اثر استفاده از ضایعات سیب‌زمینی پخته، ملاس و تلقیح باکتریایی بر ترکیب شیمیایی، کیفیت تخمیر و تولید گاز در شرایط برون تنی در سیلاژ ذرت

طالب، م.[۱]، مهدوی، ع.[۲*]، مهدوی، ع.[۳]، دارابی قانع، ب.[۴]

دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۱۴ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۰۹

خلاصه

هدف از این مطالعه ارزیابی و مقایسه اثرات افزودن سیب‌زمینی پخته و یا ملاس همراه با و یا بدون تلقیح باکتریایی بر ترکیب شیمیایی، کیفیت تخمیر و تولید گاز در شرایط برون تنی در سیلاژ ذرت بود. بدین منظور آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل هشت گروه آزمایشی و پنج تکرار انجام شد. گروه‌های آزمایشی شامل گروه سیلاژ ذرت بدون افزودنی (CS)، گروه سیلاژ ذرت با افزودنی ملاس در سطح ۴ درصد (CSMol)، گروه سیلاژ ذرت با افزودنی سیب‌زمینی در سطح ۳ درصد (CSPot3) و گروه سیلاژ ذرت با افزودنی سیب‌زمینی در سطح ۶ درصد (CSPot6) بودند. علاوه بر گروه‌های آزمایشی مذکور، چهار گروه دیگر نیز با مکمل باکتری تلقیح شدند. بالاترین مقدار ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر و کربوهیدرات غیر الیافی و همچنین پایین‌ترین مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی در گروه ازمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی مشاهده گردید. کاهش معنی‌دار pH در گروه‌های آزمایشی همراه با تلقیح باکتریایی در مقایسه با گروه‌های آزمایشی بدون تلقیح باکتریایی مشاهده شد (P<۰/۰۵) بطوریکه کمترین میزان pH مربوط به گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی بود. بیشترین غلظت اسید لاکتیک، اسید استیک و اسید پروپیونیک و کمترین غلظت اسید بوتیریک و نیتروژن آمونیاکی در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی یافت شد (P<۰/۰۵). کمترین غلظت اسید استیک در گروه آزمایشی CSPot3 بدون تلقیح باکتریایی مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با گروه‌های آزمایشی CS و CSPot6 بدون تلقیح باکتریایی نداشت (P>۰/۰۵). به ترتیب بیشترین و کمترین میزان قابلیت هضم ماده آلی در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی و گروه آزمایشی CSPot3 بدون تلقیح باکتریایی بود (P<۰/۰۵). گاز تولید شده طی ۲۴ ساعت انکوباسیون در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی بیشترین مقدار بود که تفاوت معنی‌داری با گروه های آزمایشی CSPot3 و CSPot6 همراه با تلقیح باکتریایی نداشت (P>۰/۰۵). بطور کل، افزودن ملاس همراه با تلقیح باکتریایی باعث بهبود غلظت اسیدهای چرب فرار و قابلیت هضم ماده آلی در سیلاژ ذرت می‌گردد. همچنین می توان از سیب زمینی همراه با تلقیح باکتریایی برای بهبود کیفیت تخمیری سیلاژ ذرت استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: سیلاژ ذرت، سیب‌زمینی، ملاس، تخمیر.

۱، ۲، ۳، ۴. گروه علوم دامی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.
*نویسنده مسئول: mahdavi@semnan.ac.ir

مقدمه

تغذیه دام بیش از ۷۰ درصد هزینه پرورش دام را شامل می‌شود و تهیه جیره‌های غذایی ارزان و متوازن می‌تواند موجب بهبود بهره‌وری دامپروری گردد. بر این اساس و برای دستیابی به بالاترین عملکرد حیوان، باید از خوراک-های موجود در منطقه مانند مراتع، علوفه و محصولات جانبی استفاده گردد. از روش‌هایی که موجب کاهش هزینه-ها می‌شود و تا حدودی وابستگی کمتری به شرایط اقلیمی دارد، استفاده از فرایند تخمیر طبیعی یا سیلو کردن علوفه است (McDonald و همکاران،۱۹۹۱). سیلو کردن علوفه، یک روش مناسب برای نگهداری علوفه برای فصولی از سال است که علوفه تازه در دسترس نیست. اساس فرآیند سیلو کردن، تبدیل کربوهیدرات‌های محلول در آب توسط باکتری‌های موجود در سیلو به اسیدهای آلی است. این فرآوری در صورتی موفقیت آمیز خواهد بود که فعالیت ارگانیسم‌های نامطلوب و تولید فرآورده‌های ناخواسته تخمیری به حداقل برسد، که این امر با تقویت باکتری‌های اسید لاکتیکی که pH توده مواد را کاهش می‌دهند امکان پذیر است. در واقع طی فرآیند سیلو کردن اسیدهای آلی تولید می‌شوند که موجب کاهش pH مواد سیلویی و همچنین ممانعت از رشد قارچها و مخمرها در سیلو می‌گردد.

برای تهیه یک سیلاژ مناسب بایستی شرایطی فراهم شود که باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک در علوفه سیلو شده غالب شوند (McDonald و همکاران،۱۹۹۱ ؛ Givens و همکاران،۱۹۹۲). به منظور کمک در فرآیند تخمیر، مواد افزودنی گوناگونی مورد استفاده قرار می‌گیرد که به بهبود حفظ مواد مغذی و بازیافت انرژی و در نتیجه افزایش خوش‌خوراکی و بهبود ترکیب سیلاژ و نهایتاً افزایش ماده خشک مصرفی کمک می‌کند و متعاقباً باعث بهبود در عملکرد حیوان می‌شود (Bolsen و همکاران، ۱۹۹۶؛ Kung و Muck ، ۱۹۹۷). افزودنی‌های شیمیایی به‌طور موفقیت آمیزی باعث بهبود تخمیر سیلوها می‌شوند (Kholif و همکاران، ۲۰۰۷). مواد افزودنی شیمیایی دارای محدودیت‌هایی هستند، زیرا آنها داری خاصیت خورندگی بوده و استفاده بی‌رویه از آن‌ها باعث بروز مشکلاتی می-شوند، در نتیجه در اغلب موارد، استفاده از مواد بیولوژیکی برای تولید سیلاژ ترجیح داده می‌شود (Gwayumba، ۱۹۹۷؛ Nkosi و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین می‌توان از مازاد مواد خوراکی از جمله آب پنیر (Zobell و همکاران، ۲۰۰۴؛ Bautista-Trujillb و همکاران، ۲۰۰۹) و مواد حاوی کربوهیدرات های محلول مانند ملاس (Vanniekerk و همکاران، ۲۰۰۷؛ Nkosi و همکاران، ۲۰۰۹) و یا سیب‌زمینی (McDonald و همکاران، ۲۰۱۰) استفاده کرد. ملاس، محصول فرعی بعد از چغندرقند یا نیشکر است که در حدود ۷۰ درصد ماده خشک دارد (McDonald و همکاران، ۲۰۱۰). ملاس می‌تواند کربوهیدرات لازم برای فرآیند تخمیر را تامین کند (Lima و همکاران، ۲۰۱۰؛ Chen، ۲۰۱۴) و گزارش شده است که استفاده از ملاس سبب افزایش تخمیر لاکتیکی شده و pH سیلاژ را کاهش می‌دهد (قورچی و همکاران، ۱۳۹۱) و در نهایت باعث ممانعت از افت مواد آلی سیلاژ می‌شود (Baytok و همکاران، ۲۰۰۵). ملاس دارای ویسکوزیته بالایی است و به همین دلیل کار با آن در دمای معمولی مشکل می‌باشد لذا در استفاده از ملاس باید به دنبال منابع جایگزین بود.

