نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد هفتم، شماره چهارم، ۱۳۹۸
http://ejrr.gau.ac.ir
۷۷-۹۱

مقایسه ترکیبات شیمیایی، خصوصیات تخمیر و ارزش غذایی ارقام مختلف سورگوم علوفه‌ای سیلو شده به روش آزمون تولید گاز

*عبداله کاویان[۱]، کاظم یوسفی کلاریکلایی[۲]، کریم نوبری[۲]

[۱]مربی پژوهشی، عضو هیات‌علمی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران، [۲]استادیار، عضو هیات‌علمی بخش تحقیقات علوم دامی ، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۳/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۱۹

چکیده

سابقه و هدف: کاشت گیاهان علوفه ای با توان تولید و کیفیت بالا و سازگار با شرایط آب و هوایی ایران به دلیل کمبود علوفه در ایران مورد توجه زیادی قرار گرفته‌است. امروزه علاوه بر ارقام بومی متداول، کشت ارقام هیبرید پر محصول سورگوم در ایران رو به افزایش است. سورگوم نه تنها از عملکرد بالائی برخوردار است بلکه با شرایط اقلیمی اکثر مناطق ایران به خصوص مناطق خشک و معتدل سازگاری خوبی دارد. سورگوم از مهم ترین گیاهان علوفه‌ای مناطق خشک و نیمه خشک دنیاست که به علت سازگاری با شرایط گرم و تا حدی شوری خاک و بالا بودن بازده مصرف آب می‌تواند تولید خوبی داشته باشد. این گیاه قادر است که آب را بهتر دیگر علوف‌ها جذب کند .هدف از این تحقیق تعیین میزان عملکرد، ترکیبات شیمیایی ، خواص سیلویی ونیزتخمین انرژی متابولیسمی، قابلیت هضم ماده آلی ، قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک و اسیدهای چرب فرار به روش تولید گاز ارقام سورگوم علوفه ای بود.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به منظور تعیین میزان عملکرد، ترکیبات شیمیایی، خواص‌سیلویی، تخمین انرژی‌متابولیسمی و اسیدهای چرب فرار، قابلیت هضم ماده‌آلی، قابلیت هضم ماده‌آلی در ماده خشک ارقام سورگوم علوفه‌ای شامل: ICRISAT520×R166، ICRISAT625×R165، ICRISAT623×R165، ICRISAT632×R165 و feed speed (اسپیدفید) به روش تولیدگاز در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار انجام شده‌است. ارقام سورگوم خردشده در قطعات ۲ سانتی‌متری در سطل‌های ۱۰ کیلویی فشرده و ذخیره‌گردید. بعد از ٤٥ روز ماده خشک، پروتئین‌خام، چربی‌خام، الیاف نامحلول در شوینده‌اسیدی و خاکسترخام، قندهای‌محلول و ازت آمونیاکی مواد سیلویی اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: بیشترین عملکرد ماده خشک و پروتئین‌خام (کیلوگرم در هکتار) مربوط به سورگوم رقم ICRISAT520 ×R166 و کمترین عملکرد مربوط به سورگوم اسپیدفید بود. نتایج نشان‌داد که هیبریدهای سیلوشده در این آزمایش از نظر درصد ماده خشک، ماده‌آلی، پروتئین خام، چربی‌خام، خاکسترخام، الیاف‌نامحلول در شوینده‌اسیدی، قندهای‌محلول و ازت‌آمونیاکی اختلاف معنی‌داری باهم دارند. رقم ICRISAT625×165 دارای بیشترین مقدار گازتجمعی، انرژی متابولیسمی، قندمحلول، اسیدهای چرب فرار و چربی‌خام بود. اما رقم‌های ICRISAT520 ×R166 و ICRISAT632×R165 دارای مقادیر کمتری بودند.

*نویسنده مسئول: abdolah_kavian@yahoo.com

اختلاف بین ارقام سورگوم از نظر تخمین میزان قابلیت هضم ماده‌آلی‌و قابلیت‌هضم ماده‌آلی در ماده‌خشک با استفاده از میزان گاز تولیدی معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این تحقیق، رقم ICRISAT520×R166 از نقطه نظر تولید ماده خشک (۱۸٤۸۷ کیلوگرم در هکتار) وتولید پروتئین (۱٤۰۰ کیلوگرم در هکتار) قابل توصیه برای کشت در استان گلستان می‌باشد ، اما رقم ICRISAT625 ×R165 به‌دلیل مقدار انرژی قابل‌متابولیسم و ماده‌آلی قابل هضم بیشتر نسبت به بقیه ارقام ارجحیت دارد.

واژه‌های کلیدی: آزمون گاز، ارزش غذایی، خصوصیات تخمیر، سورگوم علوفه‌ای،

مقدمه

کاشت گیاهان علوفه‌ای با توان تولید و کیفیت بالا و سازگار با شرایط آب‌وهوایی ایران به دلیل کمبود علوفه در ایران مورد توجه زیادی قرارگرفته است. امروزه علاوه بر ارقام بومی متداول، کشت ارقام هیبرید پر محصول سورگوم در ایران رو به افزایش است. سورگوم نه تنها از عملکرد بالائی برخوردار است بلکه با شرایط اقلیمی اکثر مناطق ایران به خصوص مناطق خشک و معتدل سازگاری خوبی دارد. سورگوم با نام علمی "سورگوم بی کالر"[1] به علت دارا بودن ویژگی‌هایی از جمله روز کوتاه‌بودن، نحوه فعالیت روزنه‌ای و سیستم ریشه‌ای قادر است که آب را بهتر جذب کند. این گیاه از مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای مناطق‌خشک و نیمه خشک دنیاست که به علت سازگاری با شرایط گرم و تا حدی شوری خاک و بالابودن بازده مصرف آب می‌تواند در عرض جغرافیایی ٤۰ درجه شمالی تا ٤۰ درجه جنوبی کره زمین تولید خوبی داشته باشد(۲).

ماهانتا (۲۰۰۵)، در سیلوی دورقم سورگوم هیبریدی، میزان pH، را در نمونه اول و دوم به‌ترتیب ۳/۸، ٤/۲؛ و میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی[2] و پروتئین‌خام در نمونه اول را به ترتیب ٦٥ و ٥/۲٤ درصد و در نمونه دوم به‌ترتیب ٥٥/۳ و ۷/٤۳ درصد گزارش‌نمود(۲۱). در آزمایش دیگر ماده‌خشک، پروتئین‌خام و فیبرنامحلول در شوینده‌اسیدی[3] سورگوم علوفه‌ای به هنگام سیلوکردن به ترتیب ۲۲/۲، ۱۰/٦ و ٤۰/۷ درصد گزارش‌گردید(۱۱). فضایلی و همکاران (۲۰۰٦)، میزان ماده خشک، پروتئین‌خام، فیبرخام‌نامحلول در شوینده‌خنثی و فیبرنامحلول در شوینده‌اسیدی را به ترتیب ۲٤ ، ۷/۹، ٦۱ و ۳٤ درصد و pH را در سورگوم‌علوفه‌ای سیلو شده برابر ۳/۷۸ گزارش نمود (۱۲). در یک تحقیق ضمن بررسی ترکیبات شیمیایی ۱۲ رقم هیبرید سورگوم سیلوشده، میانگین pH برابر ۳/۸۱، میانگین درصد ازت‌آمونیاکی برابر ۳/٥٤ درصد از ازت‌کل و میانگین ماده‌خشک، پروتئین‌خام، فیبرخام نامحلول در شوینده‌خنثی و فیبرنامحلول در شوینده‌اسیدی قبل از سیلوکردن به ترتیب ۳۲/۰۱، ۱۰/٦٥، ٦۷/۹۳ و ۳٥/۰۷ درصد گزارش‌شد (۲٤).

