

اثرات کشت مخلوط ذرت با سورگوم بر تولید علوفه، ارزش غذایی و کیفیت علوفه سیلو شده

• رضا فیضی

بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی

• عین‌اله عبدی قز لجه (نویسنده مسئول)

عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر دانشگاه تبریز

• محمود باصفا

بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی (ایستگاه نیشابور)

• غلامرضا نبوی نامقی

بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی (ایستگاه نیشابور)

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۵

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۳۱۴۷۰۲۶

Email: e_abdi2005@yahoo.com

چکیده

این پژوهش برای بررسی میزان تولید، ارزش تغذیه‌ای و فرایند تخمیر سورگوم و ذرت علوفه‌ای انجام گردید. دو گیاه علوفه‌ای ذرت و سورگوم در پنج نسبت کشت مخلوط ردیفی شامل ۱۰۰ درصد ذرت علوفه‌ای، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۷۵:۲۵ و ۱۰۰ درصد سورگوم علوفه‌ای، کشت و پس از برداشت در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار علوفه سیلو شده تهیه گردید. مقدار ۲۰۰ میلی گرم از هر یک از علوفه‌های سیلو شده خشک شده توزین و در داخل ویال‌های شیشه‌ای مورد انکوباسیون قرار گرفت. نتایج نشان داد تیمارهای حاوی سورگوم علوفه‌ای در مقایسه با تیمار ذرت علوفه‌ای تولید علوفه تر و خشک بیشتری ($P < 0/05$) در هر هکتار داشتند. با افزایش نسبت علوفه سورگوم مقادیر pH کاهش و مقدار اسید لاکتیک افزایش یافت ($P < 0/05$). با افزایش نسبت سورگوم در علوفه سیلو شده مقادیر ماده خشک و کربوهیدرات غیر فیبری کاهش و مقادیر دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز افزایش یافت ($P < 0/05$). نتایج آزمون تولید گاز نشان داد از نظر حجم تجمعی گاز، قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) بین علوفه سیلو شده تیمارهای مختلف وجود داشت ($P < 0/05$). افزایش نسبت علوفه سورگوم در کشت مخلوط باعث کاهش معنی‌داری در میزان حجم تجمعی گاز، ثابت نرخ تولید گاز، انرژی متابولیسمی و ماده آلی قابل هضم گردید ($P < 0/05$). نتایج نشان داد کشت مخلوط سورگوم و ذرت علوفه‌ای سبب افزایش تولید علوفه در هر هکتار می‌گردد و تهیه علوفه سیلو شده از آنان سبب کاهش کیفیت علوفه سیلو شده نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: ذرت، سورگوم، کشت مخلوط، مواد سیلو شده، تولید گاز

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 116 pp: 147-160

Effects of Intercropping of maize (*Zea mays* L.) with sorghum (Speed feed) on biomass yield, nutritional value and silage quality

By: E. Abdi Ghezalje^{1*}, R. Feyzi², M. Basafa³, G.R. Nabavi Namegi³

1- Department of Animal Science, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Ahar, Iran

2- Animal Science Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

3- Seed and Plant Improvement Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (Neysabour Station), AREEO, Mashhad, Iran

*Correspondence E-mail: E.abdi2005@yahoo.com

Received: October 2016

Accepted: March 2017

This experiment was carried out to study the forage yield, nutritional value and fermentation process of corn and sorghum silages. Agronomic and qualitative traits for corn and sorghum forages were evaluated in five row intercropping ratio, which were 100% corn, 75:25, 50:50, 25:75 and 100% sorghum. The experiment was done in a completely randomized design with five treatments and four replications. Approximately, 200 mg of each sample was weighed into a 120-ml serum vial and were incubated. There was significant differences ($P < 0.05$) between treatment in wet and dry forage yield, while treatments contained sorghum were higher than corn ($P < 0.05$). There were significant differences among treatments in silage quality; corn and sorghum silage alone have the highest and lowest respectively. The amount of pH and lactic acid decreased and increased respectively with increasing sorghum ratio in the silage. There was significant difference between dry matter (DM), organic matter, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and non fiber carbohydrate (NFC) of different treatments, with increasing of sorghum ratio from zero to 100%, the amount of DM and NFC decreased and amount of NDF and ADF increased. The results of gas production showed differences between treatments in asymptotic gas volume, OMD and ME were significant ($P < 0.05$). With increasing sorghum ratio in silages, the amount of asymptotic gas volume, gas production constant rate, OMD and ME decreased. The results of this experiment showed that maize intercropping with sorghum increased forage production per hectare without any negative effect on silage quality parameters.

Key words: Maize, Sorghum, Intercropping, Silage, Gas production

مقدمه

اینحال استفاده از علوفه سورگوم سیلو شده به عنوان یک خوراک برای دامها بخاطر مقدار دیواره سلولی بدون همی سلولز و لیگنین بالادر مقایسه با سیلوی علوفه ذرت دارای محدودیت می- باشد (Prostko و همکاران، ۱۹۹۸). بنابراین محدودیت‌های سیلو نمودن علوفه سورگوم می‌تواند با مخلوط نمودن آن با علوفه ذرت مرتفع گردد. علوفه سورگوم سیلو شده در دو آزمایش به ترتیب ۹۲ و ۸۵ درصد راندمان علوفه ذرت سیلو شده را دارا بود (Lance و همکاران، ۱۹۶۴). در آزمایش‌های مختلفی مخلوط علوفه ذرت و سورگوم سیلو شده مورد مطالعه قرار گرفته است. اثر مخلوط علوفه سورگوم و علوفه ذرت، بر ارزش غذایی

علوفه سیلو شده ذرت از مدت‌ها قبل مورد استفاده دامداران قرار گرفته است. مهمترین مزیت سیلوی علوفه ذرت به سیلوی سورگوم، بالاتر بودن ارزش تغذیه‌ای آن می‌باشد (Bean و Marsalis، ۲۰۱۲). با اینحال علوفه سورگوم با داشتن ویژگی- هایی از قبیل سازگاری بالا با شرایط آب و هوایی، تولید بالا، مقاومت به خشکی می‌تواند به عنوان یک علوفه مناسب در صنعت دامپروری مورد استفاده قرار گیرد (Prostko و همکاران، ۱۹۹۸). تهیه علوفه سورگوم سیلو شده در سراسر جهان به خاطر تولید بالای آن علیرغم قابلیت هضم پایین در مقایسه با علوفه ذرت سیلو شده در حال افزایش است (Sanchez و همکاران ۲۰۰۲). با

درصد علوفه ذرت + ۷۵ درصد علوفه سورگوم) و ۵ (تک کشتی علوفه سورگوم) بود.

