نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۲۷ شماره ۲/ سال۱۳۹۶/ صفحات ۱۷۳ تا ۱۸۷

اثر افزودنی باکتریایی و پری‌بیوتیکی بر پروفایل تخمیر و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای مواد مغذی سیلاژ ذرت

سیما علایی باهر[۱]، حمید محمدزاده[۲*]، اکبر تقی زاده [۲] و علی حسینخانی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/٤/۱۰

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه نشخوارکنندگان، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۲] به ترتیب استادیار، استاد و دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبه: Email: hamidmhz@tabrizu.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: استفاده از برخی مواد افزودنی در سیلاژ ذرت می‌تواند بر پروفایل تخمیر و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای مواد مغذی سیلاژ ذرت تاثیر به‌سزایی داشته باشد. **هدف**: این طرح به منظور بررسی اثرات افزودنی میکروبی تجاری با نام Lalsil Fresh (حاوی لاکتوباسیلوس بوکنری) و افزودنی پری‌بیوتیکی (پودر آب پنیر) بر روی پروفایل تخمیر و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای مواد مغذی سیلاژ ذرت صورت گرفت. **روش کار**: تیمارهای آزمایشی بترتیب شامل ۱) سیلاژ ذرت شاهد (بدون افزودنی)، ۲) سیلاژ ذرت تیمار شده با پودر آب پنیر (یک درصد یا ۱۰ کیلو بر تن)، ۳) سیلاژ ذرت تیمار شده با افزودنی باکتریایی Lalsil Fresh به میزان $۱/۸\times۱۰^{٦}$ واحد تشکیل دهنده کلنی به ازای هر گرم علوفه تازه و ٤) سیلاژ ذرت تیمار شده با پودر آب پنیر (یک درصد) به همراه افزودنی باکتریایی لالسیل ($۱/۸\times۱۰^{٦}$ واحد تشکیل دهنده کلنی به ازای هر گرم علوفه تازه) بودند. **نتایج**: در پایان دوره آزمایشی ۹۰ روزه تیمار پودر آب پنیر و افزودنی باکتریایی سبب کاهش تولید پساب و افزایش در ماده خشک سیلاژ نسبت به تیمار شاهد شدند ($P <۰/۰۵$). افزودن پودر آب پنیر به علوفه ذرت سیلوئی سبب افزایش غلظت پروتئین خام و کاهش غلظت الیاف در سیلاژ گردید ($P <۰/۰۵$). افزودنی لالسیل باعث کاهش pH سیلاژ ذرت شد ($P <۰/۰۵$). تیمار مخلوط افزودنی میکروبی و پری‌بیوتیکی کمترین میزان اسیدهای چرب فرار و ازت آمونیاکی را به خود اختصاص دادند ($P <۰/۰۵$). تیمار پودر آب پنیر سبب افزایش معنی‌دار تجزیه‌پذیری بخش محلول، بخش کند تجزیه و ثابت نرخ تجزیه ماده خشک گردید ($P <۰/۰۵$). افزودنی باکتریایی نیز سبب افزایش قابلیت ناپدید شدن ماده خشک سیلاژ ذرت شد. **نتیجه‌گیری نهایی**: نتایج آزمایش نشان داد که پودر آب پنیر می‌تواند سبب بهبود ارزش تغذیه‌ای، افزایش قابلیت هضم و نرخ نجزیه پذیری سیلاژ ذرت گردد. همچنین افزودنی باکتریایی با کاهش سریع pH موجب بهبود کیفیت سیلاژ حاصله می‌گردد.

واژگان کلیدی: سیلاژ ذرت، افزودنی میکروبی، افزودنی پری‌بیوتیک، لاکتوباسیلوس بوکنری، پروفایل تخمیر، تجزیه-پذیری شکمبه‌ای

مقدمه

سیلو کردن روش متداولی است که علوفه مرطوب را در یک محیط بی‌هوازی و اسیدی حفظ و ذخیره سازی می‌کند (مک دونالد و همکاران ۱۹۹۱). به بیان دیگر، یکی از روش‌های نگهداری مازاد علوفه قبل از اینکه علوفه خیلی بالغ شود، تهیه سیلاژ (اسیدی کردن محیط) می‌باشد (خوروش و همکاران ۱۳۹۳). استفاده از علوفه سیلو شده به دلیل ارزش غذائی بالا، حفظ ویتامین‌ها و ... به روش خشک کردن که سبب تلفات بالای مواد مغذی به ویژه در بخش پروتئینی می‌شود، برتری دارد (قورچی ۱۳۸۷).

