

تعیین ترکیب شیمیایی و تجزیه پذیری سورگوم سیلو شده در دو مرحله از رشد با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی

ولی محمد شعبان^{۱*}، مسلم باشتنی^۲، محمد حسن فتحی نسری^۲، حسین نعیمی پور^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۳- مربی گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

(تاریخ دریافت ۹۲/۳/۵ - تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۲۷)

چکیده

این آزمایش به منظور تعیین ترکیب شیمیایی و تجزیه‌پذیری سورگوم سیلو شده در دو مرحله از رشد انجام گرفت. علوفه سورگوم در دو مرحله از رشد (رویشی و گلدهی) برداشت شد. علوفه‌ها چا پر شد و به مدت ۸۱ روز در سیلوهای آزمایشی سیلو شدند. ترکیب شیمیایی و خصوصیات تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و فیبر نامحلول در شوینده خنثی برای سیلاژها تعیین شد. برای تعیین خصوصیات تجزیه‌پذیری از روش کیسه‌های نایلونی استفاده شد. نتایج نشان داد که مقدار پروتئین خام (۸/۵۴ به ۶/۹۰ درصد ماده خشک)، تانن کل (۱/۴۸ به ۰/۱۸ درصد ماده خشک)، کربوهیدرات‌های محلول در آب (۱۹/۷۲ به ۱۱/۳۵ گرم بر کیلوگرم) و کلسیم (۰/۰۵۹ به ۰/۰۴۹ درصد ماده خشک) سیلاژ سورگوم با پیشرفت مرحله رشد به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0.05$). مقدار دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز، چربی خام، خاکستر، تانن متراکم، سدیم، فسفر و پتاسیم تحت تاثیر مرحله رشد قرار نگرفت. با پیشرفت مرحله رشد میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و فیبر نامحلول در شوینده خنثی افزایش یافت که البته بین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری (بخش سریع تجزیه و کند تجزیه) در دو مرحله از رشد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. به طور کلی نتیجه گرفته شد که علوفه سورگوم برداشت شده در مرحله رویشی نسبت به مرحله گلدهی برای سیلو نمودن مناسب‌تر است.

واژه‌های کلیدی: پروتئین خام، سیلاژ سورگوم، فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری، کیسه‌های نایلونی

مقدمه

با توجه به اینکه نشخوارکنندگان جهت تامین مواد مغذی و فیبر، نیاز به علوفه دارند تامین علوفه در کنار مواد متراکم اجتناب ناپذیر است. به همین دلیل استفاده از گونه‌های گیاهی مناسب که دارای عملکرد مطلوب و به تنش خشکی مقاوم باشند مورد توجه است. خشکسالی و تنش حاصل از آن یکی از مهمترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را در کشور ما با محدودیت روبرو می‌سازد (هرمزی، ۱۳۸۸). سورگوم به دلیل خصوصیات فیزیولوژیکی از جمله مقاومت به خشکی، شوری، کارایی مصرف آب بالاتر از سایر گیاهان علوفه‌ای، عملکرد نسبتاً زیاد، کیفیت مطلوب و قابلیت نگهداری آن به صورت علوفه خشک و به خصوص سیلو، سبب شده تا در مناطق خشک و نیمه‌خشک از ارزش خاصی برخوردار شود (Zerbini and Thomas, 2003). در گزارش جامعی که مرکز تحقیقات و ترویج کشاورزی تگزاس ارائه داده است، میانگین قابلیت هضم سیلاژهای سورگوم ۹۴/۲ درصد سیلاژ ذرت بود (McCorkle et al., 2007). امروزه از علوفه سورگوم بطور گسترده‌ای در بسیاری از مناطق جهان جهت تغذیه دام‌ها استفاده می‌شود (Glamoclija et al., 2011). سورگوم بعد از گندم، برنج، ذرت و جو به عنوان پنجمین غله دنیا است (FAO, 1997). محققین بیان کردند که درصد ماده خشک محصولات علوفه‌ای هنگام برداشت یکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر کیفیت سیلاژ است (Miron et al., 2006; Carmi et al., 2006). میزان ماده خشک علوفه برای سیلو کردن متنوع است، حداکثر بازده سیلاژ به طور معمول با ماده خشک ۳۰-۳۵ درصد حاصل می‌شود (Wiersma et al., 1993). مرحله بلوغ به هنگام برداشت مهمترین فاکتور تعیین کننده کیفیت علوفه است و کیفیت علوفه با پیشرفت بلوغ کاهش می‌یابد. همچنین مرحله رشد به شدت بر تجزیه‌پذیری و مصرف علوفه توسط حیوانات تاثیر می‌گذارد (Atis et al., 2012). بیان شده است که عموماً تاخیر در برداشت گیاهان علوفه‌ای عملکرد ماده خشک را در واحد سطح افزایش می‌دهد (Hacker and Minson, 1981). درصد پروتئین خام در برگها با بلوغ گیاه کاهش می‌یابد ولی در ساقه‌ها یک روند ثابت را دنبال می‌کند (Stallcup and York, 1986). طبق گزارش محققین تاخیر در برداشت باعث تغییرات کیفی علوفه می‌شود، به طوریکه با پیشرفت رشد درصد چربی خام افزایش می‌یابد. همچنین غلظت

عناصر معدنی موجود در علوفه با تاخیر در برداشت در مراحل مختلف رشد زایشی ثابت و تغییرات معنی‌داری در آنها مشاهده نشد و میزان خاکستر بعد از مرحله ظهور اندام‌های نر در ذرت ثابت بود (قنبری و همکاران، ۱۳۸۹). کیفیت علوفه بسیار متغیر است و تا حد زیادی تحت تاثیر عوامل مختلف از جمله نوع گونه و رقم، منطقه، آب و هوا، مدیریت، مرحله بلوغ هنگام برداشت، فرآوری پس از برداشت و روش محافظت است (Moe and Tyrrell, 1973). با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی سیلاژ سورگوم به ترتیب ۵۴/۹۹، ۴۶/۱۱ و ۴۴/۴۹ درصد گزارش شد (هدایتی‌پور و همکاران، ۱۳۹۱).

با توجه به اینکه با پیشرفت بلوغ، ترکیب شیمیایی علوفه تغییر می‌یابد، هدف از انجام این آزمایش بررسی ترکیب شیمیایی و تجزیه‌پذیری علوفه سورگوم سیلو شده در دو مرحله از رشد بود.