بر اساس تحقیق خلیلی‌محله وهمکاران (۱۳۸٦)، اثر رقم بر میزان پروتئین‌خام در سورگوم‌های هیبریدی معنی‌دارمی‌باشد به‌طوری‌که رقم هیبریداسپیدفید با ۱۱/۸۷ درصد و رقم شوگریز با ۱۰/۲٤ درصد کمترین میزان پروتئین‌خام را دارا بودند (۱۷). وارد و همکاران (۲۰۰۰)، آزمایشی را به منظور تعیین ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم سیلاژ تهیه شده ازعلوفه‌ی سورگوم علوفه‌ای، ارزن‌مرواریدی و

1. *Sorghum bicolor* [L.]
2. Neutral Detergent Fiber
3. Acid Detergent Fiber

ذرت مناطق گرمسیری انجام دادند و نتیجه گرفتند که pH سیلاژ سورگوم، ارزن مرواریدی وذرت به‌ترتیب برابر ٤/٠٩، ٤/٥٠ و٣/٩٦ بود . در این تحقیق چنین گزارش‌شد که ارزن مرواریدی مرغوبیت کمتری جهت تهیه‌ی سیلاژ دارد ولی سورگوم علوفه‌ای و ذرت مناطق گرمسیری به‌طور ویژه می‌تواند جهت سیلوکردن کشت‌گردند(٤٨).

بین و همکاران (٢٠٠٢)، در آزمایشی ٩٧ هیبرید سورگوم علوفه‌ای را با ذرت علوفه‌ای در مرحله دانه‌خمیری مورد مقایسه قراردادند. میانگین ماده‌ی-خشک، پروتئین‌خام، فیبرخام نامحلول در شوینده-خنثی، مواد حاصل از شوینده‌های اسیدی، مجموع مواد مغذّی قابل‌هضم، لیگنین و قابلیت هضم حقیقی-آزمایشگاهی سورگوم علوفه‌ای به‌ترتیب برابر ٣٥، ٧، ٤٦/٩، ٢٦، ٦٧، ٣/١ و٧٧/٧ درصد بود. میزان تولید علوفه ی تر در سورگوم در مقایسه باذرت بیشتر و برابر٥٣/٦٢ تن در هکتار بوده است (٧). مطالعه دیگری که توسط کولومبینی و همکاران (٢٠١٠) انجام‌شد نشان داده شد که پتانسیل تجزیه‌پذیری ماده-خشک به روش کیسه‌های نایلونی در سیلاژ ذرت بیشتر از سیلاژ سورگوم می‌باشد (١١)، اما در تحقیق وارد و همکاران (٢٠٠٠)، بین قابلیت‌هضم سیلاژذرت و سورگوم تفاوتی مشاهده نشد، همچنین سیلاژ هر دو علوفه به خوبی حفظ شده و pH آنها به‌ترتیب برابر ٣/٩ و ٤/٠٩ بوده است (٤٩). بر اساس گزارش میرون (٢٠٠٥ و٢٠٠٦)، قابلیت سیلوشدن سورگوم تحت تأثیر ژنتیک، مرحله‌رشدو میزان آبیاری می‌باشد (٢٩ و ٣٠).

روش‌های مختلفی برای تعیین ارزش غذایی مواد خوراکی مورد پذیرش قرار گرفته است که می‌توان به روش کیسه‌های نایلونی و روش تولیدگاز اشاره نمود. اگر چه روش کیسه‌های نایلونی معیار مناسب‌تری برای تعیین قابلیت هضم فراهم می‌کند اما به دلیل تفاوت محیط شکمبه حیوانات مورد استفاده، نتایج مربوط به روش کیسه‌های نایلونی می‌تواند تغییرات بالایی داشته باشد. در روش آزمون گاز، تولید بالای گاز نشان‌دهنده بالابودن انرژی قابل‌متابولیسم، نیتروژن قابل تخمیر (قابل تجزیه در شکمبه) و دیگر مواد مغذی موردنیاز برای فعالیت‌های میکروارگانیسم‌های شکمبه‌ای است (٤٥).

هدف از این تحقیق تعیین میزان عملکرد، ترکیبات‌شیمیایی، خواص‌سیلویی ونیزتخمین انرژی-متابولیسمی، قابلیت هضم ماده‌آلی، قابلیت هضم ماده-آلی در ماده خشک و اسیدهای‌چرب فرار به روش تولیدگاز ارقام سورگوم علوفه‌ای شامل: ICRISAT625 ×R165، ICRISAT520 ×R166، ICRISAT632 ×R165، ICRISAT623 ×R165 واسپیدفید بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در دو مرحله انجام‌شد: در مرحله‌اول ١١ رقم سورگوم علوفه‌ای شامل: ICRISAT625×R165، CRISAT632×R165، ICRISAT520×R161، ICRISAT489×R165، CRISAT707×R166، ICRISAT73×R161، ICRISAT101×R161، ICRISAT623×R165، ICRISAT520×R166، ICRISAT493×R161 و Speed feed در شرایط مزرعه ای یکسان و در تاریخ ١٥ اردیبهشت کشت گردید.

بذر هر یک از ارقام به‌طور جداگانه در چهار خط به طول ٦ متر و فاصله بوته‌های روی خطوط حدود ٥ سانتی‌متر و فاصله خطوط از یکدیگر ٦٠ سانتی‌متر در نظر گرفته‌شد. علوفه‌ی هر رقم ٨٠ روز بعد ازکشت و در مرحله‌ی دانه خمیری برداشت گردید. علوفه برداشت‌شده از ١١ رقم آزمایشی پس از چاپرکردن، نمونه‌برداری شده و در آزمایشگاه مقدار ماده‌خشک و

پروتئین‌خام نمونه‌ها تعیین‌گردید. در این مرحله، واریته‌های مذکور بر اساس مقدار عملکرد ماده خشک و پروتئین‌خام تولیدشده در هر هکتار، از کمترین تا بیشترین، مرتب‌شده و واریته‌هایی که دارای بیشترین عملکرد ماده‌خشک و پروتئین‌خام در هر هکتار بودند، انتخاب‌شدند.

در مرحله‌دوم علوفه ارقام انتخاب شده شامل: ICRISAT625 ×R165 ،ICRISAT520 ×R166، ICRISAT623 ×R165 ،ICRISAT632 ×R165 و speed feed پس از برداشت به‌طور مجزا در ۵ تکرار در سطل‌های استوانه‌ای پلاستیکی (قطر ۳۰ سانتی‌متر، عمق ٤۰ سانتی‌متر و ظرفیت حدود ٦/۵ کیلوگرم) کاملاً فشرده و سیلوشدند. پس از گذشت ٤۵ روز از زمان سیلوکردن، درب سیلوها باز شده و مقدار یک کیلوگرم از علوفه‌های سیلوشده نمونه‌گیری و پس از اندازه‌گیری pH، در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد به منظور تعیین ترکیبات‌شیمیایی و قابلیت‌هضم ماده‌آلی و ماده آلی در ماده‌خشک، تخمین انرژی‌متابولیسمی و میزان اسیدهای‌چرب زنجیرکوتاه به روش آزمون تولیدگاز نگهداری گردید. مقدار ماده‌خشک، خاکستر-خام، چربی‌خام، پروتئین‌خام، قندهای‌محلول درآب و نیتروژن‌آمونیاکی ارقام سیلو شده به روش پیشنهادی انجمن بین‌المللی شیمی‌دانان کشاورزی[1] (۱۹۹۰) و مقدار فیبرنامحلول در شوینده‌اسیدی از روش ون-سوست (۱۹۹٤) تعیین شد (۳ و ٤۷). pH علوفه‌های سیلوشده با استفاده از pH متر، به روش‌هاتوری (۱۹۹٤) تعیین شد (۱۵). به‌منظور ارزیابی کیفی سیلاژ، نمره فلیگ[2]، با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید(۱۹):

نمره فلیک =۲۲۰+(۲×%DM−۱۵)−(٤۰×pH)

در این روش، علوفه سیلوشده بر اساس نمره ۲۰-۰، ٤۰-۲۱، ٦۰-٤۱ ، ۸۰-٦۱ ،۱۰۰-۸۱ و بالاتر از ۱۰۰ به‌ترتیب در کلاس کیفی: بد، متوسط، نسبتاً خوب، خوب، خیلی خوب و ممتاز ارزیابی گردید.

