دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهل و دوم، ۱۳۹۹

مقایسه برخی پارامترهای تغذیه‌ای و تخمیری سیلاژ تهیه شده از ذرت (*Zea mays* L.) رقم سینگل کراس ۷۰۴ در مرحله دندانه‌ای

محسن کاظمی[۱]

دریافت: ۹۷/۰/۱/۲ پذیرش: ۹۸/۳/۹

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی ارزش تغذیه‌ای و برخی پارامترهای تخمیری گیاه کامل ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤ در مرحله دندانه‌ای، قبل و بعد از سیلو شدن در اوایل پاییز سال ۱۳۹۷ و در منطقهٔ تربت‌جام انجام شد. نمونه کاملی از ذرت علوفه‌ای در دو بازه زمانی ٦۰ و ۱۲۰ روزه در کیسه‌های پلاستیکی چندلایه ذخیره و سیلو شدند و یک نمونه به‌عنوان شاهد (بدون سیلو) در نظر گرفته شد. داده‌های حاصله در قالب طرح کاملاً تصادفی آنالیز آماری شدند. برخی از ترکیبات شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و پارامترهای تخمیری محیط کشت و سیلو با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی متداول، تعیین شدند. ترکیبات شیمیایی (شامل CP، NDF، ADF، ADL، CF، EE، NFC، OM)، انرژی قابل متابولیسم، انرژی خالص شیردهی، قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی و فراسنجه‌های تولید گاز ذرت علوفه‌ای تحت تأثیر سیلو کردن قرار نگرفتند. اما در اثر سیلو کردن، میزان اسیدهای چرب فرار و نیتروژن آمونیاکی محیط کشت نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد. همچنین در اثر سیلو کردن، میزان اسید استیک، اسیدلاکتیک و نیتروژن آمونیاکی محیط سیلو افزایش معنی‌داری نشان داد ولی در مقابل، کربوهیدرات‌های محلول در آب و pH سیلو، کاهش معنی‌داری نشان داد. نتایج کلی آزمایشات نشان داد که سیلو کردن تأثیر منفی بر ترکیبات شیمیایی گیاه کامل ذرت نداشته، اما افزایش برخی پارامترها (همچون افزایش TVFA در محیط کشت و افزایش اسیدهای استیک و لاکتیک) نشان از تأثیرگذار بودن فرآیند سیلو شدن بر روند تخمیر علوفه کامل ذرت دارد. تفاوتی بین نتایج آزمایشگاهی حاصله برای سیلاژ ذرت در زمان‌های ٦۰ و ۱۲۰ روز سیلو مشاهده نشد. بنابراین می‌توان ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤ را در مرحله دندانه‌ای با یک کیفیت قابل‌قبول سیلو نمود.

واژه‌های کلیدی: ارزش تغذیه‌ای، پارامترهای تخمیری، ذرت علوفه‌ای، سیلو

کاظمی، م. ۱۳۹۹. مقایسه برخی پارامترهای تغذیه‌ای و تخمیری سیلاژ تهیه شده از ذرت (*Zea mays* L.) رقم سینگل کراس ۷۰٤ در مرحله دندانه‌ای. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۲: ۱۸۵-۱۷٤.

۱- استادیار، گروه علوم دامی، مجتمع آموزش عالی تربت‌جام، تربت‌جام، ایران. phd1388@gmail.com

مقدمه

ذرت مهم‌ترین غله در تغذیه انسان و دام محسوب می‌گردد که در شرایط مختلف جوی به‌صورت دانه‌ای و یا علوفه‌ای کشت می‌گردد. مهم‌ترین هدف برای حفظ هر محصول زراعی، نگهداری و ذخیره‌سازی آن در شرایط ایده‌آل برای استفاده در فصولی است که این محصول وجود نداشته و یا تولید آن کم می‌باشد. نگهداری علوفه به‌صورت خشک، از دیرباز به‌عنوان روش سنتی در جهت نگهداری علوفه استفاده می‌شده است. از طرفی تأخیر در برداشت علوفه تا مرحله بلوغ به منظور دستیابی به ماده خشک بیشتر، باعث کاهش ارزش تغذیه‌ای آن‌ها می‌شود. ازجمله روش‌هایی که تا حد زیادی وابستگی کمتری به شرایط جوی، مرحله برداشت و یا بلوغ گیاهان دارد و توسط پرورش‌دهندگان دام برای نگهداری گیاهان علوفه‌ای به کار می‌رود، استفاده از فرآیند سیلو کردن علوفه می‌باشد (ولی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۲). برقراری شرایط بی‌هوازی و ممانعت از ایجاد شرایط تخمیری نامناسب و کاهش سریع pH محیط سیلو ازجمله عوامل مؤثر در سیلو کردن علوفه محسوب می‌گردد. سیلاژ را می‌توان از گیاهان متنوع زیادی به‌ویژه گرامینه‌ها تهیه نمود. بهترین حالت برای سیلو کردن مواد علوفه‌ای زمانی است که این گیاهان از سطح مناسب ماده خشک (بیش از ۲۰ درصد)، کربوهیدرات‌های محلول در آب و ظرفیت بافری پایین برخوردار بوده و همچنین از یک ساختمان فیزیکی مناسب در جهت فشرده‌سازی بهینه در زمان سیلو کردن، برخوردار باشند (شعبان و باشتنی، ۱۳۹۲). ذرت مشهورترین گیاه از خانواده غلات بوده که از گیاه کامل آن در جهت تهیه سیلاژ، به‌وفور استفاده می‌گردد. همچنین سیلوی ذرت به دلیل داشتن انرژی زیاد، خوش‌خوراکی نسبتاً بالا و همچنین راحتی ذخیره‌سازی آن، همواره جزو یکی از مهم‌ترین منابع علوفه‌ای در تغذیه نشخوارکنندگان محسوب می‌شود. تأخیر در برداشت گیاه منجر به کاهش کربوهیدرات‌های محلول در آب می‌گردد که این کربوهیدرات‌ها پیش‌نیاز یک تخمیر مطلوب در سیلاژ می‌باشند، از طرفی لیگنینی شدن دیواره سلول‌های گیاهی اثرات منفی بر قابلیت هضم الیاف خام داشته و به دنبال آن مصرف روزانه ماده خشک توسط دام را کاهش می‌دهد. باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک موجود در سیلاژ، کربوهیدرات‌های محلول در آب را به اسیدلاکتیک تبدیل کرده و با کاستن از pH سیلاژ، از فعالیت کلستریدیوم‌ها و انتروباکترها که موجب افزایش pH و تولید اسیدبوتیریک می‌شوند، جلوگیری می‌کنند (منصوری یاراحمدی، ۱۳۸٦). همچنین انتروباکترها با تولید آمونیاک، pH محیط سیلو را افزایش دهند (منصوری یاراحمدی، ۱۳۸٦). با پیشرفت مراحل بلوغ گیاه، کاهش قابلیت هضم دیواره سلولی به‌ویژه در گراس‌ها نسبت به لگوم‌ها با سرعت بیشتری روی می‌دهد. این کاهش بیشتر ناشی از بالا رفتن مقدار لیگنین در تمام بخش‌های گیاه و نیز کاهش نسبت برگ به ساقه می‌باشد. برگ‌ها در قیاس با سایر بخش‌های گیاه، از کمترین میزان لیگنین برخوردار می‌باشند (هریسون و بلوویکر، ۱۹۹٤). گزارش‌شده است که سیلاژهای تهیه شده در شرایط مناسب تخمیر می‌بایستی دارای pH کمتر از ٤/٥، اسیدلاکتیک غالب نسبت به اسیداستیک و نیتروژن آمونیاکی کمتر از یک درصد ماده خشک علوفه سیلو شده داشته باشند (مشایخی و قربانی، ۱۳۹٤). مادامی‌که علوفه ذرت به‌سمت بالغ شدن پیش می‌رود، از میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب آن کاسته شده و بر میزان نشاسته آن افزوده می‌شود (جانسون و همکاران، ۲۰۰۳)، به‌طوری‌که مواد قابل تخمیر کمتری در دسترس باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک قرارگرفته و درنهایت فرآیند تخمیر در سیلو به تعویق خواهد افتاد. همچنین گزارش‌شده است که قابلیت هضم ماده آلی، الیاف خام و انرژی خام با پیشرفت بلوغ در گیاه ذرت، کاهش پیدا می‌کند (ویلکینسون و همکاران، ۱۹۷۸). مطالعات در خصوص کیفیت تخمیری-تغذیه‌ای سیلاژ تهیه شده از علوفه ذرت سینگل کراس ۷۰٤ در زمان دندانه‌ای شدنش محدود بوده، لذا در این تحقیق چندین روش آزمایشگاهی باهدف مقایسه برخی از پارامترهای تغذیه‌ای و تخمیری سیلاژ تهیه شده از گیاه کامل ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤ در مرحله دندانه‌ای در شهرستان تربت‌جام انجام شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌گیری و برخی روش‌های آزمایشگاهی بکار برده شده