محدودیت منابع آبی و قیمت بالای مواد خوراکی متداول در شرایط کشور منجر به این شده است که محصولات جانبی کشاورزی و صنایع غذایی جهت تامین احتیاجات مواد مغذی دام و طیور ارزشمند گردد، بطوریکه بکارگیری بقایا و بازماند محصولات کشاورزی و صنایع غذایی در تغذیه دام سبب کاهش هزینه تولید خوراک و کاهش وابستگی به واردات غلات می شود. از آنجایی که در کشور تکنولوژی مناسبی برای مدیریت تولید و توزیع وجود ندارد، حجم زیادی از محصولات کشاورزی به ضایعات تبدیل شده و از چرخه مصرف خارج می‌شوند. یکی از محصولات کشاورزی که هر ساله بخش قابل توجهی از آن در فرآیند برداشت، انبارداری و توزیع هدر می‌رود، سیب زمینی می‌باشد. غده سیب‌زمینی دارای حدود ۲۰ درصد ماده‌خشک می‌باشد که در حدود ۶۰ تا ۸۰ درصد آن نشاسته است و مقدار نشاسته سیب‌زمینی به‌طور قابل توجهی تحت تاثیر ژنوتیپ، محیط و شرایطی که در آن رشد می‌کند قرار می‌گیرد (Bach و همکاران، ۲۰۱۳). راهکار های متعددی برای نگهداری پسماندهای کشاورزی حاوی رطوبت بالا به منظور جلوگیری از فساد و

استفاده از آن در طول سال وجود داشته که از آن جمله می‌توان به خشک کردن، سیلو کردن و آب پز کردن اشاره کرد. با توجه به مشکلات شرح داده شده در استفاده از ملاس به عنوان افزودنی در فرایند تولید سیلاژ ذرت و همچنین با توجه به اهمیت استفاده از بقایا و بازماند محصولات کشاورزی و صنایع غذایی که سیب زمینی یکی از این محصولات می باشد، این مطالعه با هدف ارزیابی و مقایسه اثرات افزودن سیب‌زمینی پخته و یا ملاس همراه با و یا بدون تلقیح باکتریایی بر ترکیب شیمیایی، کیفیت تخمیر و تولید گاز در شرایط برون تنی در سیلاژ ذرت انجام گردید.

مواد و روش ها

این آزمایش در محل آموزشکده دامپزشکی شهمیرزاد واقع در۳۰ کیلومتری شمال استان سمنان انجام شد. ذرت علوفه‌ای چاپر شده از مزارع استان سمنان تهیه گردید. این آزمایش درقالب طرح کاملاً تصادفی شامل هشت گروه آزمایشی و پنج تکرار بود. گروه‌های آزمایشی شامل: ۱) سیلاژ ذرت (CS)، بدون افزودنی)، ۲) سیلاژ ذرت با افزودنی ملاس با سطح ۴ درصد (CSMol)، ۳) سیلاژ ذرت با افزودنی سیب‌زمینی پخته با سطح ۳ درصد (CSPot3)، ۴) سیلاژ ذرت با افزودنی سیب‌زمینی پخته با سطح ۶ درصد (CSPot6) و گروه‌های آزمایشی ۵ تا ۸ شامل گروه‌های آزمایشی ۱ تا ۴ به همراه تلقیح باکتریایی بود. ضایعات سیب‌زمینی مورد نیاز از میدان میوه و تره‌بار شهر سمنان تهیه و پس از شست و شو در آب ۱۰۰ درجه به مدت یک ساعت جوشانده و خرد گردید. همچنین منبع باکتریایی (بایواستابیل مایز، بایومین) طبق توصیه شرکت سازنده بر روی سیلوهای آزمایشی اسپری شد. در ابتدا برای هر گروه آزمایشی ۱۰ کیلوگرم از ذرت علوفه‌ای درنظر گرفته شد و پس از اضافه نمودن مواد افزودنی به هر گروه آزمایشی و مخلوط نمودن کامل آن‌ها، بصورت لایه لایه در سه کیسه نایلونی ریخته و پس از کوبیدن و تخلیه کامل هوا، درب آن بسته و انبار شد. پس از گذشت سه ماه سیلوهای آزمایشی باز شده و پس از خشک شدن به مدت ۴۸ ساعت در آون ۶۵ درجه سانتیگراد و آسیاب شدن، جهت آزمایشات بعدی نگهداری گردیدند. ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر و عصاره اتری بر اساس روش‌های AOAC (۲۰۰۵) تعیین شد. کربوهیدرات های محلول در آب با استفاده از روش آنترون (MAFF، 1982) و مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی توسط روش ون سوئست و همکاران (۱۹۹۱) تعیین گردید. غلظت نیتروژن آمونیاکی به روش کلدال و میزان pH و غلظت اسیدهای چرب فرار با استفاده از روش بابائی نسب و همکاران (۲۰۱۵) و با استفاده از کروماتوگرافی گازی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. آزمون تولید گاز به روش منک و استینگاس (۱۹۸۸) انجام شد. انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم ماده آلی با استفاده از معادلات توسعه یافته توسط منک و استینگاس (۱۹۸۸) محاسبه شد. جهت برآورد پارامترهای تجزیه‌پذیری از نرم افزار fit curve بر مبنای مدل نمایی ارسکف [$Y=b(1-e^{-ct})$] استفاده گردید.

ترکیب شیمیایی، غلظت اسیدهای چرب فرار، نیتروژن آمونیاکی و فراسنجه های آزمون تولید گاز سیلاژها با استفاده از رویه مدل‌های خطی عمومی (GLM) توسط نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹،۱) در قالب طرح کاملاً تصادفی (۸ تیمار × ۵ تکرار × ۳ نمونه جداگانه) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانگین‌ها از نظر معنی‌داری آماری با استفاده از آزمون‌های چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج

ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی گروه های آزمایشی در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که افزودن ملاس و یا سیب زمینی اثر معنی‌داری بر مقدار ماده خشک سیلاژ ذرت دارند ($P<0.05$)، بطوریکه مقدار ماده خشک سیلاژ ذرت بدون افزودن ملاس و یا سیب زمینی (همراه با و یا بدون تلقیح باکتریایی) کمترین ماده خشک را داشتند. افزودن ملاس و سیب‌زمینی باعث افزایش سطح مقدار ماده خشک سیلاژ ذرت گردید. مقدار ماده خشک در بین گروه‌های آزمایشی حاوی سیب‌زمینی (CSPot3 و CSPot6) همراه با و یا بدون تلقیح باکتریایی اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P>0.05$). بالاترین میزان ماده خشک مربوط به گروه آزمایشی CSMol به همراه تلقیح باکتریایی و کمترین میزان در گروه آزمایشی CS بدون تلقیح باکتریایی مشاهده شد. پروتئین خام بین گروه‌های آزمایشی تفاوت معنی داری داشت ($P<0.05$). تلقیح باکتریایی باعث افزایش معنی دار مقدار پروتئین خام در مقایسه با گروه های آزمایشی فاقد تلقیح باکتریایی گردید ($P<0.05$). کمترین مقدار پروتئین خام مربوط به گروه آزمایشی CS بدون افزودنی و تلقیح باکتریایی و بیشترین میزان پروتئین خام مربوط به گروه

جدول ۱: ترکیب شیمیایی گروه‌های آزمایشی (بر حسب درصد ماده خشک)