آزمون گاز: برای انجام آزمون‌گاز از شیرابه گاو نر فیستوله‌دار در مزرعه‌تحقیقاتی موسسه‌علوم‌دامی‌کشور و نیز از دستگاه نیمه‌اتوماتیک تولیدگاز مدل NWT-Binder 87532 استفاده‌گردید. گاز تولیدی حاصل از ۲۰۰ میلی‌گرم ماده‌خشک از نمونه خوراکی و شیرابه، بزاق‌مصنوعی (بافر) در سرنگ‌های شیشه‌ای ۱۰۰ میلی‌لیتری با سرعت چرخش یک دور در دقیقه در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد، تولید و در زمان‌های ۰، ۲ ، ٤ ، ٦ ، ۸ ، ۱۲ ، ۲٤ ، ٤۸ ، ۷۲ ، ۹٦ ساعت قرائت گردید.

برآورد انرژی قابل‌متابولیسم از روش تولیدگاز: انرژی قابل‌سوخت‌وساز به روش تولیدگاز از رابطه‌ی ذیل برآورد شد(۲۲، ۲۷ و ۳۵):

ME=۲/۲+۰/۱۳٦GP+۰/۰۵۷CP

ME= انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم)، CP= پروتئین‌خام (گرم در کیلوگرم ماده‌خشک)، GP= تولیدگاز (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده‌خشک در ۲٤ ساعت تخمیرپایه)

برآورد مقدار اسیدهای چرب‌زنجیرکوتاه[3] از روش تولیدگاز: مقدار اسیدهای چرب زنجیر-کوتاه از رابطه زیر برآورد شد (۲۲، ۲۷ و ۳۵):

SCFA (mmol) =۰/۰۲۲۲Gas+۰/۰۰٤۲۵

Gas= تولیدگاز (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده‌خشک در ۲٤ ساعت تخمیرپایه)، SCFA= اسیدهای چرب‌کوتاه زنجیر (میلی‌مول)

برآورد قابلیت‌هضم ماده‌آلی و ماده‌آلی در ماده-خشک: قابلیت هضم ماده‌آلی و ماده‌آلی در ماده

1. Association of Official Analytical Chemists
2. Flieg Point
3. SCFA (*Short Chain Fatty Acids)*

خشک از روش تولید گاز از رابطه‌های ذیل برآورد شده‌است (۲۲، ۲۷ و ۳۵):

OMD =۱٤/۸۸+ ۰/۸۸۹ GP+ ۰/٤٥ CP+ ۰/۰٦٥۱ Ash

۰/۸۸۹ GP+ ۰/٤٥ CP+ ۰/۰٦٥۱ Ash)

DOMD=OM(۱٦/۸۸+

OMD= قابلیت‌هضم ماده‌آلی (درصد)، DOMD= قابلیت‌هضم ماده‌آلی (درصد)، GP= تولیدگاز (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده‌خشک در ۲٤ ساعت تخمیرپایه)، CP= پروتئین‌خام (گرم در کیلوگرم ماده‌خشک)، Ash= خاکستر (گرم در کیلوگرم ماده‌خشک)، OM= ماده‌آلی (گرم در کیلوگرم ماده‌خشک)

روش‌آماری و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها: این طرح در قالب طرح کاملاً تصادفی برای تعیین ترکیبات‌شیمیایی خوراک‌ها (با ۱۱ تیمار و ۵ تکرار) و تولیدگاز (با ۵ تیمار و۳ تکرار) و با استفاده از مدل‌آماری زیر به اجرا درآمد.

Yij=μ+Ti+eij

Yij =مقدار مشاهده در هر صفت، μ =میانگین هر صفت در جمعیت کل، Ti= اثر تیمار، eij= اثر خطای-آزمایش ثبت و پردازش داده‌ها توسط برنامه Excel (۲۰۰۷) و تجزیه‌وتحلیل‌آماری و مقایسه میانگین‌ها به روش‌توکی، توسط نرم‌افزار SAS (۲۰۰٤) رویه ANOVA انجام‌شد(٤۲).

نتایج و بحث

عملکرد یازده رقم سورگوم علوفه‌ای قبل از سیلوشدن:

در جدول (۱) عملکرد ۱۱ رقم سورگوم برای ماده‌خشک (کیلوگرم در هکتار)و پروتئین‌خام (کیلوگرم در هکتار) نشان داده‌شد. از بین این ۱۱ رقم، ۵ رقم آن که بیشترین عملکرد را از نظر ماده‌خشک (کیلوگرم در هکتار) و پروتئین‌خام (کیلوگرم در هکتار) دارا بودند، انتخاب و در جدول (۲) نشان داده‌شد. این ارقام براساس بیشترین تا کمترین عملکرد شامل ارقام: ICRISAT520 ×R166، ICRISAT625 ×R165، ICRISAT623 ×R165، ICRISAT632 ×R165 و Speed feed می‌باشد.

جدول ۱- عملکرد ماده‌خشک و پروتئین‌خام ۱۱ رقم هیبرید سورگوم علوفه‌ای

Table 1. Yield of Dry Matter and Crude Protein in 11 Sorghum Forage Cultivars

رقم(Variety)	عملکرد ماده خشک (Kg در هکتار) DM performance(kg/ha)	عملکرد پروتئین خام (Kg در هکتار) CP Performance(kg/ha)
ICRISAT625 ×R165	13515^{b}	979.8^{b}
Speed Feed	10429^{ab}	830.1^{cd}
ICRISAT632 ×R165	11103^{ab}	832.7^{cd}
ICRISAT520×R161	9950^{cd}	765.4^{cd}
ICRISAT489×R165	11078^{bc}	637.2^{cd}
ICRISAT707×R166	11021	759.4^{cd}
ICRISAT73×R161	8750^{d}	737.2^{cd}
ICRISAT101×R161	10092^{cd}	673.4^{cd}
ICRISAT623 ×R165	11859^{bc}	867.9^{bc}
ICRISAT520 ×R166	18487^{a}	1400.5^{a}
ICRISAT493×R161	7990^{d}	459.9^{cd}

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P<0.05$)

^{abc} Means in the same column different superscripts differ ($P<0.05$).

جدول ۲: ارقام هیبرید سورگوم علوفه‌ای با بیشترین عملکرد ماده‌خشک و پروتئین‌خام

Table 2. Sorghum Forage Cultivars with Maximum Yield on Dry Mater and Crude Protein

رقم (Variety)	عملکرد ماده خشک (Kg در هکتار) DM performance(kg/ha)	عملکرد پروتئین خام (Kg در هکتار) CP Performance(kg/ha)
ICRISAT520 ×R166	18487[a]	1400.5[a]
ICRISAT625 ×R165	13515[b]	979.8[b]
ICRISAT623 ×R165	11859[bc]	867.9[bc]
ICRISAT632 ×R165	11103[bc]	832.7[cd]
Speed feed	10429[bc]	830.1[cd]

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P<0.05$)

[abcd]Means in the same column different superscripts differ ($P<0.05$).

در بین پنج‌رقم انتخاب‌شده، رقم ICRISAT520×R166 با تولید ۱۸٤۸۷ کیلوگرم ماده-خشک و ۱٤۰۰ کیلوگرم پروتئین‌خام در هکتار و رقم اسپیدفید با تولید ۱۰٤۲۹ کیلوگرم ماده‌خشک و ۸۳۰ کیلوگرم پروتئین‌خام در هکتار، به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد را دارا بودند.