برداشت محصول هر دو گیاه در پلات‌های کشت مخلوط و خالص در مرحله خمیری دانه در هر دو گیاه و همزمان و حدود ۹۵-۱۰۰ روز پس از جوانه زدن بود. علوفه هر کرت بلافاصله پس از برداشت توزین و مجموع علوفه کرت توسط یک چابر به قطعات ۳ تا ۵ سانتیمتر خرد شد. از ترکیب حاصله دو نمونه ۱ و ۵ کیلویی برای تعیین درصد ماده خشک و خصوصیات کیفی علوفه قبل از سیلو و انجام آزمایشات کیفی بعد از سیلو تهیه شد. علوفه خرد شده بلافاصله در کیسه‌های نایلونی به وزن تقریبی حدود ۵ کیلوگرم و در ۴ تکرار سیلو شد. پس از تخلیه هوا، درب کیسه‌ها با کش لاستیکی محکم بسته و در دمای اتاق نگهداری شد. پس از گذشت ۶۰ روز نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و بررسی‌های کیفی مورد نظر انجام گرفت. مقدار pH مواد سیلویی، ساختار فیزیکی ظاهری، بو و رنگ علوفه سیلو شده برای ارزشیابی ظاهری سیلوه‌ها به روش Kilic (۱۹۸۶) انجام گردید.

تعیین ترکیبات شیمیایی:

برای تعیین ترکیبات شیمیایی علوفه سیلو شده مورد آزمایش، ابتدا نمونه‌های خشک شده هر یک از واحدهای آزمایشی با آسیاب چکشی (Retsch GmbH- 5657-HAAN) با الک یک میلی‌متر آسیاب سپس درصد ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر بر اساس روش AOAC (۲۰۰۰)، دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی سلولز بر اساس روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) تعیین گردید. برای تعیین اسید لاکتیک علوفه‌های سیلو شده، از پاراهیدروکسی بی‌فنیل به عنوان معرف و از لیتیم لاکتات برای تهیه محلول‌های استاندارد استفاده شد و نمونه‌ها در طول موج ۵۶۵ نانومتر و به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر مدل 2100 شرکت یونیکو قرائت گردید (Barker و Summerson، ۱۹۴۱). نیتروژن غیر پروتئینی (NPN) با روش Licitra و همکاران (۱۹۹۶) با استفاده از دستگاه Kjedal Gerhardt Vapodest-50 اندازه‌گیری شد. غلظت نیتروژن آمونیاکی مواد سیلویی بر اساس روش فنل-

(Avasi و همکاران، ۲۰۰۱) و پایداری هوازی علوفه سیلو شده (Avasi و همکاران، ۲۰۰۶) مورد مطالعه قرار گرفته است. در طی سیلو کردن اگر عمل تخمیر صورت نگیرد و شرایط بی-هوازی ایجاد نگردد اتلاف ماده خشک صورت می‌گیرد (McDonald و همکاران، ۱۹۹۱). بنابراین محدودیت‌های سیلو نمودن علوفه سورگوم می‌تواند با مخلوط نمودن آن با علوفه ذرت مرتفع گردد. کشت مخلوط^۱ به کشت دو یا چند محصول زراعی در یک زمان و در یک قطعه زمین به نحوی که بین اجزای آن در تمام زندگی و یا بخشی از آن رقابت وجود داشته باشد اطلاق می‌گردد (Portillo و همکاران، ۱۹۹۴). کشت مخلوط الگوی اقتباس شده از سیستم‌های پایدار طبیعی گیاهان از جمله مراتع و جنگل‌های بکر می‌باشد که نشان می‌دهد طبیعت همواره ترکیب گونه‌ها را بر حالت تک گونه‌ای ترجیح می‌دهد. (جوانشیر و همکاران، ۱۳۷۹؛ مظاهری و مجنون حسینی، ۱۳۸۱). هدف از اجرای این پژوهش ارائه راهکاری برای گسترش کشت علوفه سورگوم علوفه‌ای و ارتقاء کیفیت علوفه سورگوم از طریق اختلاط با ذرت علوفه‌ای در یک نسبت مناسب به طوری که مورد استقبال دامداران قرار گرفته و از این طریق بتوان در دراز مدت سطح کشت علوفه سورگوم را توسعه داد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش برای ارزیابی و مقایسه عملکرد کمی و کیفی علوفه حاصل از کشت نسبت‌های مختلف ذرت و سورگوم به صورت مخلوط و خالص ردیفی در مقایسه با شرایط تک کشتی هر دو گیاه در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار اجرا گردید. هر کرت شامل ۶ خط به طول ۷ متر با فاصله ۷۵ سانتیمتر از یکدیگر بود. ارقام کاشت شده شامل ذرت دیررس (Sc 704) و سورگوم علوفه‌ای (اسپید فید) بود. دوره آبیاری ۸ روز یکبار اعمال گردید. تیمارهای کشت مخلوط شامل پنج نسبت ۱ (تک کشتی علوفه ذرت)، ۲ (۷۵ درصد علوفه ذرت + ۲۵ درصد علوفه سورگوم)، ۳ (۵۰ درصد علوفه ذرت + ۵۰ درصد علوفه سورگوم) به صورت ردیف‌های یک در میان، ۴ (۲۵

^۱Intercropping

خشک با ۰/۸ کیلوگرم یونجه خشک و ۰/۵ کیلوگرم مواد متراکم (شامل دانه جو ۳۴ درصد، ذرت ۳۶ درصد، سبوس گندم ۱۰ درصد، کنجاله سویا ۱۷/۵ درصد مواد معدنی ۱ درصد و مکمل ۱/۵ درصد) حاوی ۱۶۵ گرم پروتئین در هر کیلوگرم ماده خشک تغذیه شدند. مایع شکمبه قبل از تغذیه صبح تهیه شد و بلافاصله با چهار لایه پارچه نازک کتان صاف گردید و پس از وارد نمودن گاز دی اکسید کربن در آب گرم ۳۹ درجه سانتی گراد قرار گرفت. بزاق مصنوعی نیز، در شرایط بی‌هوای آماده گردید و در دمای ۳۹ درجه سانتی گراد نگهداری شد. قبل از افزودن مایع شکمبه به مخلوط فوق، محلول احیاء کننده اضافه گردید، سپس یک حجم مایع شکمبه با ۲ حجم بزاق مصنوعی مخلوط شد. مقدار ۲۰۰ میلی گرم از هر یک از نمونه‌ها توزین و در داخل ویال‌های شیشه‌ای ۱۲۰ میلی لیتری قرار گرفت. زمان شروع وارد کردن مخلوط مایع شکمبه و بزاق مصنوعی به داخل اولین ویال شیشه‌ای به عنوان زمان صفر ثبت شد. داخل هر ویال، ۳۰ میلی لیتر از این مخلوط اضافه گردید. نمونه‌های مورد آزمایش در شرایط برون تنی با مایع شکمبه‌ای بافر شده در ویال‌های شیشه‌ای ۱۲۰ میلی لیتری کشت داده شدند. فشار و حجم گاز تولیدی در زمان‌های ۲، ۴، ۸، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون توسط دستگاه مبدل فشارسنج (Sedpbg0015PG sensor unit, Sensym, Milpitas, Calif.) ثبت گردید. حجم خالص گاز با کم کردن میانگین گاز تولیدی در ویال‌های بلانک (فاقد نمونه) از ویال‌های دارای نمونه بدست آمد. تخمین مقادیر انرژی قابل متابولیسم و ماده آلی قابل هضم با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید (Menke و Steingass, ۱۹۸۸).