اساس سیلو کردن بر پایه تخمیر توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک می‌باشد که تحت شرایط بی‌هوازی قندها را به اسیدها (عمدتاً اسیدلاکتیک) تبدیل می‌کنند. تخمیر بی‌هوازی در سیلو باعث ایجاد محیط اسیدی (pH حدود ٤ و حتی پایین‌تر) می‌شود (محمدزاده ۱۳۹۰). علاوه بر آن، هدف از بی‌هوازی کردن سیلو ممانعت از ادامه فعالیت‌های باکتری‌های بی‌هوازی است تا مواد مغذی به فرآورده‌های غیر قابل استفاده، غیر خوراکی و سمی برای دام تبدیل نشود. به علاوه فشرده کردن مواد سیلویی و تخلیه هوا در زمان سیلو کردن باعث می‌شود که مواد قندی موجود در علوفه توسط باکتری‌های مفید به اسیدلاکتیک تبدیل شده و از فعالیت میکروارگانیزم‌های بی‌هوازی غیر مفید نیز جلوگیری شود (خوروش و همکاران ۱۳۹۳). در نهایت تقابل اثرات بیولوژیکی (شدت و نوع تخمیر) و تکنولوژیکی (مدیریت پر کردن و فشردن) در طول مراحل سیلوکردن علوفه کیفیت سیلاژ تولید شده را مشخص می‌نماید (مک دونالد و همکاران ۱۹۹۱).

گیاه کامل ذرت به دلیل ارزش غذایی و محتوای انرژی بالا، خوشخوراکی خوب، مقدار بالای تولید در هکتار و ویژگی‌های مناسب برای سیلو کردن عمده‌ترین علوفه‌ای است که برای تهیه سیلاژ مورد استفاده قرار می‌گیرد (خوروش و همکاران ۱۳۹۳). سیلاژ ذرت به دلیل دارا بودن مقادیر بسیار زیادی کربوهیدرات قابل تخمیر، ظرفیت بافری پایین و جمعیت بالای لاکتوباسیلوس‌ها یکی از بهترین و مناسب‌ترین گیاهان برای سیلو کردن است (هندرسون ۱۹۹۳؛ جانسون و همکاران ۱۹٦۷؛ لوپز و همکاران ۱۹۹۵؛ استاک و همکاران ۱۹۹٤؛ خوروش و همکاران و محمدزاده و همکاران ۱۳۹۳).

بخش اصلی کربوهیدرات‌های محلول در آب ذرت از ساکارز، گلوکز و فروکتوز تشکیل شده است. قندهای محلول در آب عمده‌ترین کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی موجود در ذرت در طول دوره رشد رویشی هستند اما مقدار آنها بعد از لقاح کاهش یافته و در طول مرحله‌ی بعدی که مرحله رشد و نمو دانه‌هاست، میزان نشاسته افزایش می‌یابد. لذا تا قبل از تشکیل دانه‌ها، با افزایش بلوغ ذرت میزان ماده خشک و فیبر آن افزایش می‌یابد. اما با تشکیل دانه‌ها به دلیل افزایش نشاسته ذخیره شده در گیاه ذرت، غلظت ترکیبات دیواره سلولی کاهش می‌یابد (خوروش و همکاران ۱۳۹۳).

فرضیه این طرح پژوهشی ای بر این اساس بود که افزودنی‌های میکروبی و پری‌بیوتیکی با افزایش سرعت تخمیر موجب افت سریع pH و حفظ ارزش تغذیه‌ای سیلاژ ذرت شده و ترکیب شیمیایی و پروفایل تخمیری سیلاژ ذرت را بهبود می بخشند.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به شکل طرح آماری کاملاً تصادفی با ٤ تیمار و ۳ تکرار در هر تیمار اجرا گردید. در ابتدا ذرت علوفه‌ای در مرحله دانه خمیری (حدود ۲۰ درصد ماده خشک) برداشت و سپس توسط چاپر به قطعات ۳ تا ٥ سانتی‌متری خرد شد. تیمارهای ۱ تا ٤ بترتیب شامل ۱) سیلاژ ذرت شاهد، ۲) سیلاژ ذرت تیمار شده با پودر آب پنیر (یک درصد یا ۱۰ کیلو بر تن)، ۳) سیلاژ ذرت تیمار شده با افزودنی باکتریایی با نام تجاری Lalsil Fresh (حاوی باکتری لاکتوباسیلوس بوکنری) به میزان CFU $۱/۸\times۱۰^{٦}$ به ازای هر گرم علوفه تازه و ٤)

سیلاژ ذرت تیمار شده با پودر آب پنیر (یک درصد) و افزودنی باکتریایی (CFU ۱/۸×۱۰^۶ به ازای هر گرم علوفه تازه) بودند. اضافه کردن پودر آب پنیر و افزودنی باکتریایی به علوفه سیلویی به روش اسپری کردن انجام شد. لازم به ذکر است که به گروه شاهد نیز همان مقدار آب مقطر اضافه شد. مواد سیلویی در سیلوهای آزمایشگاهی با ظرفیت تقریبی ٤ کیلو علوفه ذرت سیلویی پر شدند. سیلوها بعد از ۹۰ روز نگهداری در محیطی خشک و دور از نور آفتاب و در دمای اتاق، باز شدند. در این تحقیق فراسنجه‌های تخمیری، pH، ماده خشک، پروتیین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای مواد مغذی سیلاژ ذرت اندازه‌گیری شد.