نمونه‌هایی از علوفه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤ از یک مزرعه‌ای در تربت‌جام (واقع در روستای لنگر) به‌صورت تصادفی (به‌صورت پیمایش در سطح مزرعه و انتخاب تصادفی) در مرحله اواخر دندانه‌ای جمع‌آوری و در قالب کیسه‌های پلاستیکی بلافاصله به آزمایشگاه مرکزی مجتمع آموزش عالی تربت‌جام انتقال داده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱) علوفه کامل ذرت بدون سیلو شدن (شاهد)، ۲) علوفه کامل ذرت سیلو شده تا زمان ٦۰ روز و ۳) علوفه کامل ذرت سیلو شده تا زمان ۱۲۰ روز بودند. نمونه‌ها بلافاصله پس از انتقال به آزمایشگاه به قطعات در حدود ٤-۲ سانتیمتر خرد و در داخل کیسه‌های پلاستیکی دو لایه انتقال (به مقدار مساوی ۸ کیلوگرم) و پس از

تخلیه هوای درون آن‌ها به‌کمک پمپ خلأ، اقدام به فشرده‌سازی آن‌ها شد و بلافاصله درب آن‌ها بسته و در محیط آزمایشگاه به‌مدت ٦۰ و ۱۲۰ روز نگهداری شدند. برای هر زمان، ۵ تکرار در نظر گرفته شد. چندین نمونه از علوفه کامل ذرت جمع‌آوری شده نیز قبل از تهیه سیلو (به‌عنوان شاهد) برای بررسی برخی پارامترهای آزمایشگاهی آن به‌صورت تصادفی انتخاب و کلیه پارامترهایی که قرار بود برای سیلاژ ذرت در زمان ٦۰ و ۱۲۰ روز تعیین شود، نیز برای آن‌ها تعیین شد. بعد از اتمام زمان‌های ٦۰ و ۱۲۰ روزه، بلافاصله درب کیسه‌ها باز و پنج نمونه ۵۰ گرمی از بخش‌های مختلف هر سیلو برداشت و پس از اضافه کردن ٤۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن، توسط یک مخلوط کن به‌مدت ۱۰ دقیقه هم زده شد و درنهایت پس از صاف کردن مخلوط حاصله با پارچه متقال چندلایه، pH این عصاره به‌کمک pH متر (Metrohm 691) تعیین شد (عینی و باشتنی، ۱۳۹۵). برای اندازه‌گیری میزان نیتروژن آمونیاکی، بخشی از عصاره حاصل از سیلاژها پس از تعیین pH با نسبت مساوی با اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط و تا زمان آنالیز به‌روش کجلدال، در فریزر با دمای ۱۸- درجه سانتیگراد فریز شدند. کربوهیدرات‌های محلول در آب علوفه کامل ذرت قبل و بعد از سیلو شدن به‌روش فنل سولفوریک تعیین شد (دوبیوس و همکاران، ۱۹۵٦). اسیدهای لاکتیک و استیک عصاره‌های گرفته شده از سیلاژها نیز بر اساس روش کوک و کوسکونتونا (۲۰۰۳) تعیین شد. پروتئین محلول نمونه‌ها نیز بر اساس روش کریشنامورتی و همکاران (۱۹۸۲) تعیین شد. همچنین در حدود ۵۰۰ گرم سیلاژ ذرت از بخش‌های مختلف کیسه‌های پلاستیکی به‌صورت تصادفی انتخاب و پس از خشک شدن در دمای ٦۰ درجه سانتیگراد به‌مدت ٤۸ ساعت، اقدام به تعیین ترکیبات شیمیایی آن‌ها شد، به‌طوری‌که فیبر خام (CF)، لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی (ADL)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) و خنثی (NDF) به‌کمک دستگاه ساخته شده در شرکت گل پونه صفاهان اصفهان و بر اساس تکنولوژی انکوم و کیسه‌های داکرونی تعیین شدند (تکنولوژی انکوم، ۲۰۰۵ و ۲۰۰٦[a,b]). مقدار خاکستر (Ash)، چربی (EE) و پروتئین‌خام (CP) نیز (کجلدال) بر اساس روش‌های توصیه شده آ. او. آ. سی (۱۹۹۹) اندازه‌گیری شدند. عصاره عاری از نیتروژن (NFE) از تفاضل مجموع CP، EE، Ash و CF از عدد ۱۰۰ محاسبه شد (ارشدالله و همکارن، ۲۰۰۹). همچنین کربوهیدرات‌های غیرفیبری (NFC) از تفاضل مجموع CP، EE، NDF و Ash از عدد ۱۰۰ محاسبه شد (اسنیفن و همکاران، ۱۹۹۲). برای تعیین کلسیم و فسفر نمونه‌های گیاهی بر اساس روش‌های توصیه شده توسط آ. او. آ. سی (۱۹۹۰)، تعیین شدند، به‌طوری‌که مقدار کلسیم با دستگاه فلیم‌فتومتری و فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتری (Photonix-Ar-2017) و معرف مولیبدو-وانادات در طول موج ٤۳۰ نانومتر تعیین شدند.

روش تولید گاز، آماده‌سازی محیط کشت و اندازه‌گیری درصد تجزیه‌پذیری

در این مطالعه برای تهیه محلول محیط کشت (بزاق مصنوعی و نحوه ترکیب آن با مایع شکمبه) در آزمون تولید گاز از روش منک و استینگاس (۱۹۸۸) استفاده شد. مایع شکمبه مورد نیاز در تهیه محیط کشت از پنج رأس گوسفند نر مغانی که با یک جیره پرواری تهیه شده بر اساس جداول ان. آر. سی (۲۰۰۷) تغذیه می‌شدند، پس از کشتار آنها در کشتارگاه، تهیه شد. نمونه مایع شکمبه پس از استحصال بلافاصله با پارچه متقال چهار لایه صاف و با استفاده از فلاکس مخصوص بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شد. میزان ۲۰۰ میلی‌گرم (ماده خشک) از نمونه‌های کامل گیاه ذرت قبل و پس از سیلو شدن که با مش یک میلیمتری آسیاب شده بودند، به‌داخل شیشه‌های با حجم ۱۲۰ میلی‌لیتری ریخته و پس از افزودن مایع شکمبه و بزاق مصنوعی (با نسبت یک به دو) بلافاصله درب آن‌ها با درپوش‌های لاستیکی بسته شد و توسط کریمپر، درب‌های آلومینیومی رویی پلمپ و در بن‌ماری با درجه حرارت ۳۹ درجه سانتی‌گراد برای زمان‌های ۳، ٦، ۹، ۱۲، ۲٤، ٤۸، ۷۲، ۹٦ و ۱۲۰ ساعت انکوبه شدند. در زمان ثبت فشار توسط فشارسنج دیجیتالی (پی تی بی ۳۳۰، هلسینکی، فنلاند)، حجم گاز تولید شده در هر شیشه نیز با استفاده از سرنگ مخصوص ثبت گردید، به‌طوری‌که پس از ثبت فشار گاز، آنقدر پیستون سرنگ به عقب کشیده می‌شد تا فشار دستگاه صفر شود و در این لحظه حجم گاز از روی سرنگ قرائت و ثبت می‌شد (تئودورو و همکاران،۱۹۹٤). در مجموع پنج تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد. همچنین ۵ شیشه فاقد نمونه گیاهی به‌عنوان بلنک برای تصحیح گاز تولید شده از ذرات قبلی باقیمانده در مایع شکمبه، در نظر گرفته شد. محیط کشت تهیه شده برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی، کل اسیدهای چرب فرار و pH، مشابه محیط کشت تهیه شده در آزمون تولید گاز (به‌صورت همزمان) بود با این تفاوت که پس از اتمام زمان ۲٤ ساعت انکوباسیون، درب شیشه‌های انکوبه شده باز و نمونه‌گیری انجام شد. با کمک سوزن مخصوص، گاز تولید شده در شیشه‌ها تا قبل