	بدون تلقیح باکتریایی				با تلقیح باکتریایی				خطای استاندارد بین میانگین‌ها	P value
	CS	CSMol	CSPot3	CSPot6	CS	CSMol	CSPot3	CSPot6		
ماده خشک	۱۹/۶۵^{c}	۲۱/۲۸^{ab}	۲۰/۵۷^{b}	۲۰/۶۸^{b}	۱۹/۷۶^{c}	۲۱/۴۵^{a}	۲۰/۶۴^{b}	۲۰/۷۳^{b}	۰/۱۲۰	۰/۰۰۱>
پروتئین خام	۷/۹۲^{c}	۸/۴۵^{c}	۷/۹۶^{c}	۸/۰۱^{c}	۸/۳۹^{b}	۸/۸۴^{a}	۸/۴۴^{b}	۸/۵۱^{b}	۰/۰۵۱	۰/۰۰۱>
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۵۱/۴۴^{a}	۴۶/۲۱^{e}	۵۱/۰۱^{ab}	۵۰/۴۲^{b}	۴۹/۶۴^{c}	۴۴/۱۶^{f}	۴۹/۱۲^{cd}	۴۸/۵۱^{d}	۰/۳۸۲	۰/۰۰۱>
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۳۰/۰۵^{a}	۲۵/۳۱^{e}	۲۹/۸۷^{ab}	۲۹/۳۲^{b}	۲۸/۵۹^{cd}	۲۳/۹۹^{f}	۲۸/۶۸^{c}	۲۷/۹۸^{d}	۰/۳۳۴	۰/۰۰۱>
خاکستر	۶/۷۷^{b}	۷/۸۹^{a}	۶/۶۸^{b}	۶/۶۳^{b}	۶/۸۱^{b}	۷/۹۷^{a}	۶/۷۴^{b}	۶/۷۰^{b}	۰/۰۸۶	۰/۰۰۱>
عصاره اتری	۳/۷۴^{a}	۳/۶۷^{ab}	۳/۵۲^{bc}	۳/۴۷^{c}	۳/۷۲^{ab}	۳/۶۲^{abc}	۳/۵۴^{bc}	۳/۴۵^{c}	۰/۰۲۶	۰/۰۰۹
کربوهیدرات غیرفیبری	۳۰/۱۲^{f}	۳۳/۷۸^{b}	۳۰/۸۲^{ef}	۳۱/۴۷^{de}	۳۱/۴۴^{de}	۳۵/۴۱^{a}	۳۲/۱۶^{cd}	۳۲/۸۳^{c}	۰/۲۶۹	۰/۰۰۱>
کربوهیدرات‌های محلول در آب	۱/۴۷^{b}	۱/۶۸^{a}	۱/۵۲^{b}	۱/۶۷^{a}	۱/۳۵^{c}	۱/۴۹^{b}	۱/۳۴^{c}	۱/۴۶^{b}	۰/۰۲۲	۰/۰۰۱>

اعداد با حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشند

آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی بود. مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی در بین گروه های آزمایشی دارای اختلاف معنی داری بود (P<۰/۰۵). در بین گروه های آزمایشی بیشترین مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی در گروه آزمایشی CS بدون تلقیح باکتریایی (۵۱/۴۴ درصد) و کمترین مقدار آن در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی (۴۴/۱۶ درصد) مشاهده شد (P<۰/۰۵). غلظت الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در بین تیمارهای آزمایشی دارای اختلاف معنی داری بود (P<۰/۰۵). استفاده از افزودنی (ملاس و یا سیب زمینی) در ذرت علوفه‌ای بر مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی موثر بود بطوریکه کمترین و بیشترین غلظت الیاف نامحلول در شوینده اسیدی به ترتیب در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی (۲۳/۹۹ درصد) و CS بدون تلقیح باکتریایی (۳۰/۰۵ درصد) مشاهده شد (P<۰/۰۵). از لحاظ آماری مقدار خاکستر در گروه‌های آزمایشی دارای اختلاف معنی‌داری بودند (P<۰/۰۵). بیشترین میزان خاکستر در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی و کمترین میزان خاکستر در گروه آزمایشی CSPot6 بدون تلقیح باکتریایی مشاهده شد. بیشترین میزان عصاره اتری در گروه آزمایشی CS بدون تلقیح باکتریایی و کمترین میزان عصاره اتری در گروه آزمایشی CSPot6 همراه با تلقیح باکتریایی بود. افزودن ملاس باعث کاهش عصاره اتری سیلاژ ذرت و افزودن سیب‌زمینی منجر به کاهش بیشتر عصاره اتری در گروه‌های آزمایشی گردید. بالاترین مقدار کربوهیدرات غیر فیبری در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی و کمترین آن در گروه آزمایشی CS بدون تلقیح باکتریایی مشاهده گردید. میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب برای گروه های آزمایشی دارای اختلاف معنی داری بود (P<۰/۰۵). بیشترین میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب در گروه آزمایشی CSMol بدون تلقیح باکتریایی مشاهده شد و کمترین میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب مربوط به گروه آزمایشی CSPot3 همراه با تلقیح باکتریایی بود.

میزان pH، غلظت اسیدهای چرب فرار و نیتروژن آمونیاکی

میزان pH و غلظت اسیدهای چرب فرار و نیتروژن آمونیاکی سیلاژ ذرت در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین مقدار pH مربوط به گروه آزمایشی CSPot6 بدون تلقیح باکتریایی (۳/۹۴) بود که با گروه های آزمایشی CSPot3 بدون تلقیح باکتریایی و CS بدون تلقیح باکتریایی تفاوت معنی داری نداشت (P>۰/۰۵) و کمترین میزان pH مربوط به گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی (۳/۶۸) بود. کمترین غلظت کل اسیدهای چرب فرار مربوط به گروه آزمایشی CSPot3 بدون تلقیح باکتریایی و بیشترین غلظت در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی مشاهده شد. بیشترین غلظت اسید لاکتیک در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی بود که تفاوت معنی دارای با گروه‌های آزمایشی CSPot3 و CSPot6 (با و بدون تلقیح باکتریایی) داشت. به ترتیب بیشترین و کمترین غلظت اسید استیک در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی و گروه آزمایشی CSPot3 بدون تلقیح باکتریایی مشاهده شد. در این آزمایش افزودن ملاس به ذرت علوفه‌ای در افزایش میزان اسید پروپیونیک موثر بود (P<۰/۰۵). بیشترین میزان اسید پروپیونیک مربوط به گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی و کمترین میزان مربوط به گروه آزمایشی CS بدون افزودنی بود. بیشترین غلظت اسید بوتیریک در گروه آزمایشی CSPot3 بدون تلقیح باکتریایی و کمترین غلظت اسید بوتیریک در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی مشاهده شد. افزودن ملاس به سیلاژ ذرت علوفه ای در کاهش غلظت اسید بوتیریک موثر بود (P<۰/۰۵). میزان اسید بوتیریک در گروه‌های آزمایشی CSPot3 و CSPot6 بدون تلقیح باکتریایی افزایش معنی داری در مقایسه با گروه آزمایشی CSMol بدون تلقیح باکتریایی داشت. غلظت نیتروژن آمونیاکی در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی کاهش معنی داری در مقایسه با سایر گروه های آزمایشی داشت (P<۰/۰۵). بیشترین غلظت نیتروژن آمونیاکی در گروه آزمایشی CSPot3 بدون تلقیح باکتریایی مشاهده شد که تفاوت معنی داری با گروه‌های آزمایشی CS و CSPot6 بدون تلقیح باکتریایی نداشت (P>۰/۰۵).

