نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۱، ص. ۲۳۲-۲۲۴

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 4, No. 3, Fall 2012, p. 224-232

مقایسه خصوصیات شیمیایی و تجزیه‌پذیری انواع علوفه و سیلاژ سورگوم با ذرت در شرایط آزمایشگاهی و روش کیسه‌های نایلونی

احمد هدایتی پور[۱*]- محمد خوروش[۲]- غلامرضا قربانی[۳]- عباس المدرس[۴]- محمدرضا عبادی[۵]

تاریخ دریافت:۸۹/۱۲/۱۵
تاریخ پذیرش:۹۱/۴/۲۰

چکیده

در این آزمایش فراسنجه‌های شیمیایی و تخمیری سه نوع علوفه تازه و سیلاژ سورگوم شامل شیرین، پگاه و اسپیدفید با ذرت در شرایط آزمایشگاهی مقایسه شد. همچنین ضرایب تجزیه‌پذیری علوفه‌ها و سیلاژهای مذکور با روش کیسه‌های نایلونی تعیین گردید. علوفه‌ها در شرایط یکسان کاشت و در حالت شیری خمیری برداشت، سپس در چهار تکرار برای هر زمان نگهداری ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روزه، در سیلوهای آزمایشگاهی نگهداری شد. در علوفه‌های تازه، ظرفیت بافری سورگوم شیرین کمتر از ذرت و سورگوم اسپیدفید بود، و سورگوم اسپیدفید به طور معنی‌داری الیاف نامحلول در شوینده اسیدی بالاتر و کربوهیدرات محلول در آب پایین‌تری نسبت به بقیه داشت. در زمان ۶۰ روزه، سیلاژ ذرت لیگنین نامحلول در اسید کمتری نسبت به سیلاژهای سورگوم شیرین و اسپیدفید داشت و کربوهیدرات محلول در آب آن هم نسبت به همه‌ی سیلاژهای سورگوم همین روند را طی کرد. مقدار اسید لاکتیک در سیلاژهای ذرت و سورگوم پگاه بالاتر از سیلاژهای سورگوم شیرین و اسپیدفید بود. در سیلاژهای سورگوم شیرین و ذرت مقدار اسید استیک بیشتر و مقدار نیتروژن آمونیاکی کمتر از بقیه سیلاژها مشاهده شد. در آزمایش کیسه‌های نایلونی، نرخ تجزیه‌پذیری علوفه تازه‌ی ذرت و سورگوم پگاه به طور معنی‌داری بالاتر از سورگوم شیرین و اسپیدفید بود و همین امر دلیلی بر بالاتر شدن تجزیه‌پذیری مؤثر با سرعت عبور ۰/۰۸ در این دو علوفه شد. در سیلاژها، بخش آهسته تجزیه شونده ذرت بیشتر از سیلاژهای سورگوم بود. در کل، علوفه سورگوم اسپیدفید برای تهیه‌ی سیلاژ نامناسب‌تر بود، و سیلاژ ذرت به دلیل لیگنین نامحلول در اسید کمتر، پتانسیل تجزیه‌پذیری بیشتری داشت.

واژه‌های کلیدی: سیلاژ سورگوم، سیلاژ ذرت، شرایط آزمایشگاهی، روش کیسه‌های نایلونی

مقدمه

سورگوم با نام علمی *Sorghum bicolor* [L.] Moench یکی از مهم‌ترین 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 (۱)، می‌تواند در عرض جغرافیایی ۴۰ درجه شمالی تا ۴۰ درجه جنوبی کره زمین تولید خوبی داشته باشد. دامنه پراکندگی فنوتیپی سورگوم بسیار زیاد است، دامنه‌ای از ظرفیت تولید ۱۰۰۰۰ کیلوگرم دانه در هکتار تا کاملاً نابارور، و از ارتفاع ۵۰ تا ۴۰۰ سانتیمتر. سورگوم‌ها به طور کلی به دو گروه عمده‌ی علوفه‌ای و دانه‌ای تقسیم‌بندی می‌شوند (۱۷). سورگوم علوفه‌ای به چهار نوع ۱- سورگوم علوفه‌ای هیبرید، ۲- سودان گراس، ۳- سورگوم×هیبرید سودان و ۴- سورگوم شیرین طبقه بندی می‌شود (۱۷). در گذشته عموماً سورگوم در مناطقی کشت می‌شد که برای کشت ذرت مساعد نبود، لیکن امروزه با پیدایش سورگوم‌های علوفه‌ای هیبرید (که بنام سورگوم علوفه ای هم شناخته می‌شوند)، در شرایط ایده‌آل و مساعد محصولی برابر با ذرت تولید می‌کند (۱۷)، و در جایی که رطوبت عامل محدود کننده است شاید محصول بیشتری نسبت به ذرت داشته باشد (۱۳ و۱۷). یکی از عمده‌ترین مشکلات تولید پروتئین و محصولات دامی در کشور کمبود علوفه در شرایط خاص جهت تغذیه دام‌هاست. اخیرا در ایران، خشکسالی‌های مکرّر باعث گردیده است که هم زارعین و هم پرورش‌دهندگان دام توجّه بیشتری به سایر علوفه‌ها از جمله سورگوم پیدا کنند و این علوفه را با توجّه به فصل رشد محدود

۱،۲و۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استادیار و استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
(*- نویسنده مسئول: Email: aa.hedayati@ag.iut.ac.ir)
۴- دانشیار گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان
۵- عضو هیئت علمی گروه علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی اصفهان

درکشور، به صورت سیلوشده مصرف کنند. در گزارش جامعی که مرکز تحقیقات و ترویج کشاورزی تگزاس ارائه داده است، میانگین قابلیّت هضم سیلاژهای سورگوم[1] ۹۴/۲ درصد سیلاژ ذرت بود (۱۳). به طور مشابه در مطالعات دیگری پتانسیل تجزیه‌پذیری ماده خشک به روش کیسه‌های نایلونی در سیلاژ ذرت بیشتر از سیلاژ سورگوم بود (۶). اما در مطالعه وارد و همکاران (۳۰) بین قابلیّت هضم (در شرایط حیوانی) سیلاژهای ذرت و سورگوم[2] تفاوتی وجود نداشت؛ همچنین هر دو سیلاژ به خوبی حفظ شده و pH آنها به ترتیب برابر ۳/۹ و ۴/۰۹ بود. در مطالعه دیگری که برای مقایسه بین واریته‌های جدید سورگوم علوفه‌ای انجام شد، مقدار کربوهیدرات محلول در آب چهار واریته به شکل قابل قبولی بالا بود. همچنین مقدار پروتئین خام و خاکستر که باعث افزایش ظرفیت بافری می‌شود، کمتر از مقداری بود که در تهیه سیلاژ تداخل ایجاد کند (۱۵).

ارائه‌ی این نوع هیبریدهای جدید و آرایش وسیع فنوتیپی آنها سؤالاتی درباره ارزش غذایی انواع سورگوم‌ها و مقایسه با ذرت و ارقام دیگر سورگوم ایجاد کرده است، و اجرای طرح‌های تحقیقاتی برای انتخاب سازگارترین و مناسب‌ترین هیبرید و یا رقم برای تهیه سیلاژ ضروری به نظر می‌رسد. هدف از این مطالعه، مقایسه فراسنجه‌های شیمیایی و تخمیری سه نوع علوفه‌ی تازه و سیلاژ سورگوم شامل شیرین، پگاه و اسپیدفید با علوفه و سیلاژ ذرت بود. همچنین ضرایب و پتانسیل تجزیه‌پذیری علوفه‌های تازه و سیلاژهای مورد مطالعه تعیین شد.

