نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۳۴۴-۳۳۵

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 4, No. 4, Winter 2013, p. 335-344

بررسی تاثیر افزودنی‌های مختلف بر پایداری هوازی، ترکیب شیمیایی و میکروب‌های سیلاژ ذرت

تقی قورچی[۱*]- فرزاد قنبری[۲]- طیبه ابراهیمی[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۱۰/۱۳
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۸/۲۰

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی تاثیر افزودنی‌های اسید پروپیونیک (۱ درصد)، اسیدفرمیک (۰/۸)، ملاس (۵ درصد) و ملاس+ اوره (۱۳ درصد) بر ترکیب شیمیایی، جمعیت میکروبی، تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام و پایداری هوازی سیلاژ ذرت انجام گرفت. عمل سیلو کردن در سطل‌های ۱۰ لیتری انجام گرفت. سیلوها بعد از ۶۰ روز باز شدند. سیلاژهای تیمار شده با اسید پروپیونیک و اسیدفرمیک بیشترین مقدار ماده خشک را داشتند. تیمار اسید پروپیونیک درصد چربی خام و اسید چرب فرار کل بالاتری نسبت به سایر تیمارها داشت. مقدار پروتئین خام سیلاژ ذرت توسط ترکیب ملاس+ اوره افزایش یافت. کلیه افزودنی‌های مورد استفاده در این پژوهش باعث کاهش الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی شدند. شمار کل میکروارگانیسم‌ها در گروه شاهد و تیمار ملاس+ اوره بیشتر از سایر گروه‌های تیماری بود. تعداد باکتری‌های تولید کننده اسیدلاکتیک در سیلاژهای تیمار شده با ملاس و ملاس+ اوره بیشتر از سایر تیمارها بود. آلودگی به مخمر در هیچکدام از سیلاژهای تیمار شده با افزودنی‌ها مشاهده نشد. تیمارهای ملاس و ملاس+ اوره پتانسیل تجزیه پذیری پروتئین خام را افزایش دادند. تجزیه پذیری موثر ماده خشک در سرعت عبور شکمبه‌ای ۵ درصد در ساعت در تیمارهای اسیدفرمیک، ملاس و اسید پروپیونیک نسبت به تیمارهای ملاس+ اوره و شاهد بیشتر بود. تجزیه پذیری موثر پروتئین خام در سرعت عبور شکمبه‌ای ۵ درصد در ساعت در تیمارهای ملاس و ملاس+ اوره بیشتر از سایر تیمارها بود. پایداری هوازی در تیمارهای اسید پروپیونیک و اسیدفرمیک بیشتر از سایر تیمارها بود. به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که افزودنی‌ها باعث افزایش کیفیت سیلاژ شدند.

واژه های کلیدی: سیلاژ ذرت، ترکیب شیمیایی، جمعیت میکروبی، تجزیه پذیری، پایداری هوازی

مقدمه

سیلوکردن روش متداولی است که علوفه را در شرایط مناسبی حفظ کرده و به خصوص در فصل زمستان مصرف عمده خوراک روزانه گاوداری‌ها را تامین می‌کند. استفاده از علوفه سیلو شده به دلیل کیفیت بالا، تنوع ویتامین‌ها و ارزش تغذیه‌ای بالا، به روش خشک کردن که سبب تلفات مواد مغذی به ویژه پروتئین می‌شود، برتری دارد (۵). سیلاژ به کمک فرآیند طبیعی تخمیر و با تولید اسید لاکتیک حاصل می‌شود. (۷). به هنگام تهیه سیلاژ، از افزودنی های مختلفی به‌منظور دستیابی به تخمیر اسید لاکتیکی و در نتیجه تهیه سیلاژ با کیفیت و ماندگاری بالا استفاده می‌شود. افزودنی‌های سیلاژ به‌طور کلی شامل مواد خوراکی، اوره، ملاس، افزدونی‌های باکتریایی و اسیدها می‌باشند (۲۳).

ملاس سال‌ها است که به عنوان افزودنی به سیلو اضافه می‌شود. ملاس، کربوهیدرات لازم برای فرآیند تخمیر را تامین می‌کند. بنابراین، افزودنی ملاس می‌تواند تخمیر علوفه‌ای را افزایش دهد. ملاس یک منبع کربوهیدرات ارزان برای باکتری‌های لاکتیکی فراهم می‌کند. ملاس به عنوان منبع انرژی برای تولید اسیدلاکتیک استفاده می‌شود. در آزمایش‌های بسیاری ثابت شده که ملاس سبب افزایش تخمیر لاکتیکی شده و pH سیلاژ را کاهش می‌دهد. همچنین از تخمیر کلستریدیایی و پروتوزوآیی جلوگیری کرده و در نهایت باعث ممانعت از هدرروی مواد آلی سیلو می‌شود (۱۱).

گاهی به‌علت بالا بودن مقدار اسیدهای تخمیری سیلاژ، تعادل اسیدی-بازی خون حیوان به‌هم خورده و مصرف خوراک کاهش می-

۱- دانشیار گروه تغذیه دام و طیور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: Email: ghoorchit@yahoo.com)
۲- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

یابد. استفاده از اوره می‌تواند باعث خنثی کردن این اسیدها شود. در یک پژوهش با اضافه کردن اوره به سیلاژ ذرت، استفاده حیوان از آن را تا مقدار ۸ درصد ماده خشک بالا برد (۴).

اسیدها برای کاهش سریع pH یا افزایش طول عمر سیلاژ، به علوفه سیلویی افزوده می‌شوند. اسیدها شامل اسید فرمیک، اسیدپروپیونیک و اسیدهای معدنی (اسید سولفوریک و اسید هیدرو کلریدریک) و می‌باشند. استفاده از افزودنی‌های شیمیایی در سیلاژهای با پروتئین بالا میزان تخمیر را کاهش داده و تولید اسیداستیک و اسیدبوتیریک و رشد باکتری‌های پروتئولتیک را کاهش می‌دهد. در نهایت باعث خوشخوراکی و افزایش مصرف مواد غذایی توسط دام می‌شود (۱۶). اسیدپروپیونیک دارای فعالیت آنتی‌باکتریایی بوده و میزان pH، تولید اسیداستیک و تولید اسیدبوتیریک را کاهش می‌دهد (۸). اسیدپروپیونیک یک ماده موثر جهت کاهش کپک‌زدگی در سیلاژ می‌باشد (۲۶). اسیدفرمیک جزء ممانعت‌کننده‌های تخمیری می‌باشد (۷). این ترکیب اثر مثبتی بر روی تخمیر سیلویی دارد (۱۱). اسیدفرمیک باعث کاهش سریع در pH شده و از فرآیندهای میکروبیولوژیکی سیلویی جلوگیری می‌کند. افزودنی‌های شیمیایی سبب کاهش تخمیر در سیلو می‌شوند (۲۰). تجزیه پذیری شکمبه‌ای پروتئین سیلاژهایی که توسط اسیدفرمیک تیمار شده‌اند کاهش یافته است. محققین از اسیدفرمیک و اسید سولفوریک برای کاهش pH سیلاژ استفاده کرده‌اند. آن‌ها دریافتند که اسیدی شدن سریع سیلو با اهمیت است. کاربرد میزان زیاد اسید باعث کاهش سریع pH به زیر ۴ شده که در نهایت باعث جلوگیری از فعالیت پروتئولتیک می‌گردد (۳۱). فایربایرن و همکاران (۱۵)، گزارش کردند که کاربرد اسیدفرمیک فعالیت پروتئولتیک را در سیلاژ یونجه کاهش داد. اما در سیلاژ ذرت اثری نداشت. در مطالعه ای که توسط فلورک و همکاران (۱۶)، روی خانواده گراس‌ها انجام شد، به سیلاژ گراس‌ها اسیدفرمیک افزوده شد. مشاهده شد که اسیدفرمیک باعث تخمیر لاکتیکی و الکلی شد.