مواد و روش‌ها

بعد از کشت گیاه سورگوم در اواسط اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۱ در ایستگاه دامپروری دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، نمونه‌برداری طی دو مرحله رشد رویشی (یک ماه بعد از کشت) و گلدهی (هنگام به گل نشستن علوفه) انجام گرفت، علوفه‌ها توسط چابر به قطعات کوچکتر خرد شد. به منظور سیلو کردن علوفه‌های مورد نظر، از سطل‌های پلاستیکی با ظرفیت ۴ کیلوگرم در چهار تکرار استفاده شد. در قسمت کف سطل‌ها سوراخی ایجاد و لوله‌ای برای خروج شیرابه در زمان سیلو شدن تعبیه شد و انتهای لوله با گیره محکم بسته شد. سپس علوفه‌های چابر شده در سیلوهای آزمایشی ریخته شد و کاملاً فشرده شد تا شرایط بی‌هوازی برقرار شود. سپس درب سیلوها محکم بسته شد. سیلوهای آزمایشی به مدت ۸۱ روز در سالتی با دمای حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد و به دور از نور خورشید نگهداری شدند. بعد از باز کردن درب سیلوها از بخش‌های مختلف سیلاژها نمونه‌برداری به عمل آمد و پس از خشک کردن به مدت یک هفته در هوای آزاد به دور از نور خورشید با آسیاب چکشی، آسیاب شد و سپس با الک ۱ میلیمتری به اندازه یکسان درآمدند. ترکیبات شیمیایی (ماده خشک، خاکستر، پروتئین خام و چربی خام) با استفاده از روش توصیه شده (AOAC 1990) تعیین شد.

مقدار دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز با روش (Van Soest 1991) و کربوهیدرات‌های محلول در آب بر اساس روش (Dubis *et al.* 1956) تعیین شد. بلافاصله بعد از باز کردن درب سیلوها مقدار pH نمونه‌های سیلاژ با pH متر دیجیتالی و نیتروژن آمونیاکی طبق روش استاندارد (Filya 2003) اندازه‌گیری شد. برای تعیین میزان تانن کل و متراکم، یک گرم نمونه خشک آسیاب شده برای تهیه عصاره استونی استفاده شد و با ۹ میلی‌لیتر استون ۷۰٪ مخلوط شد و با ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد و با استفاده از معرف فولین فنل شیکالتو و اسپکتروفوتومتر میزان کل ترکیبات فنولی و ترکیبات فنولی غیر تانن اندازه‌گیری شد و از کسر آنها میزان تانن کل محاسبه شد (Makar, 2000). میزان تانن متراکم با استفاده از دی‌پلمیریزاسیون اکسیداتیو HCL-Butanol در حضور آهن بر اساس معادله لوکوسیانیدین (Porter *et al.*, 1986) تعیین شد.

برای تعیین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی نمونه‌ها، از دو راس گاو هلشتاین مجهز به فیستولای شکمبه‌ای استفاده شد. هر حیوان از یک هفته قبل با جیره حاوی ۱/۸ کیلوگرم یونجه خشک، ۱/۸ کیلوگرم کنسانتره، ۰/۵ کیلوگرم ذرت سیلویی و ۱/۸ کیلوگرم کاه گندم (بر حسب ماده خشک) در سطح نگهداری به صورت جیره کاملاً مخلوط در ۲ نوبت صبح و عصر در ساعات ۶ و ۱۸ تغذیه شد. اجزای کنسانتره شامل ۳۵ درصد دانه جو، ۱۸ درصد دانه ذرت، ۱۰ درصد کنجاله سویا، ۱۵ درصد کنجاله کلزا، ۱۱/۵ درصد سیوس گندم، ۷ درصد ملاس، ۱ درصد مکمل معدنی-ویتامینی، ۲ درصد پودر صدف و ۰/۵ درصد نمک (بر حسب ماده خشک) بود. ابتدا با استفاده از پارچه‌هایی از جنس پلی استر با اندازه منافذ ۵۰ میکرومتر، کیسه‌هایی به ابعاد ۱۵×۱۰ سانتی‌متر دوخته شده و یک انتهای آن باز گذاشته شد و سپس مقدار ۴ گرم نمونه خشک آسیاب شده در کیسه‌ها ریخته شد و طی زمان‌های ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت در شکمبه انکوباسیون شد. در زمان صفر کیسه‌ها فقط با آب سرد شستشو داده شد. بعد از انکوباسیون کیسه‌های حاوی نمونه به مدت ۵ دقیقه با دست، توسط آب سرد کاملاً شستشو داده شد. سپس به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک و پس از توزین و تعیین ماده خشک، میزان پروتئین خام و دیواره سلولی در باقی

مانده نمونه‌ها تعیین شد. جهت اندازه‌گیری غلظت برخی از عناصر معدنی از خاکستر نمونه‌ها استفاده شد. عناصر مورد نظر در خاکستر تهیه شده به روش خشک اندازه‌گیری شدند. خاکستری خشک با کمک کوره الکتریکی (دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد و مدت ۱۲ ساعت) انجام شد. سپس با افزودن ۱۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک و ۵ میلی‌لیتر آب مقطر، خاکستر محلول تهیه شد. غلظت کلسیم در خاکستر با استفاده از روش نورسنجی جذب اتمی^۱ اندازه‌گیری شد. غلظت سدیم و پتاسیم با کمک دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد. ابتدا محلول استاندارد سدیم و پتاسیم با غلظت‌های متفاوت تهیه شد. نمونه‌های استاندارد در دستگاه گذاشته شد و با کمک فیلتر مربوط به هر عنصر عدد مشاهده شده ثبت شد. با توجه به غلظت محلول‌های استاندارد و اعداد ثبت شده، منحنی‌های استاندارد در برگه‌های جداگانه رسم شد. نمونه‌های مورد آزمایش در دستگاه گذاشته شدند و با کمک فیلتر مربوط به هر عنصر اعداد مشاهده شده یادداشت شد. غلظت مربوط به هر عنصر از روی نمودارهای استاندارد محاسبه شد و بر اساس میزان رقیق شدن تصحیح شد. برای تعیین غلظت فسفر در نمونه‌ها از روش رنگ سنجی دستگاه اسپکتروفوتومتر و طول موج ۴۳۰ نانومتر استفاده شد. در این روش پس از تهیه محلول استاندارد فسفر با غلظت‌های ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر و رسم منحنی استاندارد، غلظت فسفر تعیین شد (Olsen and Sommers, 1982).

