی‌داری کمتر بود ($P < 0.01$). از آنجایی که این پارامتر توسط میزان گاز تولیدی در ساعت ۲۴، خاکستر خام سیلاژ و

پروتئین خام سیلاژ محاسبه می‌شود، لذا چون میزان پروتئین خام سیلاژ عمل‌آوری شده با مایع شکمبه کمتر از سیلاژ شاهد بود و همچنین میزان تولید گاز ساعت ۲۴ در سیلاژ عمل‌آوری شده با مایع شکمبه نیز کمتر از سیلاژ شاهد بود، این کاهش در قابلیت هضم ماده آلی انتظار بود. این نتایج با یافته‌های زهرا ساریسیک و کلیک (۲۰۰۹) همخوانی داشت، بدین صورت که با افزودن باکتری‌های لاکتیک اسیدی قابلیت

مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک در سیلاژ شاهد به ۲/۹۸ در سیلاژ عمل‌آوری شده با باکتری‌های لاکتیک اسیدی کاهش یافت.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد عمل‌آوری سیلاژ سورگوم با مایع شکمبه در مقایسه با اسید فرمیک باعث کاهش معنی داری در قابلیت هضم ماده آلی و انرژی متابولیسمی می‌شود. همچنین با افزایش مرحله برداشت قابلیت هضم ماده آلی و انرژی متابولیسمی کاهش می‌یابد.

هضم ماده آلی از ۷/۳۱ درصد در سیلاژ شاهد به ۵/۸۹ درصد در سیلاژ عمل‌آوری شده با باکتری‌های لاکتیک اسیدی کاهش یافت. انرژی متابولیسمی در سیلاژ حاوی مایع شکمبه از سیلاژ شاهد به طور معنی داری کمتر بود ($P < 0/01$). انرژی متابولیسمی سیلاژ به میزان گاز تولیدی در ساعت ۲۴ و پروتئین خام سیلاژ وابسته است و به دنبال کمتر بودن این دو پارامتر در سیلاژ حاوی مایع شکمبه از سیلاژ شاهد میزان انرژی متابولیسمی سیلاژ عمل‌آوری شده با مایع شکمبه نیز کمتر از شاهد بود. این نتایج با یافته‌های زهرا ساریسک و کلیک (۲۰۰۹) همخوانی داشت، بدین صورت که با افزودن باکتری‌های لاکتیک اسیدی انرژی متابولیسمی از ۴/۰۹

جدول ۸ - محاسبه میزان قابلیت هضم ماده آلی و انرژی متابولیسمی سیلاژ سورگوم عمل‌آوری شده با مایع شکمبه و اسید فرمیک

P	اشتباه معیار میانگین	افزودنی			پارامتر
		اسید فرمیک	مایع شکمبه	شاهد	
۰/۰۰۰۲	۰/۵۶	۵۲/۱ ^a	۴۵/۷۳ ^b	۵۲/۵۹ ^a	قابلیت هضم ماده آلی(%)
۰/۰۰۰۲	۴/۲	۷/۷ ^a	۶/۷۳ ^b	۷/۷۵ ^a	انرژی متابولیسمی(مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک)

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارها است.