آنالیز تقریبی

پس از اتمام دوره سیلو کردن، سیلوها توزین شده و باز شدند و نمونه گیری از آنها جهت انجام آنالیزهای آزمایشگاهی صورت گرفت. ماده خشک و پروتئین خام با روش ذکر شده در AOAC سال ۲۰۰۲ و به وسیله میکروکلدال تعیین گردید. الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) با روش ون سوست اندازه گیری شدند (ون سوست و همکاران ۱۹۹۱).

تهیه عصاره سیلاژ

مقدار ۳۰ گرم نمونه در داخل یک مخلوط‌کن ریخته و به میزان ۲۷۰ سی‌سی آب مقطر به آن اضافه شد. مخلوط آب و سیلاژ به مدت ۱ دقیقه مخلوط شدند. مخلوط ایجاد شده از پارچه ململ دو لایه عبور داده شد. عصاره صاف شده جهت تعیین pH، اسیدهای چرب فرار، اسیدلاکتیک، نیتروژن آمونیاکی و کربوهیدرات محلول مورد استفاده قرار گرفت (محمدزاده ۱۳۹۰).

اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرار

اندازه‌گیری کل اسیدهای چرب فرار سیلاژ ذرت با استفاده از دستگاه MARKHAM STILL در دو مرحله تقطیر و تیتراسیون انجام گرفت. در مرحله تقطیر ۵ میلی‌لیتر مایع شکمبه جمع آوری شده همراه با ۱۰ میلی‌لیتر سولفات منیزیوم اشباع شده در اسید سولفوریک غلیظ ($MgSO_4+H_2SO_4$) به دستگاه تقطیر تزریق شد و بخارات حاصل پس از تقطیر جمع آوری شده (حدود ۵۰ میلی‌لیتر) و بلافاصله با افزودن معرف فنل فتالئین، با سود ۰/۰۵ نرمال تیتر شد (مارخام ۱۹٤۲).

اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی

جهت تعیین میزان نیتروژن آمونیاکی سیلاژ ذرت از روش برودریک و کنگ (۱۹۸۰) استفاده شد. مقدار ۰/۰۵ گرم نمونه یا محلول استاندارد را با ۲/۵ میلی‌لیتر فنول و ۲ میلی‌لیتر محلول هیپوکلریت ترکیب و در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد برای ۵ دقیقه انکوبه کرده و پس از خنک شدن میزان جذب نمونه‌ها توسط اسپکتوفتومتر در طول موج ٦۳۰ نانومتر قرائت شد.

اندازه‌گیری اسید لاکتیک

جهت تعیین میزان اسید لاکتیک سیلاژ ذرت از روش جوزفا و همکاران (۱۹۹۹) استفاده شد. مقدار ۹۰ سی‌سی آب مقطر به ۱۰ گرم از سیلاژ تازه اضافه شده و به مدت ۲ دقیقه تکان داده شد. سپس به مدت ۱۰ دقیقه در ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس مایع بالایی به نسبت ۱ به ۲۰ رقیق شده و ۰/۷ سی‌سی از مایع رقیق شده و ۳ سی‌سی اسید سولفوریک خالص و ۵۰ میکرولیتر سولفات مس ۵ آبه و ۱۰۰ میکرولیتر از پاراهیدروکسی بی‌فنیل در یک لوله آزمایش مخلوط شد. پس از سرد شدن، میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۷۰ نانومتر بوسیله دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت گردید (جوزفا و همکاران ۱۹۹۹).

اندازه‌گیری کربوهیدرات محلول

جهت اندازه‌گیری کربوهیدرات محلول از روش دوبیوس و همکاران (۱۹٥٦) استفاده شد. ۱۰ گرم از سیلاژ تازه در ۹۰ سی‌سی آب مقطر ریخته شده و به مدت ۲ دقیقه تکان داده شد. سپس به مدت ۱۰ دقیقه در ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. مایع بالایی به نسبت ۱ به ۱۰

رقیق شده و ۱ سی‌سی از مایع رقیق شده با یک سی‌سی آب مقطر و ۵ سی‌سی اسید سولفوریک خالص و ۰/۱۵ سی‌سی فنل ۸۰ درصد وزنی در یک لوله آزمایش مخلوط شد. پس از سرد شدن میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ٤٧٠ نانومتر بوسیله دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت گردید (دوبیوس و همکاران ١٩٥٦).