مواد و روش‌ها

کاشت و برداشت علوفه‌ها

بذر علوفه‌های مورد استفاده در این تحقیق به روش ردیفی و پشته‌ای با فاصله‌ی کاشت ۷۵ سانتیمتر بین ردیف‌ها و ۱۰ سانتی‌متر بین بوته‌ها کاشته شد. در این مطالعه سه نوع بذر علوفه‌های سورگوم کاشته شده شامل: ۱- سورگوم شیرین رقم ایتالیایی، ۲- سورگوم هیبریدی به نام پگاه (که با دو رگ‌گیری یک والد خارجی با یک والد داخلی حاصل شده است)، و ۳- هیبرید سورگوم علوفه‌ای وارداتی به نام اسپیدفید بود. همچنین واریته‌ی ذرت علوفه‌ای کشت شده هیبرید[3] ۷۰۴ در نظرگرفته شد. ۳۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۱۰۰کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار به هنگام کاشت و۳۰ روز بعد از کاشت ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار به صورت سرک به مزرعه داده‌شد. علوفه‌های سورگوم در سن ۱۱۰ روزگی و در مرحله‌ی شیری خمیری، و علوفه‌ی ذرت در حدود یک سوم خط شیری و در ۹۵ روزگی برداشت شد. علوفه‌ها توسط خردکن ذرت به اندازه‌های تئوریک ۲ تا ۳ سانتی‌متری خرد و در ۴ تکرار برای هر زمان ۳۰، ۶۰ و۹۰ روزه در سیلوهای آزمایشگاهی از جنس پی وی سی (که دارای شیر کوچکی برای خروج پساب بودند) سیلو شدند. در انتهای دوره‌ها سیلوها باز شد، بلافاصله pH نمونه‌ها اندازه‌گیری، سپس برای آزمایش‌های بعدی در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد در سردخانه نگهداری شدند.

اندازه‌گیری فراسنجه‌های شیمیایی و تخمیری

نمونه‌های علوفه‌ی تازه و سیلاژ، در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۷۲ ساعت در آون خشک و درصد ماده خشک آنها تعیین گردید (۱۵). نمونه‌های آسیاب شده با توری ۱ میلی‌متری در ۶۰۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۴ ساعت به منظور تعیین درصد خاکستر قرار داده شدند (۱۵). برای تعیین الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و لیگنین نامحلول در اسید از روش ون‌سوست و همکاران (۲۸) استفاده شد؛ در ضمن برای اندازه‌گیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی، آمیلاز مقاوم به حرارت نیز بکارگرفته شد. پروتئین خام و چربی خام با روش ذکر شده در AOAC (۲۰۰۲) (۲)، و به وسیله دستگاه‌های میکروکلدال[4] و سوکسله تعیین گردید و برای اندازه‌گیری کربوهیدرات محلول در آب از روش فنول سولفوریک استفاده شد (۵). جهت اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی روش فیلیا (۹)، بکار برده شد و ظرفیت بافری علوفه‌ها از طریق روش پلاین و همکاران (۲۳)، محاسبه شد، سپس بر اساس مقدار میلی اکی‌والان هیدروکسید سدیم۰/۱ نرمان لازم برای رساندن pH از ۳ به ۹ بیان شد. عصاره سیلاژ استخراج شده به نسبت ۱ به ۹ (۲۰ گرم سیلاژ+ ۱۸۰ میلی لیتر آب مقطر) برای اندازه‌گیری pH و همچنین برای تعیین مقدار اسیدهای چرب فرار و اتانول استفاده شد (۲۲). برای این امر از اسید کروتونیک به عنوان استاندارد داخلی و از دستگاه کروموتوگرافی گازی[5] با ستون موئینه‌ای به عرض ۰/۳۲ میلی‌متر، طول ۲۵ متر، قطر ذرات داخلی ۰/۰۳ میکرون و یک شناساگر یونیزاسیون حرارتی استفاده شد. برای تعیین اسید لاکتیک از پاراهیدروکسی بی‌فنیل به عنوان معرف و از لیتیوم لاکتات برای تهیه محلول‌های استاندارد استفاده شد، سپس نمونه‌ها در طول موج ۵۶۵ نانومتر و بوسیله دستگاه اسپکتوفتومتری خوانده‌شدند (۱۲).

تعیین تجزیه‌پذیری به روش کیسه‌های نایلونی

برای تعیین ضرایب تجزیه‌پذیری ماده خشک از روش استاندارد شده کیسه‌های نایلونی که توسط ونزانت و همکاران (۲۹)، در سال ۱۹۹۸ ارائه شد به عنوان مرجع استفاده شد. به این منظور جیره‌ها که توسط نرم افزار NRC[6] در سطح نگهداری تهیه شده بود، به دو رأس

1- Brown mid-rib
2- NK300 Variety
3- KSC704

4- Auto Analyzer kjeltec 1030 Sweden
5- Crompack, Netherlands 9002 model CP
6- National Research Council

گاو فیستوله شده و دو بار در روز خورانده‌شد. جیره‌ها حاوی ۷۰ درصد علوفه، شامل سیلاژ ذرت، سیلاژ سورگوم شیرین و یونجه خشک بود. ترکیبات جیره خورانده شده به گاوها در جدول ۱ مشاهده می‌شود.

چهار رقم علوفه و سیلاژ تهیه شده از آنها (در زمان ۶۰ روزه) پس از خشک شدن و آسیاب شدن توسط غربال ۲ میلی‌متری، در داخل کیسه‌هایی از جنس پلی‌استر با نسبت وزن به سطح ۱۰ میلی‌گرم بر سانتی‌متر مربع پر شدند. در این مطالعه کیسه‌ها بعد از خوراک‌دهی وعده‌ی صبح و از طریق فیستوله، داخل قسمت شکمی محوطه شکمبه رها شد. بعد از طی ساعت‌های صفر، ۱، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲، کیسه‌ها خارج و پس از شستشو با آب، محتوای آنها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد خشک شد. سپس اجزای a، b و c در معادله $P=a+b(1-e)^{-ct}$ مشخص و تجزیه‌پذیری مؤثر بوسیله فرمول $ED = a + b\left(\frac{Kd}{Kd+Kp}\right)$ در نرخ‌های عبور مختلف محاسبه شد (۱۸). در ضمن برای ساعت صفر کیسه‌ها فقط شستشو داده شد.