میرلوحی و همکاران (۱۳۷۹)، در بررسی بهترین-زمان‌برداشت سه هیبرید سورگوم شامل: شوگرگریز، اسپیدفید و سوپردان نتیجه‌گرفت که بیشترین عملکرد ماده‌خشک (۳۰ تن در هکتار) در هیبرید شوگرگریز بدست‌آمد (۲۸). دلیل اختلاف عملکرد ماده‌خشک در ارقام مختلف می‌تواند ژنوتیپ و شرایط متفاوت کشت ارقام سورگوم باشد (۳٦). همچنین عوامل مختلفی همچون نوع‌خاک، حاصلخیزی‌خاک، شرایط آب‌وهوایی و تراکم‌کشت و دیگر عوامل‌محیطی می-تواند دلیل تفاوت ترکیبات شیمیایی موادخوراکی‌مشابه در مناطق مختلف شود(۲۰). علاوه‌بر این، شش عامل-زیستی دیگر شامل رقم، مرحله‌رشد، میزان‌رسیدگی، برداشت‌گیاه و حاصلخیزی‌خاک و عوامل-محیطی(رطوبت، دما و نور) بر ترکیبات شیمیایی و کیفیت علوفه تأثیر می‌گذارند (۱۰).

مقادیر پروتئین‌خام در ارقام مورد مطالعه در تحقیق حاضر به مقادیر گزارش‌شده توسط دیگر محققان نزدیک، دور و یا مساوی آنها می‌باشد. دلیل-این اختلافات این‌است که عواملی از قبیل ژنوتیپ‌گیاه (۱۳) و شرایط محیطی(٤۳) بر ساختمان‌فیزیکی، میزان‌فیبر و مهم‌تر از همه میزان پروتئین‌علوفه تأثیر می‌گذارد. بر اساس گزارش خلیلی محله و همکاران(۱۳۸٦)، اثر رقم بر میزان پروتئین‌خام هیبریدهای مختلف سورگوم معنی‌دار می‌باشد به‌طوریکه میزان پروتئین خام در رقم اسپیدفید بیشتر از ارقام دیگر بوده‌است (۱۷). نتایج تجزیه‌واریانس و مقایسه میانگین ترکیبات‌شیمیایی (ماده خشک، ماده آلی، پروتئین‌خام، چربی‌خام، خاکسترخام، الیاف نامحلول در شوینده‌اسیدی، قندهای‌محلول برحسب درصد و ازت‌آمونیاکی برحسب درصد از ازت‌کل و pH) پنج واریته سورگوم علوفه‌ای سیلوشده در جدول (۳) نشان داده شده است.

نتایج نشان‌داد که هیبریدهای سیلوشده در این آزمایش از نظر درصد ماده‌خشک، ماده‌آلی، پروتئین-خام، چربی‌خام، خاکسترخام، الیاف‌نامحلول در شوینده‌اسیدی، قندهای‌محلول و ازت‌آمونیاکی اختلاف معنی‌داری با هم دارند. عملکرد پروتئین‌خام نیز در تیمارهای مورد آزمایش (ارقام سیلوشده)، اختلاف معنی‌دار نشان داد به‌طوری که کمترین مقدار مربوط به رقم ICRISAT625×R165 با ٦/۷۸ درصد و بیشترین مقدار مربوط به رقم ICRISAT632×R165 با ۷/٦٤ درصد بوده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین ترکیبات‌شیمیایی وpH پنج رقم سورگوم علوفه‌ای سیلوشده (در ماده‌خشک)

Table 3. Comparison of chemical composition and pH of five variety of sorghum silages

Speed Feed	ICRISAT 623×R165	ICRISAT 632×R165	ICRISAT 625 ×R165	ICRISAT 520×R166	ترکیب‌شیمیایی Chemical Composition
25.94[a]	23.38[b]	22.83[b]	22.54[b]	21.89[b]	ماده‌خشک(DM%)
92.57[b]	92.39[b]	92.13[b]	92.70[b]	93.22[a]	ماده‌آلی(OM%)
7.15[b]	7.39[ab]	7.64[a]	6.78[b]	7.43[ab]	پروتئین‌خام(CP%)
2.13[bc]	2.51[b]	2.01[c]	2.83[a]	2.33[bc]	چربی‌خام(EE%)
7.43[b]	7.60[ab]	7.86[a]	7.30[b]	6.77[c]	خاکسترخام(Ash%)
45.78[a]	44.52[b]	43.56[b]	44.46[b]	42.48[c]	فیبر نامحلول در شوینده‌اسیدی(ADF%)
1.07[bc]	1.19[bc]	1.02[c]	1.31[a]	1.12[bc]	قندهای‌محلول(WSC%)
16.44[a]	7.79[bc]	6.94[c]	8.94[bc]	9.56[b]	ازت‌آمونیاکی(NH3-N%)
4.56[a]	4.13[bc]	4.21[b]	4.09[bc]	4.11[bc]	pH
74.48[a]	86.56[bc]	82.26[b]	86.48[bc]	84.38[bc]	نمره فیلیگ(Flieg Point)
Good	Very Good	Very Good	Very Good	Very Good	Qualitative class
خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	کلاس کیفی سیلاژ

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P<0.05$).

[abc]Means in the same row different superscripts differ ($P<0.05$).

تفاوت در نسبت برگ به ساقه در ارقام مختلف می‌تواند دلیل تنوع در میزان پروتئین در این تحقیق باشد. دامنه میزان پروتئین خام ارقام سورگوم سیلوشده در تحقیق حاضر نزدیک به مقادیر گزارش شده توسط مولینا وهمکاران(۲۰۰۳)، سوزا و همکاران (۲۰۰۳) و پیمنتال و همکاران(۱۹۹۸) می‌باشد(۳۱، ٤٤ و۳۷). میانگین پروتئین‌خام سه رقم هیبرید سورگوم توسط لوئیس و همکاران(۲۰۱۲) برابر ۷/٦۸ درصد گزارش گردید(۲۰). تفاوت میانگین فیبر نامحلول در شوینده اسیدی، در تیمارهای مورد آزمایش معنی‌دار می‌باشد. بیشترین مقدار مربوط به تیمار پنجم (اسپیدفید) با مقدار٤٥/۷۸ درصد و کمترین مقدار متعلق به رقم *ICRISAT632×R165* با مقدار ٤۳/٥٦ درصد می‌باشد. نتایج متفاوتی در خصوص میزان فیبرنامحلول در شوینده‌اسیدی ارقام مختلف سورگوم توسط محققان منتشر شده است. ماریلی و همکاران (۲۰۱٦) دوازده رقم مختلف سورگوم را مورد مطالعه قرارداده و میانگین میزان فیبرنامحلول در شوینده‌اسیدی را برای این ارقام ۳٥/۰۷ درصد گزارش نمودند که کمتر از مقدار فیبرنامحلول در شوینده اسیدی در ارقام مورد مطالعه در تحقیق حاضر می‌باشد (۲٤). این تفاوت می‌تواند به‌دلیل تأخیر و یا تعجیل در زمان برداشت علوفه باشد. آتیس و همکاران (۲۰۱۲)، محمد و همکاران (۲۰۰۲) و سارا و همکاران (۲۰۱۹) گزارش نمودند که تأخیر در برداشت گیاهان علوفه‌ای می‌تواند باعث افزایش گردد (٦، ۳۲ و ٤۱).

میانگین قندهای محلول در تیمارهای مورد آزمایش دارای تفاوت‌های معنی‌داری بوده‌است. بیشترین مقدار مربوط به تیمار رقم ICRISAT625×R165با مقدار ۱/۳۱درصد و کمترین مقدار متعلق به رقم *ICRISAT632×R165* با مقدار ۱/۰۲ درصد می‌باشد. بر طبق گزارش اشبل و همکاران(۱۹۹۰) حداقل میزان قندهای محلول در علوفه برای سیلوشدن مطلوب ٥ درصد می‌باشد (٥). لذا میزان

قندهای محلول موجود در ارقام سورگوم، در تحقیق حاضر کمتر از میزان مجاز می‌باشد.

بین تیمارهای انواع سورگوم سیلوشده، از نظر میانگین ازت‌آمونیاکی برحسب درصد ازت‌کل، تفاوت‌های معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین مقدار مربوط به تیمارپنجم (اسپیدفید)، با مقدار ١٦/٤٤درصد و کمترین مقدار متعلق به رقم ICRISAT632×R165 ، به مقدار ٦/٩٤درصد می‌باشد. بالابودن میزان ازت آمونیاکی در رقم اسپیدفید سیلوشده، باعث بالارفتن معنی‌دار pH (٤/٥٦) نسبت به ارقام دیگر نیز شده است که با وجود پایین‌بودن میزان‌قند رقم اسپیدفید سیلوشده منطقی به نظر می‌رسد. به بیان دیگر پایین بودن میزان قندمحلول در رقم اسپیدفید باعث گردید تا دراثر تخمیرات نامطلوب، pH افزایش و در نهایت تخمیر کلستریدیومی افزایش یابد.