از اتمام زمان ۲٤ ساعت انکوباسیون، متناوباً خارج می‌شد تا تجمع گاز اثر منفی بر فرآیند تخمیر میکروارگانیسم‌های محیط کشت و درنهایت قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی نگذارد. پس از صاف کردن نمونه گرفته شده از محیط کشت در زمان ۲٤ ساعت انکوباسیون، بلافاصله pH آن با دستگاه pH متر (متروهم، ٦۹۱) اندازه‌گیری شد. مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از نمونه محیط کشت بعد از صاف شدن با پارچه متقال چهار لایه، با ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط و تا انجام آزمایشات بعدی، در فریزر با دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و درنهایت پس از یخ‌گشایی، میزان نیتروژن آمونیاکی به‌روش کجلدال تعیین شد (کومولونگ و همکاران، ۲۰۰۱). نحوه نمونه‌گیری از محیط کشت و آماده‌سازی آن‌ها برای اندازه‌گیری کل اسیدهای چرب فرار (TVFA) بر اساس روش گتاچیو و همکاران (۲۰۰٤) انجام شد و نیز مقدار TVFA بر اساس روش بارنت و رید (۱۹۵۷) و با استفاده از دستگاه مارخام تعیین شد. همچنین از یک محیط کشت مشابه آزمون تولید گاز برای تعیین تجزیه‌پذیری ماده خشک و ماده آلی استفاده شد با این تفاوت که در آن مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم ماده خشک در محیط شیشه‌ها انکوبه شده، به‌طوری‌که نسبت بزاق مصنوعی به مایع شکمبه نیز دو به یک در نظر گرفته شد (حجم ۵۰ میلی‌لیتر). پس از اتمام زمان انکوباسیون (۲٤ ساعت)، محتوای کامل داخل شیشه‌های انکوبه شده (کشت ثابت) با استفاده از فیلترهای شیشه‌ای متخلخل سینتره (گوچ، تخلخل ۱) و با استفاده از پمپ خلأ صاف و پس از انتقال به‌درون کروزه‌های مخصوص، به‌مدت ٤۸ ساعت در دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد جهت خشک شدن کامل، قرارگرفته و سپس توزین شده و درنهایت کاهش وزن نسبت به وزن اولیه نمونه گیاهی انکوبه شده بر اساس درصد برای تجزیه‌پذیری ماده‌خشک (DMD) در نظر گرفته شد (موریسیو و همکاران، ۲۰۰۱). همچنین میزان ماده آلی بقایای نمونه‌های جمع‌آوری شده از محیط کشت به‌روش خاکستر شدن تعیین و درنهایت درصد تجزیه‌پذیری ماده آلی نمونه‌ها به‌روش موریسیو و همکاران (۲۰۰۱) تعیین شد.

برآوردها و پروتکل‌های آماری

مقدار مصرف ماده خشک (درصدی از وزن زنده دام) بر اساس معادله $DMI = 120/\%NDF$ محاسبه شد (سنسون و کرچر، ۱۹۹٦)، که در آن NDF معادل درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی بود. شاخص ارزش نسبی خوراک (RFV) از معادله $RFV = (\%DDM \times \%DMI)/1.29$ محاسبه شد (سنسون و کرچر، ۱۹۹٦) که در آن DDM و DMI به‌ترتیب برابر با درصد قابلیت هضم ماده خشک و میزان مصرف ماده خشک بر اساس درصدی از وزن زنده حیوان بود. شاخص کیفیت نسبی علوفه RFQ نیز بر اساس معادله $RFQ = 1.14 \times RFV - 32.224\ (R2 = 0.86)$ محاسبه شد (آندرسندر، ۲۰۰۷). داده‌های بدست آمده از آزمون گاز بر اساس معادله $Y = b(1 - e^{-ct})$ آنالیز شدند که در آن، Y= حجم گاز تولیدی در زمان t، b= پتانسیل تولید گاز پس از ۱۲۰ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)، c= ثابت نرخ تولید گاز برای b (میلی‌لیتر در ساعت) و t= زمان انکوباسیون (h) می‌باشد (ارسکو و مکدونالد، ۱۹۷۹). انرژی قابل متابولیسم (ME) و انرژی خالص برای شیردهی (NE_l) بر اساس معادلات منک و استینگاس (۱۹۸۸) تعیین شدند. داده‌های این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌کمک نرم افزار اس. ای. اس (۲۰۰۲) آنالیز شدند. اختلاف آماری بین تیمارها در سطح ۵ درصد و با آزمون دانکن تعیین شد. در این پژوهش نیز از مدل آماری $Yij = \mu + Ti + eij$ استفاده شد که در آن Yij= مقدار هر مشاهده، μ= میانگین کل، Ti= اثر تیمار و eij= خطای آزمایشی بود.

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی علوفه کامل ذرت قبل و بعد سیلو شدن

اختلاف آماری معنی‌داری از لحاظ ترکیبات شیمیایی (به‌جز NFE) در بین تیمارهای تهیه شده از علوفه کامل ذرت، قبل و بعد از سیلو شدن مشاهده نشد (جدول ۱) ولی سیلاژ ذرت آماده شده در زمان ۱۲۰ روز، از بیشترین میزان عصاره عاری از نیتروژن (NFE) برخوردار بود. گزارش‌شده است که هر چه علوفه ذرت در هنگام برداشت به‌سمت بالغ شدن پیش برود، بر مقدار ماده خشک آن افزوده می‌شود (جانسون و همکاران، ۲۰۰۳)، بنابراین بالاتر بودن درصد ماده خشک علوفه ذرت سینگل کراس ۷۰٤ مطالعه حاضر نسبت به مواردی که در سایر مقالات گزارش‌شده است (قنبری و همکاران، ۱۳۸۹؛ جانسون و همکاران، ۲۰۰۳)، مربوط به نمونه‌گیری در فاز دندانه‌ای (قبل از بلوغ کامل گیاه) گیاه می‌باشد. میزان خاکستر گزارش‌شده برای گیاه کامل سینگل کراس ۷۰٤ در مرحله ظهور اندام‌های نر، شیری شدن و مرحله خمیری شدن دانه توسط قنبری و همکاران (۱۳۸۹) به‌ترتیب معادل ٦/۷، ۷/٦ و ۸/۱ درصد گزارش شد که به‌نظر می‌رسد درصد خاکستر نمونه گیاه ذرت مطالعه حاضر در

توافق با این مطالعه در مرحله خمیری شدن، باشد. همچنین میزان EE (۶/۹-۶/۱۵)، ADL (۹/۵۷-۱۱/۱۱) NDF (۴۲/۸۸-۴۷/۳۷) و ADF (۲۵/۲۰-۲۹/۵۰ درصد) حاصل از گیاه ذرت نمونه‌گیری شده در مرحله ظهور اندام‌های نر تا مرحله خمیری شدن (قنبری و همکاران، ۱۳۸۹)، در دامنه گزارشات مطالعه ما نمی‌باشد. در توافق با مطالعه ما، درصد پروتئین‌خام و ماده خشک علوفه کامل ذرت، تحت تأثیر زمان‌های مختلف سیلو شدن قرار نگرفت (فرارتو و همکاران، [a]۲۰۱۵). علیرغم اینکه در مطالعه حاضر، تفاوتی در درصد ماده خشک علوفه کامل ذرت قبل و پس از سیلو شدن مشاهده نشد، ولی در سایر مطالعات (در-بدروسیان و همکاران، ۲۰۱۲؛ یانگ و همکاران، ۲۰۱۲) یک افزایش ۲ واحدی ماده خشک در سیلاژهایی مشاهده شد که برای مدت طولانی‌تری سیلو شده بودند. در مطالعات مختلف (فرارتو، [a]۲۰۱۵؛ یانگ و همکاران، ۲۰۱۲) نیز درصد NDF تحت تأثیر زمان سیلو کردن قرار نگرفت که در تطابق با مطالعه فعلی می‌باشد.

