

بررسی عملکرد، ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم برون تنی سیلاژ پنج رقم سورگوم علوفه‌ای در استان گلستان

• **عبداله کاویان** (نویسنده مسئول)

مری پژوهشی، عضو هیئت علمی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

• **رضا کمالی**

مری پژوهشی، عضو هیئت علمی بخش تحقیقات علوم دامی، دانشجوی دکتری تغذیه دام، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

• **کاظم یوسفی کلاریکلایی**

استادیار، عضو هیئت علمی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

• **کریم نوبری**

استادیار، عضو هیئت علمی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۷

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۷۵۷۴۸۴

Email: abdolah_kavian@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/asj.2019.122497.1734

چکیده

این آزمایش به منظور تعیین ارزش غذایی و قابلیت هضم برون تنی سیلاژ پنج رقم سورگوم علوفه‌ای شامل: (ایکریست ۵۲۰)، (ایکریست ۶۲۵)، (ایکریست ۶۲۳)، (ایکریست ۶۳۲) و اسپید فید در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار انجام شده است. عملکرد ماده خشک و پروتئین خام ارقام سورگوم تعیین شد و سپس در سطوح پلاستیکی سیلو گردید. عملکرد ماده خشک و پروتئین خام بین ارقام سورگوم سیلو نشده متفاوت بود ($P < 0.05$). رقم ایکریست ۵۲۰، دارای بیشترین عملکرد و اسپید فید دارای کمترین عملکرد بود. ترکیب شیمیایی ارقام سیلو شده اختلاف معنی‌داری با هم داشت ($P < 0.05$). سیلاژ رقم ایکریست ۶۲۵ دارای بیشترین چربی، کربوهیدرات‌های محلول و انرژی قابل متابولیسم، و رقم اسپید فید دارای بیشترین میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و نیتروژن آمونیاکی بود. قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم سیلاژ پنج رقم سورگوم متفاوت بود. قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی سیلاژهای دو رقم هیبرید ایکریست ۶۲۵ (به ترتیب: ۵۷/۱۳ و ۵۴/۱۷ درصد) و ایکریست ۶۲۳ (۵۶/۳۰ و ۵۵/۰۴ درصد) بیشتر از بقیه ارقام بود ($P < 0.05$). بیشترین میزان انرژی قابل متابولیسم در سیلاژ رقم‌های ایکریست ۶۲۵ و ایکریست ۶۲۳ (به ترتیب ۷/۸ و ۷/۶ مگاژول در کیلوگرم) مشاهده شد. به طور کلی، به لحاظ مصرف تازه خوری، رقم ایکریست ۵۲۰، به دلیل تولید ماده خشک و پروتئین زیادتر نسبت به بقیه ارقام (به ترتیب ۱۸۴۸۷ و ۱۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) و رقم ایکریست ۶۲۵ به صورت سیلو شده، از نظر میزان انرژی قابل متابولیسم بیشتر، نسبت به بقیه ارقام، ارجحیت دارند.

واژه‌های کلیدی: سیلاژ سورگوم علوفه‌ای، انرژی قابل متابولیسم، خصوصیات سیلویی، قابلیت هضم برون تنی.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 125 pp: 145-154

Yield, chemical properties and In Vitro digestibility of silges from five sorghum hybrids in Golestan Province

By: abdollah Kavian*1, Reza Kamali2, Kazem Yussefi Kelarikolaei3

1-Member of Scientific board of Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran

2- Ph.D. Candidate, Member of Scientific board of Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran

3- Assistant Professor of Animal Science Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran

4- Assistant Professor of Animal Science Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran

Received: July 2018

Accepted: February 2019

This study aimed to investigate the nutritive value and *in vitro* digestibility of the silage from five varieties of sorghum involving (ICRISAT623×R165, ICRISAT632×R165, ICRISAT625×165, ICRISAT520×166 and speed feed) in a completely randomized design with five replicates. The dry matter(DM) and crude protein(CP) yield of the sorghum varieties were determined and then were ensiled in plastic buckets. The difference between sorghum varieties was significant in terms of DM and CP content before ensiling. ICRISAT520 ×R166 had the highest DM and CP yield and Speed Feed cultivar had the lowest yield. The results showed that silage cultivars had a significant difference in chemical composition ($P < 0.05$). ICRISAT625 ×R165 had the highest content of fat, water soluble carbohydrates (WSC), and metabolism energy (ME) and Speed Feed had the highest amount of acid detergent fiber (ADF) and ammonia nitrogen (NH₃-N). There was a significant difference between 5 cultivars in estimating of dry matter digestibility (DMD), organic matter digestibility (OMD) and metabolizable energy (ME). DMD and OMD in silage of ICRISAT625×625 (57.71% and 54.17%) and ICRISAT625×623 (56.30% and 55.04%) were higher than the rest of the cultivars. The highest ME was observed in ICRISAT625×165(7/8 MJ/Kg) and ICRISAT623 ×R165 (7/6 MJ/Kg). Generally, in terms of fresh consumption ICRISAT520×166 is recommended for cultivating in Golestan province due to higher DM and CP production than other cultivars (18487 and 1400 kg ha⁻¹ respectively), but ICRISAT625 × R165 variety of sorghum silage is superior to other cultivars in terms of ME.