$$\begin{aligned} \text{OMD} (\%) &= 14.88 + 0.8893 \text{ GP} + 0.0448 \\ &\text{CP} + 0.0651 \text{ASH} \\ \text{ME MJ/kg DM} &= 2.20 + 0.1357 \text{ GP} + \\ &0.0057 \text{ CP} + 0.0002859 \text{CP}^2 \end{aligned}$$

که در آن: ME= انرژی قابل متابولیسم؛ OMD= ماده آلی قابل هضم؛ GP= حجم گاز تولیدی از ۰/۲ گرم در ۲۴ ساعت؛ CP= مقدار پروتئین خام بر حسب گرم در کیلوگرم؛ EE= مقدار چربی

هیپو کلرایت اندازه گیری گردید (Weatherburn, 1967). مقدار پروتئین حقیقی و درصد ماده آلی علوفه‌های سیلو شده از طریق فرمول‌های زیر محاسبه شدند.

درصد نیتروژن غیر پروتئینی = درصد کل نیتروژن - درصد پروتئین حقیقی
درصد خاکستر = ۱۰۰ - درصد ماده آلی
برای انجام آزمایشات کیفی پس از باز کردن درب سیلوه‌ها از سطوح بالایی، میانی و پائینی هر سیلو، نمونه برداری شد. پس از مخلوط نمودن نمونه‌های اصلی، از هر کیسه مقدار ۵۰ گرم از مخلوط حاصل جهت تعیین درصد ماده خشک به آون معمولی (۶۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت) و مقدار ۱۰۰ گرم نیز برای اندازه گیری ترکیبات شیمیایی به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتیگراد منتقل گردید. مقدار pH با استفاده از دستگاه pH متر مدل ۶۹۱ ساخت شرکت METROHM سوئیس اندازه گیری شد (Muck, ۱۹۸۷). طبق روش ارزشیابی ظاهری ساختار فیزیکی علوفه سیلو شده به روش کلیک (Kilic, ۱۹۸۶)، به علوفه سیلو شده بر اساس میزان بوی اسید بوتیریک، آمونیاک و میزان کپک زدگی از صفر تا ۱۴، برای ساختمان بر اساس میزان نرمی برگ و ساقه از صفر تا ۴ و برای رنگ بر اساس میزان تغییر در رنگ سبز از صفر تا ۲ ارزش عددی داده شد. در پایان ارزش کیفی علوفه سیلو شده بین ۱۶ تا ۲۰ کیفیت خیلی خوب، ۱۰ تا ۱۵ کیفیت خوب، ۵ تا ۹ کیفیت قابل قبول و صفر تا ۴ غیر قابل استفاده ارزشیابی شد (Kilic, ۱۹۸۶). مقیاس Flieg point نیز بعنوان یک ابزار مفید برای بررسی کیفیت علوفه سیلو شده با استفاده از فرمول زیر محاسبه و ارزیابی شد (Kilic, ۱۹۸۶).

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

از نظر کیفی ارزش FP بین ۸۱ تا ۱۰۰ علوفه سیلو شده بسیار خوب، ۶۱ تا ۸۰ کیفیت خوب، ۴۱ تا ۶۰ رضایتبخش، ۲۱ تا ۴۰ کیفیت متوسط و کمتر از ۲۰ غیر قابل استفاده ارزشیابی گردید.

آزمون تولید گاز: آزمون تولید گاز بر اساس روش پیشنهادی Menke و Steingass (۱۹۸۸) انجام گردید. برای این منظور از سه رأس گوسفند نژاد بلوچی به وزن ۴۹/۵±۲/۵ کیلوگرم برای جمع آوری مایع شکمبه استفاده شد. حیوانات بر اساس ماده

SAS (۲۰۰۲) مورد آنالیز آماری قرار گرفت و میانگین آن‌ها با آزمون دانکن مقایسه گردید.

نتایج و بحث

از نظر میانگین تولید علوفه تر و خشک بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (جدول ۱). از نظر تولید علوفه تر و خشک هر سه تیمار کشت مخلوط و همچنین کشت خالص علوفه سورگوم در یک گروه قرار داشته و همه عملکردی بیشتر از کشت خالص علوفه ذرت داشتند. بیشترین اختلاف عملکرد در تیمار ۲ مشاهده گردید که از نظر علوفه تر و خشک به ترتیب ۴۳/۲ و ۷ درصد بیشتر از کشت خالص علوفه ذرت و علوفه سورگوم بود. همچنین عملکرد علوفه تر و خشک کشت خالص علوفه سورگوم با ۸۷/۶۲ و ۲۴/۵۳ تن در هر هکتار حدود ۳۳/۸ درصد بیشتر از کشت خالص علوفه ذرت بود که نشان دهنده تولید بیشتر علوفه سورگوم در شرایط مشابه نسبت به علوفه ذرت است. نباتی و رضوانی مقدم (۱۳۸۹) در مقایسه‌ی عملکرد سه گیاه علوفه‌ای، علت بالا بودن مقدار عملکرد علوفه خشک را به داشتن بافت‌های خشی‌تر نسبت دادند. در مطالعه حاضر نیز مقدار دیواره سلولی در سورگوم علوفه‌ای به طور معنی‌داری بیشتر از ذرت علوفه‌ای بود (جدول ۴).

خام بر حسب گرم در کیلوگرم؛ $ASH =$ خاکستر خام بر حسب گرم در کیلوگرم می‌باشد. مقدار گاز تولیدی با مدل زیر برآزش گردید (Mc Donald, ۱۹۸۱).

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

که در آن:

b : تولید گاز از بخش نامحلول قابل تخمیر بر حسب میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک

c : ثابت نرخ تولید گاز از بخش نامحلول بر حسب میلی‌لیتر در ساعت

t : زمان انکوباسیون بر حسب ساعت

Y : گاز تولید شده در زمان t

در این مطالعه از طرح کاملاً تصادفی با مدل آماری به شرح ذیل استفاده گردید:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + \varepsilon_{ij}$$

که در آن Y_{ij} نشان دهنده‌ی هر داده‌ی آزمایش، μ میانگین کل، T_j اثر هر تیمار و ε_{ij} اثر اشتباه آزمایشی بود.