همچنین رقم ICRISAT632×R165، دارای کمترین میزان ازت‌آمونیاکی (٦/٩٤درصد) بوده است. این نشان‌دهنده پایین بودن عمل پروتئولیز، در فرایند سیلوکردن، در این رقم می‌باشد و به همین دلیل میزان پروتئین‌خام (٧/٦٤ درصد) آن نیز بیشتر از بقیه ارقام می‌باشد (۳۷). ازت‌آمونیاکی سیلاژ، بهترین معرف برای ارزیابی کیفی تخمیر در سیلاژ می‌باشد. ازت آمونیاکی زیاد، نشان‌دهنده تخمیرکلستریدیومی است که باعث تولید اسیدبوتیریک به مقدار زیاد، افزایش pH وکاهش کیفی سیلاژ می‌شود (۳۰). در علوفه‌سیلو شده خوب، میزان ازت‌آمونیاکی باید کمتر ۱۰ درصد ازت‌کل باشد(٣٤،٢١و٣٨). میزان ازت‌آمونیاکی در چنین سطحی بیانگر این واقعیت است که pH تا سطحی کاهش یافته است که باعث عدم تکثیر میکروارگانیسم‌های نامطلوبی (پروتئولیتیک) شده، که از پروتئین استفاده می‌کنند (٤٣).

مقادیر میانگینpH در تیمارهای موردآزمایش، تفاوت‌های معنی‌داری را بین تیمارها نشان‌داد که این مقادیر برای تیمارهای اول تا پنجم (ارقام ICRISAT520×R166، ICRISAT625×R165، ICRISAT623 ×R165، ICRISAT632 ×R165 و speed feed) به‌ترتیب: ٤/١١، ٤/٠٩، ٤/٢١، ٤/١٣، ٤/٥٦ می‌باشند. بیشترین مقدار مربوط به رقم (اسپیدفید)، با مقدار ٤/٥٦ و کمترین مقدار متعلق به رقم ICRISAT625 ×R165، به مقدار ٤/٠٩ می‌باشد که با گزارش ماهانتا، ۲۰۰۵ و فضایلی (۲۰۰٦) مطابقت دارد(۱۲و۲۱). پایین بودن pH در علوفه‌سیلو شده می‌تواند به دلیل وجود مقادیر زیاد قند در ساقه باشد که تخمیر مطلوب را به دنبال دارد (۹). کاهش سریع pH در طول سیلوکردن می‌تواند مانع رشد میکروارگانیسم‌های نامطلوب گردد (۳۰). میزان pH در سیلاژ علوفه‌ها باید در سطح ۳/۷ تا ٤ تثبیت گردد (۲۰). چنین شرایطی به واسطه اثر متقابل غلظت کربوهیدرات‌ها و لاکتات وابسته به شرایط بی‌هوازی داخل سیلو بوجود می‌آید (١٤، ٣٣ و ٤٦). بر طبق گزارش مک دونالد (۱۹۹۱)، مقدار pH برابر با ٤/٢، برای جلوگیری از رشد باکتری‌های نامطلوب، کافی نیست (۲۵)، لذا بر این اساس و با توجه به نتایج تحقیق حاضر سیلوی رقم اسپیدفید احتمالاً پایداری و ماندگاری لازم را ندارد. اگرچه نباید خطای آزمایش و دیگر شرایط ناخواسته در انجام آزمایش را بدون تأثیر دانست.

بررسی کلاس کیفی سیلاژها، بر اساس نمره فلیگ، نشان داد که همه‌ی ارقام به جزء رقم اسپیدفید در کلاس کیفی خیلی خوب قرار دارند. همانطور که در جدول۲ نشان داده شد، با کاهش یافتن pH ، نمره فلیگ و کیفیت سیلاژ افزایش یافته‌است. نتایج این آزمایش با گزارش مان (۲۰۰۳) مطابقت دارد(۲۳).

میزان تولیدگاز پنج رقم سورگوم علوفه‌ای‌سیلوشده: میزان گازتولیدی پنج رقم علوفه‌سیلوشده در زمانهای ۲، ٤، ٦، ٨، ١٢، ٢٤، ٤٨، ٧٢، ٩٦ ساعت پس از

انکوباسیون در جدول(٤) نشان‌داده‌شد. از ۲ ساعت پس از انکوباسیون، تفاوت معنی‌داری میزان گاز تولیدی (میلی‌لیتر) به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک در بین ارقام متفاوت سورگوم مشاهده نگردید (p>۰/۰۰۱)، اما از ساعت ٤ به بعد در بین آنها تفاوت‌های معنی‌داری مشاهده گردید (p<۰/۰۰۱).

جدول٤: میانگین گاز تولیدی (میلی‌لیتر) پنج رقم سورگوم علوفه‌ای سیلو شده

Table 4. Cumulative gas produced at different times of incubation for five variety of sorghum silages

96	72	48	24	12	8	6	4	2	زمان انکوباسیون Time of Incubation
60.10^{b}	57.49^{b}	52.49^{b}	38.82^{b}	23.32^{b}	15.16^{ab}	12.49^{a}	9.00^{a}	3.66^{a}	ICRISAT520 ×R166
62.99^{a}	60.49^{a}	54.99^{b}	40.99^{a}	25.99^{a}	16.33^{a}	12.66^{a}	8.83^{ab}	3.34^{a}	ICRISAT625 ×R165
61.65^{a}	57.82^{b}	51.83^{bc}	38.49^{b}	23.49^{b}	14.66^{b}	11.31^{b}	7.80^{c}	3.33^{a}	ICRISAT623 ×R165
59.94^{b}	57.32^{b}	51.16^{bc}	38.82^{b}	24.66^{ab}	15.50^{ab}	12.35^{a}	8.50^{ab}	3.49^{a}	ICRISAT632 ×R165
60.16^{b}	56.47^{b}	50.33^{c}	37.16^{b}	23.32^{b}	15.00^{ab}	11.83^{ab}	8.31^{bc}	3.48^{a}	speed feed

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<0.05).

^{abc} Means in the same column different superscripts differ (P<0.05).

میزان گازتجمعی وابسته به ترکیب‌شیمیایی ماده غذایی می‌باشد بدین‌ترتیب عواملی مانند رقم، زمان‌برداشت، بلوغ گیاه و روش فرآوری (سیلوکردن) که برترکیب شیمیایی علوفه تأثیرگذار هستند نیز بر میزان تولید گازتجمعی اثر می‌گذارند (۲۲ و ۳۱). اصولاً ارتباط نزدیکی بین تولید گاز و تخمیر شکمبه‌ای وجود دارد، همچنین همبستگی زیادی بین تولیدگاز در شرایط آزمایشگاهی همراه با مایع شکمبه و قابلیت هضم ظاهری در شرایط مزرعه وجود دارد (۲۲).

میزان گازتجمعی‌تولیدی در تخمیر رقم ICRISAT625×R165 به واسطه بالابودن میزان قندهای محلول آن (۱/۳۱ درصد)، بیشتر از بقیه رقم‌ها بوده‌است. هرچقدر میزان قندهای‌محلول در خوراک بیشتر باشد تولید گاز بیشتر می‌باشد (۸). زیاد بودن تولید گاز بیانگر زیاد بودن انرژی قابل‌متابولیسم و نیتروژن قابل‌تخمیرو نیز سایر موادمغذی برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. همچنین حجم گاز تولیدی منعکس‌کننده‌ی تخمیر موادخوراکی برای تولید اسیدهای‌چرب و برآوردی از قابلیت‌هضم‌ظاهری باشد (۸ و ١٦). نکته اساسی در اینجا این‌است که فراسنجه‌های بدست‌آمده، برآورد معادلاتی از تولید گاز می‌باشند. این معادلات کینیتیک شکمبه و شرایط کلی دستگاه گوارش را در نظر نمی‌گیرند. به همین دلیل خالی از خطا نخواهند بود(۱).