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی علوفه کامل ذرت قبل و بعد از سیلو شدن

مورد	WCM (0day)[1]	WCM (60day)[2]	WCM (120day)[3]	SEM	P-Value
ماده خشک (٪)	۲۹/۷۲	۲۹/۸۹	۳۰/۰۲	۱/۰۳	۰/۹۸
ماده آلی (٪ از ماده خشک)	۹۱/۵۳	۹۱/٤۷	۹۱/٤۸	۰/۰٤	۰/٤۷
پروتئین‌خام (٪ از ماده خشک)	۷/۹۹	۷/۹۷	۷/٦۰	۰/۱۲	۰/۱۱
خاکستر (٪ از ماده خشک)	۸/٤۷	۸/۵۳	۸/۵۲	۰/۰٤	۰/٤۷
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (٪ از ماده خشک)	٦۷/۲۰	٦۷/۸۳	٦٦/۵۳	۰/٦۷	۰/٤۳
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (٪ از ماده خشک)	٤۱/۰۷	٤۱/٦۷	٤۱/٤۷	۰/٤۱	۰/٦۰
لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی (٪ از ماده خشک)	۵/۸۳	۵/٤۲	۵/۳۹	۰/۱۵	۰/۱٤
عصاره عاری از نیتروژن (٪ از ماده خشک)	۵۰/۹٤[a]	۵۱/۵۸[a]	٤۹/۱۹[b]	۰/٤۱	۰/۰۲
کربوهیدرات‌های غیر فیبری (٪ از ماده خشک)	۱٤/۳۳	۱۳/٤٦	۱۵/۳۲	۰/٦۷	۰/۲۳
فیبر خام (٪ از ماده خشک)	۳۰/۵۸	۳۰/۳٤	۳۱/۷۰	۰/٤۱	۰/۱۲
چربی خام (٪ از ماده خشک)	۲/۰۱	۲/۲۰	۲/۰٤	۰/۰۵	۰/۱۱
کلسیم (٪ از ماده خشک)	۰/۱۳۷	۰/۱۱۷	۰/۱۲۷	۰/۰۲	۰/۸۲
فسفر (٪ از ماده خشک)	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۰۲	۰/۱۲

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب شامل علوفه کامل ذرت (Whole crop maize:WCM) قبل از سیلو، ٦۰ و ۱۲۰ روز بعد از سیلو شدن می‌باشند.

ماده آلی (OM)، پروتئین‌خام (CP)، خاکستر (Ash)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی (ADL)، عصاره عاری از نیتروژن (NFE)، کربوهیدرات‌های غیرفیبری (NFC)، فیبر خام (CF)، چربی خام (EE)، کلسیم (Ca) و فسفر (P)

فراسنجه‌های تولید گاز، نیتروژن آمونیاکی و pH حاصل از محیط کشت ناشی از انکوباسیون علوفه کامل ذرت قبل و بعد از سیلو شدن در جدول ۲ آورده شده است. در بین پارامترهای گزارش‌شده در جدول ۲، تنها TVFA و نیتروژن آمونیاکی محیط کشت معنی‌دار شد، به‌طوری‌که غلظت نیتروژن آمونیاکی و TVFA ناشی از انکوباسیون علوفه ذرت سیلو شده در زمان‌های ٦۰ و ۱۲۰روز، نسبت به علوفه ذرت بدون سیلو شدن، بیشتر بود. سال‌های متمادی است که از روش آزمایشگاهی تولید گاز و محیط کشت (کاظمی و همکاران، ۲۰۰۹؛ کاظمی و همکاران، ۲۰۱۲؛ کولیوند و همکاران، ۱۳۹٤) برای ارزیابی ارزش تغذیه‌ای بسیاری از گیاهان استفاده شده است که این تکنیک علاوه بر ارزان بودن، اجرای آن در شرایط آزمایشگاهی راحت‌تر بوده و تخمین نسبتاً دقیقی از قابلیت هضم خوراک نسبت به شرایط آزمایش بر روی دام زنده (*in vivo*) را برای پژوهشگران مهیا می‌سازد. در واقع هرچه میزان هضم در محیط کشت بیشتر باشد، منجر به تولید گاز بیشتر در زمان‌های مختلف انکوباسیون خواهد شد. در مطالعه حاضر اگر چه میزان تولید گاز برای علوفه کامل ذرت قبل و بعد از سیلو شدن در یک دامنه

قابل‌قبول قرار دارد، ولی فراسنجه‌های تولید گاز (جدول ۲) تحت تأثیر سیلو شدن و یا زمان‌های سیلو شدن قرار نگرفتند. میزان تولید گاز گزارش‌شده (گتاچیو و همکاران، ۲۰۰٤) برای سیلاژ ذرت در زمان‌های ۲٤ و ٤۸ ساعت انکوباسیون (به‌ترتیب معادل ٤٦/۸ و ٥٦/٦ میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه) قابل مقایسه با مطالعه فعلی می‌باشد. در گزارش دیگری نیز میزان گاز تولیدی در زمان ۷۲ ساعت انکوباسیون برای نمونه‌های مختلف ذرت که در زمان‌های مختلف برداشت شده بودند، بین ۲۹٥ تا ۳٦۰ میلی‌لیتر به ازای هر گرم ماده آلی گزارش شد (دبوور و همکاران، ۲۰۰٥). در مطالعه فعلی عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار برای فراسنجه‌های تولید گاز در خصوص علوفه کامل ذرت قبل و بعد از سیلو شدن، نشان از این دارد که شرایط سیلو نتوانسته ترکیبات شیمیایی علوفه ذرت را دستخوش تغییرات جدی نماید که از آنطرف بتواند فراسنجه‌های تولید گاز را دستخوش تغییرات نماید. نیتروژن آمونیاکی، یک منبع اصلی برای سنتز پروتئین میکروبی (بچ و همکاران، ۲۰۰٥) محسوب می‌شود به‌طوری‌که این منبع نیتروژنی، به نحو مؤثر و کارآمدی توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (ویرتانن، ۱۹٦٦). در مطالعه فعلی نیز کمترین مقدار نیتروژن آمونیاکی در محیط کشت مربوط به علوفه کامل ذرت سیلو نشده بود، بنابراین به‌نظر می‌رسد که سیلوهای تهیه شده از ذرت در زمان‌های ٦۰ و ۱۲۰ روز، میزان نیتروژن آمونیاکی بیشتری را در دسترس میکروارگانیسم‌های محیط شکمبه، قرار داده‌اند. اسیدهای چرب فرار، مهم‌ترین فرآورده‌های تولیدی ناشی از تخمیر مواد خوراکی در شکمبه نشخوارکنندگان می‌باشد، به‌طوری‌که استات، پروپیونات و بوتیرات مهم‌ترین اسیدهای چرب فرار تولید شده در اثر فرآیند تخمیر در شکمبه می‌باشند که مهم‌ترین منابع تأمین کننده انرژی برای نشخوارکنندگان محسوب می‌شوند (ون هوترت، ۱۹۹۳). در مطالعه فعلی، سیلو کردن علوفه ذرت (چه در زمان ٦۰ و چه ۱۲۰ روز) منجر به تولید بیشتر TVFA در اثر انکوباسیون در محیط کشت شد. شکمبه به‌عنوان مهم‌ترین مخزن تخمیری در دام‌های نشخوارکننده، می‌تواند برخی فرآورده‌های نهایی تخمیر ازجمله نیتروژن آمونیاکی، اسیدهای چرب فرار و پروتئین میکروبی را برای برطرف کردن نیازهای انرژی و پروتئینی دام میزبان تولید نماید (واناپات، ۲۰۰۰). همچنین خوراک‌های مختلف دامی می‌توانند باعث ایجاد تغییر در شرایط زندگی میکروارگانیسم‌ها و در ادامه پتانسیل تولید گاز در محیط کشت گردند و درنهایت می‌توانند الگوی تخمیر و حتی pH شکمبه را دستخوش تغییرات جدی نماید، کما اینکه در مطالعه پیش‌رو، تغییر در الگوی تخمیری محیط کشت، منجر به بروز تفاوت در تولید نیتروژن آمونیاکی و TVFA در اثر انکوباسیون تیمارهای مختلف شد.