Key words: Sorghum Silage, Metabolizable Energy, Silage Quality, In Vitro Digestibility.

مقدمه

فخرالدین (۱۳۸۱) میزان عملکرد علوفه تر، علوفه خشک و درصد پروتئین هیبرید اسپیدفید به ترتیب برابر ۸۹ تن در هکتار، ۱۰/۸ تن در هکتار و ۹/۱۲ درصد گزارش نمود. مساوات (۱۳۸۳) در ارزیابی ارقام و واریته های سورگوم علوفه ای در گرگان گزارش نمود که بیشترین تولید علوفه تر و خشک در طی دو سال آزمایش مربوط به هیبرید اسپیدفید بوده است.

Mahanta (۲۰۰۵) میزان pH سیلاژ دو رقم سورگوم هیبریدی را به ترتیب ۳/۸ و ۴/۲، میزان NDF را به ترتیب ۶۵ و ۵۵/۳ درصد و مقدار پروتئین خام را به ترتیب ۵/۲۴ و ۷/۴۳ درصد گزارش نمود.

سورگوم با نام علمی *Sorghum bicolor* [L.] از مهمترین گیاهان علوفه‌ای مناطق خشک و نیمه خشک دنیاست که سازگاری خوبی با شرایط گرم و تا حدی شوری خاک داشته و بازده مصرف آب بالایی دارد (Almodares و همکاران، ۲۰۰۸). کمبود علوفه در ایران و نیز ظرفیت بالای سورگوم در تولید علوفه و سازگاری آن با شرایط اقلیمی ایران ایجاب می‌کند تا ارقام سازگار با شرایط آب و هوایی ایران در داخل کشور تولید گردد و از هیبرید های سورگوم علوفه‌ای با ظرفیت تولید بالا بهره بیشتری گرفته شود. آزمایشات مختلفی در استان گلستان به منظور دستیابی به بهترین رقم سورگوم علوفه ای از نظر کمی و کیفی انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در دو مرحله انجام شد

مرحله اول: عملیات تهیه بستر زمین در اواخر تابستان انجام گرفت و کود مورد نیاز بر اساس آزمون خاک و با محاسبه کمبود آن به زمین داده شد. بدین منظور ۳۰۰ کیلوگرم (درهکتار) کود فسفره، ۱۰۰ کیلوگرم (درهکتار) کود پتاس و ۱۵۰ کیلوگرم (درهکتار) کود اوره قبل از کاشت مصرف گردید. سپس دو دیسک بر هم زده شد و با فاروئر پشته‌هایی به فاصله ۶۰ سانتی‌متر از هم دیگر ایجاد گردید. در تاریخ ۱۵ اردیبهشت، ۵ رقم سورگوم علوفه-ای ICRISAT520×R166-

(ایکریست ۵۲۰)، ICRISAT625×R165 (ایکریست ۶۲۵)، ICRISAT623×R165 (ایکریست ۶۲۳)، ICRISAT632×R165 (ایکریست ۶۳۲) و speed feed (اسپید فید) در شرایط فوق کشت گردید. هر یک از ارقام (تیمار) به طور جداگانه در ۵ تکرار و در هر تکرار، چهار خط به طول ۶ متر و فاصله بوته‌های روی خطوط حدود ۵ سانتی‌متر و فاصله خطوط از یکدیگر ۶۰ سانتی‌متر کشت گردید. عملیات مبارزه با علف‌های هرز به روش وجین کردن و بدون استفاده از سموم شیمیایی و همچنین آبیاری به روش نشتی (جوی وپشته) در چهار مرحله انجام شد. علوفه‌ی هر رقم ۸۰ روز بعد از کشت و در مرحله‌ی دانه خمیری از ارتفاع ۱۵-۱۰ سانتی‌متری برداشت و عملکرد آنها بر اساس میزان ماده خشک و پروتئین خام بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید (چین اول).

مرحله دوم: به منظور بررسی خواص سیلویی ارقام مختلف سورگوم: شامل: ICRISAT520×R166 (ایکریست ۵۲۰)، ICRISAT625×R165 (ایکریست ۶۲۵)، ICRISAT623×R165 (ایکریست ۶۲۳)، ICRISAT632×R165 (ایکریست ۶۳۲) و speed feed (اسپیدفید)، علوفه‌ی برداشت شده‌ی هر رقم، به طور مجزا در ۵ تکرار در سطول‌های - استوانه‌ای پلاستیکی (قطر ۳۰ سانتی‌متر، عمق ۴۰ سانتی‌متر و ظرفیت حدود ۶/۵ کیلوگرم) کاملاً فشرده و سیلو شدند. پس از گذشت ۴۵ روز از زمان سیلو کردن، درب سیلوها باز شد و مقدار

Fazayeli و همکاران (۲۰۰۶) میزان ماده خشک، پروتئین خام، NDF و ADF در سورگوم شیرین را به ترتیب ۲۴، ۷/۹، ۶۱ و ۳۴ درصد و میزان pH را برابر ۳/۷۸ اعلام نمودند.