تخمین اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر با روش تولید گاز: اسیدهای‌چرب‌فرار محصولات تخمیر میکروبی شکمبه بوده و نشان‌دهنده عرضه انرژی قابل متابولیسم برای حیوان هستند (۳۹ و ٤٠). در تحقیق حاضر میزان اسیدهای‌چرب کوتاه‌زنجیر حاصل از میزان گاز تولیدی در ساعت ٢٤ تیمارها به‌ترتیب: ۰/۸۵، ۰/۹، ۰/۸۵، ۰/۸۵ و ۰/۸۲ بوده است.

در بین ارقام سورگوم علوفه‌ای سیلو شده تنها هیبرید ICRISAT625 ×R165 (۰/۹ میلی‌مول) تفاوت معنی‌داری با دیگر ارقام داشته‌است و از بقیه بیشتر بوده‌است(p<۰/۰۵). نتایج بدست‌آمده از تحقیق حاضر با این واقعیت که بالابودن قابلیت تخمیر مواد مصرفی توسط میکروارگانیسم‌ها در شکمبه باعث تولید بیشتر اسیدهای‌چرب کوتاه‌زنجیر و گاز می‌شود (کارابولوت و همکاران ۲۰۰۷) مطابقت‌دارد (١٦). همچنین افزایش تولید اسیدهای‌چرب با توجه به بالا بودن میزان قندمحلول رقم ICRISAT625 ×R165

(۱/۳۱ درصد) نسبت به بقیه رقم‌ها قابل‌توجیه می‌باشد. بر اساس گزارش سالام (۲۰۱۰) تولید اسیدهای چرب فرار رابطه مستقیم با میزان قندهای محلول دارد (٤۰ و ٤۹).

رابطه خطی بین میزان اسیدهای‌چرب فرار[1] (SCFA) و تولید گاز توسط سالام (۲۰۰۵) نیز گزارش‌شد(٤۰). رابطه منفی بین میزان اسیدهای‌چرب فرار و مقدار pH وجود دارد (۱). همسو با این نتایج ، هیبرید R165× ICRISAT625 با تولید بیشترین اسیدچرب‌فرار دارای pH کمتری بوده‌است. اختلاف بین میزان گازتولیدی تیمارهای موردنظر به دلیل تفاوت در تولید میزان اسیدهای‌چرب فرار است. همبستگی بالای بین گاز تولیدشده از سوبسترا و اسیدچرب کوتاه‌زنجیر تولیدشده توسط محققان گزارش شده است.

تخمین انرژی قابل متابولیسم از روش تست گاز: میزان انرژی قابل متابولیسم در ارقام ICRISAT520 R166×، ICRISAT625 ×R165، ICRISAT632 R165×، ICRISAT623 ×R165 و اسپیدفید به‌ترتیب؛ ۱۰/۱۲، ۷/۹۱، ۸/۱۷، ۷/۸۸، ۷/۹۱، ۷/٦٦ برآورد شده است. در بین ارقام سورگوم علوفه‌ای سیلو شده انرژی قابل متابولیسم هیبرید R165× ICRISAT625 (۸/۱۷ مگاژول) تفاوت معنی‌داری با دیگر ارقام داشته‌است و از بقیه بیشتر بوده‌است (P<۰/۰۵).

میزان پروتئین‌خام هیبرید R165× ICRISAT625 (۷/٦٤ درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از بقیه ارقام بوده، به همین دلیل میزان انرژی‌قابل‌متابولیسم آن بیشتر از بقیه ارقام بوده‌است. چنین نتیجه‌گیری با این واقعیت که میزان انرژی‌قابل‌متابولیسم پیش‌بینی‌شده‌ی کمتر، در ماده خوراکی، به دلیل پایین‌بودن میزان پروتئین آنهاست، مطابقت دارد. تفاوت در انرژی قابل‌متابولیسم خوراک‌های مختلف، منعکس‌کننده‌ی تفاوت در میزان کربوهیدرات‌های قابل‌تخمیر و نیتروژن قابل‌دسترس آنها می‌باشد (۱۸)، هرچه میزان موادقندی‌محلول در هیبریدهای سورگوم بیشتر باشد قابلیت‌هضم آن نیز افزایش می‌یابد (٤۰) . میزان قند محلول در هیبرید R165× ICRISAT625 برابر ۱/۳۱ درصد و به‌طورمعنی‌داری بیشتر از بقیه ارقام بوده است لذا بالا بودن قابلیت هضم این رقم نسبت به بقیه ارقام منطقی به نظر می‌رسد.

نکته مهم در باره ارقام سورگوم در این تحقیق این است که میزان قندمحلول و پروتئین‌خام در ارقام سیلو شده کم می‌باشد و لذا کیفیت علوفه نیز پایین خواهد بود، اما به لحاظ مقایسه‌ای، بعضی ارقام بر ارقام دیگر ارجحیت دارند. عمل‌آوری علوفه از قبیل سیلوکردن باعث افزایش حلالیت لیگنین یا کاهش پیوند بین لیگنین و دیگر اجزای دیواره سلولی می‌شود و به تبع‌آن افزایش انرژی‌م تابولیسمی می‌شود (۳٦). در تحقیق حاضر قابلیت‌تخمیر رقم R165 ICRISAT625× به‌دلیل بالابودن میزان قندهای‌محلول و پروتئین‌خام، بیشتر از بقیه ارقام بوده و احتمالاً اثر فوق (کاهش پیوند بین لیگنین و دیگر اجزای دیواره سلولی) باعث افزایش انرژی‌متابولیسمی این رقم شده است.

تخمین قابلیت‌هضم ماده‌آلی از روش تست‌گاز: قابلیت هضم ماده آلی قسمتی از ماده آلی خوراک است که در دستگاه گوارش هضم می‌شود. قابلیت هضم ماده‌آلی حاصل از میزان گاز تولیدی ICRISAT520 ×R166، ICRISAT625 ×R165، ICRISAT632 ×R165، ICRISAT623 ×R165 و اسپیدفید به‌ترتیب؛ ۵۲/۲۲، ٥٤/۱۸، ۵۱/۹۹، ۵۲/۲٦، ۵۵/٤۳ ودر مورد قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک حاصل از میزان گاز تولیدی تیمارها به‌ترتیب؛ ٤۸/٦٤، ۵۰/۲۸، ٤۷/۸۵، ٤۸/۱۹، ۵۱/۲۳ می‌باشد (جدول ۵). فاکتورهای مختلفی از جمله میزان لیگنین، میزان قندهای محلول و پروتئین‌خام بر قابلیت ماده‌آلی تأثیر می‌گذارد (۲٦).

1. Short-chain fatty acids

جدول ۵: مقایسه میانگین اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول)، انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول برکیلوگرم) و قابلیت هضم (درصد) ۵ رقم سورگوم علوفه‌ای سیلوشده

Table 5. Comparison of volatile fatty acids(mmol), Metabolismable Enegy (MJ/Kg) and Digestibility (%DM) of five variety of sorghum silages

Speed Feed	ICRISAT 623 R165×	ICRISAT 632 R165×	ICRISAT 625 R165×	ICRISAT 520 R166×	تیمار(Treatment) / فراسنجه(Parameter)
					SCFA
۰/۸۲ b	۰/۸۵b	۰/۸۵ b	۰/۹ a	۰/۸۵ b	اسیدهای چرب فرارکوتاه زنجیر (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)
۷/٦٦ b	۷/۹۱ b	۷/۸۸ b	۸/۱۷ a	۷/۹۱ b	ME انرژی متابولیسمی (مگاژول بر کیلوگرم)
۵۵/٤۳a	۵۲/۲٦ a	۵۱/۹۹ a	۵٤/۱۸ a	۵۲/۲۲ a	(%DM)OMD قابلیت هضم ماده آلی
۵۱/۲۳ a	٤۸/۱۹ a	٤۷/۸۵ a	۵۰/۲۸ a	٤۸/٦٤ a	(%DM)DOMD قابلیت هضم ماده‌آلی در ماده خشک

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P<0.05$).