جدول ۲- فراسنجه‌های تولید گاز، نیتروژن آمونیاکی و pH حاصل از محیط کشت ناشی از انکوباسیون علوفه کامل ذرت قبل و بعد از سیلو شدن

مورد	WCM (0day)[1]	WCM (60day)[2]	WCM (120day)[3]	SEM	P-Value
پتانسیل تولید گاز (bgas)	٥٦/۳۷	٥٥/٥۰	٥٥/٤۰	۰/۳۰	۰/۱۱
ثابت نرخ تولید گاز (cgas)	۰/۱۰٤	۰/۱۰۹	۰/۱۰٦	۰/۰۰٤	۰/٦٥
گاز حاصل از ۱۲ ساعت انکوباسیون	۳۹/۸۱	۳۸/۷۰	۳۹/۰۲	۰/۳٥	۰/۱٤
گاز حاصل از ۲٤ ساعت انکوباسیون	٥۰/۲۹	٤۹/۸۱	٤۹/٦٦	۰/٤۹	۰/٦٥
گاز حاصل از ٤۸ ساعت انکوباسیون	٥۳/۰۲	٥۱/٦۷	٥۲/۰۳	۰/٤۹	۰/۲۱
اسیدهای چرب فرار کل (TVFA)	٥٤/٤۷[b]	٥۸/۱۳[a]	٥۸/٤۷[a]	۱/۰۰	۰/۰٥
نیتروژن آمونیاکی محیط کشت (NH_3-N)	۱٤/۰۳[b]	۱٥/۳۰[a]	۱٥/۹٤[a]	۰/۲۰	۰/۰۰۱
pH محیط کشت	٦/٥۹	٦/٥٥	٦/٤۹	۰/۰٦	۰/٥۲

حروف غیرمشابه در هر ردیف بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰٥).

۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب شامل علوفه کامل ذرت (Whole crop maize:WCM) قبل از سیلو، ٦۰ و ۱۲۰ روز بعد از سیلو شدن می‌باشند.

قابلیت هضم و سایر موارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری شده

برخی پارامترهای تغذیه‌ای علوفه کامل ذرت، قبل و بعد از سیلو شدن در جدول ۳ آورده شده است. اختلاف آماری معنی‌داری در بین پارامترهای مورد مطالعه (جدول ۳) برای علوفه ذرت قبل و بعد از سیلو شدن مشاهده نشد. قابلیت هضم به‌روش آزمایشگاهی یکی از روش‌های مفید در برآورد ارزش غذایی خوراک‌های مختلف محسوب شده به‌طوری‌که هر چه مقدار آن در آزمایشات مختلف بیشتر باشد، بیانگر بالاتر بودن

ارزش نسبی آن خوراک خواهد بود (برونبرگ و همکاران، ۲۰۰۱). گزارش‌شده است که قابلیت هضم علوفه‌ها می‌تواند تحت تأثیر نحوه ذخیره شدنشان قرار بگیرد به‌طوری‌که در اثر سیلو کردن برخی از گیاهان همچون چمن مرتعی (*Poa pratensis*) و چچم پایدار (*Lolium perenne*)، قابلیت هضم ماده خشک به‌ترتیب معادل ۰/۱ و ۰/۰۵ واحد کاهش یافت (دمارکوئیلی و جاریگه، ۱۹۷۱). ویلسون و کولین (۱۹۸۰) گزارش کردند که چمن مرتعی، از قابلیت کمتری برای سیلو شدن برخوردار بوده که علت آن‌را مربوط به آزادسازی کند کربوهیدرات‌های محلول در آب برای شروع فرآیند تخمیر این گیاه عنوان کردند. در مطالعه فعلی، سیلو کردن تأثیری بر قابلیت هضم ماده آلی و ماده خشک گیاه کامل ذرت نداشت، اما در مطالعه‌ای قابلیت هضم نشاسته با افزایش زمان سیلو شدن، نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد هر چند که قابلیت هضم NDF تحت تأثیر زمان و اثر سیلو شدن قرار نگرفت (فرارتو و همکاران، ۲۰۱۵[a]). قابلیت هضم ماده آلی و متعاقباً انرژی قابل متابولیسم با افزایش تأخیر در جمع‌آوری ذرت از ۱۲۰ به ۱۵۰ روز، افزایش معنی‌داری نشان داد (سلیمان و همکاران، ۲۰۱۷). اگرچه که اصولاً ارزش تغذیه‌ای سیلاژ از طریق برآورد میزان قابلیت هضم آن تعیین می‌گردد اما این قابلیت هضم می‌تواند تحت تأثیر فرآیند تخمیر در محیط سیلو نیز قرار بگیرد (استین و همکاران، ۱۹۹۸)، بنابراین تخمین صحیح و مناسب ارزش تغذیه‌ای سیلاژها، نیازمند انجام یکسری آزمایشات جامع شیمیایی می‌باشد. از شاخص ارزش نسبی خوراک (RFV: Relative Feed Value) برای ارزیابی کیفیت علوفه‌های خانواده لگومینه و گرامینه، مقایسه واریته‌های گیاهان و قیمت‌گذاری علوفه‌ها، سال‌های متمادی است که استفاده می‌شود و در حقیقت مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار بر این شاخص، شامل قابلیت هضم ماده خشک (DMD) و میزان مصرف ماده خشک (DMI) بر اساس وزن زنده دام بوده که این پارامترها به‌ترتیب از روی میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و اسیدی (ADF) علوفه قابل تخمین می‌باشند (موری و آندرسندر، ۲۰۰۲). علوفه‌های با RFV بین ۱۰۲-۸۷ از لحاظ ارزش غذایی در گروه با درجه ۳ قرارگرفته و از کمترین کیفیت و ارزش خوراکی برخوردار می‌باشند (ردفرن و همکاران، ۲۰۰۸)، بنابراین با توجه به RFV برآورد شده برای علوفه ذرت قبل و بعد از سیلو شدن (البته در شرایط دندانه‌ای و قبل از بلوغ کامل) (۷۹/۱۷-۷۷/۴۲)، گیاه ذرت مطالعه حاضر به‌دلیل برداشت در زمان قبل از بلوغ کامل (اعم از سیلو شده و نشده)، جزو منابع علوفه‌ای با کیفیت پایین (درجه سه به بالا) طبقه‌بندی می‌شوند. علیرغم اینکه شاخص RFV جزو منابع مورد تایید برای ارزیابی کیفی علوفه‌ها محسوب می‌گردد ولی تفاوت در قابلیت هضم الیاف خام خوراک می‌تواند باعث بروز اختلاف در عملکرد حیوان در زمانی گردد که دام‌ها از علوفه‌های با شاخص RFV یکسان تغذیه می‌شوند، لذا برای برطرف شدن این مشکل، استفاده از شاخص کیفیت نسبی علوفه (RFQ: Relative Forage Quality) در ارزیابی علوفه‌ها پیشنهاد شده است (موری و آندرسندر، ۲۰۰۲). هنگامی‌که قابلیت هضم مواد علوفه‌ای متوسط باشد، به‌طور نسبی، شاخص‌های RFV و RFQ با یکدیگر مشابه بوده ولی در زمانی‌که اختلاف قابلیت هضم در بین علوفه‌ها افزایش می‌یابد، شاخص RFQ، ارزیابی بهتری از کیفیت علوفه‌ها خواهد داشت.