در یک تحقیق ضمن بررسی ترکیب شیمیایی ۱۲ رقم هیبرید سورگوم سیلو شده، میانگین pH برابر ۳/۸۱ و نیتروژن آمونیاکی برابر ۳/۵۴ درصد از نیتروژن کل گزارش گردید. در آن تحقیق، میانگین ماده خشک، پروتئین خام، NDF و ADF در ۱۲ رقم سورگوم مورد آزمایش، قبل از سیلو کردن، به ترتیب ۳۲/۰۱، ۱۰/۶۵، ۶۷/۹۳ و ۳۵/۰۷ درصد بر اساس ماده خشک گزارش شد (Marielly و همکاران، ۲۰۱۶).

Ward و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که pH سیلاژ سورگوم و ذرت به ترتیب برابر ۴/۰۹ و ۳/۹۶ بود و اختلافی بین تلفات ماده خشک وجود نداشت. آنها نتیجه گرفتند که سورگوم علوفه‌ای را می‌توان برای سیلو کردن کشت نمود. در مطالعه دیگری، مقدار کربوهیدرات محلول در آب چهار وارته جدید سورگوم زیاد بود. همچنین مقدار پروتئین خام و خاکستر، که باعث افزایش ظرفیت بافری می‌شود، کمتر از مقداری بود که در تهیه سیلاژ تداخل ایجاد کند (Miron و همکاران، ۲۰۰۵). بر اساس گزارش Miron (۲۰۰۶) قابلیت سیلو شدن سورگوم تحت تأثیر ژنتیک، مرحله رشد و میزان آبیاری می‌باشد.

در استان گلستان به دلیل بارندگی‌های اندک و خشکسالی‌های مکرر و رغبت دامداران و تولیدکنندگان محصولات زراعی به کشت سورگوم علوفه‌ای، نیاز است بهترین رقم سورگوم در کشور و استان از نظر تولید کمی و کیفی مشخص شود. علاوه بر این با توجه به اهمیت خصوصیات کیفی و کمی علوفه در سیستم‌های تولید علوفه، یافتن ارقامی که از عملکرد ماده خشک و قابلیت هضم مطلوب برخوردار می‌باشند می‌تواند در انتخاب ارقام برتر جهت بهبود تغذیه دامها بسیار موثر باشد. هدف از این تحقیق تعیین ترکیب شیمیایی، قابلیت هضم و خصوصیات سیلویی پنج رقم سورگوم علوفه‌ای و انتخاب بهترین رقم سورگوم علوفه‌ای بوده است.

اندازه گیری قابلیت هضم آزمایشگاهی با استفاده از روش Tilley و Terry (۱۹۶۳) در موسسه علوم دامی کشور انجام شد. برای محاسبه انرژی قابل هضم و انرژی قابل متابولیسم از دو رابطه ی زیر استفاده شده است:

$$DE=0.19DOMD$$

$$ME=0.155DOMD$$

DE: انرژی قابل هضم بر حسب مگاژول بر کیلوگرم؛ ME: انرژی قابل متابولیسم بر حسب مگاژول بر کیلوگرم؛ DOMD: قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک

روش آماری و تجزیه داده‌ها

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۵ تکرار و با استفاده از مدل آماری زیر انجام شد:

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

در این مدل Y_{ij} ، مقدار مشاهده در هر صفت؛ μ ، میانگین هر صفت در جمعیت کل؛ T_i ، اثر تیمار و e_{ij} ، اثر خطای آزمایش می‌باشد. تجزیه آماری و مقایسه میانگین‌ها به روش توکی توسط نرم‌افزار SAS (۲۰۰۴) رویه ANOVA انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد ماده خشک و پروتئین خام ۵ رقم سورگوم (سیلو نشده) در جدول شماره ۱ نشان داده شد.

جدول ۱- عملکرد ماده خشک و پروتئین خام ارقام مختلف هیبرید سورگوم علوفه‌ای (کیلوگرم در هکتار)

رقم	عملکرد ماده خشک	عملکرد پروتئین خام
ایکریست 520	۱۸۴۸۷ ^a	۱۴۰۰/۵ ^a
ایکریست 625	۱۳۵۱۵ ^b	۹۷۹/۸ ^b
ایکریست 623	۱۱۸۵۹ ^{bc}	۸۶۷/۹ ^{bc}
ایکریست 632	۱۱۱۰۳ ^{bc}	۸۳۲/۷ ^{cd}
اسپیدفید	۱۰۴۲۹ ^{bc}	۸۳۰/۱ ^{cd}
SEM	۳۳۲	۲۵/۳
P-value	۰/۰۰۹۱	۰/۰۰۶۸

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

یک کیلوگرم از علوفه های سیلو شده نمونه گیری و پس از اندازه گیری pH، در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد به منظور تعیین ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم نگهداری گردید.