جدول ۲: میزان pH و غلظت کل اسیدهای چرب فرار، اسید لاکتیک، اسید استیک، اسید پروپیونیک، اسید بوتیریک (گرم در کیلوگرم ماده خشک) و نیتروژن آمونیاکی (گرم بر کیلوگرم از کل نیتروژن) در گروه‌های آزمایشی

	بدون تلقیح باکتریایی				با تلقیح باکتریایی				خطای استاندارد بین میانگین ها	P value
	CS	CSMol	CSPot3	CSPot6	CS	CSMol	CSPot3	CSPot6		
pH	۳/۹۱^{a}	۳/۷۵^{b}	۳/۹۲^{a}	۳/۹۴^{a}	۳/۷۹^{b}	۳/۶۸^{b}	۳/۷۸^{b}	۳/۷۱^{b}	۰/۰۱۸	<۰/۰۰۱
کل اسیدهای چرب فرار	۱۰۶/۱۴^{cd}	۱۱۶/۷۹^{a}	۱۰۵/۴۳^{d}	۱۰۶/۷۹^{cd}	۱۰۸/۹۹^{cd}	۱۱۸/۸۱^{a}	۱۰۹/۴۸^{bc}	۱۱۲/۶۶^{b}	۰/۸۳۶	<۰/۰۰۱
اسید لاکتیک	۸۱/۹۹^{c}	۸۹/۶۲^{a}	۸۱/۳۴^{c}	۸۲/۴۵^{c}	۸۳/۰۴^{bc}	۹۰/۸۴^{a}	۸۳/۵۵^{bc}	۸۶/۱۴^{b}	۰/۶۵۴	<۰/۰۰۱
اسید استیک	۲۱/۹۱^{d}	۲۴/۶۱^{ab}	۲۱/۸۳^{d}	۲۲/۱۶^{d}	۲۳/۳۵^{c}	۲۵/۱۶^{a}	۲۳/۳۳^{c}	۲۳/۸۵^{bc}	۰/۲۱۱	<۰/۰۰۱
اسید پروپیونیک	۱/۷۹^{d}	۲/۳۰^{bc}	۱/۸۱^{d}	۱/۸۳^{d}	۲/۲۳^{c}	۲/۵۷^{a}	۲/۲۷^{c}	۲/۳۷^{b}	۰/۰۴۵	<۰/۰۰۱
اسید بوتیریک	۰/۴۴^{a}	۰/۲۷^{de}	۰/۴۵^{a}	۰/۳۵^{bc}	۰/۳۷^{b}	۰/۲۵^{e}	۰/۳۳^{bcd}	۰/۲۹^{cde}	۰/۰۱۴	<۰/۰۰۱
نیتروژن آمونیاکی	۳۱/۸۴^{a}	۲۳/۳۸^{d}	۳۳/۷۲^{a}	۳۱/۲۲^{a}	۲۷/۹۸^{b}	۱۸/۲۸^{e}	۲۷/۲۰^{bc}	۲۵/۰۲^{cd}	۰/۸۰۸	<۰/۰۰۱

اعداد با حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشند.

آزمون تولید گاز

نتایج آزمون تولید گاز در گروه‌های آزمایشی در جدول ۳ نشان داده شده است. بیشترین مقدار گاز تولید شده طی ۲۴ ساعت انکوباسیون در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی مشاهده شد. میزان قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم در بین گروه های آزمایشی از نظر آماری معنی داری بود ($P<۰/۰۵$). به ترتیب بیشترین و کمترین میزان قابلیت هضم ماده آلی در گروه های آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی و CSPot3 بدون تلقیح باکتریایی مشاهده شد. بیشترین و کمترین میزان انرژی قابل متابولیسم در گروه های آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی و CS بدون افزودنی مشاهده شد. بخش b (حجم گاز تولیدی حاصل از بخش نامحلول) و بخش c (سرعت تخمیر و تولید گاز) در گروه‌های آزمایشی حاوی ملاس (CSMol، همراه با و بدون تلقیح باکتریایی) نسبت به گروه‌های آزمایشی بدون افزودنی (CS، همراه با و بدون تلقیح باکتریایی) بیشتر بود.

جدول۳: فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای بدست آمده از آزمون تولید گاز در گروه‌های آزمایشی

	بدون تلقیح باکتریایی				با تلقیح باکتریایی				خطای استاندارد بین میانگین‌ها	P value
	CS	CSMol	CSPot3	CSPot6	CS	CSMol	CSPot3	CSPot6		
۲٤ ساعت انکوباسیون										
مقدار گاز تولید شده طی ۲٤ ساعت انکوباسیون (ml/200 mg DM)	۵۴/۳۵^{b}	۵۴/۹۹^{a}	۵۴/۳۸^{b}	۵۴/۷۱^{ab}	۵۴/۴۱^{b}	۵۵/۰۷^{a}	۵۴/۴۴^{b}	۵۴/۷۵^{ab}	۰/۰۷	۰/۰۲۷
قابلیت هضم مادهٔ آلی (% OM)	۷۱/۱۷^{c}	۷۲/۷۰^{a}	۷۱/۱۶^{c}	۷۱/۴۴^{bc}	۷۱/۴۶^{bc}	۷۳/۰۰^{a}	۷۱/۴۶^{bc}	۷۱/۷۵^{b}	۰/۱۲	<۰/۰۰۱
انرژی قابل متابولیسم (MJ/kg of DM)	۱۰/۲۰^{d}	۱۰/۳۵^{ab}	۱۰/۲۱^{d}	۱۰/۲۶^{cd}	۱۰/۲۶^{cd}	۱۰/۴۰^{a}	۱۰/۲۷^{bcd}	۱۰/۳۲^{abc}	۰/۰۱	<۰/۰۰۱
۹٦ ساعت انکوباسیون										
حجم گاز تولیدی حاصل از بخش نامحلول (بخش مادهٔ آلی به آرامی قابل تخمیر؛ میلی‌لیتر)	۶۴/۲۸^{c}	۶۵/۸۱^{b}	۶۴/۲۷^{c}	۶۴/۵۵^{c}	۶۵/۶۸^{b}	۶۷/۲۲^{a}	۶۵/۸۱^{b}	۶۵/۹۷^{b}	۰/۱۶	<۰/۰۰۱
سرعت تخمیر (سرعت تولید گاز؛ درصد در ساعت)	۰/۰۶۰۹^{b}	۰/۰۶۱۶^{a}	۰/۰۶۰۹^{b}	۰/۰۶۱۲^{ab}	۰/۰۶۱۰^{b}	۰/۰۶۱۷^{a}	۰/۰۶۱۰^{b}	۰/۰۶۱۴^{ab}	۰/۰۲۷	<۰/۰۰۱

اعداد با حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشند.