برای تعیین ضرایب تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی به روش کیسه‌های نایلونی از مدل غیر خطی $P=a+b(1-e^{-ct})$ استفاده شد (Ørskov and McDonald, 1979). در این مدل P میزان تجزیه‌پذیری در زمان t، بخش با تجزیه سریع، b بخش با پتانسیل تجزیه و c ثابت نرخ تجزیه است. برای برآورد پارامترهای معادله از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ (۲۰۰۲) استفاده شد. به منظور تعیین تجزیه‌پذیری موثر شکمبه‌ای (ERD) از معادله $ERD= a+[bc/(c+k)]$ استفاده شد (Ørskov and McDonald, 1979). برای محاسبه تجزیه‌پذیری موثر، با در نظر گرفتن ثابت‌های عبور از شکمبه (k) برابر با ۲، ۵ و ۸ درصد در ساعت (Bhargava and Ørskov, 1987) از

1. Atomic Absorbption of Spectroscopy

جدول ۱- میانگین ترکیبات شیمیایی سیلاژ سورگوم در دو مرحله رشد (درصد ماده خشک)

Table 1. Average of chemical composition of sorghum silage at two growth stages (percentage of dry matter)

Chemical composition	Vegetative stage	Bloom stage	SEM	P
DM (percent)	23.02	23.96	0.80	0.47
Ash	14.94	12.13	0.97	0.08
CP	8.54 ^a	6.90 ^b	0.07	0.0001
EE	2.35	2.32	0.39	0.95
NDF	63.27	63.47	1.50	0.93
ADF	39.35	36.01	1.58	0.21
Total tannin	1.48 ^a	0.18 ^b	0.06	0.0002
Condensed tannins	0.03	0.01	0.03	0.21
Phosphorus	0.017	0.015	0.01	0.06
Calcium	0.059 ^a	0.049 ^b	0.01	0.03
Sodium	0.08	0.09	0.01	0.14
Potassium	0.98	0.76	0.11	0.26

Non similar superscripts within rows are statistically significant at $P < 0.05$

چربی خام و خاکستر: مقدار چربی خام و خاکستر سیلاژ سورگوم با افزایش رشد کاهش یافت که البته تفاوت معنی‌داری بین مراحل رشد مشاهده نشد. طی مطالعه‌ای مشخص شد که مقدار چربی خام و خاکستر در علوفه سورگوم با افزایش مرحله رشد کاهش یافت (Gampawar and Bhaiswar, 1985). همچنین تحقیقات نشان داد که درصد خاکستر گیاه با طولانی‌تر شدن دوره رشد کاهش می‌یابد (رضوانی مقدم و نصیری محلاتی، ۱۳۸۳). طبق گزارشی بیان شد که میزان خاکستر در یک علوفه گونه مرتعی با افزایش رشد کاهش یافت (ورمقانی و همکاران، ۱۳۸۶). با افزایش سن گیاه مقدار پروتئین خام، چربی خام، ماده خشک قابل هضم و انرژی قابل متابولیسم کاهش ولی مقدار الیاف، دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز افزایش می‌یابد (شیر مردی و همکاران، ۱۳۸۲).

دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز: مقدار دیواره سلولی با افزایش مرحله رشد تفاوت معنی‌داری نشان نداد، میزان دیواره سلولی بدون همی سلولز با افزایش مرحله رشد کاهش یافت ولی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. برخی محققان بیان کردند که سیلو کردن باعث کاهش دیواره سلولی می‌شود، علت این امر احتمالاً ناشی از تولید اسید در طی فرآیند تخمیر است که باعث افزایش تجزیه شدن دیواره سلولی می‌شود (Baytok and Aksu, 2005; Rinne et al., 1997; Jakkola et al., 2006). بنابراین ممکن است که pH اسیدی‌تر سیلاژ در مرحله گلدهی باعث تجزیه بیشتر دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز نسبت به مرحله رویشی شده و مانع آن شده که

نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ و برنامه اکسل (۲۰۱۰) استفاده شد. نتایج بر مبنای آزمون t-test و نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی

ترکیبات شیمیایی سیلاژ سورگوم طی دو مرحله رشد در جدول ۱ نشان داده شده است.

ماده خشک و پروتئین خام: درصد ماده خشک سیلاژ سورگوم در دو مرحله رشد تفاوت معنی‌داری نشان نداد. در حالیکه در گزارشی درصد ماده خشک سیلاژ سورگوم به طور معنی‌داری از مرحله رویشی به مرحله شیرینی افزایش یافت (Gampawar and Bhaiswar, 1985). تفاوت در نتایج تحقیق حاضر با سایر نتایج می‌تواند ناشی از تفاوت در گونه و شرایط محیطی باشد. مقدار پروتئین خام از مرحله رویشی به گلدهی به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0.05$). می‌توان چنین نتیجه گرفت که با پیشرفت مرحله رشد و افزایش طول بوته و در نتیجه کاهش نسبت برگ به ساقه، مقدار پروتئین خام بوته کاهش می‌یابد (طباطبایی، ۱۳۷۴). کاهش پروتئین خام احتمالاً به دلیل کاهش درصد برگ و افزایش درصد ساقه و جداره سلولی در طی زمان است. با افزایش رشد گیاه ارتفاع و نسبت ساقه به برگ افزایش می‌یابد، در نتیجه مقدار پروتئین کم و مقدار الیاف خام زیاد می‌شود، از این رو رابطه معکوسی بین مقادیر پروتئین خام و الیاف خام یک گونه گیاهی وجود دارد (طباطبایی، ۱۳۷۴).