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره‌ی غذایی گاوها در آزمایش کیسه‌های نایلونی

اجزای جیره‌ی غذایی	درصد ماده خشک جیره
یونجه خشک خرد شده	۲۳
سیلاژ ذرت	۲۳/۵
سیلاژ سورگوم شیرین	۲۳/۵
کنجاله کلزا	۱۵
سبوس گندم	۱۳/۷
کربنات کلسیم	۰/۵
نمک	۰/۳
مکمل ویتامینه- معدنی [۱]	۰/۵
ترکیبات شیمیایی [۲]	
ماده خشک (درصد)	۵۸
خاکستر	۸
ماده آلی	۹۲
پروتئین خام	۱۴/۷
عصاره اتری	۳/۹
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۴۹
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۲۶/۵
کربوهیدرات غیر علوفه‌ای	۲۸
الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه‌ای	۳۷/۹
انرژی خالص برای شیردهی (مگاکالری برکیلوگرم)	۱/۴۵

۱- حاوی ۱۹۶، ۹۶، ۷۱، ۳، ۰/۳، ۲، ۳، ۰/۱، ۰/۱ ، ۰/۰۰۱، ۳ گرم در کیلوگرم به‌ترتیب از کلسیم، فسفر، سدیم، منیزیم، آهن، مس، منگنز، روی، کبالت، ید، سلنیوم و آنتی اکسیدانت؛ ویتامین A (۵۰۰۰۰۰ واحد بین المللی) ویتامین D (۱۰۰۰۰۰ واحد بین المللی) ویتامین E (۱۰۰ میلی گرم) بود.

۲- مقادیر حاصل از نرم افزار بعد از تنظیم کردن جیره.

تجزیه آماری

داده‌ها با استفاده از رویه آماری GLM نرم افزارSAS (۲۵)، تجزیه شد. در این مطالعه با توجّه به تحقیقات قبلی (۱۴ و ۱۵)، فقط ترکیبات شیمیایی و فراسنجه‌های تخمیری سیلاژهای زمان ۶۰ روزه با هم مقایسه شد. به این منظور طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار استفاده شد. همچنین برای بررسی اثر زمان بر تغییر ترکیبات، هر کدام از سیلاژها به طور مجزا با دوازده تکرار در سه زمان ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روزه، در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه آماری شد. رویه‌ی آماری رگرسیون غیرخطی تکرار شونده برای تعیین فراسنجه‌های معادله $P=a+b(1-e)^{-ct}$ مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های این آزمایش هم با توجّه به اینکه اثر گاو در مدل معنی دار نشد، در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تکرار در هر گاو بررسی شد. میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون توکی مقایسه شدند و سطح معنی‌داری $P < ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی علوفه‌های تازه

در این مطالعه هر چند علوفه تازه ذرت ماده خشک کمتری نسبت به سیلاژهای سورگوم داشت، با این وجود تفاوت ماده‌ی خشک سیلاژها با یکدیگر معنی‌دار نشد (جدول۲). ماده خشک متفاوت می‌تواند بر بسیاری از خصوصیات علوفه و سیلاژ تأثیر گذار باشد. مثلاً در علوفه با رطوبت کمتر فعالیت آبی کاهش یافته و رشد برخی از میکروارگانیسم‌ها کاهش می‌یابد (۱۶). ظرفیت بافری علوفه‌ی تازه‌ی سورگوم شیرین از علوفه‌های ذرت و سورگوم اسپیدفید کمتر بود ($P < ۰/۰۵$)، ولی با سورگوم پگاه تفاوت معنی‌داری نداشت. چون در مطالعات قبلی نشان داده شده که با افزایش سن گیاه ظرفیت بافری کاهش می‌یابد (۲۴)، و طبق مطالعات ژائو و همکاران (۳۱)، رقم ایتالیایی سورگوم شیرین رقمی زودرس است، شاید زودرس‌تر بودن علوفه سورگوم شیرین دلیلی بر کمتر بودن ظرفیت بافری این علوفه نسبت به ذرت و سورگوم اسپیدفید بوده است. قابل توجّه می‌باشد که ترتیب افزایش ظرفیت بافری علوفه‌ها دقیقاً منطبق بر روند صعودی pH علوفه‌ها بود و همبستگی مثبت بالائی بین ظرفیت بافری و pH، پروتئین خام و خاکستر علوفه‌ها وجود داشت (به ترتیب برابر ۰/۹۶، ۰/۹۲ و ۰/۹۱).

درصد پروتئین خام و خاکستر در علوفه تازه‌ی سورگوم اسپیدفید بیشتر از مابقی علوفه‌ها بود ($P < ۰/۰۵$)، کمتر بودن پروتئین خام و خاکستر در دیگر سیلاژها به دلیل کاهش ظرفیت بافری می‌تواند به عنوان یک مزیّت در تهیه سیلاژ محسوب شود (۱۵)، ولی کمتر بودن پروتئین خام در علوفه‌ی تازه سورگوم شیرین و پگاه از نظر کیفیّت مواد مغذی یک نقصان است.

جدول۲- ترکیبات شیمیایی علوفه‌های تازه ذرت و سورگوم (درصد ماده خشک)

واریته	DM	BC[۱]	pH	CP	Ash	NDF[۲]	ADF[۳]	ADL[۴]	EE[۵]	WSC[۶]	NH_3[۷]	NFC[۸]
ذرت	۳۰/۹۲	۷۶۰^{b}	۵/۱۲^{b}	۷/۲۰^{b}	۶/۳۰^{b}	۴۲/۶^{c}	۲۲/۵^{b}	۱/۷۵^{b}	۲/۹۲^{a}	۱۰/۵۰^{a}	۰/۲۰۲^{a}	۴۱/۱۲^{a}
سورگوم شیرین	۳۳	۵۲۰^{c}	۴/۵۷^{c}	۵/۲۴^{c}	۶/۶۲^{b}	۴۵/۴^{bc}	۲۳/۳^{b}	۲/۵۶^{b}	۳/۲۱^{a}	۸/۷۰^{a}	۰/۱۰۹^{b}	۳۹/۵۳^{a}
سورگوم پگاه	۳۲/۹۳	۶۰۰^{bc}	۴/۶۱^{c}	۵/۸۷^{c}	۷/۱۰^{b}	۴۹/۱^{b}	۲۴/۱^{b}	۲/۵۰^{b}	۳/۵۰^{a}	۹/۵۶^{a}	۰/۰۸۵^{b}	۳۴/۴۶^{b}
سورگوم اسپیدفید	۳۳/۵۰	۱۱۴۰^{a}	۵/۹۸^{a}	۸/۷۶^{a}	۱۰/۵۴^{a}	۵۸^{a}	۲۹/۶^{a}	۶/۶۲^{a}	۳/۷۳^{a}	۴/۲۶^{b}	۰/۱۱۵^{b}	۱۸/۹۳^{c}
S.E.M[۹]	۰/۶۹	۴۱/۱۵	۰/۰۳	۰/۱۸	۰/۲۱	۱/۲۲	۰/۸۶	۰/۳۵	۰/۱۶	۰/۵۰	۰/۰۱۶	۰/۸۱

۱- ظرفیت بافری(meq/kg)، ۲-الیاف نامحلول در شوینده خنثی، ۳-الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، ۴-لیگنین نامحلول در اسید، ۵-عصاره اتری، ۶-کربوهیدرات محلول در آب، ۷- نیتروژن آمونیاکی، ۸- (الیاف نامحلول در شوینده خنثی+عصاره اتری+پروتئین+خاکستر)-۱۰۰=کربوهیدرات غیرفیبری، ۹- خطای استاندارد میانگین. میانگین داده‌هایی که در ستون‌های مشابه، دارای حروف مختلف می‌باشند به طور معنی داری با یکدیگر تفاوت دارند ($P < ۰/۰۵$).