جدول ۳- برخی پارامترهای تغذیه‌ای علوفه کامل ذرت، قبل و بعد از سیلو شدن

مورد	WCM (0day)[1]	WCM (60day)[2]	WCM (120day)[3]	SEM	P-Value
قابلیت هضم آزمایشگاهی ماده خشک (IVDMD, %)	٦٦/٧٧	٦٦/٥٩	٦٦/٥٤	۰/۲۱	۰/۷۵
قابلیت هضم آزمایشگاهی ماده آلی (IVOMD, %)	٦٧/٩٥	٦٧/٧٠	٦٧/٤٤	۰/۳۰	۰/۵۱
انرژی قابل متابولیسم (ME, MJ/kgDM)	۹/۰۷	۹/۰۰	۸/۹۸	۰/۰۷	۰/٦٤
انرژی خالص شیردهی (NEl, MJ/KgDM)	۵/۳۹	۵/۳۵	۵/۳۳	۰/۰۵	۰/٦٤
مصرف ماده خشک روزانه (DMI، ٪ از وزن زنده)	۱/۷۸	۱/۷۷	۱/۸۰	۰/۰۲	۰/٤۳
شاخص ارزش نسبی خوراک (RFV)	۷۸/۷۹	۷۷/٤۲	۷۹/۱۷	۱/۰۱	۰/٤۸
شاخص کیفیت نسبی علوفه (RFQ)	۷۵/۹۷	۷٤/۵۲	۷٦/۳٦	۱/۰٦	۰/۵

حروف غیرمشابه در هر ردیف بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب شامل علوفه کامل ذرت (Whole crop maize:WCM) قبل از سیلو، ٦۰ و ۱۲۰ روز بعد از سیلو شدن می‌باشند.

میزان کربوهیدرات‌ها و پروتئین محلول در آب و برخی پارامترهای تخمیری حاصل از علوفه کامل ذرت، قبل و بعد از سیلو شدن در جدول ٤ آورده شده است. در اثر سیلو کردن علوفه کامل ذرت، مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب و pH سیلو، کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد (روز صفر) نشان داد ولی مقادیر پروتئین محلول، نیتروژن آمونیاکی، اسیدلاکتیک و اسید استیک در اثر سیلو کردن علوفه کامل ذرت، نسبت به تیمار شاهد (روز صفر) افزایش معنی‌داری نشان دادند. نیتروژن آمونیاکی موجود در سیلاژ، یک شاخص اصلی از تجزیه پروتئین‌ها بوده به‌طوری‌که از واکنش بین آنزیم‌های پروتئولیتیک موجود در گیاه و میکروارگانیسم‌های متعددی منجمله کلستریدیوم‌ها تولید می‌شود، همچنین آمونیاک موجود در سیلاژ که حاوی اسید بوتیریک نباشد، اغلب از فعالیت آنزیم‌های گیاهی تولید می‌شود (دابلژویک و همکاران، ۲۰۱٦). در مطالعه دیگری با افزایش مدت زمان سیلو شدن ذرت علوفه‌ای، میزان نیتروژن آمونیاکی و پروتئین محلول موجود در سیلوها، کاهش معنی‌داری نشان داد (فرارتو و همکاران، ۲۰۱۵[a]) که در تطابق با مطالعه حاضر می‌باشد. سطح آمونیاک موجود در شکمبه، ممکن است که بر روی میزان مصرف ماده خشک سیلاژ تأثیر داشته باشد ولی بعد از مصرف سیلاژها، غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه ممکن است تا ۸۰ میلی‌گرم در دسی لیتر افزایش پیدا کند به‌طوری‌که این افزایش غلظت متأثر از غلظت نیتروژن آمونیاکی سیلاژ نیست بلکه بیشتر ناشی از میزان و قابلیت حلالیت پروتئین‌ها در محیط سیلو می‌باشد (چارملی و ویبرا، ۱۹۹۰). بنابراین سیلاژهای دارای پروتئین محلول بالا، می‌توانند سطح نیتروژن آمونیاکی محیط شکمبه را افزایش دهند. البته در مطالعه حاضر نیز سطح پروتئین محلول علوفه کامل ذرت در اثر سیلو شدن، افزایش معنی‌داری نشان داد (چارملی، ۲۰۰۱).

جدول ٤- میزان کربوهیدرات‌ها و پروتئین محلول در آب و برخی پارامترهای تخمیری حاصل از علوفه کامل ذرت، قبل و بعد از سیلو شدن

مورد	WCM (0day)[1]	WCM (60day)[2]	WCM (120day)[3]	SEM	P-Value
کربوهیدرات‌های محلول در آب (٪ از ماده خشک)	۵/۹۰[a]	۳/٤۲[b]	۳/۲۰[b]	۰/۲٦	۰/۰۰۰۱
پروتئین محلول (٪ از پروتئین‌خام)	۲۱/۰۵[c]	۲۸/۳۰[b]	۳۱/۱۲[a]	۰/٦٦	۰/۰۰۰۱
نیتروژن آمونیاکی (٪ از پروتئین‌خام)	۱/۹۵[c]	۳/۹۱[b]	۵/۵۰[a]	۰/۱۳	۰/۰۰۰۱
اسیدلاکتیک (٪ از ماده خشک)	۰/۲۰[b]	۳/۷٦[a]	۳/۸۱[a]	۰/۱۰	۰/۰۰۰۱
اسید استیک (٪ از ماده خشک)	۰/۱۱[b]	۰/۷۹[a]	۰/۸۷[a]	۰/۰۸	۰/۰۲
pH	۵/٤۰[a]	٤/۰۲[b]	۳/۹۹[b]	۰/۰۷	۰/۰۰۰۱

حروف غیرمشابه در هر ردیف بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌ها می‌باشد (P<۰/۰۵).

۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب شامل علوفه کامل ذرت (Whole crop maize:WCM) قبل از سیلو، ٦۰ و ۱۲۰ روز بعد از سیلو شدن می‌باشند.

انرژی قابل متابولیسم (ME) و انرژی خالص برای شیردهی (NE_l)، ازجمله مهم‌ترین پارامترها در ارزیابی کیفیت علوفه‌ها می‌باشند، به‌طوری‌که هر چه مقادیر پروتئین‌خام و انرژی قابل متابولیسم در منابع علوفه‌ای بیشتر باشد، این گیاهان از ارزش تغذیه‌ای بالاتری برخوردار بوده و قادر به برآورده ساختن نیازهای تغذیه‌ای روزانه دام‌های مصرف کننده خواهند بود (رودز و شارو، ۱۹۹۰؛ ارزانی و همکاران، ۱۳۸۹). برای بسیاری از کشاورزان، کیفیت سیلاژ اغلب توسط یک شاخص ساده از قبیل تعیین میزان پروتئین‌خام و یا کل مواد مغذی قابل هضم (TDN) قابل محاسبه می‌باشد ولی این شاخص‌ها تنها منعکس کننده وضعیت گیاه در زمان برداشت آن‌ها خواهد بود و ویژگی‌های تخمیری سیلاژ را در بر نخواهد گرفت (چارملی، ۲۰۰۱)، بنابراین اندازه‌گیری برخی پارامترهای تخمیری همچون اسیدلاکتیک و اسید استیک در مطالعه فعلی، نشان از اهمیت پروسه تخمیری در فرآیند سیلو شدن دارد. در تطابق با مطالعه حاضر، مقادیر اسید استیک و اسیدلاکتیک در اثر سیلو کردن ذرت علوفه‌ای، کاهش معنی‌داری نشان داد (فرارتو و همکاران، ۲۰۱۵[a]). مصرف سیلاژ با pH خیلی پایین، اغلب منجر به کاهش مصرف خوراک در دام‌ها می‌شود که این مسأله مربوط به کاهش pH شکمبه و متعاقباً کاهش فعالیت‌های سلولولیتیکی در محیط شکمبه و درنهایت کاهش مصرف خوراک می‌باشد (چارملی، ۲۰۰۱). در مطالعه حاضر دامنه pH سیلاژ تهیه شده از علوفه کامل ذرت قابل‌قبول بود به‌طوری‌که این دامنه pH در تطابق با گزارشات سایر محققین می‌باشد (فرارتو و همکاران، ۲۰۱۵[a,b]، چارملی، ۲۰۰۱).