از سیلاژ ذرت به عنوان یک ماده خوراکی که از لحاظ انرژی متوسط و از نظر پروتئین خام فقیرمی باشد، یاد می‌گردد. در صورتی که این ماده خوراکی با مکمل‌های مناسب به‌ویژه مکمل پروتئینی ارزان قیمت تکمیل گردد، به یک ماده خوراکی با ارزش برای اکثر نشخوارکنندگان تبدیل می‌گردد (۵). هدف از انجام این پژوهش بررسی تاثیر افزودنی‌های اسید پروپیونیک، اسیدفرمیک، ملاس و ملاس+ اوره بر تخمیر سیلاژ ذرت بود.

مواد و روش‌ها

سیلو کردن و نحوه اعمال تیمارها

ذرت علوفه‌ای در مرحله دانه خمیری (حدود ۳۰ درصد ماده خشک) توسط چاپر به اندازه قطعات ۳ تا ۵ سانتی‌متری برداشت شد. بعد از انتقال علوفه سیلویی به ایستگاه تحقیقات دام، عمل سیلوکردن بدون هیچ وقفه‌ای صورت گرفت. این عمل در سطل‌های پلاستیکی ۱۰ لیتری انجام گرفت. افزودنی‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل اسید پروپیونیک (۱ درصد)، اسیدفرمیک (۰/۸ درصد)، ملاس (۵ درصد) و ملاس+ اوره (۱۳ درصد) بودند. آن‌ها بر اساس درصد ماده خشک علوفه سیلویی تهیه شدند. بعد از مشخص نمودن حداکثر ظرفیت سطل‌ها برای علوفه سیلویی، میزان مورد نیاز از هر کدام از افزودنی‌ها برای هر یک از سطل‌ها تعیین گردید. اعمال تیمارها (افزودنی‌ها) بر روی علوفه سیلویی برای اسید پروپیونیک و اسیدفرمیک به روش اسپری کردن انجام شد. ملاس و ملاس+ اوره پس از رساندن به غلظت مورد نظر، به‌صورت دستی به ماده آزمایشی اضافه شدند. لازم به ذکر است که به گروه شاهد نیز آب مقطر اضافه شد. طریقه پرکردن سیلوها به این صورت بود که بعد از ریختن هر لایه علوفه سیلویی، تیمار مورد نظر افزوده شده و توسط دست مخلوط گردید. به‌منظور خروج هوای موجود در بین ذرات عمل فشرده سازی انجام شد. این عمل برای تمام تیمارها تا زمان پر شدن کامل سطل‌ها انجام گرفت. بعد از پرشدن سطل‌ها، سطح آن‌ها توسط پلاستیک به خوبی پوشیده شد. در نهایت درب سطل‌ها بسته شدند. مشخصات تیمارهای مورد استفاده بر روی هر کدام از سطل‌ها یادداشت گردید. در خاتمه سطل‌ها در اتاقی خنک، خشک و دور از نور آفتاب در ایستگاه تحقیقات دام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان نگهداری شدند. سیلوها بعد از ۶۰ روز باز شدند. بعد از باز کردن درب سیلوها عمل نمونه‌برداری از آن‌ها آغاز گردید.

تعیین ترکیبات شیمیایی سیلاژ

تعیین ماده خشک و خاکستر خام با استفاده از روش میرون و همکاران (۲۶)، انجام پذیرفت. بعد از باز کردن درب سیلوها، pH سیلاژ هر کدام از سطل‌ها اندازه‌گیری شد. بدین منظور از هر کدام از سطل‌ها ۲۵ گرم نمونه سیلویی توزین شد. به هر کدام از نمونه‌ها ۱۰۰ سی سی آب مقطر افزوده و به مدت ۱۰ دقیقه این مخلوط به هم زده شد. مقدار pH توسط دستگاه pH متر[1] اندازه‌گیری شد (۸). برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی، به ۱۰ سی سی از عصاره‌ای که برای تعیین pH استفاده شد، مقدار ۰/۸ سی‌سی تری کلرو اسید استیک (۶۵۰ گرم در کیلوگرم) افزوده شد. نمونه‌ها توسط یخ به مدت ۳۰ دقیقه سرد گردیدند. در مرحله بعد به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با دور g×۱۶۵۰۰ سانتریفیوژ شدند. محتوی شناور موجود در ظرف برای تعیین مقدار نیتروژن آمونیاکی مورد استفاده قرار گرفت

1- model.720 Inolab

(۱۲). الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با روش ون سوست و همکاران (۳۴)، و استفاده از دستگاه فایبرتک تعیین شدند. مقدار پروتئین خام نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اتوکلدال تعیین شد (نیتروژن×۶/۲۵). مقدار کل اسیدهای چرب فرار با استفاده از دستگاه مارخام و براساس روش استاچبری و اسکایف (۳۲)، تعیین شد. برای اندازه‌گیری چربی‌خام ازحلال دی اتیل اتر و دستگاه سوکسله استفاده شد (۱۰).

کشت میکروبی نمونه‌های سیلاژ

کشت میکروبی نمونه‌های سیلاژ به‌منظور تعیین کل بار میکروبی (شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها)، تعداد باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک و تعداد کپک و مخمر انجام شد. بدین منظور از محیط کشت‌های PCA[1]، MRS[2]، YGC[3] و PW[4] استفاده شد.

به‌منظور کشت و شمارش بار میکروبی سیلاژ، از روش کشت پور پلیت[5] استفاده شد. در این روش، ۱ میلی لیتر از رقت‌های تهیه شده نمونه‌ها به‌وسیله سمپلر در پلیت استریل ریخته شده سپس میزان ۱ میلی‌لیتر از محیط کشت بر سطح آن تزریق و بصورت ۸ انگلیسی حرکت داده شده تا نمونه و محیط کشت کاملا مخلوط شود. به‌منظور ایجاد شرایط بهینه رشد میکروب‌ها، کلیه پلیت‌های کشت داده شده در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و در شرایط هوازی گرمخانه‌گذاری شدند.

به‌منظور کشت و شمارش باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک، از روش کشت سطحی استفاده شد. در روش کشت سطحی ۰/۱ میلی لیتر از رقت‌های تهیه شده نمونه‌ها به‌وسیله سمپلر بر سطح محیط جامد تزریق و سپس با میله شیشه‌ای استریل پخش شد. پس از خشک شدن، پلیت‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه گذاری شدند. شرایط گرمخانه‌گذاری بی‌هوازی با استفاده از جار بی‌هوازی و گازپک[6] فراهم شد.

شمارش قارچ‌ها با استفاده از روش کشت سطحی انجام شد. برای ایجاد شرایط بهینه رشد آن‌ها، کلیه پلیت‌های کشت داده شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط هوازی گرمخانه‌گذاری شدند.