[abc] Means in the same row different superscripts differ ($P<0.05$).

SCFA: اسیدهای‌چرب کوتاه‌زنجیر، ME : انرژی قابل‌متابولیسم، OMD: قابلیت‌هضم ماده‌آلی، DOMD= قابلیت‌هضم ماده‌آلی در ماده‌خشک

محققان پیشنهاد کردند که نشخوارکنندگان برای حفظ وزن بدن خود نیاز به مصرف علوفه‌هایی با قابلیت‌هضم بیشتر از ۵۵ درصد دارند و برای نیل به افزایش وزن بدن نیازمند مصرف علوفه‌هایی با قابلیت‌هضم بیشتر از ٦۰ درصد هستند(٤). لذا با توجه به میزان قابلیت‌هضم ارقام سورگوم در این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت مصرف این ارقام به تنهایی نمی‌تواند نیازهای نگهداری و تولید نشخوارکنندگان را تأمین نمایند.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج بدست‌آمده رقم ICRISAT625 R165× به دلیل مقدار انرژی قابل‌متابولیسم و ماده‌آلی قابل‌هضم نسبت به بقیه ارقام ارجحیت دارد. اما از نقطه‌نظر عملکرد در هکتار رقم ICRISAT520 R166× نسبت به بقیه ارقام ارجحیت دارد.

منابع

1.Abarghuei, M. J., Rouzbehan, Y. and Zamiri, M.J. 2014. Effect of non-extracted and extracted pomegranate-peel on *in vitro* gas production parameters of inoculum of Ghezel sheep. J. Rumin. Res. 38: 212-219.

2.Almodares, A., Hadi, M. R. and Ahmadpour, H. 2008. Sorghum stem yield and soluble carbohydrate under phonological stages and salinity levels. Afr. J. Biotechnol. 7: 4051-4055.

3.AOAC, 1990. Official Methods Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washing Town, D.C.

4.Anigbogu, M. N. 2003. Supplementation of dry brewer's grain to lower quality forage diet for growing lambs in southeast Nigeria. Asian-Australian J. Anim. Sci. 16: 384-388.

5.Ashbell, G., Weinberg, Z. G., Bolsen, K. K., Hen, Y. and Arieli, A. 1990. The silage characteristics of two varieties of forage sorghum mixed in different proportions and at two stages of maturity. Afr. J. Range. Forage. Sci. 15: 68–71.

6.Atis, I., Konuskan, O., Duru, M., GozubenlĠ., H and YĠlmaz, S. 2012. Effect of harvesting time on yield, composition and forage quality of some forage sorghum cultivars. International J. Agri. Bio. 14: 879-886.
7.Bean, B., McCollum, T., Pietsch, D., Rowland, M., Porter, B. and VanMeter, R. 2002. Texas anhandle Forage Sorghum Silage Trail. The Agriculture Program of Texas A and M University System.
8.Blummel, M., Makkar, H. P. S. and Becker, K. 1997. *In vitro* gas production: A technique revisited. J. Anim. Physiol. Anim. Nut. 77: 24–34.
9.Bolsen, K. K. 2004. Sorghum silage: a summary of 25 years of research at Kansas State University. In: Proceeding of The Southeast Dairy Herd Management Conference, Macon, Georgia, USA. 16–17.
10.Borges, A. L. C., Goncales, L. C., Nogueria, F. S. and Rudriguez, N. M. 1999. Forage sorghum silage with different tannin concentration and moisture in the stem. II.Variation of carbohydrates during fermentation. Arquivo Brasileiro de Medic. Vet. Zootec. 51: 491-497.
11.Colombini, S. G. and Galassi, G. M. 2009. Sorghum forage as an alternative to corn silage in dairy cows feeding. J. Dairy. Sci. 92: E –Suppl. 1.
12.Fazayeli, H., Golmohhammadi, A., Al-Moddarres, A., Mosharraf, S. and Shoaei, A.A. 2006. Comparing the performance of sorghum silage with maize silage in feedlot calves. Pakistan. J. Biol. Sci. 9(13): 2450-2455.
13.Gourley, L. M. and Lusk, J. W. 1978. Genetic parameters related to sorgum silage quality. J. Dairy. Sci. 61: 1821-1827.
14.Gutierrez, G. G., Schake, L. M. and Byres, F.M. 1982. Whole-plant grain sorghum silage processing and lasalocid effects on stocker calf performance and rumen fermentation. J. Anim. Sci. 54: 863–868.
15.Hattori, I., Kumai, S., Fukumi, R. and Bayorbor, T.B. 1994. The effect of some additives on aerobic deterioration of corn silage. J. Anim. Sci. Tech. 65: 547-550.
16.Karabulut, A., Canbolat, O., Kalkan, H., Gurbuzol1, F., Sucu, E. and Filya, I. 2007. Comparison of *in vitro* gas production, metabolizable energy, organic matter digestibility and microbial protein production of some legume hays. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 4: 517-522.
17.Khalili Moheleh. J., Tajbakhsh, M., Faiaz Moghdam, A. and Siadat, A. 2007. Effects of plant density on quantitative and qualitative characteristics of forage sorghum in second cropping. J. Pajouhesh. Sazandegi. 75: 59-67. (In Persian).
18.Khanum. S. A. and Yaqoob, T. 2007. Nutritional evaluation of various feedstuffs for livestock production using *in vitro* gas method. Pakistan. J. Vet. 27(3): 129-133.
19.Kilic, A. 1986. Silo Feed (Instruction, Education and Application Proposals). Bilgehan Press. Izmir. 327 Pp.
20.Luis, F., Marcelo, A., Adriana. G., Jose, N., Luiz, H. and Viviany, L. 2012. Nutritive value of diferents silage sorghum (*Sorghum bicolor L. Moench*) cultivares. Acta Scientiarum. J. Anim. Sci. 34: 123-129.
21.Mahanta. S. K. 2005. Nutritional Evaluation of Two Promising Varieties of Forage Sorghum in Sheep Fed as Silage. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 12: 1715-1720.
22.Makkar. H. P. S. 2004. Recent advances in the *in vitro* gas method for evaluation of nutritional quality of feed resources. Assessing quality and safety of animal feeds. FAO. 160: 55-86.
23.Man, N. and Wiktorsson, H. 2003. The effect of molasses on quality, feed intake and digestibility by heifers of silage made from cassava tops. Department of Animal Nutrition, UAF, Thu Duc, Ho Chi Minh City. Vietnam. Internet Collection.
24.Marielly, M. A. M and Daniel, A. C. 2016. Chemical composition of sorghum genotypes silages. Acta. J. Anim. Sci. 38(4): 369-373.