می‌تواند ناشی از کاهش پروتئین خام و در نتیجه افزایش نسبت قند به پروتئین گیاه باشد (Kadoshnikov *et al.*, 2001). در حالیکه طبق گزارشات با افزایش بلوغ علوفه ذرت سیلویی مقدار pH افزایش یافت (محمد زاده و همکاران، ۱۳۹۰). میزان نیتروژن آمونیاکی سیلاژ سورگوم با پیشرفت رشد افزایش یافت ولی تفاوت معنی‌دار نبود. با پیشرفت رشد و نمو در گیاه، ترکیبات نیتروژنی بیشتر به صورت پروتئین و آمینو اسید ذخیره می‌شوند (Lea and Miflin, 2011). افزایش نیتروژن آمونیاکی در مواد سیلو شده به دلیل شکستن ترکیبات نیتروژنی (از جمله پروتئین) در اثر فعالیت آنزیم‌ها و باکتری‌ها است (Oshima and McDonald, 1987). مقدار کربوهیدرات‌های محلول با افزایش مرحله رشد به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0.05$). کربوهیدرات‌های ذخیره شده محلول در آب، انرژی مورد نیاز گیاه را در زمانی که به دلایلی نیاز گیاه از طریق فتوسنتز تامین نشود، مانند رشد مجدد پس از ریزش برگ، بهبود پس از دوره خشکسالی و پایداری گیاه در طی فصل زمستان تامین می‌کنند (Humphreys, 1994). محققین نشان دادند که مقدار کربوهیدرات‌های محلول ذرت طی مرحله شیری افزایش و پس از آن با بلوغ کاهش یافت (Johnson and McClure, 1968). مقدار کربوهیدرات‌های ذخیره شده در فصل زمستان برای بقای گیاه مهم و حیاتی است. عواملی که ذخیره کربوهیدرات را کاهش می‌دهند، مانند تحریک رشد پاییزی با مصرف نیتروژن، برداشت دیر هنگام و کاهش تعریق جبران نشده از طریق رشد در شدت نور کم، همگی می‌توانند به طور جدی پایداری گیاه را در فصل زمستان کاهش دهند (Humphreys, 1989). میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب علف چاودار چند ساله بطور روزانه در طی یک دوره ۲۴ روزه اندازه‌گیری شد، نتایج نشان داد که یک همبستگی مثبت بین کربوهیدرات‌های محلول در آب و مرحله رشد وجود دارد (Henderson, 1973).

در مطالعه‌ای مشخص شد که مقدار کربوهیدرات‌های محلول ذرت طی مرحله شیری افزایش و پس از آن با بلوغ دانه کاهش یافت (Johnson and McClure, 1968). در صورت تاخیر در برداشت، کل کربوهیدرات‌ها و انواع قندها در سورگوم و ذرت افزایش می‌یابد (Marten *et al.*, 1980). در حالیکه بررسی‌ها نشان داد با پیشرفت بلوغ دانه، مقدار

مقدار دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز تحت تاثیر مرحله رشد قرار گیرد. بلوغ دانه ذرت در هنگام برداشت، غلظت دیواره سلولی را تحت تاثیر قرار می‌دهد به طوریکه غلظت دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز سیلاژ ذرت با پیشرفت بلوغ از مرحله شیری تا لایه سیاه کاهش می‌یابد (Demiral *et al.*, 2008).

تانن: بیشترین میزان تانن کل و متراکم در مرحله رویشی سیلاژ سورگوم مشاهده شد و با افزایش رشد گیاه مقدار تانن کل به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0.05$). با توجه به اینکه با افزایش مرحله رشد نسبت برگ به ساقه کاهش می‌یابد (طباطبایی، ۱۳۷۴) و تانن بیشتر در قسمت برگ گیاهان ذخیره می‌شود، بنابراین می‌توان این انتظار را داشت که با پیشرفت رشد از مقدار تانن کاسته شود.

عناصر معدنی: میزان سدیم با افزایش مرحله رشد افزایش و میزان فسفر و پتاسیم کاهش یافت که البته تفاوت معنی‌دار نبود، در حالیکه مقدار کلسیم به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0.05$). با توجه به اینکه حداکثر جذب مواد غذایی و عناصر موجود در گیاه از خاک در مرحله رشد سریع و یا به عبارت دیگر در مرحله رشد رویشی گیاه صورت می‌گیرد و بعد از آغاز مرحله زایشی جذب مواد از خاک و محیط کاهش یافته و حتی متوقف می‌شود، انتظار می‌رود که غلظت عناصر موجود در گیاه نیز تغییر چندانی نیابد (Munir and Ayadi, 2004).

محققین ۳۹۲ سیلاژ را تجزیه نمودند و تنوع گسترده‌ای را برای پنج عنصر عمده (پتاسیم، کلسیم، سدیم، فسفر و منیزیم) و چهار عنصر کمیاب (آهن، منگنز، روی و مس) گزارش کردند (Stevenson and Unsworth, 1978). نتایج تحقیقات سایر پژوهشگران نیز نشان داده است که غلظت عناصر معدنی در علوفه بعد از شروع رشد زایشی در گیاه ثابت مانده، هر چند امکان جابجایی و انتقال آنها در گیاه وجود داشته باشد (قنبری و همکاران، ۱۳۸۹).

pH میانگین نیتروژن آمونیاکی و کربوهیدرات‌های محلول سیلاژ سورگوم: میانگین pH، نیتروژن آمونیاکی و کربوهیدرات‌های محلول سیلاژ سورگوم طی دو مرحله از رشد در جدول ۲ ارایه شده است. با افزایش مرحله رشد مقدار pH سیلاژ سورگوم کاهش یافت ولی تفاوت معنی‌داری نداشت.

کمتر شدن pH سیلوها با افزایش مرحله رشد گیاه

جدول ۲- میانگین pH، نیتروژن آمونیاکی و کربوهیدرات‌های محلول در آب سیلاژ سورگوم در دو مرحله رشد

Table 2. Average pH, ammonia nitrogen and water soluble carbohydrates of sorghum silage at two growth stages

Composition	Vegetative stage	Bloom stage	SEM	P
pH	4.47	4.19	0.12	0.16
N-NH ₃ (mg/dl)	14.43	15.44	0.63	0.30
Water soluble carbohydrates (g/kg)	19.72 ^a	11.35 ^b	0.57	0.0001

Non similar superscripts within rows are statistically significant at $P < 0.05$

جدول ۳- فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی سیلاژ سورگوم در دو مرحله رشد

Table 3. Degradation parameters of dry matter, crude protein and cell wall of sorghum silage at two growth stages