بحث

کیفیت مواد سیلو شده ارتباط مستقیم با میزان ماده‌خشک آن دارد (Church، ۱۹۹۱). در این آزمایش، افزودن ملاس و یا سیب زمینی باعث افزایش مقدار ماده خشک سیلاژ ذرت گردید. ماده خشک علوفه در هنگام سیلو کردن تحت تاثیر شدت و میزان تخمیر قرار می‌گیرد و میزان کم ماده‌خشک و میزان کم قند، باعث افزایش تخمیر کلستریدیایی و تولید سیلاژ بی‌کیفیت می‌شود (Fraser و همکاران، ۲۰۰۰، Chen و همکاران، ۲۰۱۴). هنگامی که مقدار ماده‌خشک کمتر از ۳۰۰ گرم در کیلوگرم باشد شرایط برای فعالیت کلستریدیایی فراهم می گردد که منجر به خسارت به سیلاژ و کاهش ارزش غذایی آن می‌شود (McDonald و همکاران، ۲۰۱۰؛ Nkosi و همکاران، ۲۰۱۵). در این آزمایش، بالاترین میزان ماده خشک مربوط به گروه آزمایشی CSMol به همراه تلقیح باکتریایی بود، در حالیکه Filya (۲۰۰۳) گزارش کرد افزودنی باکتری با تخمیر همگن، بر مقدار ماده خشک سیلاژ ذرت اثری ندارد. با این حال بنظر می‌رسد افزودن ملاس به ذرت علوفه‌ای موجب بهبود ماده خشک سیلاژ گردیده است که شاید به دلیل وجود ماده خشک بیشتر در ملاس باشد (McDonald و همکاران، ۱۹۹۱). در رابطه با مقدار پروتئین خام، کمترین مقدار مربوط به گروه آزمایشی CS بدون افزودنی و تلقیح باکتریایی بود و بیشترین مقدار مربوط به گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی بود. وسعت تجزیه پروتئین خام در سیلاژ تحت تاثیر عواملی چون مقدار ماده خشک و pH قرار دارد (Muck، ۱۹۸۷) همچنین پس از برداشت علوفه میزان پروتئولیز در هنگام سیلو کردن تحت تاثیر pH و دما قرار می‌گیرد (McDonald و همکاران، ۱۹۹۱). در بین گروه های آزمایشی کمترین مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی مشاهده شد که این کاهش مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی در اثر افزودن ملاس با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (Aksu و همکاران، ۲۰۰۶؛ Lima، ۲۰۱۱). Nkosi و Meeske (۲۰۱۰) گزارش کردند که افزودن ملاس به سیلوها باعث کاهش مقدار فیبر نسبت به گروه کنترل (سیلاژ ذرت بدون افزودنی) و سیلاژ سیب‌زمینی می‌گردد و این می‌تواند به هیدرولیز جزئی همی‌سلولز در تیمارهای با افزودنی ملاس مرتبط باشد (Muck و Kung، ۱۹۹۷) که این نتیجه مطابق با گزارش Guney و همکاران، ۲۰۰۷ می‌باشد. از آنجایی‌که مجموع سلولز و لیگنین گیاه میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را نشان می‌دهد، سیلو کردن موجب تجزیه سلولز در بافت گیاهی می‌شود که این مقدار نسبت به تجزیه همی‌سلولز کمتر می‌باشد (McDonald و همکاران، ۱۹۹۱). روند کاهش میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در طی دوران سیلو کردن شبیه به روند کاهش در میزان NDF است، ولی شدت کاهش در میزان NDF بیشتر می‌باشد. علت کاهش الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با افزودن ملاس (Rezaei و همکاران، ۲۰۰۹، Nkosi و Meeske، ۲۰۱۰b) یا افزودن باکتری اسید لاکتیکی به سیلاژ ذرت و سیب‌زمینی (Baytok و همکاران، ۲۰۰۵؛ Nkosi و Meeske، ۲۰۱۰a)، به دلیل اثر رقیق کنندگی ملاس و همچنین افزایش تجزیهٔ دیوارهٔ سلولی به علت افزایش تخمیر بیان شده است (Rezaei و همکاران، ۲۰۰۹). افزودن ملاس موجب افزایش خاکستر سیلاژ ذرت شد زیرا ملاس دارای ۱۳۲ گرم در کیلوگرم ماده خشک، خاکستر می‌باشد (Xande و همکاران، ۲۰۱۰)، که این موضوع با یافته‌های سایر محققین مطابقت دارد (Islam و همکاران، ۲۰۰۱؛ Mahala و Khalifa، ۲۰۰۷). نتایج این آزمایش نشان داد که بیشترین میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب مربوط به گروه آزمایشی CSMol بدون تلقیح باکتریایی و کمترین میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب مربوط به گروه آزمایشی CSPot3 همراه با تلقیح باکتریایی می باشد. کربوهیدرات‌های محلول در آب به عنوان عامل مهم و ضروری به عنوان سوبسترا برای رشد باکتری‌های اسید لاکتیک و برای بهبود تخمیر شناخته شده‌اند بطوریکه سطوح پایین کربوهیدرات‌های محلول در آب می‌تواند رشد باکتری‌های اسید لاکتیک را محدود کند (McDonald، ۱۹۹۱). احتمالاً میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب در سیلاژ توسط میکروارگانیسم‌ها، به‌ویژه باکتری‌های تولیدکنندهٔ اسید لاکتیک به میزان شدیدتری تخمیر شده‌اند که این موضوع با pH کمتر سیلاژها نیز هماهنگ است (Nkosi و همکاران، ۲۰۱۰). Haigh و Parker (۱۹۸۵) پیشنهاد کردند که وجود میزان ۳۰ گرم کربوهیدرات محلول در آب در کیلوگرم ماده‌خشک در یک گیاه برای تخمیر مناسب و ضروری می‌باشد. غلظت کربوهیدرات

محلول در آب در سیب‌زمینی قبل از سیلو کردن ۲۲ گرم در کیلوگرم ماده‌خشک بود، که این میزان از کربوهیدرات‌های محلول در آب برای تخمیر مناسب نیست، اگرچه سیب-زمینی حاوی مقادیر زیادی نشاسته است، اما نشاسته به میزان کمی محلول در آب می‌باشد که باکتری اسید لاکتیک قادر به تخمیر نشاسته نیست (McDonald، ۱۹۹۱؛ Nkosi و Meeske، ۲۰۱۰). لذا نشاسته سوبسترای مناسبی برای رشد باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک نمی‌باشد، مگر آنکه برخی تجزیه کننده‌ها توسط آنزیم‌های گیاهی یا هیدرولیزهای اسیدی در طول تخمیر، نشاسته را به کربوهیدرات‌های محلول در آب تبدیل کند. اکثر باکتری‌های اسید لاکتیک در طی فرآوری سیب‌زمینی نابود می‌شوند (Moon، ۱۹۸۱) و بنابراین سیلوهای سیب-زمینی برای بهبود تخمیر در طی سیلو سازی نیاز به افزودنی‌های باکتریایی دارند.