علوفه‌ی تازه‌ی سورگوم اسپیدفید بیشترین درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی را دارا بود و مقدار این ترکیب در سیلاژ ذرت کمتر از سورگوم پگاه و اسپیدفید شد ($P < ۰/۰۵$)، که مطابق با برخی یافته-هاست که نشان می‌دهد ذرت علوفه‌ای نسبت به سورگوم علوفه‌ای الیاف نامحلول در شوینده خنثی کمتری دارد (۳۰). البته درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی علوفه‌ها به مرحله برداشت هم بستگی دارد (۴)، و مقایسه ترکیبات شیمیایی علوفه‌ها در آزمایش‌های مختلف با زمان‌های برداشت متفاوت شاید نتایج متناقضی به همراه داشته باشد.

همچنین اختلاف معنی‌داری بین الیاف نامحلول در شوینده اسیدی سورگوم اسپیدفید با دیگر علوفه‌های تازه وجود داشت. تفاوت معنی‌دار در درصد لیگنین نامحلول در اسید در علوفه‌ها دقیقاً مشابه الیاف نامحلول در شوینده اسیدی شد که در مقایسه با الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نشان می‌دهد که شاید درصد سلولز بین علوفه‌ها تقریباً برابر یکدیگر بوده‌است (۱۵). درصد کربوهیدرات محلول در آب علوفه‌ی تازه‌ی سورگوم اسپیدفید کمتر از سه علوفه‌ی دیگر بود ($P < ۰/۰۵$)، ولی این مقدار در سه علوفه‌ی ذرت، سورگوم شیرین و پگاه تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشت و بیشتر از حداقل مقداری (۵ درصد ماده خشک) بود که برای ایجاد تخمیر مطلوب در سیلاژ به آن اشاره شده است (۱۴).

درصد نیتروژن آمونیاکی علوفه‌ی تازه‌ی ذرت به طور معنی‌داری بیشتر از سه علوفه‌ی دیگر بود. هر چند مقدار نیتروژن آمونیاکی در گیاه به عوامل زیادی بستگی دارد، ولی دلیل آن شاید ماده خشک کمتر علوفه و در نتیجه نابالغ‌تر بودن سیلاژ ذرت بوده است که هنوز به مرحله‌ی آنابولیسم سه علوفه دیگر با ماده خشک بیشتر نرسیده است. چون در مطالعات قبلی نشان داده شده است که با پیشرفت رشد و نمو در گیاه، ترکیبات نیتروژنی بیشتر به صورت پروتئین و آمینو اسید ذخیره می‌شوند (۱۱).

ترکیبات شیمیایی سیلاژها در زمان ۶۰ روزه

ماده خشک سیلاژ ذرت به طور معنی‌داری کمتر از سیلاژهای سورگوم شد که از ماده خشک کمتر علوفه‌ی ذرت تبعیت کرده است (جدول۳). ترتیب pH سیلاژهای مورد آزمایش با روند کربوهیدرات محلول در آب از دست رفته و اسید لاکتیک تولیدی همخوانی داشت، با این حال تنها pH سیلاژ سورگوم اسپیدفید بالاتر از سیلاژ ذرت شد ($P < ۰/۰۵$).

معنی‌داری پروتئین خام سیلاژهای سورگوم و ذرت با پروتئین خام علوفه‌های تازه شباهت زیادی داشت. البته شایان ذکر است تغییرات درصد ترکیبات شیمیایی سیلاژها نسبت به علوفه‌شان به مقدار کربوهیدرات محلول در آب تخمیر شده علوفه مورد نظر هم بستگی دارد. ترتیب درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی سیلاژها به مقدار زیادی به الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه‌ها شبیه بود، ولی غیر معنی‌دار بودن اختلاف سیلاژ ذرت با سیلاژ سورگوم پگاه بر خلاف علوفه‌هایشان، شاید بدلیل کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی سورگوم پگاه بدلیل تجزیه و یا حل شدن همی‌سلولز در طول فرایند تخمیر بوده است؛ همانطور که در مطالعه‌ی میرون و همکاران (۱۵)، بازیافت کمتر همی‌سلولز سیلاژ سورگوم رگبرگ قهوه‌ای ۱۰۱ نسبت به علوفه‌اش، حل شدن همی‌سلولز در این سیلاژ عنوان شد. همبستگی بین درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی با درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، لیگنین نامحلول در اسید، نیتروژن آمونیاکی و کربوهیدرات محلول در آب به ترتیب برابر ۰/۸۵، ۰/۹۵، ۰/۴۱ و ۰/۱۲ بود، که با یافته‌های پدرسون و همکاران (۲۰)، که از بررسی ۴۹ هیبرید سورگوم علوفه‌ای حاصل شده، شباهت داشت. هر چند که در مطالعه آنها همبستگی با مقدار قند علوفه منفی گزارش شد. درصد لیگنین نامحلول در اسید سیلاژ ذرت به طور معنی‌داری کمتر از سیلاژهای سورگوم شیرین و اسپیدفید بود که به نظر می‌رسد بیشتر مربوط به خصوصیّات ژنتیکی و ذاتی سیلاژ ذرت باشد (۳ و ۷).

جدول۳- ترکیبات شیمیایی سیلاژهای۳۰، ۶۰ و ۹۰ روزه، مقایسه بین سیلاژهای ۶۰ روزه و اثر زمان (درصد ماده خشک)