Growth stage	Parameters*	Effective degradability on the pass rate (Percent per hour)					
		a	b	c	2	5	8
DM	Vegetative	0.24	0.58	0.023	0.52	0.41	0.36
	Bloom	0.22	0.52	30.02	0.50	0.38	0.34
	SEM	0.01	0.05	0.001	0.08	0.08	0.08
	p	0.25	0.46	0.65	0.07	0.13	0.18
CP	Vegetative	0.24	0.36	0.022	0.43 ^a	0.35 ^a	0.32 ^a
	Bloom	0.15	0.25	0.023	0.28 ^b	0.23 ^b	0.21 ^b
	SEM	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02
	p	0.07	0.13	0.14	0.006	0.001	0.01
NDF	Vegetative	0.27	0.53	0.015	0.50	0.39	0.35
	Bloom	0.20	0.52	0.018	0.44	0.34	0.30
	SEM	0.02	0.01	0.001	0.01	0.01	0.01
	p	0.14	0.66	0.08	0.17	0.11	0.15

Non similar superscripts within columns are statistically significant at $P < 0.05$

*a. Rapid degradation b. Slow degradation c. Degradation rate

خشک سیلاژ سورگوم تحت تاثیر مرحله رشد قرار نگرفت. محققین با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی نشان دادند با افزایش سن در چهار گونه بومی قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام کاهش و در مقابل میزان فیبرخام و لیگنین افزایش یافت (Cogswell and Kamestra, 1976). به نظر می‌رسد کاهش قابلیت هضم ماده خشک و مواد مغذی سیلاژ سورگوم شیرین به ترکیبات شیمیایی آن، بخصوص لیگنین نامحلول در اسید برگردد (Aydin *et al.*, 1999; Grant and Haddad, 1994). البته زمان برداشت علوفه بر بسیاری از ترکیبات شیمیایی، خصوصاً درصد لیگنین و قابلیت هضم موثر است و مقایسه علوفه‌های یکسان در زمان‌های برداشت مختلف نتایج متناقضی به همراه دارد (Zhao *et al.*, 2009). اثر زمان‌های مختلف برداشت بر عملکرد، خصوصیات شیمیایی و قابلیت هضم سورگوم علوفه‌ای مورد مطالعه قرار گرفت و بیان شد که عملکرد علوفه خشک قابل هضم در مرحله گلدهی در بالاترین مقدار خود بود در حالیکه در مرحله قبل از گلدهی و مرحله رسیدگی دانه‌ها این مقدار کمتر بود (Snyman and

کربوهیدرات‌های محلول در آب و پروتئین خام کاهش و ماده خشک و مقدار نشاسته گیاه ذرت افزایش می‌یابد (Filya, 2004). همچنین ترکیب گیاه کامل برنج در ۴ مرحله مختلف بلوغ مورد بررسی قرار گرفت و میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب با افزایش مرحله رشد کاهش یافت (Yahara *et al.*, 1981).

تعیین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری مؤثر شکمبه‌ای ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی سیلاژ سورگوم

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی سیلاژ سورگوم در طی دو مرحله رویشی و گلدهی از رشد در جدول ۳ نشان داده شده است.

ماده خشک: میانگین بخش سریع تجزیه، بخش کندتجزیه و نرخ ثابت تجزیه‌پذیری ماده خشک سیلاژ سورگوم بین دو مرحله رشد تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین میانگین تجزیه‌پذیری مؤثر (در ساعات نرخ عبور مختلف) ماده

برده شود (Ganskoop and Bohnert, 2001). محققین بیان کردند که با افزایش مرحله رشد میزان تجزیه پذیری پروتئین خام کاهش می یابد (Cogswell and Kamestra, 1976). با استفاده از روش *in vivo* بر روی گوسفند، نیز روند کاهشی قابلیت هضم پروتئین خام یونجه، با افزایش سن گزارش شد (طباطبایی، ۱۳۷۴). با استفاده از روش *in sacco*، مشاهده شد که بخش غیر محلول پروتئین خام قابل تجزیه با افزایش بلوغ در سیلاژ گراسها کاهش می یابد و بخش غیر قابل تجزیه افزایش پیدا می کند. تجزیه پذیری موثر پروتئین خام برآورد شده در سرعت عبور ۰/۰۳ در ساعت در دامنه ای بین ۰/۸۰ تا ۰/۹۰ قرار داشت (Van Vuuren *et al.*, 1989). در مطالعه ای مشخص شد که با افزایش مرحله بلوغ مقدار بخش سریع تجزیه پروتئین خام برگ گیاه کف کاهش و بخش با تجزیه کند افزایش یافت (سمیعی و همکاران، ۱۳۸۹).

محققین به روش استفاده از کیسه های نایلونی در سیلاژهای خوب محافظت شده (pH=۳/۹) که حاوی سطح پایین نیتروژن آمونیاکی (۸ گرم در کیلوگرم کل نیتروژن) بودند را با سیلاژهای بد محافظت شده (pH=۴/۹) که غنی از نیتروژن آمونیاکی (۳۷۰ گرم در کیلوگرم کل نیتروژن) بودند مقایسه کردند و دریافتند که تجزیه پذیری پروتئین خام دو سیلاژ شبیه هم بود (Maeng *et al.*, 1976). تانن به دلیل ایجاد اتصال با پروتئین آن را از دسترس میکروارگانیسم های شکمبه دور نگه داشته و سبب کاهش درصد تجزیه پذیری آن می شود (Makkar, 1992). از این رو به نظر می رسد که با کاهش میزان تانن موجود در گیاه درصد تجزیه پذیری پروتئین گیاه بهبود یافته و میزان ازت دفعی از طریق ادرار و مدفوع کاهش یافته که این خود سبب کاهش آلودگی محیطی خواهد شد. همچنین گزارش شده است که با افزایش مقادیر تانن در جیره میزان تجزیه پذیری پروتئین و ماده خشک کاهش می یابد (Besharati and Taghizadeh, 2009).