pH سیلاژ به روش Hattori و همکاران (۱۹۹۴) تعیین گردید. در این روش ۱۰۰ گرم سیلاژ با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط شده، سپس میزان pH اندازه گیری گردید. میزان ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، ماده آلی مطابق با روش‌های استاندارد توصیه شده توسط AOAC (۱۹۹۰) و میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) براساس روش ون سوست (۱۹۸۰) اندازه گیری شد. همچنین کربوهیدرات های محلول به روش Omokolo و همکاران (۱۹۹۶) تعیین گردید. در این روش کربوهیدرات‌های محلول، ابتدا در دو مرحله با استفاده از اتانول ۹۰ درصد و سپس در چهار مرحله توسط اتانول ۷۰ درصد استخراج گردید. به منظور ارزیابی کیفی سیلاژ، معیار Flieg Point (FP)، با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Kilic, ۱۹۸۶):

$$\text{Flieg Point} = 220 + (2 \times \% \text{DM} - 15) - (40 \times \text{pH})$$

در این روش، علوفه سیلو شده بر اساس نمره ۲۰-، ۴۰-۲۱، ۶۰-۴۱، ۸۰-۶۱، ۱۰۰-۸۱ و بالاتر از ۱۰۰ به ترتیب در کلاس کیفی: بد، متوسط، نسبتاً خوب، خوب، خیلی خوب و ممتاز ارزیابی شد.

در پژوهش حاضر شرایط و عوامل فوق برای همه‌ی تیمارها یکسان بوده است احتمالاً عامل ژنوتیپ و نوع رقم باعث تفاوت در عملکرد ارقام شده است.

ترکیب شیمیایی و خصوصیات تخمیر سیلاژهای پنج رقم سورگوم علوفه‌ای در جدول ۲ نشان داده شد.

بر اساس جدول ۱، بیشترین عملکرد ماده خشک و پروتئین خام علوفه سورگوم در هکتار، مربوط به رقم ایکریست ۵۲۰ و کمترین عملکرد مربوط به اسپیدفید بود. مشخص شده که دلیل اختلاف عملکرد ماده خشک در ارقام مختلف یک گیاه می‌تواند ژنوتیپ و عوامل مختلفی همچون نوع خاک، حاصلخیزی خاک، شرایط- آب‌وهوایی و تراکم کشت (Makkar, 2004)، باشد. از آنجا که

جدول ۲- مقایسه میانگین ترکیب شیمیایی و پنج رقم سورگوم علوفه‌ای قبل از سیلو شدن (در ماده خشک)

ترکیب شیمیایی تیمار	ماده خشک (%)	پروتئین خام (%)	چربی خام (%)	ماده آلی (%)	ADF ¹	NDF ²
ایکریست 520	۲۹/۷۳ ab	۷/۵۶ a	۲/۳۶ a	۹۳/۹۸ c	۴۵/۲۲ ab	۵۹/۰۴ ab
ایکریست 625	۲۷/۵۴ c	۷/۲۵ c	۲/۲۵ ab	۹۱/۸۴ a	۴۴/۲۶ bc	۵۸/۰۶ bc
ایکریست 623	۲۸/۹۲ bc	۷/۳۲ ab	۲/۳۵ a	۹۲/۰۴ a	۴۳/۷۸ c	۵۷/۴۷ c
ایکریست 632	۳۰/۸۸ a	۷/۴۹ b	۲/۱۲ b	۹۲/۵۷ b	۴۵/۷۸ a	۵۹/۳۹ a
اسپیدفید	۲۵/۱۹ d	۷/۵۳ a	۲/۲۴ ab	۹۲/۷۱ b	۴۴/۲۹ bc	۵۷/۵۹ bc
SEM	۰/۵۳۳	۰/۰۵۲	۰/۰۶۷	۰/۱۲۷	۰/۳۸۱	۰/۲۶۹
P-value	۰/۰۰۸۰	۰/۰۰۶۹	۰/۰۰۵۵	< ۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۷۷	۰/۰۰۹۵

۱. الیاف نامحلول در شونینده اسیدی (%). ، ۲. الیاف نامحلول در شونینده خنثی (%).

مقادیر پروتئین خام در ارقام مورد مطالعه در تحقیق حاضر، مشابه گزارش Mahanta و همکاران (۲۰۰۵) و Fazayeli و همکاران (۲۰۰۶) و متفاوت با گزارش Marielly و همکاران (۲۰۱۶) می‌باشد. دلیل اختلاف در غلظت پروتئین خام در تحقیقات مختلف، به تأثیر عواملی از قبیل شرایط محیطی (Omer و همکاران، ۲۰۰۸) بر ساختمان فیزیکی، میزان فیبر و پروتئین علوفه مربوط می‌باشد. علاوه بر این، تراکم کشت نیز بر خصوصیات موفولوژیکی (Lafarge و Hamer، ۲۰۰۲) و ترکیب شیمیایی علوفه (Widdicombe و Thelen، ۲۰۰۲) تأثیر می‌گذارد.

میانگین چربی خام و ماده آلی و الیاف نامحلول در شونینده اسیدی در تیمارهای مورد آزمایش دارای تفاوت های معنی داری بوده‌اند.

اختلاف بین میانگین ماده خشک ارقام سورگوم سیلو شده معنی دار بود ($P < 0/05$). کمترین مقدار (۲۱/۸۹ درصد) مربوط به هیبرید ایکریست ۵۲۰ و بیشترین مقدار (۲۵/۹۴ درصد) متعلق به اسپیدفید بود.