واریته	زمان	DM[۱]	pH	CP[۲]	Ash[۳]	NDF[۴]	ADF[۵]	ADL[۶]	WSC[۷]	NH_3[۸]	NFC[۹]	Lac[۱۰]	Ace[۱۱]	Eth[۱۲]
	۳۰	۳۱/۶	۳/۸۲	۷/۴۹	۵/۷۱	۴۸/۷	۲۲/۱	۱/۹۸	۲/۲	۰/۳۷	۳۵/۶	۳/۲۳	۱/۴۶	۱/۶۳
ذرت	۶۰	۳۰/۴۷^{b}	۳/۸۵^{b}	۷/۲۴^{ab}	۵/۸^{b}	۴۵/۲^{c}	۲۳/۶^{b}	۲/۱^{c}	۱/۶۳^{b}	۰/۳۵^{b}	۳۸/۳^{a}	۳/۶^{a}	۲/۱۴^{a}	۱/۵۳^{ab}
	۹۰	۲۹/۶	۳/۹۸	۷/۰۵	۶/۲	۴۴/۸	۲۳/۶	۲/۱۵	۱/۶	۰/۵۱	۳۸/۳	۳/۸۵	۲/۱۳	۲
اثر زمان		✻				✻				✻	✻		✻	
	۳۰	۳۴/۳۷	۳/۹۴	۵	۵/۵	۵۱/۷۴	۲۳/۰۳	۳/۱۴	۳/۹۳	۰/۳۹	۳۳/۵	۲/۲	۲/۱	۱/۸۳
سورگوم شیرین	۶۰	۳۳/۱۵^{a}	۳/۹۳^{ab}	۵/۴۹^{c}	۶/۴۸^{b}	۵۱/۱^{b}	۲۳/۸^{b}	۳/۲۴^{b}	۳/۳۶^{a}	۰/۴۰^{b}	۳۳/۴۶^{b}	۲/۱۹^{b}	۲/۴۱^{a}	۱/۷۳^{a}
	۹۰	۳۳/۳۳	۴/۰۳	۶	۶/۸۳	۴۶/۵	۲۴/۰۶	۳/۶۲	۲/۸۳	۰/۵	۳۶/۱	۲/۸۳	۲/۷۸	۱/۵
اثر زمان					✻	✻			✻	✻		✻	✻	
	۳۰	۳۲/۵۵	۳/۶۳	۵/۶	۷/۷	۵۰/۲	۲۲/۹	۲/۵۴	۳/۶	۰/۴۸	۳۳/۲	۳/۴	۰/۹۵	۱
سورگوم پگاه	۶۰	۳۲/۴۹^{a}	۳/۸۹^{ab}	۶/۴۱^{bc}	۸/۰۸^{a}	۴۶/۹^{bc}	۲۱/۷^{b}	۲/۵۰^{bc}	۳/۰۶^{a}	۰/۵۵^{a}	۳۵^{ab}	۳/۴۳^{a}	۱/۰۵^{b}	۱/۸۷^{a}
	۹۰	۳۳/۶	۳/۸۷	۶/۴۲	۸/۹۶	۴۵/۰۳	۲۲	۲/۸	۲/۴۶	۰/۵۴	۳۵/۸	۳/۸	۱/۵۳	۱/۷
اثر زمان					✻	✻			✻				✻	✻
	۳۰	۳۳	۴/۱۱	۷/۳	۹/۲۱	۵۷/۲	۲۸/۱	۵/۱۱	۳/۱۳	۰/۴۶	۲۱/۶	۱/۷۶	۱/۲۱	۰/۵
سورگوم اسپیدفید	۶۰	۳۳/۶۷^{a}	۴/۱۰^{a}	۷/۶۳^{a}	۹/۳۴^{a}	۵۷/۱^{a}	۲۸/۲^{a}	۵/۱۴^{a}	۲/۳۳^{ab}	۰/۵۲^{a}	۲۱/۸۴^{c}	۲/۰۲^{b}	۱/۳۲^{b}	۰/۷۴^{b}
	۹۰	۳۳/۷۶	۴	۸/۵	۹/۸	۵۶/۰۳	۲۹/۳	۵/۷	۲/۳۶	۰/۵۸	۲۳/۱	۲/۳۱	۱/۵۷	۰/۷۸
اثر زمان										✻				
خطای استاندارد[۱۳]		۰/۳۷	۰/۰۵	۰/۲۸	۰/۲۹	۱/۱۵	۰/۸۴	۰/۳۳	۰/۳	۰/۰۳۳	۱/۱	۰/۰۸۱	۰/۱۱	۰/۲

۱- ماده خشک، ۲-پروتئین خام، ۳-خاکستر، ۴-الیاف نامحلول در شوینده خنثی، ۵-الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، ۶-لیگنین نامحلول در اسید، ۷-کربوهیدرات محلول در آب، ۸- نیتروژن آمونیاکی، ۹-(الیاف نامحلول در شوینده خنثی+عصاره اتری+پروتئین+خاکستر)-۱۰۰=کربوهیدرات غیرفیبری، ۱۰-لاکتات، ۱۱-استات، ۱۲-اتانول، ۱۳- خطای استاندارد میانگین در زمان ۶۰ روزه. میانگین های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند ($P < ۰/۰۵$)

کربوهیدرات محلول در آب باقیمانده در سیلاژ ذرت کمترین ($P < ۰/۰۵$)، و در سیلاژ سورگوم پگاه و شیرین بیشترین مقدار را داشت؛ مقدار کمتر کربوهیدرات محلول در آب سیلاژ یک مزیّت محسوب می‌شود و ممکن است در هنگام تغذیه و تخمیر ثانویه در سیلاژ باعث کاهش رشد مخمرها و کپک‌ها شود (۱۵). درصد نیتروژن آمونیاکی سیلاژ سورگوم پگاه و اسپیدفید به طور معنی‌داری بیشتر از سیلاژ ذرت و سورگوم شیرین بود؛ بالا بودن درصد نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ سورگوم پگاه و اسپیدفید بعید است از فعالیت وسیع کلستریدیوم‌ها باشد، چرا که مقدار اسید بوتیریک و پروپیونیک در هر چهار سیلاژ ناچیز (داده‌های آنها ذکر نشده است) و کمتر از ۰/۰۵ درصد بود (۲۶).

درصد اسید لاکتیک در سیلاژهای ذرت و سورگوم پگاه به طور معنی‌داری از سیلاژهای سورگوم اسپیدفید و شیرین بیشتر شد و این مورد در سیلاژهای با ماده خشک تقریباً برابر می‌تواند یک مزیّت محسوب شود (۲۶). درصد اسید استیک در سیلاژهای ذرت و سورگوم شیرین بیشتر از سیلاژهای سورگوم پگاه و اسپیدفید شد ($P < ۰/۰۵$).

از بررسی مقدار اسید لاکتیک و استیک سیلاژها می‌توان به این نتیجه رسید که چون در تخمیر همگن مقدار اسید لاکتیک نسبت به کل اسید های چرب فرار بالاتر از ۶۰ درصد است (۲۶)، شاید تخمیر سیلاژ سورگوم پگاه و ذرت بیشتر از نوع همگن بوده و چون مقدار اسیدهای چرب فرار در سیلاژ ذرت بیشتر بود، احتمالاً تعداد کلنی باکتری بر روی علوفه‌های ذرت[۱] بیشتر بوده‌است؛ اگر چه در مطالعاتی نشان داده شد که تعداد کلنی باکتری موجود بر روی علوفه ذرت و سورگوم برابر است (۱۹). سورگوم شیرین با توجّه به مقدار کربوهیدرات محلول در آب قابل قبول در علوفه‌اش، شاید باکتری‌های تخمیر کننده ناهمگن آن بیشتر از همگن بوده است (چون درصد اسید لاکتیک به کل اسیدهای چرب فرار آن کمتر بود). یافته‌های پیشین هم در مورد نوعی سورگوم[۲] نشان داد که باکتری‌های تخمیر کننده ناهمگن[۳] در این علوفه غالب است (۲۷). سیلاژ سورگوم اسپیدفید هم

1- Epiphytic
2- *Sugardrip variety*
3- *Leuconostoc ssp*

به دلیل ضعف در مقدار کربوهیدرات محلول در آب، مقدار اسید لاکتیک و اسید استیک آن کمتر از بقیه سیلاژها بود.

درصد اتانول در سیلاژهای سورگوم شیرین و پگاه به طور معنی‌داری بالاتر از سورگوم اسپیدفید بود ولی تفاوتی با سیلاژ ذرت نداشت (P > ۰/۰۵). اتانول در سیلاژ یا بر اثر فعالیت مخمرها (از طریق تبدیل قند و اسید لاکتیک به الکل) و یا بر اثر فعالیت باکتری‌های تخمیرکننده غیر همگن به وجود می‌آید (۲۶). در اثر فعالیت مخمرها pH بالا قابل انتظار است (۲۶)، و با توجّه به pH قابل قبول در سیلاژها احتمالاً تخمیر ناهمگن باعث تولید اتانول در سیلاژها بوده است.