دیواره سلولی: همان طور که در جدول ۳ مشاهده می شود میانگین بخش سریع تجزیه، کند تجزیه و تجزیه پذیری موثر (در ساعت های نرخ عبور مختلف) دیواره سلولی سیلاژ سورگوم در دو مرحله رشد تفاوت معنی داری نداشت. محققین گزارش کردند که قابلیت هضم دیواره سلولی همانند پروتئین خام با افزایش رشد گیاه کاهش می یابد (رضایی و همکاران، ۱۳۸۶). تفاوت در بین نتایج این

Joubert, 1996). شاید بتوان از عوامل اختلاف در نتایج کسب شده به عوامل آب و هوایی و واریته سورگوم سیلو شده اشاره کرد. عملکرد سورگوم علوفه ای تابعی از ارتفاع گیاه از سطح زمین است. به این معنا که هر چه ارتفاع گیاه در هنگام برداشت بیشتر باشد عملکرد ماده خشک بیشتر و قابلیت هضم ماده خشک تولیدی کمتر خواهد بود (Muldoon, 1985). مقدار قابلیت هضم سورگوم به طور قابل توجهی تحت تاثیر مرحله بلوغ قرار می گیرد، به طوریکه با نزدیک شدن به مراحل پایانی رشد با افزایش دانه مقدار قابلیت هضم پایین می آید (Johnson *et al.*, 1999). گزارش شده است که کمترین مقدار قابلیت هضم ماده خشک در گیاهان در مرحله بذردهی و بیشترین آن در مرحله رویشی مشاهده می شود (Cogswell and Kamestra, 1976). محققین با استفاده از روش کیسه های نایلونی میزان قابلیت هضم ماده خشک سیلاژ سورگوم را ۵۴/۹۹ درصد گزارش کردند. همچنین فراسنجه های تجزیه پذیری ماده خشک علوفه تازه سورگوم (a, b و c) را به ترتیب ۳۴/۳۵، ۴۱/۴۵ و ۰/۰۲۵ درصد ماده خشک بیان کردند و برای فراسنجه های تجزیه پذیری ماده خشک سیلاژ این مقادیر به ترتیب ۳۵/۸، ۳۷/۶۵ و ۰/۰۳۹ درصد ماده خشک گزارش شد (هدایتی پور و همکاران، ۱۳۹۱). قابلیت هضم سیلاژهای ساخته شده از علف تیموتی که به طور هفتگی در نروژ در حدفاصل ۲۱ ژوئن تا ۲۳ جولای برداشت شده بود با استفاده از گوسفند تعیین شد و در طی دو فصل میانگین های قابلیت هضم ماده آلی به ترتیب ۰/۷۷، ۰/۷۵، ۰/۷۶، ۰/۷۰ و ۰/۶۱ برای پنج برداشت متوالی گزارش شد (Bergheim, 1979).

پروتئین خام: با توجه به جدول ۳ میانگین بخش سریع تجزیه و کند تجزیه پروتئین خام سیلاژ سورگوم در دو مرحله رشد تفاوت معنی داری نداشت. میانگین تجزیه پذیری موثر (در ساعات نرخ عبور مختلف) پروتئین سیلاژ در مرحله رویشی به طور معنی داری ($P < 0/05$) بیشتر از مرحله گلدهی بود. مشخص شده است که در میان علوفه ها، مقدار و کیفیت پروتئین خام با بسیاری از اجزای مطلوب گیاهی مانند قابلیت هضم، ویتامین ها، کلسیم و فسفر همبستگی دارد و در زمانیکه کیفیت پروتئین خام پایین است مقدار همه این ترکیبها کاهش می یابد. در نتیجه پروتئین خام می تواند به عنوان یک ملاک قابل اعتماد برای بیان کیفیت تغذیه ای یک علوفه به کار

میزان هضم علوفه در شکمبه می‌شود (Beck *et al.*, 2009).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که با پیشرفت مرحله رشد علوفه سورگوم مقدار پروتئین خام، کربوهیدرات‌های محلول در آب و تانن کل سیلاژ آن کاهش یافت. در حالی که خصوصیات تجزیه‌پذیری (بخش سریع تجزیه و کند تجزیه) ماده خشک، پروتئین خام و دیواره سلولی سیلاژ سورگوم در دو مرحله رویشی و گلدهی به هم نزدیک بود. در مجموع علوفه سورگوم در مرحله رویشی سیلاژ مناسب‌تری نسبت به مرحله گلدهی داشت.

آزمایش و نتایج سایر آزمایشات می‌تواند ناشی از تاثیر شرایط محیطی، نوع گیاه و دیگر عوامل موثره باشد. در گزارشی با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی در قوچ نشان داده شد که با افزایش مرحله بلوغ مقدار بخش سریع تجزیه دیواره سلولی برگ گیاه کنف کاهش و بخش با تجزیه کند دیواره سلولی افزایش یافت که از لحاظ بخش با تجزیه سریع با نتایج این آزمایشات مطابقت داشت (سمیعی و همکاران، ۱۳۸۹). با بالغ شدن علوفه داخل دیواره سلول‌های گیاهی شروع به چوب‌شدگی می‌کند که این افزایش در غلظت لیگنین در دیواره سلولی گیاه باعث کاهش ماده خشک مصرفی (Moore and Jung, 2001) و

فهرست منابع

- رضایی ع، طباطبایی م، احمدی ا، و سپهری ع. ۱۳۸۶. اثر مرحله رشد و چین بر صفات زراعی، ترکیبات شیمیایی و ارزش غذایی اسپرس. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی، ۴: ۶۱-۷۰.
- رضوانی مقدم پ. و نصیری محلاتی م. ۱۳۸۳. بررسی قابلیت هضم ماده خشک و درصد پروتئین علوفه سه رقم سورگوم علوفه‌ای در زمان‌های مختلف برداشت. مجله علوم کشاورزی ایران، ۴: ۷۸۷-۷۹۶.
- سمیعی م، دهقانی م، قورچی ت، قربانی ب. و شاخص ج. ۱۳۸۹. تعیین ارزش غذایی برگ کنف در زمان‌های مختلف برداشت به روش کیسه‌های نایلونی در گوسفند. چهارمین کنگره علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج). شیرمردی ح. ع، بلداجی ف. ا، مصداقی م. و چمنی ع. ۱۳۸۲. تعیین ارزش غذایی شش گونه از گیاهان مرتعی در منطقه یکه چنار مراوه تپه (استان گلستان). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱: ۱۳۱-۱۴۸.
- طباطبایی م. م. ۱۳۷۴. تعیین ارزش غذایی یونجه در مراحل مختلف رشد (تر و خشک). گزارش نهایی طرح، معاونت آموزش و تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان همدان.
- قنبری ا، احمدیان ا، میر ب. و رزمجو ا. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر زمان برداشت بر ویژگی‌های کمی و کیفی علوفه ذرت. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علفهای هرز، ۱۵: ۴۱-۵۴.
- محمدزاده ح، خوروش م. و قربانی غ. ۱۹۹۰. اثر سطوح مختلف افزودنی میکروبی حاوی لاکتوباسیل‌های با تخمیر همگن و ناهمگن بر خصوصیات تخمیر و پایداری هوازای ذرت سیلو شده با ماده خشک مختلف و همچنین علوفه ذرت سیلویی سرمازده. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه.
- ورمقانی ص. ۱۳۸۶. تعیین ترکیبات شیمیایی و انرژی خام علوفه مرتعی استان ایلام. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۴: ۸۵-۸۰.
- هدایتی پور ا، خوروش م، قربانی غ، المدرس ع. و عبادی م. ۱۳۹۱. مقایسه خصوصیات شیمیایی و تجزیه‌پذیری انواع علوفه و سیلاژ سورگوم با ذرت در شرایط آزمایشگاهی و روش کیسه‌های نایلونی. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران، ۴: ۲۳۲-۲۲۴.
- هرمزی ح. ۱۳۸۸. تعیین ارزش غذایی شش گونه از گیاهان منطقه سیستان. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis (15th ed.), Association of official analytical chemists. Washington, DC.
- Atis I., Konuskan O., Duru M., Gozubenli H. and Yilmaz S. 2012. Effect of harvesting time on yield, composition and forage quality of some forage sorghum cultivars. International Journal of Agriculture and Biology, 14: 879- 886.