تعیین تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای مواد مغذی

به منظور تعیین تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای سیلاژ ذرت و بررسی کنتیک هضم آن از روش کیسه‌های نایلونی استفاده شد (ارسکوف و مکدونالد ۱۹۷۹). در این روش از ۳ راس گوسفند نر نژاد قزل دارای فیستولای شکمبه-ای استفاده شد. هریک از این گوسفندها در یک باکس انفرادی قرار گرفته و با جیره غذایی در حد نگهداری و طبق پیشنهاد NRC (۱۹۸۵) (حاوی ٦٠ درصد علوفه و ٤٠ درصد کنسانتره) و دو بار در روز تغذیه شدند. مواد خوراکی با آسیابی با غربال ۲ میلی‌متری آسیاب گشته و به مقدار ۵ گرم از آن در کیسه‌هایی از جنس الیاف پلی استر مصنوعی، به ابعاد ١٢×٦ سانتی‌متر مربع قرار داده شد. برای هر تیمار در هر ساعت ٦ تکرار تهیه شد به طوری‌که برای هر ساعت انکوباسیون، درون شکمبه هر گوسفند ۲ کیسه قرار داده شد. پس از زمان‌های ۰، ٢، ٤، ٦، ٨، ١٢، ١٦، ٢٤، ٣٦، ٤٨ و ٧٢ ساعت انکوباسیون، کیسه‌ها از شکمبه خارج و جهت جلوگیری از فعالیت میکروبی بلافاصله با آب سرد شسته شدند. کیسه‌های شسته شده به مدت ٢٤ ساعت در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد و سپس به مدت ٢٤ ساعت در دمای ١٠٥ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شدند. کیسه‌ها بعد از خروج از آون توزین شدند و سپس میزان ماده خشک، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی آنها تعیین گردید.

نتایج و بحث

اثرات ثابت و متقابل افزودنی‌های پری‌بیوتیکی و باکتریایی بر ترکیب شیمیایی سیلاژ ذرت در جدول۱ آورده شده است. سیلاژهای دارای افزودنی پری-بیوتیکی (پودر آب پنیر) غلظت ماده خشک بیشتری نسبت به سایر سیلاژها داشتند (P <۰/۰۵). همچنین سیلاژهای تلقیح شده با افزودنی باکتریایی نیز غلظت ماده خشک بیشتری نسبت به بقیه سیلاژها از خود نشان دادند (P <۰/۰۵). این امر نشان می‌دهد که اتلاف مواد مغذی در فرآیند سیلو کردن در نتیجه اضافه کردن افزودنی‌های پودر آب پنیر و لالسیل کاهش یافته و لذا بازیابی ماده خشک در سیلاژها بیشتر شده است.

نشان داده شده است که در صورتی که کربوهیدرات-های قابل حل در آب گیاه سیلوئی کافی باشد، اسیدهای تولید شده pH سیلاژ را به ٤ یا پایین‌تر می‌رسانند که در این حالت بسته به میزان ماده خشک گیاه از فعالیت-های بیشتر تخمیری جلوگیری می‌شود و سیلاژ به صورت پایدار مانده و ترکیبات آن تغییر نمی‌کند (چرچ ۱۹۹۰). در نتیجه تولید اسیدها و کاهش pH سیلاژ، رشد میکروارگانیسم‌های فاسد کننده سیلو متوقف می-شود (کانگ ۲۰۰۰). برخلاف پودر آب پنیر، استفاده از افزودنی باکتریایی لاکتوباسیلوس بوکنری بدلیل اضافه شدن جمعیت باکتری‌های مولد اسید لاکتیک به سیلاژ و افزایش نرخ تخمیر، سبب کاهش pH (P <۰/۰۵) در سیلاژهای دریافت کننده این افزودنی شد (جدول۲).