مقایسه ترکیبات شیمیایی سیلاژها در زمان های مختلف

ماده خشک و مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی در سیلاژ ذرت زمان ۳۰ روزه به طور معنی‌داری بیشتر از زمان ۹۰ روزه بود و با زمان ۶۰ روزه تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول۳). مقدار استات در زمان ۳۰ روزه، کمتر از زمان‌های ۶۰ و ۹۰ روزه بود، که شاید به دلیل دخیل نشدن همی سلولز در تخمیر به دلیل بیشتر بودن معنی‌دار الیاف نامحلول در شوینده خنثی بوده است (۱۵). مقدار نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ ۹۰ روزه بیشتر از زمان‌های دیگر بود (P < ۰/۰۵)،که شاید وجود رطوبت بیشتر این سیلاژ نسبت به بقیه باعث شده محیط برای رشد برخی از میکروارگانیسم‌ها هنوز فراهم بوده و باعث پروتئولیز برخی از پروتئین ها شده باشد؛ شاید هم محیط اسیدی سیلاژ دلیل پروتئولیز پروتئین‌ها بوده است (۲۶).

در سیلاژ سورگوم شیرین، الیاف نامحلول در شوینده خنثی زمان ۹۰ روزه به طور معنی‌داری کمتر از زمان‌های ۳۰ و ۶۰ روزه شد، که احتمالاً نشان دهنده آزاد سازی بیشتر همی‌سلولز با افزایش مدت زمان سیلو کردن در سیلاژ سورگوم شیرین است. همچنین مقدار کربوهیدرات محلول در آب سیلاژهای ۹۰ روزه کمتر از زمان‌های ۳۰ و ۶۰ روزه شد (P < ۰/۰۵). کم شدن کربوهیدرات محلول در آب نشان دهنده‌ی فعال بودن برخی از میکروارگانیسم‌ها در سیلاژ است، به همین دلیل مقدار اسید لاکتیک، اسید استیک و نیتروژن آمونیاکی هم در سیلاژ ۹۰ روزه افزایش یافت (P < ۰/۰۵). روند کاهشی مقدار کربوهیدرات محلول در آب و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در طی زمان شاید باعث افزایش معنی‌دار درصد خاکستر سیلاژهای ۶۰ و ۹۰ نسبت به سیلاژ ۳۰ روزه بوده است.

درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی در سیلاژ پگاه ۳۰ روزه به طور معنی‌داری بالاتر از زمان‌های ۶۰ و ۹۰ روزه بود و به مقدار این ترکیب در علوفه نزدیکتر بود. در سیلاژ ۹۰ روزه درصد کربوهیدرات محلول در آب کمتر از بقیه زمان ها شد (P < ۰/۰۵)، که شاید همین دلیلی برای بالاتر شدن درصد خاکستر در سیلاژ ۹۰ روزه نسبت به بقیه زمان‌ها بوده است. درصد استات در سیلاژ ۹۰ روزه و درصد اتانول در سیلاژهای ۶۰ و ۹۰ روزه بیشتر از زمان‌های دیگر بود (P < ۰/۰۵)، که شاید به دلیل دخیل شدن همی‌سلولز آزاد شده (۱۴) و کربوهیدرات محلول در آب در فرآیند تخمیر بوده است.

در سیلاژ سورگوم اسپیدفید فقط درصد نیتروژن آمونیاکی در زمان ۹۰ روزه بیشتر از زمان‌های دیگر شد (P < ۰/۰۵). احتمالاً برخی از میکروارگانیسم‌ها هنوز در محیط سیلاژ فعال بوده و باعث تجزیه پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه شده‌اند.

ضرایب تجزیه‌پذیری در علوفه‌های تازه

ضریب a در علوفه‌ی تازه‌ی سورگوم اسپیدفید به طور معنی‌داری کمتر از علوفه‌های سورگوم شیرین و پگاه بود (جدول۴). با توجّه به پایین‌تر بودن معنی‌دار کربوهیدرات محلول در آب علوفه‌ی سورگوم اسپیدفید در مقایسه با بقیه علوفه‌ها این روند برای این علوفه قابل انتظار بود. ضریب a در سورگوم پگاه بیشتر از علوفه ذرت شد (P < ۰/۰۵)، با توجّه به اینکه مقدار کربوهیدرات غیرفیبری علوفه ذرت بیشتر از علوفه‌ی سورگوم پگاه بود و کربوهیدرات غیرفیبری (که بخش اعظم آن شامل نشاسته می‌شود) بیشتر در بخش با پتانسیل تجزیه‌پذیری کند یا b قرار می‌گیرد، لذا همین امر شاید باعث تفاوت معنی‌دار بخش a ذرت و سورگوم پگاه بوده است.

جدول٤- فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری علوفه‌های تازه ذرت و سورگوم (درصد ماده خشک)

واریته	a[1]	b[2]	C[3]	تجزیه‌پذیری[4] مؤثر ۰/۰۲	تجزیه‌پذیری مؤثر ۰/۰۵	تجزیه‌پذیری مؤثر ۰/۰۸	پتانسیل تجزیه پذیری	۱۰۰-[5] (a+b)
ذرت	۳۲/۹۰^{bc}	۴۲/۴۰^{a}	۰/۰۳۹^{a}	۶۰/۹۵^{a}	۵۱/۴۰^{ab}	۴۶/۷۰^{ab}	۷۵/۶۵^{a}	۲۴/۳۵^{b}
سورگوم شیرین	۳۴/۳۵^{ab}	۴۱/۴۵^{ab}	۰/۰۲۵^{b}	۵۷/۲۵^{a}	۴۸/۰۵^{bc}	۴۴/۱۵^{b}	۷۵/۴۵^{a}	۲۴/۲۰^{b}
سورگوم پگاه	۳۶/۴۵^{a}	۳۴/۴۰^{b}	۰/۰۴۵^{a}	۶۰/۱۰^{a}	۵۲/۸۰^{a}	۴۸/۹۵^{a}	۷۱/۵۰^{ab}	۲۸/۵۰^{a}
سورگوم اسپیدفید	۳۰/۸۰^{c}	۳۹/۸۵^{ab}	۰/۰۲۶^{b}	۵۳/۱۰^{b}	۴۴/۲۰^{c}	۴۰/۴۰^{c}	۷۰/۱۵^{b}	۲۹/۲۵^{a}
SEM[6]	۰/۶	۰/۸۹	۰/۰۰۳	۰/۸۳	۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۹۲	۰/۸۵

۱-بخش سریع تجزیه‌شونده یا محلول، ۲-بخش با تجزیه‌پذیری کند، ۳- ثابت نرخ تجزیه‌پذیری یا k_d، ۴- تجزیه‌پذیری مؤثر با سرعت عبور ۰/۰۲ در ساعت، ۵- بخش غیر قابل تجزیه، ۶- خطای استاندارد میانگین. میانگین های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P <۰/۰۵)

جدول۵- فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری سیلاژهای ذرت و سورگوم در زمان ٦٠ روزه (درصد ماده خشک)