- Aydin G., Grant R. J. and O'Rear J. 1999. Brown midrib sorghum in diets for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82: 2127- 2135.
- Baytok E. and Aksu T. 2005. The effect of formic acid, molasses on corn silage composition and ruminal fermentation characteristics in sheep. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29: 469- 474.
- Beck P. A., Stewart C. B., Gray H. C., Smith J. L. and Gunter S. A. 2009. Effect of wheat forage maturity and preservation method on forage chemical composition and performance of growing calves fed mixed diets. *Journal of Animal Science*, 87: 4133- 4142.
- Bergheim P. I. 1979. The harvesting time of grass for silage in Northern Norway. III. Experiments with dairy cows on silage of grass harvested at different times. *Meld. Norges landbrukshøgskole*, 58:3.
- Besharati M. and Taghizadeh A. 2009. Evaluation of dried grape by-product as a tanniferous tropical feedstuff. *Animal Feed Science and Technology*, 152: 198- 203.
- Bhargava, P. K. and Ørskov E. R. 1987. Manual for the use of nylon bag technique in the evaluation of feedstuffs. Rowett Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK.
- Carmi, A., Aharoni Y., Edelstein M., Umiel N., Hagiladi A., Yosef E., Nikbachat M., Zenou A. and Miron J. 2006. Effects of irrigation and plant density on yield, composition and in vitro digestibility of a new forage sorghum variety, Tal, at two maturity stages. *Animal Feed Science and Technology*, 131: 120- 132.
- Cogswell C. and Kamestra L. D. 1976. The stage of maturity and its effect on the chemical composition of four native rang species. *Journal of Range Management*, 29: 460- 463.
- Demiral M., Bolat D., Celik S., akici Y. B. and Eratak S. 2008. Determination of fermentation and digestibility characteristics of corn silage sunflower and combination of corn and sunflower silage. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7: 707- 711.
- Dubis M., Hamilton K. A., Rebers P. A., Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28: 350- 356.
- FAO. 1997. Production Yearbook. Food and agriculture acid determination in wheat and wheat fractions. Organization of the United Nation. Rome, Italy., 51: Cereal Chemistry. 48: 312-320.
- Filya I. 2004. Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. *Animal Feed Science and Technology*, 116: 141-150.
- Filya L. 2003. The effect of lactobacillus buchneri and lactobacillus plantarum on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. *Journal of Dairy Science*, 86: 3575- 3581.
- Gampawar A. S. and Bhaiswar D. N. 1985. Yield, chemical composition and nutritive value of improved ramkel jowar (*Sorghum bicolor*) at different stages of maturity. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 4: 162- 165.
- Ganskoop D. and Bohnert R. 2001. Nutritional dynamics of seven northern greet basin grasses. *Journal of Range Management*, 54: 630- 647.
- Glamoclija D., Jankovic S., Rakic S., Maletic R., Ikanovic J. and Lakic Z. 2011. Effects of nitrogen and harvesting time on chemical composition of biomass of Sudan grass, fodder sorghum, and their hybrid. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35: 127- 138.
- Grant R. J. and Haddad S. G. 1994. Brown midrib sorghum silage for mid lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 78: 1970- 1980.
- Hacker J. B. and Minson D. J. 1981. The digestibility of plant parts. *Herbage Abstracts*, 51: 459- 482.
- Henderson A. R. 1973. Determinations of water-soluble carbohydrates in grass. PhD Thesis. University of Edinburgh.
- Humphreys M. O. 1989. Water-soluble carbohydrates in perennial ryegrass breeding. I. Genetic differences among cultivars and hybrid progeny grown as spaced plants. *Journal of Grass and Forage Science*, 44: 231- 236.
- Humphreys M. O. 1994. Variation in the carbohydrate and protein content of ryegrass: Potential for genetic manipulation. *Proceeding of the 19th EUCARPIA Fodder Crops Section Meeting*, pages 165- 171. Bragger, Belgium.
- Jakkola S., Kaunisto V. and Huhtamen P. 2006. Volitate fatty acid proportion and microbial protein synthesis in the rumen of cattle receiving grass silage ensiled with different rates of formic acid. *Journal of Grass and Forage Science*, 61: 282- 393.
- Johnson L., Harrison J. H., Hunt C., Shinnors K., Doggett C. G. and Sapienza D. 1999. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: a contemporary review. *Journal of Dairy Science*, 82: 2813- 2825.
- Johnson, R. R. and McClure K. E. 1968. Corn plant maturity: IV. Effects on digestibility of corn silage in sheep. *Journal of Animal Science*, 27: 535- 539.
- Kadoshnikov S. I., Martirosian D. M., Kadoshnikova I. G. and Chernov I. A. 2001. A study on the silage use of plain and combined amaranth in ontogenesis. The official newsletter of the amaranth institute. XIV.