تعیین پایداری هوازی سیلاژ

به‌منظور تعیین پایداری هوازی سیلاژها از باقی‌مانده‌های سیلاژ درون سطل‌ها استفاده گردید. درون سطل‌های سیلویی دماسنج قرار داده شد. دمای سیلاژها به طور مرتب هر ۲ ساعت یک بار اندازه‌گیری گردید. به موازات اندازه‌گیری دما، pH سیلاژها نیز به صورت هر دو ساعت یک بار اندازه‌گیری شد. این عمل تا زمانی که دمای سیلاژ ۲ درجه سانتی‌گراد تغییر یافت، انجام شد (۸).

تعیین تجزیه پذیری نمونه‌های سیلاژ

به‌منظور تعیین تجزیه‌پذیری سیلاژهای مورد مطالعه، از تکنیک کیسه‌های نایلونی استفاده شد. کیسه‌های نابلونی از جنس الیاف پلی استر با ابعاد ۶ × ۱۴ سانتی‌متر و قطر منافذ ۴۵ میکرومتر بودند. قبل از انجام هر زمان انکوباسیون، کیسه‌ها در آون خشک شده و سپس توزین می‌شدند. به‌منظور انجام آزمایش تجزیه‌پذیری از ۳ راس قوچ نر یکساله توده نژاد زل (۲±۳۵ کیلوگرم)، مجهز به فیستولای شکمبه‌ای استفاده شد. دام‌ها طی مدت آزمایش طبق روش استاندارد کیسه‌های نایلونی در سطح تغذیه نگهداری شدند. نیاز نگهداری از جداول استاندارد انجمن تحقیقات ملی[7] (۲۷) و با توجه به مواد خوراکی موجود و وزن بدن هر یک از دام ها تعیین گردید. اقلام خوراکی جیره تنظیم شده شامل علف خشک یونجه، کاه گندم و جو بودند. در ضمن دام‌ها دسترسی آزاد به آب و بلوک های لیسیدنی نمک داشتند. مدت دو هفته به سازگاری دام‌ها با جیره اختصاص داده شد. خوراک‌دهی روزانه در دو وعده مساوی در ساعت‌های ۸:۰۰ و ۱۸:۰۰ صورت گرفت. انکوباسیون شکمبه‌ای نمونه‌های سیلاژ مورد مطالعه مطابق روش محرز و ارسکوف (۲۵) انجام گرفت. ابتدا نمونه‌ها به‌وسیله آسیاب مخصوص دارای غربال با منافذ ۲/۵ میلی‌متر آسیاب شدند. از هر نمونه سیلاژ، مقدار ۳ گرم براساس ماده خشک برداشته و داخل کیسه‌های نایلونی ریخته شد. برای هر تیمار در هر زمان انکوباسیون ۲ کیسه در نظر گرفته شد. سپس درب کیسه‌ها توسط حلقه‌های لاستیکی محکم بسته شدند. انکوباسیون شکمبه‌ای نمونه‌های سیلاز در زمان‌های صفر، ۲، ۴، ۸، ۱۶،۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت انجام گردید. پس از اتمام هر زمان انکوباسیون، کیسه‌ها از شکمبه خارج شده و شستشو می‌شدند. سپس کیسه‌های شستشو شده به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون با دمای ۶۵ درجه قرار داده شدند. برآورد فرآسنجه‌های مختلف تجزیه پذیری و تجزیه پذیری موثر ماده خشک و پروتئین خام کنجاله‌های مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار Fit curve انجام شد. بدین منظور از رابطه غیر خطی ارسکوف و مک دونالد (۲۸) به‌منظور برازش داده‌ها استفاده شد.

تجزیه آماری

1- Plate Count Agar
2- Zeman Rogosa Sharp agar
3- Yeast extract Glucose Chloramphenicol agar
4- Peptone Water
5- Pour Plate
6- Gas Pack
7- National Research Council (NRC)

به‌منظور تجزیه واریانس داده‌های مربوط به آزمایش تجزیه پذیری، از طرح بلوک‌های کامل تصادفی استفاده شد. رابطه ۱ مدل آماری طرح را نشان می‌دهد.

$$Y_{ijk}= \mu+ T_i+ R_j+e_{ijk} \quad (۱)$$

مقدار هر مشاهده $=Y_{ijk}$

میانگین کل $=\mu$

ثر تیمار $=T_i$

اثر حیوان $=R_i$

خطای آزمایشی $=e_{ijk}$

تجزیه سایر داده‌های این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی (۵ تیمار و ۵ تکرار) انجام شد (رابطه ۲).

$$Yij = \mu + ai + eij \quad (۲)$$

مقدار هر مشاهده=Yij

میانگین کل $=\mu$

اثر تیمار $=\alpha i$

خطای آزمایشی =eij

تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS (۹/۱) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

تاثیر افزودنی‌ها بر ترکیب شیمیایی سیلاژ ذرت

جدول ۱ مقایسه میانگین ترکیب شیمیایی سیلاژ ذرت تیمار شده با افزودنی‌های مختلف را نشان می‌دهد. مقایسه میانگین درصد ماده خشک تیمارهای مختلف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین آن‌ها بود (P<۰/۰۵). سیلاژهای تیمار شده با اسید پروپیونیک و اسیدفرمیک دارای ماده خشک بیشتر (به‌ترتیب ۲۸/۳۴ و ۲۸/۰۵درصد) و سیلاژهای تیمار شده با ملاس و ملاس+اوره دارای ماده خشک کمتری (به‌ترتیب ۲۶/۷۶ و ۲۶/۴۶ درصد) نسبت به سیلاژ شاهد (۲۷/۳۸ درصد) بودند. اسیدها برای کاهش سریع pH در ابتدای فرآیند سیلو شدن، از فعالیت میکروارگانیسم‌های هوازی و بی‌هوازی نامناسب جلوگیری کرده و سبب کاهش اتلاف ترکیبات آلی می‌گردند (۲۶). فلورک و همکاران (۱۶) و کانگ و همکاران (۲۱) بیان کردند که اسید فرمیک به دلیل محدود کردن تخمیر و اسید پروپیونیک به‌دلایل ناشناخته سبب افزایش ماده خشک سیلاژ می‌شوند. آن‌ها مشاهده کردند سیلاژهایی که با افزودنی بر پایه اسید فرمیک تهیه شده بودند، مقدار ماده خشک بالاتری نسبت به سیلاژ شاهد داشتند. اسیدپروپیونیک یک ماده موثر جهت کاهش کپک‌زدگی در سیلاژ می‌باشد (۲). پروپیونات کلسیم که دارای نمک اسید پروپیونیک می‌باشد، به‌علت افزایش pH و محدود کردن تخمیر سبب افزایش ماده خشک سیلاژ می‌شود. ترکیبات اسیدی با کاهش سریع pH، از فعالیت پروتئولیتیکی جلوگیری کرده و مانع از افزایش pH ناشی از تولید آمونیاک گشته و به این طریق سبب حفظ ماده خشک و ترکیبات آلی سیلویی می‌گردند (۳۱). مشخص گردیده که ملاس به‌علت کاهش آهسته pH، توانایی جلوگیری از فرآیند پروتئولیز را ندارد (۱۱). ترکیبات کربوهیدراتی سبب تحریک فرآیند تخمیر سیلویی می‌گردند. در اثر فعالیت کلستریدیاها و انتروباکترها در ابتدای سیلو کردن، مقداری از پروتئین‌های گیاهی شکسته شده و به آمونیاک تبدیل می‌شود. افزایش تجزیه پروتئین‌ها باعث افزایش pH شده و در نهایت سبب هدرروی ماده خشک می‌شود (۳۱). افزودن ملاس به سیلوهای دارای حدود ۴۵ درصد ماده خشک، سبب افزایش کیفیت سیلاژ می‌شود. ملاس در سیلاژهای دارای کمتر از ۳۵ درصد ماده خشک سبب افزایش تلفات سیلویی می‌شود (۲۶). آکسیو و همکاران (۸) گزارش کردند که افزودن ملاس به سیلاژ سبب افزایش تخمیر ناهمگن می‌گردد. این تخمیر ناهمگن سبب تخریب مقدار قابل توجهی از دیواره سلولی گشته و به‌دنبال آن بخش زیادی از کربوهیدرات‌های محلول به‌صورت شیرابه‌های سیلویی و گازهای ناشی از تخمیر خارج می‌شوند. از طرف دیگر سبب شکسته شدن و تجزیه اسیدلاکتیک می‌گردد. در صورتی که دامنز و همکاران (۱۴) و گوفن و خلیفه (۱۸) نشان دادند که استفاده از ملاس به‌دلیل داشتن ماده خشک سبب افزایش ماده خشک سیلاژ می‌شود.