کمترین مقدار پروتئین مربوط به رقم ایکریست ۶۲۵ و بیشترین مقدار مربوط به رقم ایکریست ۶۳۲ بود. تفاوت در نسبت برگ به ساقه در ارقام مختلف می‌تواند دلیل تنوع در میزان پروتئین در این تحقیق باشد. دامنه میزان پروتئین خام سیلاژهای ارقام سورگوم در تحقیق حاضر نزدیک به مقادیر گزارش شده توسط Molina و همکاران (۲۰۰۳) و Souza و همکاران (۲۰۰۳) می‌باشد. میانگین پروتئین خام سه رقم هیبرید سورگوم توسط Luis و همکاران (۲۰۱۲) برابر ۷/۶۸ درصد گزارش گردید.

قند های محلول به دلیل ارتباط مستقیم آنها با فرایندهای فیزیولوژیکی نظیر فتوسنتز بوده، که این خود تحت تأثیر رقم و میزان سطح برگ گیاه می باشد.

بیشترین مقدار نیتروژن آمونیاکی برحسب درصد از کل نیتروژن مربوط به رقم اسپیدفید و کمترین مقدار متعلق به رقم ایکریست ۶۳۲ بود. زیاد بودن میزان نیتروژن آمونیاکی در رقم اسپیدفید (سیلو شده)، مربوط به بالا بودن میزان pH آن (۴/۵۶) می باشد، که این خود می تواند ناشی از کم بودن مقدار قند رقم اسپیدفید باشد. همچنین رقم ایکریست ۶۳۲ دارای کمترین میزان نیتروژن آمونیاکی بود. در یک سیلاژ خوب، میزان نیتروژن آمونیاکی باید کمتر ۱۰ درصد نیتروژن کل باشد (McDonald و همکاران، ۱۹۹۱؛ Valter و همکاران، ۲۰۱۷).

بیشترین مقدار pH مربوط به رقم اسپیدفید و کمترین مقدار متعلق به رقم ایکریست ۶۲۵ بود که با گزارش Mahanta (۲۰۰۵) و Fazaeli (۲۰۰۶). کاهش سریع pH در طول سیلو کردن می تواند مانع رشد میکروارگانیسم های نامطلوب گردد (Pahlow، ۲۰۰۳). میزان pH در سیلاژ علوفه ها باید ۳/۷ تا ۴ باشد و مقدار آن در سیلو باید تثبیت گردد (McDonald، ۱۹۹۱). بر طبق گزارش McDonald (۱۹۹۱) مقدار pH برابر با ۴/۲ برای جلوگیری از رشد باکتریهای نامطلوب (Genus Clostridia) کافی نیست، لذا بر این اساس و با توجه به نتایج تحقیق حاضر سیلاژ رقم اسپیدفید احتمالاً پایداری و ماندگاری لازم را ندارد.

بررسی کلاس کیفی سیلاژها بر اساس نمره فلیگک نشان داد که همه ی ارقام به جز رقم اسپید فید در کلاس کیفی "خیلی خوب" قرار دارند. همانطور که در جدول ۲ نشان داده شد، با کاهش یافتن pH، فلیگک پوینت و کیفیت سیلاژ افزایش یافته است. نتایج این آزمایش با گزارش Man و Wiktorsson (۲۰۰۳) مطابقت دارد.

بیشترین میزان چربی خام (۲/۸۳ درصد)، ماده آلی (۹۳/۲۲ درصد) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (۴۵/۷۸ درصد) به ترتیب مربوط به ایکریست ۶۲۵، ایکریست ۵۲۰ و اسپید فید بود. میانگین چربی خام سه رقم هیبرید سورگوم توسط Luis و همکاران (۲۰۱۲) برابر ۲/۵۷ درصد گزارش گردید.

بیشترین مقدار ADF مربوط به رقم اسپیدفید، بود و کمترین آن در رقم ایکریست ۶۳۲ مشاهده شد. نتایج متفاوتی در خصوص میزان ADF در ارقام مختلف سورگوم، توسط محققان منتشر شده است. Marielly و همکاران (۲۰۱۶)، دوازده رقم مختلف سورگوم را مورد مطالعه قرار داده و میانگین ADF را برای این ارقام ۳۵/۰۷ درصد گزارش نمودند که کمتر از مقدار ADF در ارقام مورد مطالعه در تحقیق حاضر می باشد. این تفاوت ممکن است به عواملی مانند اختلاف در زمان کاشت و برداشت علوفه، شرایط رشد و نوع ارقام مربوط باشد. عوامل مختلفی همچون رقم، مرحله رشد، میزان رسیدگی، برداشت گیاه، نوع خاک، حاصلخیزی خاک، تراکم کشت، شرایط آب و هوایی و دیگر عوامل محیطی می تواند دلیل تفاوت ترکیب شیمیایی مواد خوراکی مشابه در مناطق مختلف باشد (Makkar، ۲۰۰۴).