واریته	a[1]	b[2]	C[3]	تجزیه-پذیری[4] مؤثر ۰/۰۲	تجزیه‌پذیری مؤثر ۰/۰۵	تجزیه‌پذیری مؤثر ۰/۰۸	پتانسیل تجزیه پذیری	[5]۱۰۰ – (a+b)
ذرت	۳۵/۴^{a}	۴۹/۸۵^{a}	۰/۰۴۱^{b}	۶۸/۸۵^{a}	۵۷/۸۰^{a}	۵۲/۳^{a}	۸۵/۲۵^{a}	۱۴/۷۵^{c}
سورگوم شیرین	۳۵/۸^{a}	۳۷/۶۵^{b}	۰/۰۳۹^{bc}	۶۰/۵۵^{b}	۵۲/۱۵^{b}	۴۸^{b}	۷۳/۴۵^{b}	۲۶/۵۵^{b}
سورگوم پگاه	۳۷^{a}	۳۵/۸۰^{b}	۰/۰۵۲^{a}	۶۲/۹۰^{b}	۵۵/۲۵^{ab}	۵۱/۱^{ab}	۷۲/۸۰^{b}	۲۷/۲۰^{b}
سورگوم اسپیدفید	۳۲/۶^{b}	۳۶/۲۰^{b}	۰/۰۳۰^{c}	۵۴/۳۵^{c}	۴۶/۲۰^{c}	۴۲/۵^{c}	۶۸/۷۵^{c}	۳۱/۲۵^{a}
SEM[6]	۰/۳۵	۰/۵۱	۰/۰۰۲	۰/۴۸	۰/۵۵	۰/۵۴	۰/۵۳	۰/۴۹

۱-بخش سریع تجزیه‌شونده یا محلول، ۲-بخش با تجزیه‌پذیری کند، ۳- ثابت نرخ تجزیه‌پذیری یا k_d، ۴- تجزیه‌پذیری مؤثر با سرعت عبور ۰/۰۲ در ساعت، ۵- بخش غیر قابل تجزیه، ۶- خطای استاندارد میانگین. میانگین های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند ($P<$۰/۰۵)

علوفه‌ی تازه‌ی ذرت به طـور معنـی‌داری دارای بخـش b بیشـتر نسبت به علوفه‌ی سورگوم پگاه بود. با توجّه به بالاتر بـودن معنـی‌دار مقدار کربوهیدرات غیرفیبری و پائین‌تر بودن (هر چند غیـر معنـی‌دار) لیگنین نامحلول در اسید در علوفه‌ی ذرت ایـن داده‌هـا قابـل توجیـه است.

نرخ تجزیـه‌پـذیری سـیلاژهای ذرت و سـورگوم پگـاه بیشـتر از سـورگوم شـیرین و اسـپیدفید بـود ($P <$ ۰/۰۵). ترتیـب معنـی‌داری تجزیه‌پذیری مؤثر با سرعت عبور ۰/۰۲ دقیقاً معکـوس بـا داده‌هـای مربوط به لیگنین نامحلول در اسید و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی بود و مؤیّد این مطلب می‌باشد که افزایش مقدار لیگنین نـامحلول در اسید و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی همبستگی منفی بـا تجزیـه-پـذیری مـؤثر دارد (۳، ۱۰ و ۲۱). کـاهش تجزیـه‌پـذیری مـؤثر در سرعت‌های عبور ۰/۰۵ و ۰/۰۸ در سورگوم شیرین نسبت به سـورگوم پگاه احتمالاً به دلیل بالاتر بودن ضـریب c در سـیلاژ سـورگوم پگـاه بوده است.

ضرایب تجزیه‌پذیری در سیلاژهای ۶۰ روزه

در سیلاژها، سـورگوم اسـپیدفید بـه طـور معنـی‌داری ضـریب a کمتری نسبت به بقیه داشت، که دلیل آن را شاید بتوان اسید لاکتیک و کربوهیدرات محلول در آب باقیمانده‌ی کمتر در این سیلاژ بیان کرد (جدول۵).

اسید لاکتیک باعث اسـیدی کـردن محـیط سـیلاژ و آزادسـازی همی‌سلولز و در نتیجه شاید باعث افزایش ضریب a در دیگر سیلاژها شده باشد. کلمبینی و همکاران (۶) نشان دادند که سـیلاژ ذرت دارای بخش a بالاتری نسبت به سیلاژ سـورگوم علوفـه‌ای اسـت (۳۳/۱ در مقابل ۲۳/۷)، که مطابق با یافته‌های دیگر همـین محقـق (۷) اسـت، این محقق یکی از دلایل آن را بالاتر بودن اسید لاکتیـک در سـیلاژ ذرت عنوان کرد، که مشاهدات آن‌ها منطبق با یافتـه‌هـای حاصـل از ذرت و سورگوم اسپیدفید است.

ضریب b در سیلاژ ذرت به طور معنی‌داری بالاتر از بقیه سیلاژها شد؛ دلیل آن را شاید بتوان مقدار کربوهیدرات غیرفیبری سـیلاژ ذرت دانسـت کـه بـه طـور معنـی‌داری از سـیلاژهای سـورگوم شـیرین و اسپیدفید بیشتر شد و نسبت به سورگوم پگاه هم مقدار عددی بیشتری داشت. علاوه بر این پایین بودن مقدار لیگنین نامحلول در اسید سیلاژ ذرت دلیل هضم بیشـتر الیـاف نـامحلول در شـوینده خنثـی و الیـاف نامحلول در شـوینده اسـیدی بـوده (۳، ۱۰ و ۲۱)، و در نتیجـه باعـث افزایش ضریب b در این سیلاژ شده‌است. ثابت نرخ تجزیه‌پـذیری در سیلاژ سورگوم پگاه بالاتر ($P <$ ۰/۰۵) و در سورگوم اسپیدفید پایین‌تر از مابقی سیلاژها شد، که از مقدار این ضریب در علوفـه‌شـان نشـأت گرفته بود. تجزیه‌پذیری مؤثر با سرعت‌های عبور ۰/۰۲ در سیلاژ ذرت به طور معنی‌داری بیشتر از بقیه سیلاژها بود، که نشان دهنـده کمتـر بودن لیگنین نامحلول در اسید و بالاتر بودن ضریب b در این سـیلاژ است. این اختلاف معنی‌دار در مطالعـات کلمبینـی و همکـاران (۶) در مـورد سـیلاژ ذرت و انـواع سـیلاژ سـورگوم هـم نشـان داده شـد. تجزیه‌پذیری مؤثر با سرعت عبور ۰/۰۵ و ۰/۰۸ سیلاژ سورگوم پگـاه با سیلاژ ذرت تفاوتی نداشت ($P <$ ۰/۰۵)، که از مقـادیر تقریبـاً برابـر لیگنین نامحلول در اسید آن‌ها نشأت می‌گیرد. پتانسیل تجزیه‌پـذیری هم در سیلاژ ذرت بیشـتر از بقیـه سـیلاژها شـد ($P <$ ۰/۰۵)، کـه از مجمـوع ضـرایب a وb ناشـی شـده اسـت. بیشـتر بـودن پتانسـیل تجزیه‌پذیری مطابق با یافته‌های آیدین و همکاران (۳) در مورد سیلاژ ذرت و سورگوم معمولی بـود کـه بـا گزارشـات دیگـر محققـان هـم همخوانی دارد (۱۰). ظاهراً مقدار عددی پتانسیل تجزیه‌پـذیری بـرای سـیلاژ ذرت بـا یافتـه‌هـای اردمـن و همکـاران (۸) و پیرمحمـدی و همکاران (۲۱) کـه مقـدار آن را بـه ترتیـب برابـر ۸۳/۵ و ۸۶ درصـد گزارش کردند، نزدیک است. ترتیب معنی‌داری بخـش ($a+b$) – ۱۰۰ یا غیرقابل‌تجزیه، معکوس روند پتانسیل تجزیه‌پذیری را طـی کـرد و نشان داد سیلاژ ذرت کمترین بخش غیرقابل‌تجزیه را داراست.