- Lea P. J. and Miñlin B. J. 2011. Nitrogen assimilation and its relevance to crop improvement. *Annual Review of Plant Biology*, 42: 1- 40.
- Maeng W. J., Van Nevel C. J., Baldwin, R. L. and Horris J. G. 1976. Rumen microbial growth rates and yields: effect of amino acids and protein. *Journal of Dairy Science*, 59: 68-79
- Makar H. M. S. 2000. Measurement of total phenolics and tannins using folin-ciocalteu method. In: Makar, H.M.S (Ed), Quantification of tannins in the foliage. Joint FAO/IAEA division of nuclear techniques in food and agriculture, IAEA, Vienna, Austria. Pp: 4-6.
- Makkar H. P. S. 1992. Detannification of oak (*Quercus incana*) leaves: treatments and their optimization. *Journal Animal Feed Science and Technology*, 36: 113- 127.
- Marten G. C., Larson W. E. and Clapp C. E. 1980. Effect of municipal wastewater effluent on performance and feed quality of maize and reed canary grass. *Journal of Environmental Quality*, 9: 137- 141.
- McCorkle D., Hanselka D., Bean B., McCollum T., Amosson S., Klose S. and Waller M. 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>.
- Miron J., Solomon R., Adin G., Nir U., Nikbachat M., Yosef E., Carmi A., Weinberg Z. G., Kipnis T., Zuckerman E. and Ben-Ghedalia D. 2006. Effects of harvest stage and re-growth on yield, composition, ensilage and in vitro digestibility of new forage sorghum varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 140- 147.
- Moe P. W. and Tyrrell H. F. 1973. The rationale of various energy systems for ruminants. *Journal of Animal Science*, 37: 183- 189.
- Moore K. J. and Jung H. G. 2001. Lignin and fiber digestion. *Journal of Range Management*, 54: 420- 430.
- Muldoon D. K. 1985. Summer forage under irrigation I. Growth and development. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 25: 392- 401.
- Munir J. and Ayadi M. 2004. Forage yield and nutrient uptake as influenced by secondary treated wastewater. *Journal of Plant Nutrition*, 27: 351- 365.
- Olsen S. R. and Sommers L. E. 1982. Phosphorus. In: *Methods of soil analysis. part 2: Chemical and Microbiological Properties.* (eds. Page, A. L., Miller, R. H., Keeney, D. R.) 403- 427. Madison, Wisconsin.
- Ørskov, E. R. and McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, 92: 499- 503.
- Oshima M. and McDonald P. 1987. A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. *Journal of Science of Feed and Agriculture*, 29: 497- 505.
- Porter L. J., Hristich L. N. and Chan B. G. 1996. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyaniding and delphinidin. *Phytochemistry*, 25: 223- 230.
- Rinne M., Jakkola S. and Huhtanen P. 1997. Grass maturity effects on cattle fed silage based diets. 1. Organic matter digestion, rumen fermentation and nitrogen utilization. *Journal Animal Feed Science and Technology*, 67: 10- 17.
- SAS. 2002. Version 9.1 SAS/STAT user's guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA.
- Snyman L. D. and Joubert H. W. 1996. Effect of maturity stage and method of preservation on the yield and quality of forage sorghum. *Animal Feed Science and Technology*, 57: 63- 73.
- Stallcup O. T. and York J. O. 1986. Nutritive value of the grain sorghum plant in cattle diets. University of Arkansas, Bulletin 893.
- Stevenson M. H. and Unsworth, E. F. 1978. The mineral composition of some Northern Ireland silages conserved during the 1976 season. *Record of Agricultural Research, Ministry of Agriculture, Northern Ireland*, 27: 11- 15.
- Van Soest P. J., Robertson J. B. and Lewis B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583- 3597.
- Van Vuuren A. M, Bergsma K., Frol-Kramer F. and Van Beers J. A. C. 1989. Effects of addition of cell-wall degrading enzymes on the chemical composition and the in sacco degradation of grass silage. *Grass Forage Science Journal*, 44: 223- 230.
- Wiersma D. W., Carter P. R., Albrecht K. A. and Coors J. G. 1993. Kernel milkline stage and corn forage yield, quality, and dry matter content. *Journal of Production Agriculture*, 6: 94- 99.
- Yahara N., Takai S. and Numakawa T. 1981. Studies on utilization of rice plant as whole crop silage. *Bull. Tohoku Natl. Agricultural Experiment Station*, 63:151-159 (in Japanese).
- Zerbini E. and Thomas D. 2003. Opportunities for improvement of nutritive value in sorghum and pearl millet residues in south Asia through genetic enhancement. *Field Crops Research*, 84: 3-15.
- Zhao Y. L., Dolat A., Steinberger Y., Wang X., Osman A. and Xie G. H. 2009. Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel. *Journal of Field Crop Science*, 111: 55- 64.

Determination of the chemical composition and degradability of sorghum silage at two growth stages, using nylon bags method

V. M. Shaban^{1*}, M. Bashtani², M. H. Fathi Nasry², H. Naimipour³

1. M.Sc. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand

2. Associate professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand

3. Lecturer, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand

(Received: 26-5-2013- Accepted: 18-8-2013)

Abstract

This experiment carried out to determination of the chemical composition and degradability of sorghum silage at two maturity stage. Sorghum forage harvested at two maturity stage being vegetative and bloom. The chopped forages were ensiled in mini- silo for 81 days. The silages were tested for chemical composition and degradation characteristics of dry matter, crude protein and neutral detergent fiber. The nylon bags method was used for determination of the sorghum silage degradability. The results showed, with increasing maturity, content of crude protein (8.54 to 6.90 %DM), total tannins (1.48 to 0.18 %DM), water soluble carbohydrates (19.72 to 11.35 g/kg) and calcium (0.059 to 0.049 %DM) of sorghum silage significantly decreased ($p < 0.05$). The amount of neutral detergent fiber content (NDF), acid detergent fiber content (ADF), ether extract, ash, condensed tannins, sodium, phosphorus and potassium were not significantly different among treatments. The degradability of dry matter, crude protein and NDF increased with advancing maturity stage, but degradation parameters (section of quickly and slowly degradation) were not significantly different at two maturity stage. It is concluded, sorghum forage harvested at vegetative stage was more beneficial than the bloom stage for ensiling.

Key words: Crude protein, Degradation parameters, Nylon bags, Sorghum silage

*Corresponding author: mohammad_el_10@yahoo.com