جدول ۱- اثرات افزودنی باکتریایی و پری‌بیوتیکی بر ترکیب شیمیایی سیلاژ ذرت (درصد از ماده خشک)

Table 1- The effects of bacterial inoculant and prebiotic additive on chemical composition of corn silage (%DM)

میانگین تیمارها Means of treatments					اثر پودر آب پنیر Effect of whey			اثر لالسیل Effect of Lalsil			اثر متقابل Interaction effects	
صفت Treat	شاهد Control	لالسیل Lalsil	پودر آب پنیر Whey	لالسیل و پودر آب پنیر W+L	فاقد پودر آب پنیر Without Whey	دارای پودر آب پنیر Whey	*P value*	فاقد لالسیل Without Lalsil	دارای لالسیل With Lalsil	*P value*	*P value*	*SEM*
ماده خشک (درصد) Dry matter	18.90	20.61	21.34	20.90	19.76	21.12	0.0003	20.12	20.75	0.0226	0.0014	0.388
الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber	43.53	46.73	43.13	42.06	45.13	42.60	0.0335	43.33	44.40	0.3122	0.0630	1.710
پروتئین خام Crude protein	8.82	8.68	10.28	9.46	8.75	9.87	0.0008	9.55	9.07	0.0541	0.01458	0.369

جدول ۲- اثرات افزودنی باکتریایی و پری‌بیوتیکی بر پروفایل تخمیری سیلاژ ذرت (درصد از ماده خشک)

Table 2- The effects of bacterial inoculant and prebiotic additive on fermentation profile of corn silage (%DM)

میانگین تیمارها Means of Treatments					اثر پودر آب پنیر Effect of Whey			اثر لالسیل Effect of Lalsil			اثر متقابل Interaction	
صفت Treat	شاهد Control	لالسیل Lalsil	پودر آب پنیر Whey	لالسیل و پودر آب پنیر W+L	فاقد پودر آب پنیر Without Whey	دارای پودر آب پنیر Whey	*P value*	فاقد لالسیل Without Lalsil	دارای لالسیل With Lalsil	*P value*	*P value*	*SEM*
pH	4.05	3.87	4.03	3.99	3.96	4.01	0.0039	4.04	3.93	0.0001	0.0005	0.021
نیتروژن آمونیاکی (درصد از نیتروژن) NH4-N	8.01	6.49	6.02	4.20	7.25	5.11	0.0001	7.01	5.34	0.0002	0.5632	0.434
اسید لاکتیک Lactic acid	5.46	4.59	5.68	4.70	5.03	5.19	0.5029	5.57	4.64	0.0038	0.8189	0.399
اسیدهای چرب فرار Volatile fatty acids	1.71	1.57	1.23	1.06	1.64	1.14	0.0001	1.47	1.31	0.0038	0.7278	0.078
کربوهیدرات محلول Soluble carbohydrate	1.63	1.49	3.40	3.98	1.56	3.69	0.0001	2.52	2.74	0.3008	0.1042	0.341

افزودن پودر آب پنیر به علوفه ذرت سیلوئی سبب کاهش (P <۰/۰۵) در میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) در سیلاژ ذرت گردید (جدول ۱) که این امر می تواند بدلیل افزایش قند محلول (از طریق پودر آب پنیر) در این سیلاژها باشد. در مقابل، افزودنی باکتریایی لاکتوباسیلوس بوکنری باعث افزایش عددی در میزان NDF سیلاژ ذرت شد. این امر احتمالاً به دلیل مصرف شدن بیشتر قندهای محلول علوفه در اثر افزایش نرخ تخمیر است که سبب افزایش در غلظت الیاف سیلاژ ذرت گردیده است (محمدزاده و همکاران ۱۳۹۳).

در طی سیلو کردن درصد پروتئین خام تیمارهای تلقیح شده با لالسیل کاهش عددی نشان داد به طوری که سیلاژهایی که پس از ۹۰ روز سیلو کردن باز شدند، تمایل به داشتن پروتئین خام کمتری بودند که با یافته-های سایر محققین مطابقت دارد (روغنی و ضمیری ۲۰۰۹). افزودن پودر آب پنیر به علوفه ذرت سبب افزایش در میزان پروتئین خام (P <۰/۰۵) نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول۱) که این امر احتمالا به دلیل غلظت بالاتر پروتئین خام در پودر آب پنیر نسبت به علوفه ذرت سیلوئی می‌باشد (P <۰/۰۵).