داده‌های مربوط به عملکرد در هر هکتار، ترکیبات شیمیایی و آزمون تولید گاز، با استفاده از رویه GLM در محیط نرم افزار

جدول ۱- مقایسه میانگین عملکرد علوفه تر و خشک

عملکرد علوفه خشک* (t/ha)	عملکرد علوفه تر* (t/ha)	نسبت کشت مخلوط	
		علوفه سورگوم	علوفه ذرت
۱۸/۲۴ ^c	۶۵/۴۷ ^c	۰	۱۰۰
۲۶/۴۸ ^a	۹۳/۷۵ ^a	۲۵	۷۵
۲۴/۳۸ ^{ab}	۸۷/۰۷ ^{ab}	۵۰	۵۰
۲۲/۱۳ ^b	۷۹/۰۴ ^b	۷۵	۲۵
۲۳/۸۹ ^{ab}	۸۵/۳۴ ^{ab}	۱۰۰	۰
۱/۵۴	۵/۴۸	SEM	
۰/۰۵	۰/۰۵	P-value	

حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

* عملکرد علوفه بر حسب تن در هر هکتار

نتایج ارزشیابی ساختار فیزیکی و ظاهری علوفه سیلو شده:

دارند که نشان دهنده شرایط صحیح سیلو نمودن علوفه است. بنابراین سیلوی کشت مخلوط علوفه ذرت و علوفه سورگوم و حتی کشت خالص علوفه سورگوم همه در کلاس خیلی خوب قرار دارند.

وضعیت ظاهری علوفه سیلو شده از نظر رنگ، بو و ساختار ظاهری هم نشان دهنده کیفیت آماده سازی سیلو و هم یکی از فاکتورهای موثر در پذیرش علوفه توسط دام می باشد. مقایسه نتایج ارزشیابی ظاهری نیز نشان می دهد علوفه سیلو شده حاصل از کشت خالص علوفه ذرت با سایر تیمارها همه در رده خوب تا خیلی خوب قرار

جدول ۲- مقایسه نتایج ارزشیابی ظاهری علوفه سیلو شده تیمارهای مختلف (بر اساس روش کلیک، ۱۹۸۶)

نمره ارزشیابی ظاهری علوفه سیلو شده	نسبت کشت مخلوط		نمره	معیار
	علوفه سورگوم	علوفه ذرت		
۱۱۷/۳ ^a	۰	۱۰۰	۸۱ - ۱۰۰	خیلی خوب
۱۱۲/۸ ^b	۲۵	۷۵	۶۱ - ۸۰	خوب
۱۱۱/۳ ^b	۵۰	۵۰	۴۰ - ۶۰	رضایتبخش
۱۱۲/۱ ^b	۷۵	۲۵	۲۱ - ۴۰	متوسط
۱۰۶/۳ ^c	۱۰۰	۰	۰ - ۲۰	بد
۱/۹	SEM			
۰/۰۵	P-Value			

حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی دار نمی باشند.

Filya و همکاران (۲۰۰۴) و Avasi و همکاران (۲۰۰۶) مشخص گردید علوفه سورگوم در مقایسه با علوفه ذرت دارای کربوهیدرات محلول بیشتری است. مقدار pH سیلوی علوفه سورگوم در مطالعه حاضر در مقایسه با آزمایش Kaplan (۲۰۱۳) که سیلوی پنج رقم علوفه سورگوم مورد مطالعه قرار گرفت کمتر بود در مقابل غلظت اسید لاکتیک در آزمایش حاضر بیشتر از آزمایش آن ها بود. Danner و همکاران (۲۰۰۳) مقدار pH علوفه سورگوم سیلو شده را حدود ۳/۸ و غلظت اسید لاکتیک را بین ۳۱/۹ و ۳۵/۴ گرم در کیلوگرم گزارش کردند بنابراین pH پایین و اسید لاکتیک بالا شاخص خوبی از کیفیت بالایی علوفه سیلو شده می باشند.

در این آزمایش مقدار ارزش کیفی سیلوی علوفه سورگوم به تنهایی بیشتر از نتایج آزمایش Kaplan (۲۰۱۳) بود. شاخص کیفی بالای علوفه ذرت سیلو شده به ماده خشک بیشتر و pH پایین مربوط می باشد بخاطر اینکه شاخص کیفی از روی ماده خشک و pH تخمین زده می شود.

غلظت اسید لاکتیک و آمونیاک علوفه سیلو شده:

میانگین pH و درصد اسید لاکتیک تیمارهای مختلف در جدول ۳، ارایه شده است. نتایج نشان داد از نظر سطح اسید لاکتیک بین تیمارها اختلاف معنی دار بود. با افزایش نسبت علوفه سورگوم به علوفه ذرت، pH علوفه سیلو شده کاهش ولی مقدار نیتروژن آمونیاکی افزایش یافت. در آزمایش Avasi و همکاران با افزایش نسبت علوفه سورگوم به علوفه ذرت از صفر به ۱۰۰ درصد، مقدار pH و نیتروژن آمونیاکی کاهش یافت. در آزمایش

جدول ۳- مقایسه میانگین pH، نیتروژن آمونیاکی و درصد اسید لاکتیک تیمارهای مختلف

نیتروژن آمونیاکی (%DM)	اسید لاکتیک (%DM)	pH	نسبت کشت مخلوط	
			علوفه سورگوم	علوفه ذرت
۰/۴۲۳ ^{ab}	۵/۲۴ ^a	۳/۷۷ ^a	۰	۱۰۰
۰/۴۱۷ ^b	۵/۵۶ ^{ab}	۳/۷۰ ^{ab}	۲۵	۷۵
۰/۴۵۰ ^{ab}	۵/۹۶ ^{abc}	۳/۷۲ ^{ab}	۵۰	۵۰
۰/۴۶۷ ^{ab}	۶/۴۹ ^{bc}	۳/۷۱ ^{ab}	۷۵	۲۵
۰/۵۰۳ ^a	۶/۹۷ ^c	۳/۶۷ ^b	۱۰۰	۰
۰/۰۴۱	۰/۵۵	۰/۰۳۷	SEM	
۰/۱۶	۰/۰۲	۰/۱۸	P-Value	

حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی دار نمی باشند. نسبت های کشت مخلوط به ترتیب از ردیف اول جدول، M1، M2، M3، M4، M5 می باشد.

تخمیر منجر به افزایش سهم الیاف نا محلول در شوییده اسیدی و خنثی می گردد (Brito, و همکاران، ۲۰۰۶؛ Broderick و همکاران، ۲۰۰۷). هر چه تولید نیتروژن آمونیاکی در سیلو کمتر باشد، نشان دهنده کیفیت بالاتر علوفه سیلو شده است.