نتیجه‌گیری

علیرغم اینکه میزان کربوهیدرات‌ها و پروتئین محلول علوفه کامل ذرت در اثر سیلو شدن کاهش پیدا کرد ولی برخی از پارامترهای تخمیری محیط سیلو همچون نیتروژن آمونیاکی، اسید استیک و اسیدلاکتیک در واکنش به سیلو شدن، افزایش معنی‌داری نشان داد. همچنین فراسنجه‌های تولید گاز و نیز قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی ذرت علوفه‌ای قبل و بعد از سیلو شدن تغییر نکرد اما میزان TVFA و نیتروژن آمونیاکی محیط کشت، افزایش معنی‌داری نشان داد. اگرچه که برای پروتئین محلول و نیتروژن آمونیاکی محیط سیلو در بین زمان‌های ٦٠ و ١٢٠ روز اختلاف معنی‌داری وجود داشت ولی برای سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده در این پژوهش، تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. در مجموع با توجه به نتایج کلی، ذرت علوفه‌ای رقم سینگل کراس ٧٠٤ را می‌توان با یک کیفیت قابل‌قبول در مرحله دندانه‌ای (به مدت ٦٠ تا ١٢٠ روز) سیلو نمود بدون اینکه از ارزش تغذیه‌ای آن کاسته شود.

سپاسگزاری

مقاله حاضر، حاصل طرح تحقیقاتی مصوب در شورای پژوهشی مجتمع آموزش عالی تربت‌جام می‌باشد، لذا نویسنده مقاله، از این مجتمع بخاطر حمایت‌های مالی از این طرح، تقدیر و تشکر می‌نماید. همچنین از کارشناس محترم آزمایشگاه جناب آقای مهندس بهزاد فهمیده نیز تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

ارزانی، ح.، ح. پیری صحراگرد، ج. ترکان و ک. ساعدی. ۱۳۸۹. مقایسهٔ کیفیت علوفهٔ برخی گونه های گیاهی مراتع سارال کردستان در مراحل مختلف فنولوژیک. مجله مرتع. جلد ٤، شماره ٢: ١٦٧-١٦٠.

شعبان، و. م. و باشتنی م. ۱۳۹۲. مقایسه ترکیب شیمیایی و ارزش خوراکی علوفه سورگوم با دو روش مختلف سیلو کردن با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی و آزمون گاز. مجله تحقیقات دام و طیور. جلد ۲، شماره ۱: ٤٩-٤١.

عینی، ب. و م. باشتنی. ۱۳۹۵. بررسی ارزش تغذیه‌ای و تجزیه‌پذیری سیلاژ سورگوم از علوفه چین اول و دوم. پژوهش‌های تولیدات دامی. جلد ۷، شماره ١٤: ١٤٢-١٣٦.

قنبری، ا.، ا. احمدیان، ب. میر و ا. رزمجو. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر زمان برداشت بر ویژگی‌های کمی و کیفی علوفه‌ی ذرت. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. جلد ٤، شماره ١٥: ٥٤-٤١.

کولیوند، م. و ف. کفیل‌زاده. ١٣٩٤. اثر افزودن چهار علف مرتعی (بابونه، گزنه، کنگر وحشی و کاسنی زرد) بر قابلیت هضم و تولید گاز متان علف یولاف در شرایط آزمایشگاهی. نشریه علوم دامی (پژوهش و سازندگی). جلد ٢٨، شماره ١٠٧: ٢١٠-٢٠٧.

مشایخی، م. ر. و غ. قربانی. ١٣٨٤. تغییرات ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم علف نی در طی فصل رشد و خصوصیات سیلوئی آن. مجله پژوهش و سازندگی. جلد ١٨، شماره ٦٨: ٩٨-٩٣.

منصوری یاراحمدی، ح. ١٣٨٦. بررسی امکان بهبود کیفیت ذرت سیلو شده و کاهش مدت زمان عمل‌آوری آن با استفاده از افزودنی‌های میکروبی. یافته‌های نوین کشاورزی. جلد ۱، شماره ۳: ۲۵۰-۲٤۱.

ولی‌زاده، ر.، ناصریان، ع. و اژدری فر، آ. ۱۳۸۲. بیوشیمی سیلاژ . انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

A. O. A. C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia, USA.

A. O. A. C. 1999. Official Methods of Analysis. 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

ANKOM Technology. 2005. Method for determining acid detergent lignin in Beakers method 8.

ANKOM Technology. 2006a. Acid detergent fibre in feeds-filter bag technique method 12.

ANKOM Technology. 2006b. Neutral detergent fiber in feeds-filter bag technique method 6.

Arshadullah, M., M. Anwar and A. Azim. 2009. Evaluation of various exotic grasses in semi-arid conditions of Pabbi Hills, Kharian Range. J. Anim. Plant Sci. 19(2): 85-89.

Bach, A., Calsamiglia, S., Stern, M.D., 2005. Nitrogen metabolism in the rumen. J. Dairy Sci. 88 (E. Suppl.), E9-E21.

Barnett, A. J. G. and R. Reid. 1957. Studies on the production of volatile fatty acids from grass in artificial rumen. 1. Volatile fatty acids production from fresh grasses. J. Agric. Sci. Camb. 48: 315-321.

Bruinenberg, M. H., H. Valk, H. Korevaar and P. C. Struik. 2002. Factors affecting digestibility of temperate forages from seminatural grasslands: a review. Grass Forage Sci. 57: 292-301.

Charmley, E. and D. M. Veira. 1991. The effect of heat-treatment and gamma radiation on the composition of unwilted and wilted lucerne silages. Grass Forage Sci. 46: 381-390.

Charmley, E. 2001. Towards improved silage quality-A review. Can. J. Anim. Sci. 81(2): 157-168.

Deboever, J. L., J. M. Aerts, J. M. Vanacker and D. L. De Brabander. 2005. Evaluation of the nutritive value of maize silage using a gas production technique. Anim. Feed Sci. Technol. 123-124: 255-256.

Demarquilly, C. and R. Jarrige. 1971. The digestibility and intake of forages from artificial and natural grassland. Proceedings of the fourth general meeting of the european grassland federation 1971, Lausanne, pp. 91-106.

Der Bedrosian, M. C., L. Kung Jr. and K. E. Nestor Jr. 2012. The effects of hybrid, maturity and length of storage on the composition and nutritive value of corn silage. J. Dairy Sci. 95: 5115-5126.

Dubios A., M. K. A. Giles, J. K. Hamilton, P. A. Ronerts and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28: 350-356.

Dubljevic, R., N. Dordevic and D. Mitrovic. 2016. The influence of inoculation on chemical composition, quality and proteolysis in silages made from whole maize plant and alfalfa. Agric. Forest. 62(1): 279-285.

Ferraretto, L. F., R. D. Shaver, S. Massie, R. Singo, D. M. Taysom and J. P. Brouillette. 2015[a]. Effect of ensiling time and hybrid type on fermentation profile, nitrogen fractions, and ruminal *in vitro* starch and neutral detergent fiber digestibility in whole-plant corn silage. The Prof. Anim. Sci. 31: 146-152.