خصوصیات تخمیری سیلاژ ذرت

اضافه نمودن پودر آب پنیر به سیلاژ ذرت موجب افزایش قابل توجهی در میزان کربوهیدرات محلول نسبت به تیمارهای فاقد پودر آب پنیر گردید (جدول۲). در آزمایش هاشم‌زاده و همکاران (۲۰۱٤) و اسدی و همکاران (۱۳۸۳) نیز استفاده از یک منبع کربوهیدراتی مانند ملاس سبب افزایش کربوهیدرات محلول نسبت به تیمار شاهد گردید. با این حال استفاده از افزودنی باکتریایی لاکتوباسیلوس بوکنری جهت تلقیح سیلاژ ذرت تاثیری بر غلظت کربوهیدرات محلول سیلاژهای حاصل نداشت (جدول۲). دریهیوس و همکاران (۲۰۰۱) که اثر افزودنی باکتریایی بوکنری را به تنهایی و به همراه باکتری‌های تخمیرکننده همگن در سطوح مختلف در یک دوره ۹۰ روزه سیلویی بر روی علوفه چاودار چند ساله مورد آزمایش قرار دادند، کاهش در میزان کربوهیدرات محلول در تیمار لاکتوباسیلوس بوکنری را نسبت به تیمار شاهد گزارش نمودند. رنجت و کانگ (۲۰۰۰) که تاثیر افزودنی باکتریایی لاکتوباسیلوس بوکنری را در سطوح مختلف بر روی سیلاژ ذرت مورد بررسی قرار دادند، کاهش در میزان کربوهیدرات محلول را در سطح بالاتر افزودنی بوکنری تا نصف تیمار شاهد گزارش نمودند اما در سطوح پایین‌تر لاکتوباسیلوس بوکنری تغییرات معنی‌داری مشاهده نکردند. همچنین نتایج این آزمایش با نتایج آزمایشات مک آلیستر و همکاران (۱۹۹۸)، کانگ و همکاران (۲۰۰۳) که اثرات افزودنی باکتریایی لاکتوباسیلوس بوکنری را بر روی سیلاژ علوفه‌های متفاوت مورد بررسی قرار دادند، مطابقت داشت. هیچ اثر متقابلی بین این دو افزودنی بر غلظت کربوهیدرات محلول سیلاژها وجود نداشت (جدول۲).

غلظت کل اسیدهای چرب فرار در تیمارهای دارای افزودنی باکتریایی نسبت به تیمارهای فاقد این افزودنی کاهش (P <۰/۰۵) یافت (جدول۲). در آزمایش فیلیا (۲۰۰۷) با ١٤ نوع افزودنی باکتریایی بر روی علوفه یونجه چین اول تمامی افزودنی‌ها سبب افزایش اسیدهای چرب فرار گردید. نتایج این آزمایش با نتایج کلین اشمیت و کانگ (۲۰۰٦)؛ داوسون و همکاران (۱۹۹۸) و مک آلیستر و همکاران (۱۹۹۸) تطابق نداشت. پائین‌تر بودن غلظت اسیدهای چرب فرار در تیمار دریافت کننده لالسیل به دلیل افت سریعتر pH در این سیلاژها می‌باشد که موجب ممانعت از فعالیت میکروارگانیسم‌های تولید کننده اسیدهای چرب فرار در سیلاژ می گردد. همچنین غلظت کل اسیدهای چرب فرار در تیمارهایی با افزودنی پری‌بیوتکی نیز نسبت به تیمارهای فاقد این افزودنی کاهش (P <۰/۰۵) نشان داد که دلیل آن افت سریعتر pH در روزهای اول پس از تخمیر است که بدلیل ممانعت از فعالیت میکروارگانیسم-

های مضر سیلاژ، تولید ترکیباتی مثل اسیدهای چرب فرار را کاهش می دهد. با این حال در آزمایش هاشم-زاده و همکاران (۲۰۱٤) افزودن ملاس به علوفه یونجه به عنوان منبع کربوهیدراتی سبب افزایش در میزان کل اسیدهای چرب فرار گردید که با نتایج ارائه شده در این آزمایش که استفاده از منبع کربوهیدراتی پودر آب پنیر سبب کاهش اسیدهای چرب فرار گردید، مطابقت نداشت. افزایش در میزان کل اسیدهای چرب فرار در تحقیقات سایر محققان مانند آکسو و همکاران (۲۰۰٦)؛ اسلام و همکاران، (۲۰۰۱) و ولفورد (۱۹۹۰) که اثر منابع مختلف کربوهیدراتی را بر روی سیلاژ علوفه‌های متفاوت بررسی کردند، نیز گزارش گردیده است. دلیل اختلاف نتایج این محققین با تحقیق حاضر به نوع قندهای موجود در منابع مختلف بر می‌گردد. نشان داده شده است که قندهایی مثل فروکتوز باعث افزایش فعالیت باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک با تخمیر ناهمگن می‌شود که در کنار تولید اسید لاکتیک، اسیدهای چرب فرار را نیز تولید می کنند. درحالی که قند موجود در پودر آب پنیر از نوع لاکتوز است که فعالیت باکتریهای تولید کننده اسید لاکتیک با تخمیر همگن را تحریک کرده و لذا از تولید اسیدهای چرب فرار ممانعت می کند.