بین سیلاژهای مختلف از لحاظ درصد خاکستر خام اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). سیلاژهای تیمار شده با افزودنی‌های ملاس و ملاس+ اوره دارای خاکستر خام بیشتری نسبت به سیلاژهای تیمار شده با اسید پروپیونیک، اسیدفرمیک و همچنین گروه شاهد بودند (به‌ترتیب ۷/۲۳ و ۶/۷۹ درصد در برابر ۵/۶، ۵/۴۳ و ۵ درصد). ملاس دارای مقدار قابل قبولی ماده معدنی در ترکیبات خود بوده که سبب افزایش ماده خشک ملاس می‌شود. ترکیبات معدنی موجود در ملاس، سبب افزایش خاکستر سیلاژ می‌شوند (۱۴). گوفن و خلیفه (۱۸)، سطوح ۵، ۱۰، ۱۵ درصد ملاس به سیلاژ سورگوم اضافه نمودند. مشخص گردید که میزان خاکستر در سیلاژها، با افزایش سطح ملاس افزایش می‌یابد. زیرا با افزایش سطح ملاس، میزان مواد معدنی سیلاژ افزایش می‌یابد.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سیلاژهای تیمار شده با افزودنی ملاس+ اوره دارای درصد پروتئین خام بیشتری (۱۸ درصد) نسبت به سایر گروه‌های تیماری بودند (P<۰/۰۵). مشایخی و قربانی (۶)، چهار سطح ملاس (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ درصد) و افزودنی‌باکتریایی را بر روی سیلاژ علوفه نی مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه، سیلاژهای تیمار شده با ملاس از میزان پروتئین‌خام بیشتری برخوردار بودند.

جدول ۱- مقایسه میانگین ترکیب شیمیایی سیلاژ ذرت تیمار شده با افزودنی‌های مختلف

تیمار	ماده خشک (درصد)	خاکستر خام (درصد ماده خشک)	پروتئین‌خام (درصد ماده خشک)	نیتروژن‌آمونیاکی (گرم در کیلوگرم)	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد ماده خشک)	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد ماده خشک)	چربی خام (درصد ماده خشک)	کل اسیدهای چرب فرار (میلی مول بر کیلوگرم)
شاهد	۲۷/۳۸^{b}	۵/۰۰^{b}	۸/۵۸^{b}	۱۴/۶۵^{c}	۵۳/۷۶^{a}	۳۴/۳۹^{a}	۲/۲۲^{b}	۱۲۸/۸۵^{c}
اسیدفرمیک	۲۸/۰۵^{a}	۵/۴۳^{b}	۸/۶۹^{b}	۱۲/۵۰^{b}	۵۰/۷۶^{c}	۳۱/۹۶^{b}	۲/۴۱^{a}	۴۴۳/۰۰^{a}
اسید پروپیونیک	۲۸/۳۴^{a}	۵/۶۰^{b}	۸/۶۸^{b}	۱۷/۲۵^{b}	۵۱/۹۶^{b}	۳۱/۹۷^{b}	۲/۲۲^{b}	۱۳۲/۱۳^{c}
ملاس	۲۶/۷۶^{c}	۷/۲۳^{a}	۹/۵۹^{b}	۱۵/۷۸^{b}	۵۱/۵۹^{b}	۳۲/۲۳^{b}	۱/۹۶^{c}	۲۴۵/۷۵^{b}
ملاس + اوره	۲۶/۴۶^{c}	۶/۷۹^{a}	۱۸/۰۰^{a}	۳۵/۰۸^{a}	۵۱/۹۸^{b}	۳۲/۷۷^{b}	۱/۸۶^{c}	۲۵۶/۰۰^{b}
اشتباه معیار	۰/۱۸	۰/۳۸	۰/۶۶	۰/۸۶	۰/۲۳	۰/۲۹	۰/۰۶	۱۸/۳۶

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵)

دلیل آن کاهش سریع pH و جلوگیری از تجزیه پروتئین‌ها توسط آنزیم‌های گیاهی می‌باشد. اما پاویز (۴)، مشاهده کرد که سیلاژهای تیمار شده با اسیدفرمیک دارای پروتئین خام بیشتری نسبت به سیلاژهای تیمار شده با ملاس، افزودنی باکتریایی و گروه شاهد بودند. او بیان کرد که غیرفعال شدن پپتیدازها توسط اسید فرمیک، دلیل افزایش مقدار پروتئین خام در این تیمار می‌باشد.

غلظت نیتروژن آمونیاکی در بین تیمارهای مختلف متفاوت بود (P<۰/۰۵). بیشترین و کمترین مقدار آن به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ملاس+اوره و شاهد بود (به‌ترتیب ۳۵/۰۸ و ۱۴/۶۵ گرم در کیلوگرم). مقدار این ترکیب در تیمارهای اسید پروپیونیک، ملاس و اسیدفرمیک به‌ترتیب ۱۷/۲۵، ۱۵/۷۸ و ۱۲/۵۰ گرم در کیلوگرم به‌دست آمد.