نتیجه‌گیری

در مجموع، علوفه‌ی سورگوم اسپیدفید برای تهیه سیلاژ نامناسب‌تر بود و سیلاژهای سورگوم شیرین و پگاه در مطالعات آزمایشگاهی و کیسه‌های نایلونی قابل رقابت با سیلاژ ذرت بودند، اگرچه در شرایط تغذیه‌ی عملی هم می‌بایست مطالعه شوند.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری کارکنان آزمایشگاه‌ها و مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان، مزرعه تحقیقاتی دانشگاه اصفهان و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی کمال تشکر و امتنان را داریم.

منابع

1- Almodares, A., M. R. Hadi, and H. Ahmadpour. 2008. Sorghum stem yield and soluble carbohydrate under phonological stages and salinity levels. Afr. J. Biotech. 7: 4051-4055.
2- Association of Official Analytical Chemists. 2002. Official Method of Analysis. 17th ed. AOAC. Arlington. VA.
3- Aydin. G., R. J. Grant, J. O. Orear. 1999. Brown midrib sorghum in diets for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 82: 2127-2135.
4- Beck. P. A., S. Hutchison, S. A. Gunter, T. C. Losi, C. B. Stewart, P. K. Capps, and J. M. Phillips. 2007. Chemical composition and in situ dry matter and fiber disappearance of sorghum × Sudangrass hybrids. J. Anim. Sci. 85: 545-555.
5- Buysse, J., and R. Merckx. 1993. An improved colorimetric method to quantify sugar content of plant tissue. J. Exp. Bot. 44: 1627-1629.
6- Colombini. S., G. Galassi, G. M. Crovetto, and L. Rapetti. 2009. Sorghum forage as an alternative to corn silage in dairy cows feeding. J. Dairy Sci. 92: E-Suppl.1
7- Colombini. S., L. Rapetti, D. Colombo, G. Galassi, and G.M. Crovetto. 2010. Brown midrib forage sorghum silage for the dairy cow: nutritive value and comparison with corn silage in the diet. Italian J. Anim. Sci. 9: 273-277.
8- Erdman, R. A., J. H. Vandersall, E. Russek, and G. Switalski. 1987. Simultaneous measures of rates of ruminal digestion and passage of feeds for prediction of ruminal nitrogen and dry matter digestion in lactating dairy cows. J. Anim. Sci. 64: 565-577.
9- 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. J. Dairy Sci. 86: 3575-3581.
10- Grant, R. J., and S. G. Haddad. 1994. Brown midrib sorghum silage for midlactation dairy cows. J. Dairy Sci. 78: 1970-1980.
11- Lea, P. J., and B. J. Miflin. 2011. Nitrogen assimilation and its relevance to crop improvement. Ann. Plant. Rev. 42: 1-40.
12- Madrid, J., A. Martinez, F. Hernandez, and M. Megies. 1999. A comparative study on the determination of lactic acid in silage juice by colorimetric, high-performance liquid chromatography and enzymatic methods. J. Sci. Food Agric.79: 1722-1726.
13- McCorkle. D., D. Hanselka, B. Bean, T. McCollum, S. Amosson, S. Klose, and M. Waller. 2007. The economic benefits of sorghum silage as an alternative crop. .MKT-3557L 06/07. AgriLife Extension, Texas A&M System. Available at: http://varietytesting.tamu.edu
14- Miron. J., E. Zuckerman, G. Adin, R. Solomon, E. shoshani, M. Nikbachat, E. yousef, A. Zenou, Z. Weinberg, Y. Chen, I. Halachmi, and D. B. Ghedalia. 2007. Comparison of two forage sorghum varieties with corn and effect of feeding their silage on eating behavior and lactation performance of dairy cow. J. Anim. Feed Sci. Technol. 139: 23-39.
15- Miron, J., Z. Ephraim, S. Dgnit, and A. Gabriel. 2005. yield, composition, in vitro digestibility of new forage sorghum varieties and their ensilage characteristics. Anim. Feed Sci. Technol. 120: 17-32.
16- Muck, R. E. 1990. Dry matter level effects on alfalfa silage quality, fermentation products and starch hydrolysis. Trans. ASAE 33: 373.
17- Newman, Y., J. Erickson, W. Vermerris, and D. Wrigh. 2010. Forage sorghum (sorghum bicolor): overview and management. Florida cooperative extension service. Available at: http://edis.Ifas.ufl.Edu.
18- Ørskov, E. R., and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. 92: 499-503.
19- Pahlow, G., R. E. Muck, F. driehuis, S. oude. Elferink, and S. F. Spoelstra. 2003. Microbiogy of ensilaging. In D. R. Buxton, R. E. Muck, J. H. Harrison (Eds.), silage science and technology (pp. 31-93). Madison, WI: American Society of Agronomy.
20- Pedersen, F., F. A. Haskinsy, H. J. Gorzz, and R. Britton. 1983. Variability for Traits Used to Estimate Silage Quality in Forage Sorghum Hybrids. J. Crop Sci. 23: 376-379.
21- Pirmohammadi. R., Y. Rouzbehan, K. Rezayazdi, and M. Zahedifar. 2006. Chemical composition, digestibility

and in situ degradability of dried and ensiled apple pomace and maize silage. J. Small. Rum. Res. 66: 150-155.
22- Playne, M. J. 1985. Determination of ethanol, volatile fatty acids, lactic and succinic acids in fermentation liquids by gas chromatography. J. Sci. Food Agric. 36: 638-644.
23- Playne, M. J., and P. Mcdonald. 1966. The buffering constituents of herbage and of silage. J. Sci. Feed Agric. 17: 264-268.
24- Pys, J. K., A. Karpowicz, and A. szalata. 2010. The effect of harvest date and additives on chemical composition and aerobic stability of sorghum silage. Slovak. J. Anim. Sci. 43: 187-194.
25- SAS Users Guide: Statistics, Version 9.1 Edition. 2003. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
26- Seglar, B. 2003. Fermentation analysis and silage quality testing, Global agronomy and nutritional science. Available at: www.cvm.umu.edu/dairy/prod/22260.pdf.
27- Tjandraatmadja, M., B. W. Norton, and I. C. Macrae. 1991. Fermentation patterns of forage sorghum ensiled under different environmental conditions. World. J. Microbiol. Biotechnol. 7: 206-218.
28- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Method for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.
29- Vanzant, E. S., R. C. Coehran, and E. C. Titgemeyer. 1998. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. J. Anim. Sci. 76: 2717-2729.
30- Ward, J. D., D. D. Redfearn, M. E. Mccormick, and G. J. Cuomo. 2001. Chemical composition, ensiling characteristic, and apparent digestibility of summer annual forages in subtropical double cropping system with annual ryegrass. J. Dairy Sci. 84: 177-182.
31- Zhao Y. L., A. Dolat, Y. Steinberger, X Wang, A. osman, and G. H. Xie. 2009. Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel . J. Field Crop Sci. 111: 55-64.