میانگین قندهای محلول در تیمارهای مورد آزمایش دارای تفاوت های معنی داری بود. بیشترین مقدار مربوط به تیمار رقم ایکریست ۶۲۵ با مقدار ۱/۳۱ درصد و کمترین مقدار متعلق به رقم ایکریست ۶۳۲ با مقدار ۱/۰۲ درصد می باشد. نوسان در میزان قندهای محلول می تواند مربوط به عکس العمل گیاه به میزان آبیاری و به عبارت دیگر تنش احتمالی خشکی باشد. در چنین شرایطی تجزیه کربوهیدرات های نامحلول و تبدیل آن به قندهای محلول دچار نوسان می گردد (Arndt و همکاران، ۲۰۰۱). در این آزمایش دلیل اختلاف در میزان قند محلول احتمالاً مربوط به رقم سورگوم باشد. بر اساس گزارش Anton و Gaspar (۲۰۰۲) تغییرات میزان

جدول ۳- ترکیب شیمیایی و خصوصیات تخمیری سیلاژهای پنج رقم سورگوم علوفه‌ای (درصد در ماده خشک)

P value	SEM	اسپیدیف	ایگریست 623	ایگریست 632	ایگریست 625	ایگریست 520	تیمار ترکیب شیمیایی
۰/۰۰۵۹	۰/۸۵	۲۵/۹۴ ^a	۲۳/۳۸ ^b	۲۲/۸۳ ^b	۲۲/۵۴ ^b	۲۱/۸۹ ^b	ماده خشک
< ۰/۰۰۰۱	۰/۲۲	۹۲/۵۷ ^b	۹۲/۳۹ ^b	۹۲/۱۳ ^b	۹۲/۷۰ ^b	۹۳/۲۲ ^a	ماده آلی
۰/۰۰۶۱	۰/۰۹	۷/۱۵ ^b	۷/۳۹ ^{ab}	۷/۶۴ ^a	۶/۷۸ ^b	۷/۴۳ ^{ab}	پروتئین خام
< ۰/۰۰۰۱	۰/۰۵	۲/۱۳ ^{bc}	۲/۵۱ ^b	۲/۰۱ ^c	۲/۸۳ ^a	۲/۳۳ ^{bc}	چربی خام
۰/۰۰۴۰	۰/۸۷	۴۵/۷۸ ^a	۴۴/۵۲ ^b	۴۳/۵۶ ^b	۴۴/۴۶ ^b	۴۲/۴۸ ^c	ADF
۰/۰۰۴۱	۰/۷۷	۵۲/۹۹ ^b	۵۴/۹۳ ^a	۵۴/۹۷ ^a	۵۳/۱۹ ^b	۵۵/۵۷ ^a	NDF
< ۰/۰۰۰۱	۰/۰۳	۱/۰۷ ^{bc}	۱/۱۹ ^{bc}	۱/۰۲ ^c	۱/۳۱ ^a	۱/۱۲ ^{bc}	WSC%
۰/۲۳۱۰	۱/۹۹	۱۶/۴۴ ^a	۷/۷۹ ^{bc}	۶/۹۴ ^c	۸/۹۴ ^{bc}	۹/۵۶ ^b	NH3-N%
< ۰/۰۰۰۱	۰/۰۳	۴/۵۶ ^a	۴/۱۳ ^{bc}	۴/۲۱ ^b	۴/۰۹ ^{bc}	۴/۱۱ ^{bc}	pH
۰/۳۲۲۰	۲/۰۲	۷۴/۴۸ ^a	۸۶/۵۶ ^{bc}	۸۲/۲۶ ^b	۸۶/۴۸ ^{bc}	۸۴/۳۸ ^{bc}	Flieg Point
		خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	کلاس کیفی سیلاژ

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار می‌باشد ($P < 0.05$)

۱. کربوهیدرات‌های محلول ، ۲. نیتروژن آمونیاکی (درصد از نیتروژن کل)

قابلیت هضم سیلاژ ارقام مختلف سورگوم علوفه‌ای به روش تلی و تری

ی کمتر، در ماده خوراکی، به دلیل پایین بودن میزان پروتئین آنهاست، مطابقت دارد (Khanum و Yaqoob، ۲۰۰۷). همچنین تفاوت در انرژی قابل متابولیسم خوراک‌های مختلف، منعکس کننده تفاوت در میزان کربوهیدرات‌های قابل تخمیر و نیتروژن قابل دسترس آنها نیز می‌باشد (Khanum و Yaqoob، ۲۰۰۷). هرچه میزان مواد قندی محلول در هیبریدهای سورگوم بیشتر باشد، قابلیت هضم آن نیز افزایش می‌یابد (Weiss، ۲۰۰۷؛ Balakhial و همکاران، ۲۰۰۸؛ Mettab و همکاران، ۲۰۰۷). میزان قند محلول در هیبرید ایگریست ۶۲۵ برابر ۱/۳۱ درصد و در هیبرید ایگریست ۶۲۳ برابر ۱/۱۹ درصد به طور معنی داری بیشتر از بقیه ارقام بوده است لذا بالا بودن قابلیت هضم این رقم نسبت به بقیه ارقام منطقی به نظر می‌رسد.