استفاده از افزودنی ها مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی را در سیلاژها تحت تاثیر قرار داد (P<۰/۰۵). کمترین و بیشترین مقدار آن به‌ترتیب در سیلاژهای تیمار شده با اسیدفرمیک (۵۰/۷۶ درصد) و شاهد (۵۳/۷۶ درصد) به‌دست آمد. مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی در تیمارهای ملاس+ اوره، اسید پروپیونیک و ملاس به‌ترتیب ۵۱/۹۸، ۵۱/۹۶ و ۵۱/۵۹ درصد به‌دست آمد. استفاده از افزودنی‌ها، مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی سیلاژها را کاهش داد (P<۰/۰۵). تاثیر افزودنی‌ها در کاهش مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی یکسان بود. همی‌سلولز به کاهش pH حساس بوده و در شرایط اسیدی به‌سرعت تجزیه می‌شود (۲۲). زمانی که افزودنی اسیدی یا افزودنی که سبب تولید اسیدلاکتیک می‌شود، به سیلاژ اضافه می‌گردد، میزان تجزیه همی‌سلولز افزایش می‌یابد (۷). تباکو و همکاران (۳۳)، اعلام کردند که در اثر استفاده از افزودنی اسیدفرمیک بر روی سیلاژ گراس، میزان قابلیت هضم ماده خوراکی به‌علت کاهش بخش ساختمانی گیاه افزایش می‌یابد. در آزمایشی که توسط الموتی و همکاران (۲)، بر روی تخمیر سیلاژ ارزن انجام شد، از جو، ملاس، افزودنی باکتریایی، اسیدفرمیک و ترکیب ملاس و افزودنی باکتریایی استفاده گردید. در این مطالعه مشخص شد که تیمارهای ملاس و افزودنی باکتریایی سبب افزایش تجزیه ترکیبات محلول در شوینده اسیدی می‌شوند. یاسین و همکاران (۳۵)، مشاهده کردند که ترکیبات قندی سبب افزایش کربوهیدرات قابل تخمیر در سیلو شده و منبع کربوهیدرات مناسب را در اختیار میکروارگانیسم‌های توده سیلویی قرار می‌دهند.

افزودنی‌های مورد استفاده در این آزمایش درصد چربی خام سیلاژها را تحت تاثیر قرار دادند (P<۰/۰۵). بیشترین مقدار چربی خام در سیلاژ تیمار شده با اسیدفرمیک (۲/۴۱ درصد) و کمترین مقدار آن در سیلاژهای تیمار شده با ملاس و ملاس+اوره (به‌ترتیب ۱/۹۶ و ۱/۸۶ درصد) دیده شد.

غلظت کل اسیدهای چرب فرار بین تیمارهای مختلف با یکدیگر اختلاف معنی داری داشت (P<۰/۰۵). دامنز و همکاران (۱۴)، گزارش کردند که سیلاژهای تیمار شده با ۵ درصد اسیدفرمیک، حاوی اسیدهای‌چرب‌فرار قابل توجهی بودند. دامنز و همکاران (۱۴)، از اسیدفرمیک به‌عنوان افزودنی استفاده کردند. مشخص شد که غلظت کل اسیدهای‌چرب فرار در ذرت تیمار شده با اسیدفرمیک افزایش یافت. در آزمایش آکسیو و همکاران (۸)، بر روی سیلاژ ذرت، از اسید فرمیک به‌عنوان افزودنی استفاده شد و مشاهده شد که اسیدفرمیک تغییری درغلظت اسیدلاکتیک ایجاد نکرد. بیشترین و کمترین مقدار کل اسیدهای چرب فرار به‌ترتیب مربوط به تیمارهای اسیدفرمیک و شاهد بود (به‌ترتیب ۴۴۳ و ۱۲۸/۸۵ میلی‌مول بر کیلوگرم). افزودن ترکیبات اسیدی به محصولات دارای کربوهیدرات، به سبب کاهش pH موجب حفاظت از کربوهیدرات‌های محلول می‌شوند (۱۳). در

نهایت محتوی بالای ترکیبات قندی به ترکیبات الکلی، اسیدهای‌چرب‌فرار و اسیدلاکتیک تبدیل می‌شوند.

تاثیر افزودنی‌ها بر بار میکروبی و پایداری هوازی سیلاژ ذرت

جمعیت میکروبی و پایداری هوازی سیلاژ ذرت در تیمارهای مختلف در جدول ۲ ارائه شده است. افزودنی‌های اسیدفرمیک و اسید پروپیونیک باعث کاهش بار میکروبی (شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها) سیلاژ ذرت شدند (P<۰/۰۵). اما سایر تیمارهای تاثیری بر آن نداشتند (P>۰/۰۵). افزودنی‌های ملاس و ملاس + اوره، باعث افزایش تعداد باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک نسبت به شاهد شدند (P<۰/۰۵). نتایج به‌دست آمده نشان دهنده عدم آلودگی تمامی تیمارها به کپک بود، که نشان می‌دهد میزان اسید استیک تولیدی در بین تیمارهای مختلف سیلاژ ذرت برابر است. زیرا اسید استیک بهترین ممانعت کننده رشد قارچ، کپک و مخمر می‌باشد. مخمرها نقش بسزایی در فساد سیلویی، در نتیجه تبدیل کربوهیدرات‌ها به اتانول، دی اکسید کربن و آب بازی می‌کنند. مخمرها در سیلاژهای با میزان اسیداستیک و اسیدلاکتیک پایین رشد می‌کنند (۲۹). اسیدهای آلی از جمله اسیدپروپیونیک و اسید فرمیک دارای قدرت بالای ضد میکروبی می‌باشند. این اسیدها سبب کاهش رشد مخمرها و کپک‌ها در سیلاژ می‌شوند. بنابراین جلوی تخریب سیلویی را می‌گیرند (۲۲). نبود اسیدبوتیریک نشان دهنده کیفیت خوب سیلاژ است. در این شرایط از رشد کپک و مخمر جلوگیری می‌شود (۲۴). انتظار می‌رود با کاهش سریع pH در طول مراحل اولیه سیلو شدن، از رشد میکروارگانیسم‌های نامطلوب سیلویی مانند انتروباکترها و مخمرها جلوگیری شود. این داده‌ها به‌وسیله جمعیت کم مخمرها، کپک‌ها و انتروباکترهای نامطلوب بعد از ۴ روز سیلو شدن نشان داده شده‌اند (۱۹). از دلایلی که می‌توان برای عدم آلودگی سیلاژها مخصوصا سیلاژ شاهد ذکر کرد این است که در مرحله برداشت و خرد کردن ذرت نهایت دقت به عمل آمده و بلافاصله پس از آن محصول سیلو گردید. همچنین فشرده‌سازی در حین عملیات سیلو کردن به‌منظور خروج هوای محبوس در سیلاژ با نهایت دقت انجام شد. عدم رعایت این موارد می‌تواند به‌عنوان جایگاهی مناسب برای رشد قارچ محسوب می‌شود.

افزودنی‌ها باعث بهبود پایداری هوازی سیلاژ ذرت شدند (P<۰/۰۵). تیمارهای اسید پروپیونیک بیشترین (۲۴۷ ساعت) و تیمار شاهد کمترین (۱۷۰ ساعت) مقدار پایداری هوازی را نشان دادند. کانگ و همکاران (۲۲)، بیان کردند که از جمله موادی که سبب افزایش پایداری سیلاژ در مقابل هوا می‌شوند، می‌توان به اسید پروپیونیک، اسید سوربیک، اسید بنزوئیک، اسید استیک و آمونیاک اشاره کرد.

تاثیر افزودنی‌ها بر تجزیه‌پذیری ماده خشک سیلاژ ذرت

فراسنجه‌های مختلف تجزیه پذیری و تجزیه پذیری موثر ماده خشک تیمارهای مختلف سیلاژ ذرت در جدول ۳ نشان داده شده اند. بخش سریع تجزیه ماده خشک در سیلاژهای تیمار شده با اسیدپروپیونیک و اسیدفرمیک بیشتر از تیمارهای شاهد، ملاس و ملاس+اوره بود (P<۰/۰۵). بین تیمارهای اسیدپروپیونیک و اسید فرمیک اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). به‌طور کلی بخش سریع تجزیه ماده خشک در سیلاژ تیمار شده با اسید پروپیونیک بیشترین (۵ درصد) و در سیلاژ تیمار شده با افزودنی ملاس کمترین مقدار را داشت (۱/۷۰درصد). همسو با این نتایج، اربابی (۱)، افزایش در بخش سریع تجزیه ماده خشک سیلاژ ذرت تیمار شده با اسید پروپیونیک را نسبت به سایر افزودنی‌های سیلویی گزارش کرد. افزودنی‌های اسیدی به‌دلیل هیدرولیز اسیدی دیواره سلولی، سبب کاهش میزان استقامت بخش همی‌سلولزی شده و در نتیجه امکان تجزیه سریع‌تر را فراهم آورده اند.