نتایج نشان داد که مقدار pH در همه گروه‌های آزمایشی کمتر از ۴ می باشد که این نشان از کیفیت مطلوب سیلاژ دارد. pH سیلاژ یکی از عواملی است که بر میزان تخمیر و کیفیت سیلو تاثیر می‌گذارد (McDonald و همکاران، ۲۰۱۰) و دامنه ایده‌آل pH در سیلاژ ۳/۸ تا ۴/۲ می‌باشد (Kung و Shaver، ۲۰۰۱). افزودن منابع غنی از کربوهیدرات‌های محلول در آب به سیلاژ موجب تخمیر آنها توسط باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک و به دنبال آن تولید اسیدهای آلی و کاهش شدیدتر pH در سیلاژ می-گردد (McDonald و همکاران، ۲۰۱۰). کاهش pH در اثر افزودن ملاس به ذرت علوفه‌ای با نتایج سایر تحقیقات مطابقت داشت (Cajarville و همکاران،۲۰۱۲؛ Nkosi و Meeske، ۲۰۱۰b). گروه های آزمایشی با افزودنی باکتری، از لحاظ عددی نسبت به گروه های آزمایشی CS (با و یا بدون تلقیح باکتریایی) دارای pH پایین‌تری بودند که به دلیل حضور مقادیر زیاد اسید لاکتیک در سیلاژ می-باشد (Huisden و همکاران، ۲۰۰۹). سیلاژ با کیفیت مناسب زمانی بدست می‌آید که اسید لاکتیک، اسید غالب موجود در سیلاژ باشد و اسید لاکتیک موجب کاهش سریع pH شده و نسبت به سایر اسیدهای تولیدی طی تخمیر بازده بیشتری دارد (McDonald و همکاران، ۲۰۱۰). بیشترین غلظت اسید لاکتیک در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی مشاهده شد. در واقع افزودن ملاس در افزایش تولید بیشتر اسید لاکتیک مؤثر بود که دلیل آن تجزیه سریع کربوهیدرات های محلول در آب توسط باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک و تولید اسید لاکتیک می‌باشد. در همین راستا Nkosi و Meeske (۲۰۱۰) مشاهده کردند که افزودنی ملاس نسبت به سیلاژ سیب‌زمینی باعث کاهش pH، غلظت اسید بوتیریک و نیتروژن آمونیاکی و افزایش اسید لاکتیک می‌شود. اسید استیک دومین اسید از لحاظ غلظت در سیلاژ می‌باشد که همانند اسید لاکتیک غلظت اسید استیک با مقدار ماده-خشک رابطه معکوس دارد (Kung و همکاران، ۲۰۱۸). در این آزمایش غلظت اسید استیک در گروه آزمایشی CSMolهمراه با تلقیح باکتریایی بیشترین و در گروه آزمایشی CSPot3 بدون تلقیح باکتریایی کمترین بود. گزارش شده است که تیمارهای دارای افزودنی لاکتوباسیل به دلیل تبدیل اسید لاکتیک به اسید استیک دارای بیشترین غلظت اسید استیک می‌باشند (Kung و همکاران، ۲۰۱۸). Nkosi و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که تلقیح باکتریایی در سیلاژ سیب‌زمینی باعث افزایش غلظت اسید - استیک می‌گردد. در این آزمایش افزودن ملاس به ذرت علوفه‌ای در افزایش غلظت اسید پروپیونیک و کاهش غلظت اسید بوتیریک موثر بود. نشان داده شده است که افزودن ملاس باعث کاهش غلظت اسید بوتیریک در سیلاژ می‌گردد (Rezaei و همکاران، ۲۰۰۹؛ Nkosi و همکاران، ۲۰۰۹). حضور این اسید در سیلاژ نشان دهنده فعالیت متابولیک موجود در باکتری‌های کلستریدیایی است که منجر به افت بالا در ماده خشک و کاهش بهبود انرژی می‌شود (Pahlow و همکاران، ۲۰۰۳). اسید بوتیریک با تخمیر کلستریدیایی همراه است که معمولاً در سیلاژهایی با رطوبت بالا یافت می‌شود (McDonald، ۱۹۸۱). کاهش غلظت اسید بوتیریک در تمامی گروه‌های آزمایشی نشان دهنده سیلاژ ذخیره شده با کیفیت خوب می‌باشد (Kung و Shaver، ۲۰۰۱). غلظت نیتروژن آمونیاکی در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی کاهش معنی داری در مقایسه با سایر گروه های آزمایشی داشت بطوریکه در تحقیقات دیگرکاهش سطح نیتروژن آمونیاکی با افزودن ملاس (Nkosi و Meeske، ۲۰۱۰b) یا تلقیح باکتریایی (Nkosi و Meeske، ۲۰۱۰a؛ Nkosi و همکاران، ۲۰۱۰) نیز گزارش شده است. افزودن ملاس باعث افزایش غلظت اسید لاکتیک و کاهش pH و اسید بوتیریک و نیتروژن آمونیاکی می‌شود که نشان دهنده حفظ سیلاژ است

McDonald(و همکاران، ۱۹۹۱؛ Nkosi و Meeske، ۲۰۱۰). سرعت افت pH عامل مهمی در تعیین میزان تجزیۀ پروتئین است، به همین دلیل افزودن ملاس و سیب‌زمینی پخته مانع از تولید مقادیر زیاد نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ شده است. وجود مقادیر پایین کربوهیدرات‌های محلول و افزایش پروتئین و ظرفیت بافری، منجر به کاهش آهستۀ pH در سیلاژ و بالاتر بودن pH نهائی می‌گردد که این مسأله موجب مقاومت بیشتر میکروارگانیسم‌های نامطلوب در سیلاژ شده و دآميناسیون و دکربوکسیلاسیون آمینواسیدها افزایش خواهد یافت، لذا کربوهیدرات‌های محلول در آب، عامل اصلی جهت رشد باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک و تخمیر مناسب هستند (McDonald و همکاران، ۱۹۹۱).

تولید گاز برای پیش‌بینی تجزیه پذیری شکمبه و میزان انرژی متابولیسمی خوراک دام مورد استفاده قرار می‌گیرد (Menk و Steingas، ۱۹۸۸). مشخص شده است که ارزیابی تغذیه خوراک حیوانات نشان‌دهنده همبستگی بین محتوی تغذیه‌ای و تولید گاز حجمی در آزمایشگاه است (Tang و همکاران، ۲۰۰۸؛ Muck و همکاران، ۲۰۰۷؛ Negesse و همکاران، ۲۰۰۹). زمانی‌که خوراک با استفاده از مایع بافری شکمبه، در شرایط آزمایشگاهی (in vitro) انکوبه می‌شود، کربوهیدرات‌ها به اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، گازها و سلول میکروبی تبدیل می‌شود (Getachew و همکاران، ۱۹۹۸)، بنابراین رابطه مثبت بین محتوای کربوهیدرات‌های غیرساختمانی خوراک و تولید گاز وجود دارد (Maheri و همکاران، ۲۰۰۸). تفاوت در محتوای ترکیب شیمیایی خوراک‌ها مثل نشاسته، کربوهیدرات‌های غیرساختمانی، ماده آلی، پروتئین خام، فیبر و محتوای کربوهیدرات‌های محلول می‌تواند منجر به تفاوت در میزان تولید گاز شود (Getachew و همکاران، ۲۰۰۴). تولید گاز یک فرآیند فرعی حاصل از تخمیر کربوهیدرات‌ها به استات، پروپیونات و بوتیرات است (Wolin و همکاران، ۱۹۶۰؛ Menke، ۱۹۸۸). میزان گاز تولید شده در شکمبه از تخمیر پروتئین ها بسیار ناچیز است (Wolin، ۱۹۶۰) و سهم چربی در تولید گاز قابل چشم پوشی است (Getachew و همکاران، ۱۹۹۸). در این آزمایش بیشترین مقدار گاز تولید شده طی ۲۴ ساعت انکوباسیون در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی مشاهده شد که این افزایش گاز تولیدی در اثر افزودن ملاس با نتایج مطالعه Rezaei و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. تفاوت در محتوای ترکیب شیمیایی خوراک‌ها می‌تواند منجر به تفاوت در میزان تولید گاز شود (Getachew و همکاران، ۲۰۰۴؛ Maheri و همکاران، ۲۰۰۸). اگرچه Salem و همکاران (۲۰۱۳) به عدم تأثیر ملاس بر گاز تولیدی اشاره کردند. بیشترین میزان قابلیت هضم ماده آلی در گروه آزمایشی CSMol همراه با تلقیح باکتریایی مشاهده شد که طبق مطالعات انجام شده بر روی سیلاژ تفاله سیب‌زمینی (Nkosi و Meeske، ۲۰۱۰b)، سیلاژ گراس (Nayigihugu و همکاران، ۱۹۹۵) و سیلاژ ذرت (Aksu و همکاران، ۲۰۰۶) مشخص شده که افزودن ملاس به سیلاژ موجب افزایش ضرایب قابلیت هضم می‌گردد. مقادیر بیشتر قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و گاز تولید شده طی ۲۴ ساعت انکوباسیون در گروه های آزمایشی حاوی سیب‌زمینی احتمالاً به دلیل مقادیر بالای کربوهیدرات‌های محلول در آب می‌باشد. بالا بودن کربوهیدرات‌های محلول در آب سبب تحریک فعالیت میکروبی برای افزایش قابلیت هضم مواد مغذی موجود در سیلاژ می‌شود (Rezaie و همکاران، ۲۰۰۹). تحقیقات نشان داده که احتمالاً ملاس قابلیت هضم مادۀ آلی سیلاژ را از طریق تحریک فعالیت میکروبی و در نتیجه افزایش قابلیت هضم مواد مغذی افزایش می‌دهد (Aksu و همکاران، ۲۰۰۶). بهبود بخش b و c در اثر افزودن ملاس با نتایج Rezaei و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد، اگرچه گزارشی مربوط به عدم بهبود این بخش‌ها در اثر افزودن ملاس وجود دارد (Salem و همکاران، ۲۰۱۳). مقدار لیگنین تأثیر زیادی بر روی بخش c دارد، زیرا بخش c همبستگی بالایی با قابلیت هضم ماده آلی دارد (Sandoval-Castro و همکاران، ۲۰۰۵). در اثر افزودن ملاس به سیلاژ ذرت و به دنبال آن افزایش فعالیت باکتری‌ها اتصال لیگنین با مواد آلی کاهش یافته و به همین دلیل در گروه‌های آزمایشی حاوی ملاس (CSMol، همراه با و بدون تلقیح باکتریایی) مقدار c بیشتر می باشد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه‌گیری نمود که افزودن ملاس همراه با تلقیح باکتریایی باعث بهبود غلظت اسیدهای چرب فرار (اسید لاکتیک، اسید استیک و اسید پروپیونیک)، قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم در سیلاژ ذرت می‌گردد. همچنین افزودن سیب زمینی به عنوان یکی از بقایای کشاورزی همراه با تلقیح باکتریایی می‌تواند باعث بهبود وضعیت تخمیر سیلاژ ذرت گردد.