نتایج تعیین ترکیبات شیمیایی:

مقایسه میانگین ترکیبات شیمیایی در جدول ۴ ارائه شده است بین تیمارهای کشت مخلوط، از نظر ماده خشک، ماده آلی، پروتئین حقیقی، دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز اختلاف معنی داری مشاهده گردید ($P < 0.05$). ولی از نظر پروتئین خام، چربی خام و نیتروژن غیر پروتئینی اختلاف معنی دار نگردید (جدول ۴). Marsalis (۲۰۱۰) گزارش کرد در مقایسه گیاه علوفه سورگوم دو رنگ^۲ با علوفه ذرت، میزان پروتئین علوفه سورگوم اندکی بیشتر از علوفه ذرت ولی درصد چربی آن بسیار بیشتر بود. مقدار ماده خشک، خاکستر خام و پروتئین خام علوفه سورگوم سیلو شده در مطالعه حاضر با نتایج آزمایش کاپران (۲۰۱۳) که در آن پنج رقم علوفه سورگوم سیلو شده شامل SC941، B24، JCSB 502، JCSB 564، ROX مورد مطالعه قرار گرفت همخوانی دارد ولی در مقایسه با میانگین چهار رقم علوفه سورگوم (MMR، PS 747، DBMR، S700D) و Thomas و همکاران (381/73) مورد استفاده در آزمایش Thomas و همکاران

کاهش pH با افزایش نسبت علوفه سورگوم می تواند ناشی از بیشتر بودن مقدار کربوهیدرات محلول در علوفه سورگوم باشد در آزمایشات متعددی ارتباط بین کیفیت علوفه سیلو شده و مقدار کربوهیدرات محلول گزارش شده است (Filya و همکاران، ۲۰۰۲، Weinberg و همکاران، ۲۰۰۲).

طور کلی نتایج دو صفت فوق نشان می دهد در آزمایش حاضر سطح اسید و درصد اسید لاکتیک علوفه سیلو شده از شرایط بسیار مناسبی برخوردار بوده و همه تیمارهای کشت مخلوط و علوفه سورگوم خالص با سیلوی علوفه ذرت در کشت خالص برابری می کنند.

در این آزمایش درصد نیتروژن آمونیاکی با افزایش نسبت علوفه سورگوم افزایش یافت (جدول ۳). اما این افزایش از لحاظ آماری فقط بین تیمار ۱۰۰ درصد علوفه سورگوم با یک تیمار ۲۵ درصد علوفه سورگوم و ۷۵ درصد علوفه ذرت معنی دار بود ($P < 0.05$). در طی فرایند سیلو کردن، بخشی از منابع مغذی مثل کربوهیدرات های قابل تخمیر و پروتئین های محلول توسط آنزیم های میکروبی و تنفسی گیاه تجزیه می گردند. پروتئولیز پروتئین ها در حین عمل سیلو کردن موجب افزایش سهم ترکیبات نیتروژن غیر پروتئینی و نیتروژن آمونیاکی و تجزیه کربوهیدرات های قابل

^۲ - Sorghum bicolor

بالایی بین محتوای دیواره سلولی گیاهان (NDF) و خاکستر گزارش شده است. دیواره سلولی یکی از بخش‌های مهم تجمع عناصر معدنی گیاه، نظیر سیلیس می‌باشد (امامی، ۱۳۸۶). گاهی اوقات مقادیر زیاد خاکستر می‌تواند ناشی از آلودگی خارجی علفه در مزرعه (وجود گرد و غبار) و یا تماس با خاک باشد. در شرایط تنش نیز گیاهان برای جذب آب، فشار اسمزی درون سلول را از طریق تجمع بیشتر املاح بالا برده آب را از محیط اطراف ریشه جذب می‌کنند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲). Pholsen (۱۹۹۸) مقدار دیواره سلولی ارقام مختلف علفه سورگوم را بین ۵۴/۱۴ تا ۶۶/۶۴ درصد و مقدار دیواره سلولی بدون همی سلولز را بین ۲۹/۸۱ تا ۳۵/۷۶ درصد گزارش نمود. نتایج مطالعه حاضر با گزارش Hinds و همکاران (۱۹۹۲) و Keskin و همکاران (۲۰۰۵) همخوانی دارد.

(۲۰۱۳) بیشتر ولی مقدار دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز در مقایسه با آزمایش آن‌ها کمتر بود. کیفیت علفه سیلو شده به طور زیادی به کیفیت علفه برداشت شده و نوع تخمیری که اتفاق می‌افتد وابسته است. رطوبت زیاد (ماده خشک کمتر از ۳۰ درصد) علاوه بر تاثیر در نوع باکتری-های فعال در فرایند تخمیر می‌تواند با تولید اسید استیک و یا اسید بوتیریک کیفیت علفه سیلو شده را کاهش و تلفات آن را افزایش دهد. درصد ماده خشک علفه سیلو شده تابع درصد ماده خشک علفه اولیه می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس صفات کیفی نشان می‌دهد از نظر این صفت بین تیمارها تفاوت معنی دار می‌باشد ($P < 0.05$). این نتایج مشابه درصد ماده خشک علفه تر قبل از سیلو شدن است

خاکستر نشان‌دهنده میزان عناصر معدنی موجود در گیاه است. درصد خاکستر در گیاهان مختلف متفاوت است و همبستگی

جدول ۴- ترکیب شیمیایی علفه سیلو شده تیمارهای مختلف کشت مخلوط علفه ذرت و سورگوم علفه‌ای بر حسب درصد

نسبت کشت مخلوط	ماده آلی	خاکستر	ماده خشک	نیترژن غیر پروتئینی	چربی خام	نیترژن پروتئین حقیقی	پروتئین خام	دیواره سلولی منهای همی سلولز	دیواره سلولی	کربوهیدرات غیر فیبری ^o	SEM	
											علفوه	سورگوم
۱۰۰	۹۳/۲۸ ^a	۶/۷۱ ^b	۳۱/۲۹ ^a	۰/۹۹۷	۲/۰۷	۰/۴۲ ^a	۸/۸۶	۲۰/۷۷ ^d	۳۹/۰۳ ^c	۴۳/۳۱ ^a	۰	۱۰۰
۷۵	۹۲/۲۶ ^{ab}	۷/۷۴ ^{ab}	۲۷/۹۵ ^b	۱/۰۱	۲/۰۲	۰/۳۲ ^{cb}	۸/۳۳	۲۴/۷ ^c	۴۵/۳۳ ^d	۳۶/۵۶ ^b	۲۵	۷۵
۵۰	۹۰/۹۸ ^b	۹/۰۲ ^a	۲۷/۶۰ ^b	۰/۹۸	۱/۹۵	۰/۳۹ ^{ab}	۸/۵۵	۲۶/۵۴ ^{bc}	۴۸/۱۷ ^c	۳۲/۲۸ ^c	۵۰	۵۰
۲۵	۹۲/۲۸ ^{ab}	۷/۷۲ ^{ab}	۲۷/۸۲ ^b	۱/۱۱	۱/۹	۰/۳۱ ^{cb}	۸/۸۸	۲۹/۰۴ ^b	۵۳/۲۳ ^b	۲۸/۲۴ ^d	۷۵	۲۵
۰	۹۰/۵۴ ^b	۹/۴۶ ^a	۲۴/۱۸ ^c	۱/۱۰	۱/۹۶	۰/۲۴ ^c	۸/۳۹	۳۲/۶ ^a	۵۵/۴۷ ^a	۲۴/۶۹ ^e	۰	۱۰۰
	۰/۹۱	۰/۹	۱/۰۱	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۰۴۶	۰/۵۱	۱/۶	۱/۱۵	۱/۴۳		SEM
	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۵۱	۰/۶۲	۰/۰۱	۰/۵۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱		P-Value

حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی دار نمی‌باشند. نسبت‌های کشت مخلوط به ترتیب از ردیف اول جدول، M1، M2، M3، M4 و M5 می‌باشند.