جدول ۲- تاثیر افزودنی‌های مختلف بر شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها، باکتریهای تولید کننده اسید لاکتیک، کپک ، مخمر و پایداری هوازی سیلاژ

افزودنی	باکتریهای تولید کننده اسید لاکتیک	شمارش کلی میکروارگانیسم-ها	کپک	مخمر	پایداری هوازی (ساعت)
شاهد (بدون افزودنی)	۲/۱۳×۱۰^{۶} ^{bc}	۳/۴۱×۱۰^{۶} ^{a}	عدم آلودگی	۲/۴۵×۱۰^{۴}	۱۷۰/۰^{d}
اسید پروپیونیک	۵/۱۵×۱۰^{۶} ^{b}	۱/۷۶×۱۰^{۶} ^{b}	عدم آلودگی	عدم آلودگی	۲۴۷/۰^{a}
اسیدفرمیک	۳/۱×۱۰^{۶} ^{c}	۳/۴۶×۱۰^{۴} ^{c}	عدم آلودگی	عدم آلودگی	۲۳۸/۰^{a}
ملاس	۲/۱۰×۱۰^{۷} ^{a}	۳/۱۱×۱۰^{۶a}	عدم آلودگی	عدم آلودگی	۱۹۹/۵^{b}
ملاس+اوره	۲/۰۹×۱۰^{۷} ^{a}	۲/۹۲×۱۰^{۶} ^{a}	عدم آلودگی	عدم آلودگی	۱۸۴/۵^{c}

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵)

جدول ۳- مقایسه میانگین فراسنجه‌های تجزیه پذیری و تجزیه پذیری موثر ماده خشک تیمارهای مختلف سیلاژ ذرت

تیمار	بخش سریع تجزیه (a) درصد	بخش کند تجزیه (b) درصد	پتانسیل تجزیه پذیری (a+b)	ثابت نرخ تجزیه (c) درصد در ساعت	تجزیه پذیری مؤثر(درصد) در سرعت عبور(درصد در ساعت)		
					۲	۵	۸
شاهد	۲/۵۳^{b}	۴۷/۶۳^{b}	۵۰/۱۷^{c}	۰/۰۷۹^{ab}	۴۰/۵۳^{b}	۳۱/۷۰^{bc}	۲۶/۲۰^{bc}
اسید پروپیونیک	۵/۰۰^{a}	۵۰/۶۳^{ab}	۵۵/۶۳^{a}	۰/۰۶۹^{b}	۴۴/۲۷^{a}	۳۴/۳۷^{ab}	۲۸/۴۷^{ab}
اسیدفرمیک	۴/۳۷^{a}	۵۱/۲۳^{a}	۵۵/۶۰^{a}	۰/۰۷۹^{ab}	۴۵/۱۳^{a}	۳۵/۶۲^{a}	۲۹/۷۳^{a}
ملاس	۱/۷۰^{b}	۵۱/۷۷^{a}	۵۳/۴۷^{ab}	۰/۰۸۸^{a}	۴۳/۹۰^{a}	۳۴/۸۳^{a}	۲۸/۹۷^{a}
ملاس + اوره	۲/۵۷^{b}	۴۸/۹۰^{ab}	۵۱/۴۷^{bc}	۰/۰۷۰^{b}	۴۰/۶۳^{b}	۳۱/۲۷^{c}	۲۵/۷۰^{c}
اشتباه معیار	۰/۴۰۸	۰/۵۹۰	۰/۶۴۹	۰/۰۰۳	۰/۶۰۴	۰/۵۷۲	۰/۵۲۲

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵)

مقدار بخش کند تجزیه ماده خشک اسیدفرمیک و ملاس بیشتر از شاهد بود (P<۰/۰۵). این فراسنجه در تیمارهای اسید پروپیونیک، ملاس+اوره و شاهد اختلافی نداشت (P>۰/۰۵). اربابی (۱)، و پاویز (۴)، در پژوهش‌های خود اختلاف معنی‌داری را از لحاظ بخش کند تجزیه ماده خشک به‌ترتیب بین سیلاژهای ذرت و سورگوم تیمار شده با افزودنی‌های مختلف سیلویی مشاهده نکردند. آن‌ها بیان کردند که اثر تحریکی تمام تیمارها بر روی رشد میکروارگانیسم‌ها و نفوذ آن‌ها به درون کیسه‌های نایلونی یکسان بوده است.

تجزیه پذیری موثر ماده خشک سیلاژ در سرعت عبور ۲ درصد در ساعت، در تیمارهای اسید پروپیونیک، اسیدفرمیک و ملاس بیشتر از گروه ملاس+ اوره و شاهد بود (P<۰/۰۵). در این سرعت عبور، بیشترین مقدار تجزیه پذیری موثر مربوط به تیمار اسیدفرمیک (۴۵/۱۳ درصد) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمارهای ملاس+ اوره (۴۰/۶۳ درصد) و شاهد (۴۰/۵۳ درصد) بود. در سرعت عبور ۵ درصد در ساعت، تیمارهای اسیدفرمیک، ملاس و اسید پروپیونیک تجزیه پذیری بیشتری نسبت به ملاس+اوره و شاهد داشتند (P<۰/۰۵). در سرعت عبور ۸ درصد در ساعت نیز تیمارهای اسیدفرمیک، ملاس و اسید پروپیونیک تجزیه پذیری بالاتری نسبت به تیمارهای ملاس + اوره و شاهد داشتند (P<۰/۰۵). به‌طور کلی در همه سرعت‌های عبوری، سیلاژهای تیمار شده با اسیدها و ملاس دارای قابلیت تجزیه بیشتری بودند که نشان از تجزیه دیواره سلولی علوفه می‌باشد. در سیلاژهای تیمار شده با اسید، مقدار زیادی از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌های ساختمانی به آسانی تجزیه شده و به‌صورت محلول در می‌آیند. گیونز و همکاران (۱۷)، گزارش کردند که افزودن ملاس به علوفه گرامینه سیلوشده، قابلیت هضم ماده‌خشک و ماده آلی را در مواد سیلویی افزایش می‌دهد. به‌طور کلی افزایش تجزیه در سیلاژهای تیمار شده با اسید و ملاس به‌دلیل شکستن پیوندهای لیگنوسلولزی بین ترکیبات ساختمانی و مقدار کربوهیدرات‌های محلول موجود در این دسته از سیلاژها می‌باشد (۳۰).

تاثیر افزودنی‌ها بر تجزیه‌پذیری پروتئین خام سیلاژ ذرت

فراسنجه‌های مختلف تجزیه پذیری و تجزیه پذیری موثر پروتئین خام تیمارهای مختلف سیلاژ ذرت در جدول ۴ نشان داده شده اند.