Ferraretto, L. F., P. M. Crump and R. D. Shaver. 2015[b]. Effect of ensiling time and exogenous protease addition to wholeplant corn silage of various hybrids, maturities, and chop lengths on nitrogen fractions and ruminal *in vitro* starch digestibility. J. Dairy Sci. 98: 8869-8881.

Getachew, G., P. H. Robinson, E. J. DePeters and S. J. Taylor. 2004. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feeds. Anim. Feed Sci. Technol. 111(1-4): 57-71.

Harrison, J. H. and R. Blauwiekel. 1994. Fermentation and utilization of grass silge. J. Dairy Sci. 7: 3209-3235.

Johnson, L. M., J. H. Harrison, D. Davidson, W. C. Mahanna and K. Shinners. 2003. Corn silage management: Effects of hybrid, maturity, inoculation, and mechanical processing on fermentation characteristics. J. Dairy Sci. 86: 287-308.

Kazemi, M., A. M. Tahmasbi, A. A. Naserian, R. Valizadeh and M. M. Moheghi. 2012. Potential nutritive value of some forage species used as ruminant feed in Iran. Afr. J. Biotechnol. 11(57): 12110-12117.

Kazemi, M., A. M. Tahmasbi, R. Valizadeh, A. A. Naserian and M. M. Moheghi. 2009. Assessment of nutritive value of four dominant weed species in range of Khorasan distict of Iran by *in vitro* and *in situ* techniques. J. Anim. Vet. Adv. 8(11): 2286-2290.

Koc, F. and L. Coskuntuna. 2003. The comparison of the two different methods on the determination of organic acids in silage fodders. J. Anim. Prod. 44(2): 37-47.

Komolong, M. K., D. G. Barber and D. M. McNeill. 2001. Post-ruminal protein supply and N retention of weaner sheep fed on a basal diet of lucerne hay (*Medicago sativa*) with increasing levels of quebracho tannins. Anim. Feed Sci. Technol. 92(1-2): 59-72.

Krishnamoorthy, U., T. V. Muscato, C. J. Sniffen and P. J. Van Soest. 1982. Borate phosphate procedure as detailed in nitrogen fractions in selected feedstuffs. J. Dairy Sci. 65: 217-225.

Mauricio, R. M., E. Owen, F. L. Mould, I. Givens, M. K. Theodorou, J. France, D. R. Davies and M. S. Dhanoa. 2001. Comparison of bovine rumen liquor and bovine faeces as inoculum for an *in vitro* gas production technique for evaluating forages. Anim. Feed Sci. Technol. 89: 33-48.

Menke, K. H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Anim. Res. Dev. 28: 7-55.

Moore, J. E. and D. J. Undersander. 2002. Relative Forage Quality: An Alternative to relative feed value and quality index. In: Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, Florida, USA, pp: 16-32.

N. R. C. 2007. Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. 6th Edition. Washington: National Academy Press, Washington, D.C., USA. 384p.

Ørskov, E. R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. Camb. 92: 499-503.

Redfearn, D., Zhang, H. and J. Caddel. 2008. Forage quality interpretations. Oklahoma Cooperative Extension Service, Division of Agricultural Sciences and natural Resources, Oklahoma State University, USA.

Rhodes, B. D. and S. H. Sharrow. 1990. Effect of grazing by sheep on the quantity and quality of forage available to big game in Oregon, coast range. J. Range. Manage. 43: 237-235.

Sanson, D.W. and C. J. Kercher. 1996. Validation of Equations Used To Estimate Relative Feed Value of Alfalfa Hay. The Prof. Anim. Sci. 12: 162-166.

SAS Institute INC. 2002. Sas user's Guide: statistics. Statistical Analysis Systems Institute Inc. Cary NC.

Sniffen, C. J., J. D. O'Connor, P. J. Van Soest, D. G. Fox and J. B. Russell. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. J. Anim. Sci. 70(11): 3562-3577.

Seleiman, M. F., S. Selim, S. Jaakkola and P. S. A. Makela. 2017. Chemical composition and *in vitro* digestibility of whole-crop maize fertilized with synthetic fertilizer or digestate and harvested at two maturity stages in Boreal growing conditions. Agric. Food Sci. 26: 47-55.

Steen, R. W. J., F. J. Gordon, L. E. R. Dawson, R. S. Park, C. S. Mayne, R. E. Agnew, D. J. Kilpatrick and M. G. Porter. 1998. Factors affecting the intake of grass silage by cattle and prediction of silage intake. Anim. Sci. 66: 115-127.

Theodorou, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B. McAllan and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Anim. Feed Sci. Tech. 48: 185-197.

Undersander, D. 2007. New developments in forage testing. In: Proceedings of the Idaho Alfalfa and Forage Conference. Twin Falls, ID: University of Idaho Cooperative Extension Service. pp: 26-34.

Van Houtert, M. F. J. 1993. The production and metabolism of volatile fatty acids by ruminants fed roughages: A review. Anim. Feed Sci. Technol. 43: 189-225.

Virtanen, A. I. 1966. Milk production of cows on protein-free feed. Sci. 153: 1603-1614.

Wanapat, M. 2000. Rumen manipulation to increase the efficient use of local feed resources and productivity of ruminants in the tropics. Asian-Australas. J. Anim. Sci. (Suppl. 13B): 59-67.

Wikinson, J. M., I. M. Penning and D. F. Osbourn. 1978. Effect of stage of harvest and finess of chopping on the voluntary intake and digestibility of maize silage by young beef cattle. Anim. prod. 26: 143-150.

Wilson R. K. and D. P. Collins. 1980. Chemical composition of silages made from different grass genera. Irish J. Agric. Research. 19: 75-84.

Young, K. M., J. M. Lim, M. C. Der Bedrosian and L. Kung Jr. 2012. Effect of exogenous protease enzymes on the fermentation and nutritive value of corn silage. J. Dairy Sci. 95: 6687-6694.

Comparison of some nutritional and fermentative parameters of silage produced from maize (*Zea mays* L.) of single cross 704 cultivar during dent Stage

M. Kazemi[1]

Received: 2018-12-23 Accepted: 2019-5-30

Abstract

The aim of this experiment was to evaluate the nutritional value and some fermentation parameters of whole-crop corn forage (WCCF, Single cross 704 cultivar) collected from Torbat-e Jam district at the dent stage, before and after ensiling in early fall 2018. A whole sample of forage corn was ensiled in multi-layer plastic bags for 60 and 120 days, and one sample was considered as control (without ensiling). The data were analyzed statistically in a completely randomized design. Some chemical compounds, gas production parameters and fermentation parameters in the culture medium and silage environment were determined using common laboratory methods. The chemical compounds (including CP, NDF, ADF, ADL, CF, EE, NFC, and OM), metabolizable energy, net energy for lactation, dry matter and organic matter digestibility, and gas production parameters of WCCF were not affected by the ensiling. However, as a result of ensiling, the concentration of total volatile fatty acids (TVFA) and ammonia nitrogen in the culture medium were significantly increased compared to the control group. Also, lactic acid, acetic acid and ammonia nitrogen showed a significant increase in the silage environment when WCCF ensiled, but in contrast, water soluble carbohydrates and pH decreased significantly. The overall results showed that ensiling had no negative effect on the chemical compounds of WCCF, but increasing in some parameters (such as increasing TVFA in the medium and increasing the acetic acid and lactic acid) could have represented an effect on the fermentation process of WCCF after ensiling. No difference was found between the experimental results for corn silage, 60 and 120 days after ensiling. Therefore, WCCF (single cross 704) can be ensiled at dent stage with acceptable quality.

Keywords: Fermentation parameters, forage corn, nutritional value, silo

1- Assistant professor, Department of Animal Science, Higher Education Complex of Torbat-e Jam, Torbat-e Jam, Iran