اضافه کردن پودر آب پنیر بر غلظت لاکتات سیلاژها تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول۲). اما افزودنی باکتریایی سبب کاهش غلظت لاکتات ($P < ۰/۰۵$) در سیلاژها شد. تعداد بیشتر باکتری‌های اسید لاکتیک در سیلاژهای تلقیح شده موجب می‌شود که در مراحل نهایی تخمیر لاکتات را مصرف کرده و در نهایت باعث کاهش لاکتات در این سیلاژها می‌شوند (مکدونالد ۱۹۹۱). اما فیلیا (۲۰۰۳) مقادیر بالاتری از اسید لاکتیک را در سیلاژ تلقیح شده با مخلوط لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس بوکنری گزارش کرد. دلیل این امر احتمالا به همراه بودن لاکتوباسیلوس پلانتاروم با لاکتوباسیلوس بوکنری در آن تحقیق بوده است که کاهش در لاکتات توسط لاکتوباسیلوس بوکنری را با تولید دوباره آن توسط لاکتوباسیلوس پلانتاروم جبران نموده است.

غلظت نیتروژن آمونیاکی سیلاژهای ذرت تیمار شده با افزودنی پری‌بیوتیکی پودر آب پنیر کمتر از سیلاژهای فاقد پودر آب پنیر بود (جدول۲). افت سریع pH در مراحل اولیه سیلو کردن در سیلاژهای تلقیح شده با افزودنی پروبیوتیکی می‌تواند جلوی فعالیت پروتئازی آنزیم‌های گیاهی و باکتری‌ها را بگیرد (دریهیوس و همکاران ۱۹۹۹؛ زهیرالدینی و همکاران ۲۰۰٤ و محمدزاده و همکاران ۱۳۹۱). همچنین غلظت نیتروژن آمونیاکی سیلاژهای ذرت تلقیح شده با افزودنی میکروبی پودر آب پنیر کمتر از سیلاژ های تلقیح نشده بود (جدول۲). نشان داده شده است که افت سریع pH در مراحل اولیه سیلو کردن در سیلاژهای تلقیح شده با افزودنی میکروبی به دلیل تعداد بیشتر باکتری‌های اسید لاکتیک موجود در آن می‌تواند جلوی فعالیت پروتئازی آنزیم‌های گیاهی و باکتری‌ها را بگیرد (وینبرگ و همکاران ۱۹۹٦؛ زهیرالدینی و همکاران ۲۰۰٤ و محمدزاده و همکاران۱۳۹۱). فیلیا (۲۰۰۳) و دریهیوس و همکاران (۱۹۹۹) نیز نشان دادند که سطح نیتروژن آمونیاکی در سیلاژ ذرت تلقیح شده با افزودنی میکروبی حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس بوکنری پایین‌تر از گروه تلقیح نشده بود. با این حال هیگنبوتام و همکاران (۱۹۹۸) تفاوتی بین سیلاژ دارای افزودنی میکروبی و شاهد در محتوای نیتروژن آمونیاکی مشاهده نکردند.

تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای مواد مغذی

افزودن پودر آب پنیر به علوفه ذرت سیلوئی تاثیری بر قابلیت هضم ماده خشک در ساعت صفر آزمایش نداشت اما از ساعت ۲ تا ۷۲ قابلیت هضم ماده خشک را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد ($P < ۰/۰۵$). این افزایش در قابلیت هضم مواد مغذی در تیمارهای دریافت کننده پودر آب پنیر به دلیل غلظت بالاتر

کربوهیدرات محلول و پروتئین خام، غلظت پائین الیاف و تجزیه نسبی الیاف در محیط اسیدی سیلاژ در این تیمار کاملا منطقی به نظر می‌رسد (روغنی و ضمیری ۲۰۰۹). در مطالعه علیخانی و همکاران (۲۰۰۵) افزودن ملاس به عنوان منبع کربوهیدراتی باعث افزایش ۱۳ درصدی تجزیه‌پذیری ماده خشک نسبت به سیلاژهای فاقد ملاس گردید و دلیل این افزایش را به صورت امکان رشد میکروارگانسیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی به دلیل در دسترس بودن یک منبع غذایی به عنوان فاکتور رشد بیان نمودند. آنها بیان کردند که افزایش تجزیه‌پذیری در سیلاژهای فرآوری شده با ملاس به دلیل شکسته شدن پیوندهای لیگنوسلولوزی بین ترکیبات ساختمانی و مقدار کربوهیدرات‌های محلول در این دسته از سیلاژها در اثر محیط اسیدی‌تر سیلاژ می‌باشد.

افزودن پودر آب پنیر در میزان بخش سریع التجزیه، بخش با تجزیه کند و کل پتانسیل تجزیه‌پذیری سیلاژ ذرت تاثیری نداشت (P>۰/۰۵). تیمار پودر آب پنیر میزان تجزیه‌پذیری موثر بیشتری نسبت به تیمار شاهد در سرعت‌های عبور مختلف نشان داد (P <۰/۰۵) که این امر به بالا بودن عددی پتانسیل تجزیه و سرعت تجزیه‌پذیری در تیمار پودر آب پنیر نسبت به تیمار کنترل بر می‌گردد.