جدول ٤- مقایسه میانگین فراسنجه‌های تجزیه پذیری و تجزیه پذیری موثر پروتئین خام تیمارهای مختلف سیلاژ ذرت

تیمار	بخش سریع تجزیه (a) درصد	بخش کند تجزیه (b) درصد	پتانسیل تجزیه پذیری (a+b)	ثابت نرخ تجزیه (c) درصد در ساعت	تجزیه پذیری مؤثر(درصد) در سرعت عبور(درصد در ساعت)		
					۲	۵	۸
شاهد	۸/۲۳^{b}	۲۹/۷۳^{c}	۳۷/۹۷^{d}	۰/۰۷۸^{a}	۳۱/۷۷^{c}	۲۶/۲۳^{b}	۲۲/۸۳^{b}
اسید پروپیونیک	۸/۲۷^{b}	۳۶/۹۳^{b}	۴۵/۲۰^{c}	۰/۰۵۷^{a}	۳۵/۵۰^{bc}	۲۷/۸۳^{b}	۲۳/۵۳^{b}
اسیدفرمیک	۷/۷۰^{b}	۴۲/۰۳^{ab}	۴۹/۷۳^{b}	۰/۰۵۰^{a}	۳۷/۶۰^{b}	۲۸/۶۳^{b}	۲۳/۸۳^{b}
ملاس	۸/۵۳^{b}	۴۶/۳۷^{a}	۵۴/۹۰^{a}	۰/۰۸۱^{a}	۴۵/۱۷^{a}	۳۶/۶۰^{a}	۳۱/۳۷^{a}
ملاس + اوره	۱۵/۴۰^{a}	۳۹/۵۷^{b}	۵۴/۹۷^{a}	۰/۰۴۶^{a}	۴۲/۴۳^{a}	۳۳/۹۰^{a}	۲۹/۴۳^{a}
اشتباه معیار	۰/۸۹۷	۱/۶۷۵	۱/۷۹۸	۰/۰۰۶	۱/۳۶۱	۱/۲۱۳	۱/۱۲۹

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشابه با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵)

بخش سریع تجزیه پروتئین خام در سیلاژهای تیمار شده با ملاس+ اوره نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود (P<۰/۰۵). بین سایر تیمارها از لحاظ این فراسنجه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). اربابی (۱)، بیشترین مقدار بخش سریع تجزیه پروتئین خام را در سیلاژ ذرت تیمار شده با ملاس گزارش کرد. پاویز (۴)، نیز در مطالعه خود بر روی سیلاژ سورگوم، مشاهده کرد که سیلاژهای تیمار شده با ملاس بخش سریع تجزیه بالاتری نسبت به سایر افزودنی‌ها داشتند. افزایش در میزان تجزیه شدن پروتئین در سیلاژهای تیمار شده با ملاس به‌دلیل محلول بودن پروتئین موجود در خود ملاس می‌باشد. ملاس درواقع سبب تحریک فرآیند تخمیر در سیلاژ می‌شود. اما توانایی جلوگیری از فعالیت پروتئولیز را نداشته و در نهایت سبب افزایش تجزیه پروتئین می‌گردد (۹). در آزمایشی که توسط بهگر و همکاران (۳)، بر روی سیلاژ یونجه انجام گرفت، سیلاژهای تیمار شده با اسیدفرمیک دارای بخش سریع تجزیه شونده کمتری بودند. در آزمایشی که توسط آکسیو و همکاران (۸)، انجام شد، در سیلاژهای تیمار شده با اسید فرمیک میزان قابلیت هضم پروتئین‌خام در شکمبه کاهش یافت. این نتیجه به حفاظت پروتئین از هیدرولیز اشاره دارد.

مقدار بخش کند تجزیه پروتئین خام تیمارهای مختلف در جدول۴ نشان داده شده اند. بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار وجود داشت. مقدار این فراسنجه در تیمار ملاس بیشترین بود (۴۶/۳۷ درصد). لازم به ذکر است که بین تیمار ملاس و اسیدفرمیک اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. کمترین مقدار بخش کند تجزیه پروتئین خام مربوط به گروه شاهد بود (۲۹/۷۳ درصد). اما اربابی (۱)، بیشترین مقدار بخش کند تجزیه پروتئین خام را در سیلاژ ذرت تیمار شده با اسید پروپیونیک گزارش کرد.

تجزیه پذیری موثر پروتئین خام در سرعت‌های عبور شکمبه‌ای ۲، ۵ و ۸ درصد در ساعت در جدول۴ نشان داده شده است. در این سرعت های عبور، تیمارهای شاهد، اسید پروپیونیک و اسیدفرمیک تجزیه پذیری کمتری نسبت به تیمارهای ملاس و ملاس+اوره داشتند. پاویز (۴)، در مطالعه خود بر روی سیلاژ سورگوم مشاهده کرد که تجزیه پذیری موثر در سرعت های عبور ۲، ۵ و ۸ درصد در ساعت در سیلاژهای تیمار شده با اسیدپروپیونیک نسبت به سیلاژهای تیمار شده با افزودنی‌باکتریایی، ملاس و گروه شاهد بیشتر بود. درصد تجزیه‌پذیری موثر پروتئین، نشان دهنده افزایش شدت و وسعت تخمیر شکمبه‌ای آن می‌باشد (۹). این افزایش ناشی از افزایش قابلیت دسترسی پروتئین به‌دلیل تاثیر افزودنی‌ها و میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. پایین بودن تجزیه‌پذیری پروتئین سیلاژهای تیمار شده با اسیدها می‌تواند سبب ساخت کارآمد پروتئین میکروبی شود.

به‌طور کلی افزودنی‌های سیلویی مورد استفاده در این آزمایش باعث بهبود کیفیت سیلاژ ذرت شدند. تیمارهای اسید پروپیونیک و اسیدفرمیک بیشترین تاثیر را بر ترکیب شیمیایی سیلاژ داشتند. درصد پروتئین خام سیلاژ ذرت توسط ترکیب ملاس+ اوره افزایش یافت. کلیه تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش باعث کاهش الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی شدند. بررسی میکروبیولوژی حاکی از عدم آلودگی سیلاژها به کپک و مخمر بود. تنها در گروه شاهد آلودگی به مخمر مشاهده شد. کمترین بار میکروبی در تیمارهای اسید پروپیونیک و اسیدفرمیک مشاهده شد. افزودنیها فراسنجه‌های مختلف تجزیه پذیری و تجزیه پذیری موثر ماده خشک و پروتئین خام را تحت تاثیر قرار دادند. تیمارهای اسید پروپیونیک، اسیدفرمیک و ملاس پتانسیل تجزیه پذیری ماده خشک و تیمارهای ملاس و ملاس+ اوره پتانسیل تجزیه پذیری پروتئین خام را افزایش دادند.

منابع

۱- اربابی، س. ۱۳۸۶. اثر تاخیر در سیلوکردن و کاربرد برخی اسیدهای آلی افزودنی بر تخمیر سیلوی ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی- تغذیه دام. دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان. ۱۴۷ صفحه.

۲- الموتی، ع. ا.، م. علیخانی، غ. ر. قربانی، و ع. ا. سمیع. ۱۳۸۳. اثر افزودنی‌های مختلف بر کیفیت تخمیر سیلوی ارزن در شرایط آزمایشگاهی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۳: ۸، ص ۱۶۰-۱۴۹.