بر اساس جدول ۴، قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی سیلاژهای دو رقم هیبرید ایگریست ۶۲۵ (به ترتیب: ۵۷/۱۳ و ۵۴/۱۷ درصد) و ایگریست ۶۲۳ (۵۶/۳۰ و ۵۵/۰۴ درصد) بیشتر از بقیه ارقام بود ($p < 0.05$). دلیل این اختلاف می‌تواند مربوط به بالا بودن مقدار قندهای محلول و پایین بودن الیاف نامحلول در شوینده خنثی در این ارقام باشد. انرژی قابل متابولیسم سیلاژهای دو رقم هیبرید ایگریست ۶۲۵ (۷/۸ مگاژول در کیلوگرم) و ایگریست ۶۲۳ (۷/۶ مگاژول در کیلوگرم) از بقیه ارقام بیشتر بود ($p < 0.05$). میزان پروتئین خام و اریته هیبرید ایگریست ۶۲۵ (۷/۶۴ درصد) به طور معنی داری بیشتر از بقیه ارقام بود، به همین دلیل میزان انرژی قابل متابولیسم آن نسبت به دیگر ارقام بیشتر شده است. چنین نتیجه گیری با این واقعیت که میزان انرژی قابل متابولیسم پیش بینی شده

جدول ۴- قابلیت هضم (درصد) برون تنی و میزان انرژی (مگاژول در کیلوگرم) سیلاژهای پنج رقم سورگوم علوفه‌ای

ME	DE	DOMD	OMD	DMD	تیمارها
۶/۹ ^b	۸/۴ ^b	۴۴/۳۷ ^b	۴۹/۲۸ ^b	۵۲/۶۳ ^b	ایگریست ۵۲۰
۷/۸ ^a	۹/۳ ^a	۴۹/۹۴ ^a	۵۴/۱۷ ^a	۵۷/۱۳ ^a	ایگریست ۶۲۵
۶/۸ ^b	۸/۲ ^b	۴۳/۲۶ ^b	۴۸/۱۵ ^b	۵۱/۴۳ ^b	ایگریست ۶۳۲
۷/۶ ^a	۹/۴ ^a	۴۸/۹۷ ^a	۵۵/۰۴ ^a	۵۶/۳۰ ^{ab}	ایگریست ۶۲۳
۷/۵ ^{ab}	۹/۱ ^{ab}	۴۷/۹۲ ^{ab}	۵۲/۳۱ ^a	۵۳/۹۸ ^{ab}	اسپیدفید
۰/۲۰۵	۰/۲۳۱	۱/۵۸۸	۱/۴۸۴	۰/۷۸۳	SEM

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار می‌باشد ($P < 0.05$)

DMD: قابلیت هضم ماده خشک، OMD: قابلیت هضم ماده آلی، DOMD: ماده آلی قابل هضم در ماده خشک، DE: انرژی قابل هضم، ME: انرژی قابل متابولیسم

نتیجه گیری کلی

بیشترین عملکرد ماده خشک و پروتئین خام (در هکتار) مربوط به سورگوم رقم ایگریست ۵۲۰ سیلو نشده و کمترین عملکرد مربوط به سورگوم اسپیدفید سیلو نشده بود. بر اساس نتایج بدست آمده، به لحاظ مصرف تازه خوری، رقم ایگریست ۵۲۰، به دلیل تولید ماده خشک و تولید پروتئین زیادتر نسبت به بقیه ارقام (به ترتیب: ۱۸۴۸۷ و ۱۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) و رقم ایگریست ۶۲۵ به صورت سیلو شده، به جهت دارا بودن انرژی قابل متابولیسم و انرژی قابل هضم بیشتر، نسبت به بقیه ارقام، ارجحیت دارند.

منابع

فخرالدین، ف. (۱۳۷۵). بررسی و مقایسه میزان پروتئین ارقام هیبریدهای جدید سورگوم علوفه ای. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان.

مساوات، الف. (۱۳۸۳). ارزیابی ارقام و واریته های سورگوم علوفه ای گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان.

Almodares, A., Hadi, M. R. and Ahmadpour, H. (2008). Sorghum stem yield and soluble carbohydrate under phonological stages and salinity levels. *African Journal of Biotechnology* Vol. 7 (22), pp. 4051-4055.

AOAC, (1990). Official Methods Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical chemists Washington, D.C. PP: 554, 575, 654.

Arndt, S. K. K., Clifford, S. C., Wanek, W., Jones, H. G. and Popp, M. (2001) Physiological and morphological adaptations of the fruit tree *Ziziphus rotundifolia* in response to progressive drought stress. *Tree Physiology*, Volume 21, Issue 11, Pages 705–715.

Balakhial, A., Naseriyan, A.A., Heravi mosavi, A., Eftekhar Shahrodi, F and Valizadeh, R. (2008). Changes in chemical composition and in vitro DM digestibility of urea and molasses treated whole crop canola silage. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7: 1042-1044.