کربوهیدرات غیر فیبری * (درصد) - 100 = دیواره سلولی درصد + درصد پروتئین خام درصد چربی خام ++ درصد خاکستر

کاهش در میزان گاز تولیدی با افزایش نسبت علوفه سورگوم در کشت مخلوط را می‌توان مربوط به افزایش سهم کربوهیدرات‌های ساختمانی و مقدار دیواره سلولی که بخش عمده آن مربوط به لیگنین بوده و در نتیجه کاهش در میزان کربوهیدرات‌های غیر فیبری^۳ دانست (Mertens, ۱۹۹۴; Van Soest, ۱۹۹۴). مقدار کربوهیدرات‌های غیر فیبری در مواد سیلو شده با افزایش نسبت علوفه سورگوم در کشت مخلوط کاهش یافته است (به ترتیب ۴۳/۳۱، ۳۶/۵۶، ۳۲/۲۸، ۲۸/۲۴ و ۲۴/۶۹ درصد)، لذا یکی از دلایل کاهش تولید گاز را می‌توان کاهش میزان کربوهیدرات‌های غیر فیبری دانست. کاهش ضریب b با افزایش نسبت علوفه سورگوم در کشت مخلوط نیز تأیید کننده ارتباط مستقیم بین بخش قابل تخمیر مواد سیلویی با حجم گاز تولیدی است. همچنین با توجه به اینکه مقدار انرژی قابل متابولیسم و ماده آلی قابل هضم از روی مقدار گاز تولیدی پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون تخمین زده شده است لذا آن‌ها نیز از الگوی حاکم بر گاز تولیدی تبعیت نموده‌اند. قابلیت هضم ماده آلی علوفه سورگوم سیلو شده در آزمایش حاضر در مقایسه با نتایج آزمایش Thomas و همکاران (۲۰۱۳) کمتر می‌باشد که می‌تواند ناشی از بیشتر بودن مقدار دیواره سلولی علوفه سورگوم سیلو شده در آزمایش حاضر باشد. در آزمایشات متعددی مقدار ماده آلی قابل هضم علوفه ذرت سیلو شده بیشتر از علوفه سورگوم سیلو شده گزارش شده است (Lusk و Browning, ۱۹۶۶).

با افزایش نسبت علوفه سورگوم، مقدار دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش یافته است. Contreras-Govea و همکاران (۲۰۱۰) در مقایسه ۱۱ هیبرید ذرت علوفه‌ای و ۱۴ رقم سورگوم علوفه‌ای گزارش کردند درصد برگ، ساقه و الیاف غیر قابل هضم در شونیده خشی در علوفه سورگوم معمولی بیشتر از علوفه ذرت بود. برگ علوفه سورگوم در مقایسه با برگ علوفه ذرت بخاطر وجود لیگنین بیشتر در رگبرگ مرکزی برگ، قابلیت هضم کمتری دارد. به طور کلی میزان دیواره سلولی بدون همی سلولز یا فیبر غیرمحلول در شونیده اسیدی (ADF) در ارقام علوفه سورگوم معمولی بیشتر از علوفه ذرت و عامل هضم و جذب کمتر آن نسبت به علوفه ذرت می‌باشد. این نتایج توسط محققین دیگر نیز مورد تأیید قرار گرفته است (Oliver و همکاران, ۲۰۰۴; Contreras-Govea و همکاران, ۲۰۱۰).

در مواد علوفه‌ای به ویژه در علوفه سورگوم نسبت پروتئین خام وابسته به مقدار برگ می‌باشد به دلیل اینکه در این گیاه برگ منبع اصلی پروتئین می‌باشد (Hana و همکاران, ۱۹۸۱). مقدار پروتئین خام علوفه سورگوم در مطالعه حاضر در سطح بالایی قرار داشت به خاطر اینکه برگ‌ها به خوبی توسعه یافته بودند. چنین مقدار پروتئین خام توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Cakmakci و همکاران, ۱۹۹۹; Miron, ۲۰۰۵).

نتایج آزمون تولید گاز:

از نظر تولید گاز پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون، حجم جمعی گاز، گاز تولیدی از بخش a و b، قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط مشاهده گردید. افزایش نسبت علوفه سورگوم در کشت مخلوط باعث کاهش معنی‌داری در میزان تولید گاز، ضرایب b و c، انرژی متابولیسمی و ماده آلی قابل هضم تیمارها گردید ($P < 0.05$). در این ارتباط تیمار ۱۰۰ درصد علوفه ذرت دارای بیشترین مقدار و تیمار ۱۰۰ درصد علوفه سورگوم دارای کمترین مقدار تولید گاز و پارامترهای تخمیری بودند ($P < 0.05$).

⁵-Non fibrous carbohydrate

جدول ۵- میانگین فراسنجه‌های تولید گاز، قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم تیمارهای مختلف کشت مخلوط

OMD	ME	c	a+b	GP _{max}	GP ₂₄	نسبت کشت مخلوط	
						علوفه سوزگوم	علوفه ذرت
۶۵/۶ ^a	۹/۹ ^a	۰/۰۴۷	۸۲/۱۵ ^a	۸۱/۰۳ ^a	۵۶/۱۳ ^a	۰	۱۰۰
۵۲/۹۰ ^{bc}	۷/۹۳ ^{bc}	۰/۰۴۱	۶۷/۹۸ ^b	۶۶/۵۷ ^b	۴۱/۸۰ ^b	۲۵	۷۵
۵۳/۹۷ ^b	۸/۱۰ ^b	۰/۰۴۶	۶۶/۶۸ ^b	۶۶/۳۷ ^b	۴۲/۷۰ ^b	۵۰	۵۰
۴۹/۷۳ ^{bc}	۷/۴۷ ^{bc}	۰/۰۴۰	۶۲/۱۳ ^{bc}	۶۰/۶۷ ^{bc}	۳۸/۱۷ ^b	۷۵	۲۵
۴۴/۱۷ ^c	۶/۵۷ ^c	۰/۰۳۸	۵۳/۴۴ ^c	۵۱/۶۳ ^c	۳۱/۸۷ ^b	۱۰۰	۰
۵/۲	۰/۷۲	۰/۰۰۵	۶/۸۲	۶/۹	۶/۰۷	SEM	
۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	P-Value	

در هر ستون اعدادی که حروف مشابه ندارند دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($p < 0.05$).