25.McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E. 1991. The Biochemistry of Silage. 2nd Edn., Chalcombe Publications, Marlow, Bucks, UK. ISBN: 0-948617-22-5. 340 Pp.
26.McCorkle, D. 2007. The economic benefits of sorghum silage as an alternative crop. MKT-3557L 06/07. Agri. Life Extension, Texas A and M System.
27.Menk. K. H and Raad, L. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. J. Agric. Sci. Camb. 93: 271-222.
28.Mirlohi, A., Bozorgvar, N. and Bassiri, M. 2000. Effect of nitrogen rate on growth, forage yield and silage quality of three sorghum hybrids. J. Sci. Technol. Agri. Natur. Res. 4(2): 20-26.
29.Miron, J., Zuckernan, E., Adin G., Nikbacht, M., Yosef, E., Zenou, A.,Weinberg, Zwi, G., Solomon, R and Ben-Ghedalia, D. 2007. Field yield, ensiling properties and digestibility by sheep of silages from two forage sorghum varieties. J. Anim. Feed Sci. Technol. 136: 203-215.
30.Miron, J., Solomon, R., Adin, G. U., Nikbakht, M., Yosef, E., Carmi, A., Weinberg, T., Kipnis, Z. G., Zuckerman, E. and Ben-Ghadalia, D. 2006. Effects of harvest stage, re-growth and ensilage on the yield, composition and *in vitro* digestibility of new forage sorghum varieties. J. Sci. Food. Agric. 86: 140-147.
31.Molina, L. R., Rodriguez, N. M., Sousa, B. M., Goncalves, L. C. and Borges, I. 2007. Potential degradability parameters of the dry matter and crude protein of six sorghum silage genotypes (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), with or without tannin on grain, evaluated by i*n situ* Technique. Revista Brasileira de Zootecmia. 32(1): 222-228.
32.Muhammad, A., Muhammad, A. N., Asif, T. and Azhar, H. 2002. Effect of different levels of nitrogen and harvesting times on the growth, yield and quality of sorghum fodder. Asian. J. plant . 1: 304-307.
33.Omer, T., Yazici, L. and Yildirim, B. 2008. Quality chararcteristics of sorghum(*Sorghum bicolor*(L.) moench) and Sorghum×Sudan Grass Hybrids (*Sorghum bicolor*(L.) J. Anim. Vet. 7(8): 968-971.
34.Pahlow, G., Muck, R. E., Driehuis, F., Elfrink, S. J. and Spolestra, S. 2003. Microbiology of Ensiling. Silage j. Science.Technology, 31-93.
35.Paya, H., Taghizadeh. A., Janmohammadi, H. and Moghadam. G.A. 2007. Nutrient Digestibility and Gas production of some Tropical Feeds Used in Ruminant Diets Estimated by the *in vivo* and i*n vitro* Gas production Techniques. American J. Anim. Vet. Sci. 2(4): 108-113.
36.Paulo, R. F. 2000. Additives to improve the silage making process with tropical forages. Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
37.Pimental, J. O., Silva, J. C., Valadares Filho, S. C., Cecon P. R. and Santos, P.S. 1998. Effect of protein supplementation on the nutritional value of corn and sorghum silages. Revista Brasileira Zootecnia. 27: 1042-1049.
38.Raei,Y., Jorat, M., Moghaddam, H., Chaich, M. R. and Weisany, V. 2013. Effect of density on onnotative and collective yield of forage sorghum under water limitation. J. Agri. Sci. ustainable Product.4: 51-65.
39.Ranjhan, S. K. 1993. Animal Nutrition in Tropics. 3rd rev. ed. Vikas Publishing House Pvt. Ltd., New Delhi. Reid, C. S. W.. Limitations to the productivity.
40.Sallam, S. M. A., Silva Bueno, I. C., Godoy, P. B., Eduardo, F. N., Schmidt, D. M. S and Abdalla, A. L. 2010. Ruminal fermentation and tannins bioactivity of some browses using a semi-automated gas production technique. Trop. Subtrop. J. Agroecosyst. 12: 1–10.
41.Sarah, Q., Ketterings, M., Gregory, S. G., Debbie, J. C., Jerome, H. C., Michael, E. V., John, J and Tom, F. 2019. Optimal harvest timing for brown

midrib forage sorghum yield, nutritive value, and ration performance. J. Dairy. Sci. 102: 7134-7149

42. SAS Institute. 2004. SAS User's Guide. Version 9.1. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
43. Schmid, J., Sipocz, J., Kaszfis, I., Szakfics, G. and Gyepesm, A. 1997. Preservation of sugar content in ensiled sweet sorghum. J. Bio. Technol. 60: 9-13.
44. Souza, V., Pereira, G., Moraes, O. G., Garcia, S. A., Filho, R.V., Zago, S. C.,and Frietas, C. P .2003. Nutritivo de Silagens de Sorgo. Revista Brasileira de Zootecnia. 32: 753-759.
45. Tavendale, M. H., Meagher, L. P., Pacheco, D., Walker, N., Attwood, G.T., and Sivakumaram, S. 2005. Methane production from *in vitro* rumen incubations with Lotus pedunculatus and Medicago sativa, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. J. Anim. Feed. Sci. Technol. 124: 403- 419.
46. Valter, H., Bumbieris, J., Vinícius, A., Ana, P., Fernando, L., Gabriella, J. and Diego, A. 2017. Aerobic stability in corn silage (*Zea mays* L.) ensiled with different microbial additives. J. Acta Scientiarum. Anim. Sci. Maringá. 4: 357-362.
47. Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Third ed. Cornell University Press. Ithaca. NY. USA.
48. Ward, J. D., Readfern, D. D., McCormick, M. E. and Cuomo, G. J. 2000. Chemical Composition, Ensiling Characteristics, and Apparent Digestibility of Summer Annual Forages in a Subtropical Double-Cropping System with Annual Ryegrass. J. Anim. Sci. 84: 177-182.
49. Weiss, B. 2007. Silage as Starch Sources Cows. Mid- South Ruminant Nutrition Conference. Arlington. Texas. 7-14.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 7(4), 2019
http://ejrr.gau.ac.ir

Comparison of chemical composition, fermentation characteristics and nutritional value of different sorghum cultivars by *in vitro* gas production test

[*]A. Kavian[1], K. Yussefi Kelarikolaei[2], K. Nobari[2]

[1]Member of Scientific board of Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran, [2]Assistant Prof., Dept. of Animal Science Research, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran

Received: 06/02/2019; Accepted: 12/10/2019

Abstract

Background and objectives: Planting of fodder plants with high production potential and high quality and adapted to Iran's climate conditions due to lack of forage in Iran has been considered. Today, in addition to common indigenous cultivars, sorghum hybrids cultivate growing in Iran is increasing. Not only does sorghum have a high yield, but it is well adapted to climatic conditions in most parts of Iran, especially in dry and temperate regions. This plant is able to absorb water better than other grasses. This plant is one of the most important forage forests in arid and semi-arid regions of the world. It can be productive due to adaptation to warm conditions and to a certain extent soil salinity and high water use efficiency. The purpose of this study was to determine the amount of yield, chemical composition, silage properties and energy metabolism, digestibility of organic matter, digestibility of organic matter in dry matter and volatile fatty acids by the method of gas production of forage sorghum cultivars.

Materials and methods: In order to investigate the fermentation quality and nutritive value of five variety of sorghum silages, different sorghum cultivars Viz: ICRISAT623×R165, ICRISAT632×R165, ICRISAT625×165, ICRISAT520×166 and Speed feed were compared in completely randomized design with five replicates. For this purpose sorghum cultivars was obtained at dent stage, chopped with an average particle length of 2 cm and were preserved in 10 kg plastic boxes. Silos were kept at room temperature and opened at 45 days for determination of pH, DM, CP, EE, ADF, Ash , WSC and NH3-N. The Gas productions were used for determination of digestion and fermentation of samples.

Results: Maximum dry matter by 1400.5 Kg per hectare and metabolism energy by 131627 Mcal per hectare obtained in ICRISAT520×R166, whereas cultivars Speed Feed provided Minimum. The highest gas production , metabolisable energy, water-soluble carbohydrate (WSC), Volatile fatty acids and Ether Extract was observed in ICRISAT625×165, whereas, ICRISAT520×R166 and ICRISAT632×R165 had the lowest. Results indicated that there were significant differences between different cultures in percentage of DM, OM, CP, EE, Ash, ADF, WSC and NH3-N. The ICRISAT165×165 has the highest amount of cumulative gas, metabolizable energy, soluble sugar, volatile fatty acids and crude fat. However, ICRISAT520×R166 and ICRISAT632×R165 had lower values. There was no significant difference between cultivars in estimating of organic matter digestibility (OMD) and digestible organic matter in dry matter (DOMDM) using the amount of gas production.

Conclusion: Based on the results of this study, ICRISAT520×R166 for dry matter production (18487 kg ha-1) and protein production (1400 kg ha-1) is recommended for cultivation in Golestan province. But in terms of yield per hectare, ICRISAT625×165 varieties is recommended for the rest of the cultivars.

***Keywords*:** Gas production test, Fermentation characteristics, Nutritional value, Sorghum,

[*]Corresponding author; abdolah_kavian@yahoo.com