Journal of Veterinary Medicine & Laboratory 14(2022-23) 171-186

Effect of using boiled potato waste, molasses and bacterial inoculation on chemical composition, fermentation quality and in vitro gas production in corn silage

Taleb, M.[1], Mahdavi, A.[2*], Mahdavi, A.[3], Darabighane, B.[4].

Received: 04.05.2022 Accepted: 28.02.2023

Abstract

The objective of this study was to assess and compare the impacts of incorporating boiled potatoe or molasses, with or without bacterial inoculation, on the chemical composition, fermentation quality, and in vitro gas production in corn silage. The experiment followed a completely randomized design with eight experimental groups and five repetitions. The experimental groups comprised the corn silage group without additives (CS), corn silage group with 4% molasses additive (CSMol), corn silage group with 3% potato additive (CSPot3), and corn silage group with 6% potato additive (CSPot6). Additionally, four groups, including the aforementioned ones, were inoculated with bacterial supplements.The CSMol group with bacterial inoculation exhibited the highest levels of dry matter, crude protein, ash, and nonfibrous carbohydrates, as well as the lowest amount of insoluble fibers in neutral detergent fiber. There was a significant decrease in pH in the bacterial-inoculated groups compared to those without bacterial inoculation ($P<0.05$), with the lowest pH observed in the CSMol group with bacterial inoculation. The CSMol experimental group with bacterial inoculation showed the highest concentrations of lactic acid, acetic acid, and propionic acid, along with the lowest concentrations of butyric acid and ammonia nitrogen ($P<0.05$). The lowest concentration of acetic acid was noted in the CSPot3 group without bacterial inoculation, which did not significantly differ from the CS and CSPot6 groups without bacterial inoculation ($P<0.05$). The highest and lowest levels of organic matter digestibility were observed in the CSMol group with bacterial inoculation and CSPot3 group without bacterial inoculation, respectively ($P<0.05$). The gas produced during the 24-hour incubation period was highest in the CSMol group with bacterial inoculation, not significantly different from the CSPot3 and CSPot6 groups with bacterial inoculation ($P<0.05$). In conclusion, adding molasses with bacterial inoculation enhances the concentration of volatile fatty acids and organic matter digestibility in corn silage. Additionally, potatoes, when used with bacterial inoculation, can improve the fermentation quality of corn silage.

Keywords: corn silage, potato, molasses, fermentation.

1, 2, 3, 4. Animal Science Department, Faculty Of Veterinary Medicine, Semnan University
*Corresponding author: mahdavi@semnan.ac.ir

منابع

قورچی، ت.، قنبری، فرزاد و ابراهیم، ط. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر افزودنیهای مختلف بر پایداری هوازی، ترکیب شیمیایی و میکروبهای سیلاژ ذرت. نشریه پژوهش های علوم دامی، **٤ (٤).** ۲۳۵-۲۴۴.

Aksu, T., Baytok, E., Karslı, M. A., and Muruz, H. 2006. Effects of formic acid, molasses and inoculant additives on corn silage composition, organic matter digestibility and microbial protein synthesis in sheep. Small Ruminant Research, **61(1)**, 29-33.

AOAC. 2005. "Official methods of analysis of agricultural chemists". Virginia, D.C.

Babaeinasab Y., Rouzbehan Y., Fazaeli H. and Rezaei J. 2015. Chemical composition silage fermentation characteristics and in vitro ruminal fermentation parameters of potato-wheat straw silage treated with molasses and lactic acid bacteria and corn silage. Journal of Animal Science. **93(9)**, 4377-4386.

Bach, S., Yada, R. Y., Bizimungu, B., Fan, M., and Sullivan, J. A. 2013. Genotype by environment interaction effects on starch content and digestibility in potato (Solanum tuberosum L.). Journal of agricultural and food chemistry, **61(16)**, 3941-3948.

Bautista-Trujillo, G. U., Cobos, M. A., Ventura-Canseco, L. M. C., Ayora-Talavera, T., Abud-Archila, M., Oliva-Llaven, M. A., and Gutiérrez-Miceli, F. A. 2009. Effect of sugarcane molasses and whey on silage quality of maize. Asian journal of crop science, **1(1),** 34-39.

Baytok, E., Aksu, T., Karsli, M., and Muruz, H. 2005. The effects of formic acid, molasses and inoculant as silage additives on corn silage composition and ruminal fermentation characteristics in sheep. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences, **29(2),** 469-474.

Bolsen, K. K., Ashbell, G., & Weinberg, Z. G. 1996. Silage fermentation and silage additives-Review. Asian-Australasian journal of animal sciences, **9(5),** 483-494.

Cajarville, C., Britos, A., Garciarena, D., and Repetto, J. L. 2012. Temperate forages ensiled with molasses or fresh cheese whey: Effects on conservation quality, effluent losses and ruminal degradation. Animal Feed Science and Technology, **171(1),** 14-19.

Chen, L., Guo, G., Yuan, X., Shimojo, M., Yu, C., and Shao, T. 2014. Effect of applying molasses and propionic acid on fermentation quality and aerobic stability of total mixed ration silage prepared with whole-plant corn in Tibet. Asian-Australasian journal of animal sciences, **27(3),** 349.

Church, D. C. (1991). Livestock feeds and feeding, Prentice Hall.

Filya, I. 2003. The effect of Lactobacillus buchneri and Lactobacillus plantarum on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. Journal of dairy science, **86(11),** 3575-3581.

Fraser, M., and Fychan. 2000. Voluntary intake, digestibility and nitrogen utilization by sheep fed ensiled forage legumes. Grass and Forage Science, **55(3),** 271-279.

Getachew, G., Blümmel, M., Makkar, H. P. S., and Becker, K. 1998. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. Animal Feed Science and Technology, **72(3-4),** 261-281.