GP₂₄: تولید گاز بعد از ۲۴ ساعت انکوباسیون بر حسب میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک، GP_{max}: حجم تجمعی گاز بعد از ۹۶ ساعت انکوباسیون بر حسب میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک، ضرایب b و c بر اساس معادله $P = b(1 - e^{-ct})$ (ارسکف و مکدونالد ۱۳۷۹) محاسبه شد، b : تولید گاز از بخش نامحلول قابل تخمیر بر حسب میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک، c : ثابت نرخ تولید گاز از بخش نامحلول بر حسب میلی‌لیتر در ساعت، ME: انرژی قابل متابولیسم بر حسب مگاژول در هر کیلوگرم ماده خشک، OMD: قابلیت هضم ماده آلی بر حسب درصد.

اثر کشت مخلوط بر قابلیت هضم ماده آلی (OMD) و انرژی قابل متابولیسم (ME) علوفه سیلو شده:

تفاوت بین تیمارها برای دو صفت قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم معنی‌دار بود. با افزایش نسبت علوفه سوزگوم مقدار آن‌ها کاهش یافته است که مویید برتری معنی‌دار کیفیت علوفه ذرت سیلو شده نسبت به سایر تیمارها است. قابلیت هضم ماده آلی علوفه سوزگوم سیلو شده در پژوهش حاضر در مقایسه با میانگین قابلیت هضم چهار رقم علوفه سوزگوم سیلو شده آزمایش Thomas و همکاران (۲۰۱۳) کمتر بود. در این ارتباط تیمار ۱۰۰ درصد علوفه ذرت دارای بیشترین مقدار و تیمار ۱۰۰ درصد علوفه سوزگوم دارای کمترین مقدار پارامترهای مورد نظر بودند ($P < 0.05$). کاهش در میزان انرژی متابولیسمی و ماده آلی قابل هضم تیمارها با افزایش نسبت علوفه سوزگوم در کشت مخلوط را می‌توان مربوط به افزایش سهم کربوهیدرات‌های ساختمانی و مقدار دیواره سلولی که بخش عمده آن مربوط به لیگنین بوده و همچنین کاهش در میزان کربوهیدرات‌های غیر

فیبری دانست (Merten, ۱۹۹۴; Van soest, ۱۹۹۴).

یکی از خصوصیات گیاه علوفه سوزگوم توانایی در تولید تانن است که به عنوان یک عامل ضد تغذیه‌ای برای حیوانات به خصوص تک معده‌ای‌ها محسوب می‌گردد. بنحوی که باعث کاهش قابلیت هضم ماده خشک و سایر مواد مغذی می‌گردد (Douglas و همکاران، ۱۹۹۰). تانن‌ها می‌توانند از طریق باند شدن با پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها بوسیله پیوندهای هیدروفوبی و هیدروژنی (Mcsweeney و همکاران، ۲۰۰۱) و همچنین تاثیر بر میکروارگانیسم‌های شکمبه توانایی هضم آنها و در نتیجه قابلیت هضم کل علوفه را کاهش دهند (Tabacco و همکاران، ۲۰۰۶).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد کشت مخلوط سوزگوم و ذرت علوفه‌ای سبب افزایش تولید علوفه در هر هکتار می‌گردد و تهیه علوفه سیلو شده از آنان سبب کاهش کیفیت مواد سیلو شده نمی‌شود.

تشکر و قدردانی

از کارکنان و مدیریت مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی بخصوص بخش تحقیقات علوم دامی که امکانات لازم را برای اجرای این پژوهش فراهم نمودند و همچنین شرکت تعاونی کشاورزی دامداران نیشابور که از نظر مالی اعتبار مورد نیاز را تامین نمودند تشکر و سپاسگزاری می-گردد.

منابع

- امامی، ع.، رضوانی مقدم، پ.، قدرت نما، ا. و حافظیان، س.س. (۱۳۸۶). بررسی اثر نسبت های مختلف فاضلاب تصفیه شده شهری بر برخی خصوصیات کیفی سه گیاه علوفه ای سورگوم، ذرت و ارزن. مجله پژوهشهای زراعی ایران، ۵(۲): ۲۱۱-۲۱۹.
- کوچکی، ع.، حسینی، م. و نصیری محلاتی، م. (۱۳۷۲). رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص. ۲۳۶-۲۰۹.
- جوانشیر، ع.، حمیدی، ا.، دباغ محمدی نسب، ع. و قلیپور، م. (۱۳۷۹). اکولوژی کشت مخلوط. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- مظاهری، د. و مجنون حسینی، ن. (۱۳۸۱). مبانی زراعت عمومی، انتشارات دانشگاه تهران چاپ دوم.
- نباتی، ج. و رضوانی مقدم، پ. (۱۳۸۹). اثر فواصل آبیاری بر عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی ارزن، سورگوم و ذرت علوفه ای. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۱(۱): ۱۷۹-۱۸۶.
- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis, 17th ed. *Official Methods of Analysis of AOAC International*, Gaithersburg, MD, USA.
- 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 Agricultural and Biology*, 14: 879-886.
- Avasi, Z., Szucsne, P. J. and Marki-Zayne, I. K. (2001). Nutritive value and organic acid content of the combined maize-sorghum silage fermented with several kinds of biological additives. 10th Int. Symp. Forage Conservation, 10-11. Sept. Brno, Czech Republic.
- Avasi, Z., Szucsne, P. J., Marki-Zayne, I. K. and Korom, S. (2006). Aerobic stability of sorghum-maize mixed silages. 12th International Symposium, Forage Conservation, 3-5th April, Brno, Czech Republic.
- Balabanli, C., Albayrak, S., Turk, M. and Yuksel, O. (2010). A research on determination of hay yields and silage qualities of some vetch+cereal mixtures. *Turkish Journal of Field Crops*, 15: 2.204-209.
- Barker, B. and Summerson, W.H. (1941). The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *The Journal of Biological Chemistry*, 138: 535-554.
- Bean, B. and Marsalis, M. (2012). Corn and sorghum silage production considerations, The High Plains Dairy Conference, Amarillo, Texas.
- Brito, A. F., Broderick, G. A. and Reynal, S. M. (2006). Effect of varying dietary ratios of alfalfa silage to corn silage on omasal flow and microbial protein synthesis in dairy cows, *Journal Dairy Science*, 89: 3939-3953.
- Broderick, G. A., Brito, A.F. and Olmos Colmenero, J.J. (2007). Effects of feeding formate-treated alfalfa silage or red clover silage on the production of lactating dairy cows. *Journal Dairy Science*, 90: 1378-1391.
- Browning, C.B. and Lusk, J.W. (1966). Comparison of feeding value of corn and grain sorghum silages on the basis of milk production and digestibility, *Journal Dairy Science*, 49: 12.1511-1514.