منابع

- تقی‌زاده، ا.، نیکخواه، ع. و فضایی، ح.، ۱۳۷۸. تعیین گوارش‌پذیری و ویژگی‌های تجزیه‌پذیری برخی مواد خوراکی به روش‌های *in vivo*، *in situ* و *in vitro*، مجله دانش کشاورزی شماره ۳، جلد ۳۱، صفحات ۱۷-۹.
- نیکخواه، ع. و مهدوی، ع.، ۱۳۸۵. مقایسه روش کیسه‌های نایلونی و روش آزمون گاز در تعیین ارزش غذایی مواد خوراکی. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۷، صفحات ۲۸۱-۲۹۲.
- Abdulrazaka, S.A., Fujiharaa, T., Ondiekb, J.K. and Ørskovc, E.R., 2000. Nutritive evaluation of some Acacia tree leaves from Kenya. *Animal Feed Science and Technology*. 85 (1-2): 89-98
- Filya, I., Karabulut, A. and Sucu, E., 2002. The effect of *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of maize silage in warm climate. *Proceedings of 13th International Silage Conference*. Ayr, Scotland. PP: 192-193.
- 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 feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *Journal of Agriculture Science*. 93: 217-222.
- Muck, R.E., 1987. Dry matter effect on alfalfa silage quality. *Nitrogen transformations*. *Journal of Dairy Science*. Transaction of the ASAE. 30(1): 1-14.
- Nadeau, E.M.G., Boxtton, D.R., Linogreh, E. and Lingvall P., 1996. Kinetics of cell-wall digestion of orchardgrass and alfalfa silage treated with cellulose and formic acid. *Journal of Animal Science*. 79: 2207-2216.
- Nagel, A., and Broderick A., 1992. Effect of formic acid or formaldehyde treatment of alfalfa silage on nutrient utilization by dairy cow. *Journal of Dairy Science*. 75: 140-154.
- PRS Roy, Khandaker, ZH., 2010. Effects of phosphorus fertilizer on yield and nutritional value of sorghum (*Sorghum bicolor*) fodder at three cuttings. *Bangladesh Journal of Animal Science*. 39(1&2): 106-115
- Rowghani, E.I. and Zamiri, M. J., 2009. The effects of a microbial inoculant and formic acid as silage additives on chemical composition, ruminal degradability and nutrient digestibility of corn silage in sheep. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 10:110-118.
- SAS Institute Inc (2000) SAS/STAT User's Guide, Version 9.1. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Tilley, J. M. A. And Terry, R. A. A., 1963. Two Stage Technique For The *In Vitro* Digestion Of Forage Crops. *Journal of British Grassland Socvol*. 18 (2): 104-111.

- Van Soest, J. P., Robertson, J. B. and Lewis, B. A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition *Journal of Dairy science*. 74: 3583–3597.
- Waldo, D.R., Keys, J.E. and Gordon, C.H., 1979. Formaldehyde and formic acid as silage additives. *Journal of Dairy Science*. 59: 229-232.
- Zehra Sariçiçek, B. and KILIÇ, U., 2009. The Effects of Different Additives on Silage Gas Production, Fermentation Kinetics and Silage Quality. *Journal of Applied Sciences*. 62: 11-18.

Effect of harvesting stage and acidity and microbial processing on degradability characteristics of sorghum silage using gas production method

B. Aini¹, M. Bashtani^{2*} and A.R. Arab³

1- PhD student, Department of Animal Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, 2- Associate Professor, Department of Animal Science, University of Birjand, Birjand, Iran and 3- Graduated MSc Student, Department of Animal Science, University of Birjand, Birjand, Iran

*Corresponding Author Email: mbashtani@birjand.ac.ir

Submitted: 28 January 2014

Accepted: 10 May 2015

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effect of harvesting, addition of formic acid and ruminal fluid to sorghum silage on amount of gas production. Sorghum at the first and second harvesting (with 25 % DM) was treated with formic acid and rumen fluid and then was ensiled for 81 days. After opening and drying the samples, a sample was taken from each treatment and put it into gas production syringe. Gas production at 2, 4, 6, 8, 16, 24, 48, 72 and 96 hours of incubation were recorded. Results showed that for the second-cut silage gas production was lower and that coefficient b was higher as compared to the first-cut silage. In the second experiment, gas production for the silage treated with ruminal fluid was significantly lower than the control treatment and a higher b coefficient was also found for the formic acid treated silage. Organic matter digestibility (OMD) and metabolism energy (ME) were greater for the first-cut as compared to the second-cut silage. Treating the silage with ruminal fluid caused a significant decrease of OMD (45.73 % vs. 52.1 and 52.59 %), ME (6.72 MJ/kg DM vs. 7.7 and 7.75 MJ/kg DM) as compared with formic acid and control treatments.

Keyword: Sorghum silage, Gas production, Formic acid, Harvesting stage