Getachew, G., DePeters, E., and Robinson, P. 2004. In vitro gas production provides effective method for assessing ruminant feeds. California agriculture, **58(1),** 54-58.
Givens, D. I., Moss, A. R., and Everington, J. M. 1992. Nutritional value of cane molasses in diets of grass silage and concentrates fed to sheep. Animal feed science and technology, **38(4),** 281-291.
Guney, M., Demirel, M., Celik, S., Bakici, Y., and Levendoğlu, T. 2007. Effects of Urea, Molasses and Urea plus Molasses supplementation to sorghum silage on the silage quality, in vitro organic matter digestibility and metabolic energy contents. Journal of Biological Sciences, **7(2),** 401-404.
Gwayumba, W. 1997. Lactic acid bacterial inoculants and fibrolytic enzymes in forage preservation and degradability, University of Saskatchewan.
Haigh, P. M., and Parker, J. W. G. 1985. Effect of silage additives and wilting on silage fermentation, digestibility and intake, and on liveweight change of young cattle. Grass and Forage Science, **40(4),** 429-436.
Huisden, C. M., Adesogan, A. T., Kim, S. C., and Ososanya, T. 2009. Effect of applying molasses or inoculants containing homofermentative or heterofermentative bacteria at two rates on the fermentation and aerobic stability of corn silage. Journal of Dairy Science, **92(2),** 690-697.
Islam, M., Enishi, O., Purnomoadi, A., Higuchi, K., Takusari, N., and Terada, F. 2001. Energy and protein utilization by goats fed Italian ryegrass silage treated with molasses, urea, cellulase or cellulase+ lactic acid bacteria. Small Ruminant Research, **42(1),** 49-60.
Kholif, S. M., Abo-El-Nor, S. A. H., and Khorshed, M. M. 2007. Effect of adding some chemical agents to ensiled vegetable and fruit market wastes on silage quality and the performance of lactating goats. Inter. J. Dairy Sci, **2(4),** 312-320.
Kung, L. I. M. I. N., & Muck, R. E. 1997. Animal response to silage additives. In Proceedings of the conference on Silage: Field to feedbunk. North American Conference Hershey, PA. NRAES-99.
Kung, L., and Shaver, R. 2001. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. Focus on forage, **3(13),** 1-5.
Kung, L., Shaver, R. D., Grant, R. J., and Schmidt, R. J. 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. Journal of dairy Science, **101(5),** 4020-4033.
Lima, R., Díaz, R. F., Castro, A., Hoedtke, S., and Fievez, V. 2011. Multifactorial models to assess responses to sorghum proportion, molasses and bacterial inoculant on in vitro quality of sorghum–soybean silages. Animal feed science and technology, **164(3-4),** 161-173.
Lima, R., Lourenço, M., Diaz, R. F., Castro, A., and Fievez, V. 2010. Effect of combined ensiling of sorghum and soybean with or without molasses and lactobacilli on silage quality and in vitro rumen fermentation. Animal Feed Science and Technology, **155(2-4),** 122-131.
Mahala, A. G., & Khalifa, I. M. 2007. The effect of molasses levels on quality of sorghum (Sorghum bicolor) silage. Res. J. Anim. Vet. Sci, **2**, 43-46.
Maheri-Sis, N., Chamani, M., Ali-Asghar, S., Mirza-Aghazadeh, A., and Aghajanzadeh-Golshani, A. 2008. Nutritional evaluation of kabuli and desi type chickpeas (Cicer arietinum L.) for ruminants using in vitro gas production technique. African Journal of Biotechnology, **7(16).**

McDonald, P. 1981. "The biochemistry of silage).

McDonald, P. 1991. "Microorganisms." The biochemistry of silage: 81-151.

McDonald, P.، et al. 1991. "The Biochemistry of Silage".

McDonald, P., et al. 2010. "Chapter 19: Silage. In: Animal Nutrition, sev-enth ed., pp. 499–520.

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 Research and Development. **28**, 7-55.

Moon, N. J. 1981. Effect of inoculation of vegetable processing wastes with Lactobacillus plantarum on silage fermentation. Journal of the Science of Food and Agriculture, **32(7),** 675-683.

Muck, R. 1987. "Dry matter level effects on alfalfa silage quality I. Nitrogen transformations." Transactions of the ASAE **30(1):** 7-0014.

Muck, R. E., Filya, I. S. M. A. I. L., and Contreras-Govea, F. E. 2007. Inoculant effects on alfalfa silage: in vitro gas and volatile fatty acid production. Journal of dairy science, **90(11),** 5115-5125.

Nayigihugu, V., Kellogg, D. W., Johnson, Z. B., Scott, M., and Anschutz, K. S. 1995. Effects of adding levels of molasses on composition of bermudagrass (Cynodon dactylon) silage. Journal of Animal Science, **73**, 200.

Negesse, T., Makkar, H. P. S., and Becker, K. 2009. Nutritive value of some non-conventional feed resources of Ethiopia determined by chemical analyses and an in vitro gas method. Animal feed science and technology, **154(3-4),** 204-217.

Nkosi, B. D., Meeske, R., Langa, T., Motiang, M. D., Mutavhatsindi, T. F., Thomas, R. S., and Baloyi, J. J. 2015. The influence of ensiling potato hash waste with enzyme/bacterial inoculant mixtures on the fermentation characteristics, aerobic stability and nutrient digestion of the resultant silages by rams. Small Ruminant Research, **127**, 28-35.

Nkosi, B. D., Meeske, R., Palic, D., and Langa, T. 2009. Laboratory evaluation of an inoculant for ensiling whole crop maize in South Africa. Animal feed science and technology, **150(1-2),** 144-150.

Nkosi, B. D., Meeske, R., Van der Merwe, H. J., and Groenewald, I. B. 2010a. Effects of homofermentative and heterofermentative bacterial silage inoculants on potato hash silage fermentation and digestibility in rams. Animal Feed Science and Technology, **157(3-4),** 195-200.

Nkosi, B. D., and Nkosi, R. 2010b. Effects of whey and molasses as silage additives on potato hash silage quality and growth performance of lambs. South African Journal of Animal Science, **40(3),** 229-237.

Pahlow, G., Muck, R. E., Driehuis, F., Elferink, S. J. O., and Spoelstra, S. F. 2003. Microbiology of ensiling. Silage science and technology, **42**, 31-93.

Rezaei, J., Rouzbehan, Y., and Fazaeli, H. 2009. Nutritive value of fresh and ensiled amaranth (Amaranthus hypochondriacus) treated with different levels of molasses. Animal Feed Science and Technology, **151(1-2),** 153-160.

Salem, A. Z., ZHOU, C. S., TAN, Z. L., Mellado, M., Salazar, M. C., Elghandopur, M. M., and Odongo, N. E. 2013. In vitro ruminal gas production kinetics of four fodder trees ensiled with or without molasses and urea. Journal of Integrative Agriculture, **12(7),** 1234-1242.

Sandoval-Castro, C. A., Lizarraga-Sanchez, H. L., and Solorio-Sanchez, F. J. 2005. Assessment of tree fodder preference by cattle using chemical composition, in vitro gas production and in situ degradability. Animal Feed Science and Technology, **123**, 277-289.

SAS. (2005). Statistical Analysis System. SAS Intit. Inc. Cary. NC. USA.

Tang, S. X., Tayo, G. O., Tan, Z. L., Sun, Z. H., Wang, M., Ren, G. P., and Han, X. F. 2008. Use of in vitro gas production technique to investigate interactions between rice straw, wheat straw, maize stover and alfalfa or clover. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, **21(9),** 1278-1285.

Van Niekerk, W. A., Hassen, A., Bechaz, F. M., and Coertze, R. J. 2007. Fermentative attributes of wilted vs. unwilted Digitaria eriantha silage treated with or without molasses at ensiling. South African Journal of Animal Science, **37(4),** 261-268.

Van Soest, P. V., Robertson, J. B., and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of dairy science, **74(10),** 3583-3597.

Wolin, M. J. 1960. A theoretical rumen fermentation balance. Journal of Dairy Science, **43(10),** 1452-1459.

ZoBell, D. R., Okine, E. K., Olson, K. C., Wiedmeier, R. D., Goonewardene, L. A., and Stonecipher, C. 2004. The feasibility of feeding high levels of whey silage and effects on production in growing cattle. J. Anim. & vet. Advances, **3**, 804.