- Buxton, D. R. (1996). Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Animal Feed Science and Technology*, 59: 1.37-49.
- Contreras-Govea, F.E., Marsalis, M.A., Lauriault, L.M. and Bean, B.W. (2010). Forage sorghum nutritive value; A review. Online. *Forage and Grazinglands*. 10: 1094.
- Danner, H., Holzer, M., Mayrhuber, E. and Braun, R. (2003). Acetic Acid Increases Stability of Silage under Aerobic Conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, 69: 1. 562-567.
- Douglas, J.H., Sullivan, T.W., Bond, P.L. and Struwe, F.J. (1990). Nutrient composition and metabolizable energy values of selected grain sorghum varieties and yellow corn. *Poultry Science*, 69:1147-1155.
- Filya, I. (2002). The effects of lactic acid bacterial inoculants on the fermentation, aerobic stability and in situ rumen degradability characteristics of maize and sorghum silages. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 26: 815-823.
- Filya, I., Sucu, E. and Karabulut, A. (2004). The effect of Propionibacterium acidipropionici, with or without Lactobacillus plantarum, on the fermentation and aerobic stability of wheat, sorghum and maize silages. *Journal of Applied Microbiology*, 97: 818-826.
- Hanna, W.W., Monson, W.G. and Gaines, T.P. (1981). IVDMD, total sugars, and lignin measurements of normal and brown midrib (bmr) sorghums at various stages of development. *Agronomy Journal*, 73: 1050-1052.
- Hatfield, R. D., Jung, H. J. G., Broderick, G. and Jenkins, T. C. (2007). Nutritional chemistry of forages. In *Forages: The Science of Grassland Agriculture*, Volume II. Sixth Edition. Edited by Robert F Barnes, C Jerry Nelson, Kenneth J Moore, and Michael Collins. Ames (Iowa): Blackwell Publishing Professional.
- Hinds, M., Brethour, J., Bolsen, K. and Harvey, I. (1992). Inoculant and Urea-Molasses Additives for Forage Sorghum Silage. Kansas State University Cattlemen's Day, 11-15. Manhattan, KS.
- Hopkins, A. and Wilkins, R. J. (2006). Temperate grassland: Key developments in the last century and future perspectives. *Journal of Agriculture Science*, Cambridge, 144: 503-523.
- Kaplan, M., (2013). The effect of variety on the chemical composition and ensiling characteristics of sorghum plant, *KSU Journal of Natural Science*, 16: 2.34-38.
- Keskin, B., Yılmaz, I. H., Karşlı, M.A. and Nursoy, H. (2005). Effects of urea or urea plus molasses supplementation to silages with different sorghum varieties harvested at the milk stage on the quality and in vitro dry matter digestibility of silages, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 2: 9.1143-1147.
- Kilic, A. (1986). Silage Feed (Education, Instruction and Application Suggestions). Bilgehan Press, Izmir, Turkey, p. 327.
- Lance, R. D., Foss, D. C., Krueger, C. R., Baumgardt, B. R. and Niedermerier, R. P. (1964). Evaluation of corn and sorghum silages on the basis of milk production and digestibility, *Journal of Dairy Science*, 47 : 254-257.
- Licitra, G., Hernandez, T. M. and Van Soest, P. J. (1996). Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Techology*, 57: 347.
- Marsalis, M.A., Angadi, S. V. and Contreras-Govea, F. E. (2010). Dry matter yield and nutritive value of corn, forage sorghum, and BMR forage sorghum at different plant populations and nitrogen rates. *Field Crops Research*, 116: 52-57.

- McDonald, P., Henderson, A. R. and Heron, S. J. E. (1991). *Biochemistry of Silage*. 2nd ed. Chalcombe Publication, Marlow, UK.
- McDonald I. M. (1981). A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *Journal Agricultural Science*, 96: 251-252.
- Mcsweeny, C. S., Palmer, B., McNeill, D. M. and Krause, D. O. (2001). Microbial interaction with tannin: nutritional consequences for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*. 91: 83-93
- Menke, K. H. and Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Researc Development*, 28: 8-55.
- Mertens, D. R. (1994). Regulation of forage intake. In: *Forage Quality, Evaluation and Utilization*. G.C. Fahey Jr., ed. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI. P: 450-493.
- Miron, J., Zuckerman, E., Sadeh, D., Adin, G., Nikbachat, M., Yosef, E., Ben-Ghedalia, D., Carmi, A., Kipnis, T. and Solomon, R. (2005). Yield, composition and in vitro digestibility of new forage sorghum varieties and their ensilage characteristics. *Animal Feed Science and Technology*, 120: 17-32.
- Moorby, J.M., Evans, R.T., Scollan, N.D., Mac Rae, J.C. and Theodorou, M.K. (2006). Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass (*Lolium perenne L.*). Evaluation in dairy cows in early lactation. *Grass Forage Science*, 61: 52-59.
- Muck, R. E. (1987). Dry matter level effects on alfalfa silage quality.1.Nitrogen transformation-transaction of the ASAE. 30: 7-14.
- Pholsen, S., Kasikranan, S., Pholsen, P. and Suksri, A. (1998). Dry Matter, Chemical Components and Dry Matter degradedability of Ten Sorghum Cultivas (*Sorghum bicolor L. Moench*) Grown on xic Paleustult Soil. *Pakistan Journal of Science*, 1: 3.228-231.
- Portillo, H. E., Pitre, H.N. and Andrews K.L. (1994).The influence of weeds on insect-related mortality of intercropped sorghum and maize in southern Honduras. *Tropical Agriculture*, 71: 3.208-214.
- Prostko, E. P., Muir, J.P. and Stokes, S.R. (1998). The influence of harvest timing on forage sorghum silage yield and quality. Texas Agric. Exp. Stn., Stephenville, TX. Accessed Jun. 15, 2012.
- Sanchez, A.C., Subudhi, P.K., Rosenhow, D.T. and Nguyen, H.T. (2002). Mapping QTLs associated with drought resistance in sorghum (*Sorghum bicolor L. Moench*). *Journal of Plant Molecular Biology*, 48: 713-726.
- Tabacco, J. E., Borreani, G., Crovetto, G.M., Galassi, G., Colombo, D. and Cavallarin, L. (2006). Effect of chestnut tannin on fermentation quality, proteolysis, and protein rumen degradability of alfalfa silage. *Dairy Science*, 89: 4736-4746.
- Thomas , M. E., Foster, J. L., McCuistion, K. C., Redmon, L. A. and Jessup, R. W. (2013). Nutritive value, fermentation characteristics, and in situ disappearance kinetics of sorghum silage treated with inoculants. *Journal Dairy Science*, 96: 7120-7131.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. (2nd ed.). Cornell University Press, Ithaca, NY.
- 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 Dairy Science*, 74: 3583-3597.
- Ward, R. (2011). Analysing silage crops for quality: What is most important? In: *Proceedings, 2011 Western Alfalfa and Forage Conference*, Las Vegas, NV, 11-13 December, 2011.
- Weatherburn, M. W. (1967). Phenol-Hypochorite reaction for determination of ammonia. *Journal of Analytical Chemistry*, 39: 971-974.