۳- بهگر، م.، م. دانش مسگران، ح. نصیری مقدم، و س. سبحانی راد. ۱۳۸۶. ترکیب شیمیایی، تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام سیلاژ یونجه عمل‌آوری شده با اسید های فرمیک وسولفوریک و تاثیر آن بر عملکرد گاوهای هلشتاین تازه زا. مجله علوم و منابع طبیعی،۱۱:۴۰، ص۳۴۹-۳۳۹.

۴- پاویز، م. م. ۱۳۸۹. اثرات افزودنی‌های باکتریایی، اسیدهای آلی و ملاس بر روی تخمیر سیلوی سورگوم. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی- تغذیه دام. دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان. ۱۰۱ صفحه.

۵- قورچی، ت. ۱۳۸۷. اثر افزودنی‌های مختلف و سطوح آن‌ها بر کیفیت سیلاژ آزولا و قصیل جو. گزارش طرح پژوهشی. ۸۳ صفحه.

۶- مشایخی، م. ر. و غ. ر. قربانی. ۱۳۸۴. تغییرات ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم علف نی در طی فصل رشد و خصوصیات سیلوئی آن. مجله پژوهش و سازندگی در اموردام و آبزیان، ۶۸، ص ۹۸-۹۳.

۷- ولی زاده، ر.، ع. ناصریان، و ا. اژدری فرد.۱۳۸۲. بیوشیمی سیلاژ (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۱۳ صفحه.

8- Aksu, T., E. Baytok, M., Akif Karsli, and H. Muruz. 2006. Effects of formic acid, molasses and inoculant additives on corn silage composition, organic matter digestibility and microbial protein synthesis in sheep. Small Rum. Res. 61, 29-33.

9- Aksu, T., E. Baytok, and D. Bolat. 2004. Effect of bacterial silage inoculant on corn silage fermentation and nutrient digestibility. Small Rum. Res, 55, 249-252.

10- AOAC. 2005. Official method of analysis, 15 ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, USA.

11- Baytak, E., and T. Aksu. 2005. The effects of Formic acid, Molasses and Inoculants as silage additives on corn silage composition and ruminal fermentation characteristics in sheep. J. Vet. Anim. Sci. 29, 469-474.

12- Broderick, G. A., and J. H. Kang. 1980. Automated simudtanwous determination of ammonia and total amino amd totatal amino acid in ruminal fluid and *in vitro* media. J. Dairy. Sci. 63, 64-75.

13- Claudia, E. C, C. Heloisa, J. H. Raul, C. P. Henrique, and F. S. Rosane. 2006. Chemical and microbiological evaluation of ensiled sugar cane with different additives. Brazili. J. Microb. 37, 499-504.

14- Donmez, N., M. A. Karsli, A. Cinar, T. Aksu, and E. Baytok, 2003. The effects of different silage additives on rumen protozoan number and volatile fatty acid concentration in sheep fed corn silage. Small Rum. Res. 48: 227-231.

15- Fairbairn, R. L., I. Alli, and L. E. Phillip. 1992. Proteolysis and amino acid degradation during ensilage of untreated or formic acid-treated alfalfa and maize. Grass Forage Sci. 47, 382-390.

16- Flork, S., C. Purwin, D. Minakowski, M. Stanek, and M. Tredowicz. 2004. The influence of formic acid additives on the quality of silage from different plant material. Veterinarija ir zootechnike. 26, 1392-2130.

17- Givens, D. I., A, R. Moss, and J, M. Everington. 1992. Nutritional value of cane molasses in diets of grass silage and concentrates fed to sheep. Anim. Feed Sci. Technol. 38, 281-291.

18- Gofeen, A., and I. M. Khalifa. 2007. The effect of molasses levels on quality of sorghum (*Sorghum bicolor*) silage. J. Vet. Ainm. Sci. 2, 43-46.

19- Hassant, F., A. F. Mustafa, and P. Seguin. 2007. Effects of inoculation on ensiling characteristics, chmical composition and aerobic stability of regular and brown midrib millet silages. J. Anim. Sci. 139, 125-140.

20- Kung, Jr., and N. K. Ranjit. 2001. The effect of Lactobacillus buchneri and other additives on on the fermentation and aerobic stability of barly silage. J. Dairy Sci. 84, 1149-1155.

21- Kung, Jr., C. L. Myers, J. M. Nylon, C. C. Taylor, J. A. Mills, and A. G. Whiter. 2004. The effects of buffered propionic acid-based additives alone or combined with microbial inoculation on the fermentation of the high moisture corn and whole-crop barley. J. Dairy Sci. 87, 1310-1316.

22- Kung, Jr., J. R. Robinson, N. K. Ranjit, J. H. Chen, C. M. Golt, and J. D. Pesek. 2000. Microbial population , fermentation end products, and aerobic stability of corn silage treated withammonia or propionic acid-based preservative. J. Dairy Science. 83, 1479-1486.

23- Mahala, A. G., and I. M. Khalifa. 2007. The effect of molasses on quality of sorghum (*Sorghum bicolor*) silage. Res. J. Anim and vet. Sci. 2, 43-46.

24- McDonald, P., A.R. Henderson, and S. J. E. Heron. 1991. The Biochemistry of Silage (2nd ed.), chalcombe, U.K. pp.184.

25- Mehrez, A., and E. R. Orskov. 1977. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. J. Agric. Sci. 88, 645-650.

26- Miron, J., E. Zuckerman, D. Sadeh, G. Adin, M. Nikbachat, E. Yosef, D. Ben-Ghedalia, A. Carmi, T. Kipnis, and R. Solomon. 2005. Yield, composition and *in vitro* digestibility of new forage sorghum varieties and their ensilage characteristics. Anim. Feed Sci. Technol. 120, 17-32.

27- National Research Council. 1984. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, seventh revised ed. National Academy of Sciences, Washington, DC.

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

29- Ranjit, N. K., C. C. Taylor, and Jr. L. Kung. 2002. Effect of *lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. Grass Forage Sci. 57, 73-81.

30- Rowghani, E., and M. J. Zamiri. 2007. Effects of additives on chemical composition, degradability coefficients and ruminal-intestinal disoowarance of dry matter and crude protein of laboratory ensiled olive cake. IRI. J. Vet.Res. 8, 1-18.

31- Slottner, D., and J. Bertilsson. 2006. Effect of ensiling technology on protein degradation during ensilage. Anim.

Feed Sci. Technol. 127, 101-111.

32- Stuchbury, T., and J. R. Scaife. 1991. Practical Manual: Farm Animal Biochemistry. Department o Agricultural Biochemistry, Aberdeen University, U.K.

33- Tabacco, E., G. Borreani, G. M. Crovetto, G. Galassl, D. Colombo, and L. Cavallaein 2006. Effect of chestnut tannin on fermentation quality, proteolysis, and protein rumen degradability of alfalfa silage. J. Dairy Sci. 89, 4736-4746.

34- Van Soest, P. J., and J. B. Robertson. 1979. System of analyses for evaluation of fibrous feed. In: Proceeding of the International Workshop on Standardizition of Analytical Mithodology for Feeds.Eds. Pigden. Eds. Balch, W, J., Graham, M. International Development Research Center, Ottowa, Canada. P: 49-60.

35- Yassin, E. L., J. P., Fontentot, and H. Chester. 1991. Fermentation characteristics and nutritional value of ruminal contents and blood ensiled with untreated or sodium hydroxide teated wheat straw. Anim. Feed Sci. Technol. 69, 1751-175.