- Fazayeli, H., Golmohammadi, A., Al-Moddarras, A., Mosharraf, S. and Shoaie A.A., (2006). Comparing the Performance of Sorghum Silage with Maize Silage in Feedlot Calves. *Pakistan Journal of Biological Science*. 9(13):2450-2455
- Gaspar, G. M. and Anton, A. (2002). Heavy metal uptake by two radish varieties, Hungarian Congress on Plant Physiol., Vol 46, (34):113-114.
- Hattori, I., Kumai, S., Fukumi, R. and Bayorbor, T.B. (1994). The effect of some additives on aerobic deterioration of corn silage. *Animal Science Technology*, 65:547-550.
- Khanum, S.A. and Yaqoob, T. (2007). Nutritional evaluation of various feedstuffs for livestock production using in vitro gas method. *Pakistan Veterinary Journal* 27(3): 129-133.
- Kilic, A. (1986). Silo Feed (Instruction, Education and Application Proposals). *Bilgehan Press*, Izmir, pp: 327
- Lafarge, T.A. and Hammer, G.L. (2002). Shoot assimilate partitioning and leaf area ratio, are stable for a wide range of sorghum population densities. *Field Crops Research*, 77: 137-151.
- Luis, F., Marcelo, A., Adriana, G., Jose, N., Luiz, H. and Viviany, L. (2012). Nutritive value of different silage sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) cultivars. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. vol.34 no.2
- Mahanta, S.K. (2005). Nutritional Evaluation of Two Promising Varieties of Forage Sorghum in Sheep Fed as Silage. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. 12 :1715-1720.
- 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
- Man, N. and Wiktorsson, H. (2003). The effect of molasses on quality, feed intake and digestibility by heifers of silage made from cassava tops. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 14:624-630.
- Marielly, M.A.M., Daniel, A. and C. Daniella. (2016). Chemical composition of sorghum genotypes silages. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. vol:38, no:4 .
- 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, PP: 340.
- Mettab, G., Murat, D., Sibel, C. and T. Unghlu. (2007). Effects of urea, molasses and urea plus molasses supplementation to sorghum silage on the silage quality, in vitro Organic Matter Digestibility and Metabolic Energy Contents. *Journal of Biological Sciences*, 7:401-404
- Miron, J., Solomon, R., Adin, G., Nir, U., Nikbakht, M., Yosef, E. et al. (2006). Effects of Harvest Stage, Re-growth and Ensilage on the Yield, Composition and in vitro Digestibility of New Forage Sorghum Varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86:140-147.
- Miron, J., Zuckerman, E., Sadeh, D., Adin, G., Nikbachat, M., Yosef, E., Ben-Ghedalia D., Carmi, A., Kipnis, T. and Slomon, R. (2005). Yield, Composition and in vitro Digestibility of New Forage Sorghum Varieties and Their Ensilage Characteristics. *Animal Feed Science Technology*, 120:17-32.
- Molina, L. R., Rodriguez, N.M., Sousa, B.M., Goncalves, L.C. and Borges, I. (2007). Parâmetros de Degradabilidade Potencial da Matéria Seca e da Proteína Bruta das Silagens de Seis Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) com e sem Tanino no grão, avaliados pela técnica in Situ.

- Revista Brasileira de Zootecnia*, 32:222-228.
- Omer, T., Yazici, L. and Yildirim, B. (2018). Quality characteristics of sorghum (*Sorghum bicolor*(L.) moench) and Sorghum×Sudan Grass Hybrids (*Sorghum bicolor*(L.), *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8:968-971.
- Omokolo, N.D., Tsala, N.G. and Djocque, D.F. (1996). Changes in carbohydrate, amino acid and phenol content in cocoa pods from three clones after infection with *Phytophthora megakarya* Bra. and Grif. *Annals of Botany*. 77: 153-158.
- Pahlow, G., Muck, R.E., Driehuis, F., Elfrink, S.J. and Spolestra, S. (2003). Microbiology of Ensiling. *Silage Science and Technology*, Buxton, USA, pp: 31-93.
- Paulo, R.F. (2000). Additives to improve the silage making process with tropical forages. *Faculdade de Agronomia Universidade Federal do Rio Grande do Sul*.
- SAS Institute. (2004). SAS User's Guide. Version 9.1. 3rd Edition, SAS Institute Inc., Cary
- Souza, V.G., Pereira, O.G., Moraes S.A., Garcia, R.V., Filho, S.C., Zago, C.P et al. (2003). Valor Nutritivo de Silagens de Sorgo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 3: 753-759.
- Tilley, J.M.A. and Terry, R. A. (1963). A two stage technique for the In Vitro digestibility of forage. *Grass and Forage Science*. 18:104-111
- Valter, H., Bumbieris, J., Vinicius, A., Ana, P., Fernando, L., Gabriella, J. And Diego, A. (2017). Aerobic stability in corn silage (*Zea mays* L.) ensiled with different microbial additives. *Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá*, 4: 357-362.
- Ward, J. D., Readfern, D. D., McCormick, M. E. and Cuomo, G. J. (2001). Chemical Composition, Ensiling Characteristics, and Apparent Digestibility of Summer Annual Forages in a Subtropical Double-Cropping System with Annual Ryegrass. *Journal of Dairy Science*. vol:84:177-182
- Weiss, B. (2007). Silage As Starch Sources Cows. *Mid- South Ruminant Nutrition Conference*, Arlington, Texas. Pages: 7-14
- Widdicombe W.D and Thelen, K.D. (2002). Row width and plant density effect on corn forage hybrids. *Agronomy Journal*, 94: 326-330.