همانطور که (جدول۳) نشان می‌دهد، تیمار لالسیل سرعت تجزیه‌پذیری کمتری برای ماده خشک نسبت به تیمار شاهد داشت (P <۰/۰۵). افزودن لالسیل منجر به افزایش بخش با تجزیه کند و کل بخش با پتانسیل تجزیه سیلاژ ذرت شد (P<۰/۰۵) که این امر می‌تواند به ایجاد محیط اسیدی‌تر توسط لاکتوباسیلوس بوکنری و هیدرولیز اسیدی همی‌سلولز برگردد (مک دونالد و همکاران۱۹۹۱). همچنین افزودن همزمان لاکتوباسیلوس بوکنری و پودر آب پنیر منجر به افزایش بخش سریع التجزیه، بخش با تجزیه کند و کل بخش تجزیه‌پذیر سیلاژ ذرت شد (P <۰/۰۵). در مجموع نتایج نشان داد که افزودن پودر آب پنیر تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک سیلاژ ذرت و لالسیل پتانسیل تجزیه‌پذیری ماده خشک سیلاژ ذرت را در شکمبه بهبود می‌دهند.

تجزیه پذیری پروتئین خام سیلاژ ذرت

نتایج مربوط درصد تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام سیلاژ ذرت در (جدول ۵) گزارش شده است. در ساعت ۸ بیشترین میزان پروتئین خام مربوط به تیمار پودر آب پنیر بود و کمترین مقدار آن را تیمار شاهد به خود اختصاص داد. همچنین نتایج افزودنی میکروبی لالسیل و مخلوط افزودنی‌های پروبیوتیکی و پری بیوتیکی با تیمار شاهد معنی‌دار نبودند (P >۰/۰۵).

در ساعت ۱۲ آزمایش بیشترین مقدار پروتئین خام مربوط به پودر آب پنیر و کمترین میزان آن را تیمار شاهد به خود اختصاص داد. همچنین مخلوط افزودنی-های پروبیوتیکی و پری‌بیوتیکی و تیمار لاکتوباسیلوس بوکنری نسبت به تیمار شاهد افزایش اندکی نشان دادند که معنی‌دار نبود (P >۰/۰۵) و این شرایط تا ساعت ۳۶ نیز ادامه داشت. در ساعت ٤٨ هیچ کدام از تیمارهای حاوی پودر آب پنیر و مخلوط افزودنی‌های لاکتوباسیلوس بوکنری و پودر آب پنیر با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (P >۰/۰۵). در ساعت ۷۲ تیمار پودر آب پنیر بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد و با افزودنی میکروبی و مخلوط افزودنی‌های پروبیوتیکی و پری‌بیوتیکی تفاوت معنی‌داری نشان نداد (P >۰/۰۵).

جدول ۳- تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک سیلاژ ذرت در زمان‌های مختلف انکوباسیون (درصد)

Table 3- The dry matter degradability of corn silage at different incubation hours

تیمار Treatment	ساعات انکوباسیون شکمبه‌ای Rumen incubation hours									
	0	2	4	8	12	16	24	36	48	72
شاهد Control	26.20 b	28.03	31.52	37.86 b	43.44 b	48.36 b	56.49 b	65.40 b	71.48 b	78.50 c
لالسیل Lalsil	27.83 ab	29.33	32.25	37.71 b	42.69 b	47.25 b	55.20 b	64.74 b	72.01 ab	81.78 ab
پودر آب پنیر Whey	27.35 ab	29.20	32.72	39.15 a	44.83 a	49.85 a	58.23 a	67.50 a	73.91 a	81.42 abc
لالسیل و پودر آب پنیر W+L	28.13 a	29.65	32.58	38.07 b	43.10 b	47.70 b	55.76 b	65.47 b	72.91 ab	83.01 a
SEM	0.706	0.636	0.525	0.424	0.449	0.520	0.654	0.793	0.928	1.270
P value	0.0433	0.0611	0.0870	0.0124	0.0020	0.0014	0.0024	0.0137	0.0336	0.0138

جدول ۴- مشخصه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک سیلاژ ذرت در تیمارهای مختلف آزمایشی

Table 4- The characteristics of dry matter degradability's of corn silage in different experimental treatments

تیمار Treatment	*a*	*b*	*c*	*a + b*	K_2	K_5	K_8
شاهد Control	26.20 b	58.58 b	0.031 a	84.78 b	62.07 b	48.90 b	42.81 b
لالسیل Lalsil	27.83 ab	67.56 a	0.022 b	95.39 a	63.65 ab	48.85 b	42.70 b
پودر آب پنیر Whey	27.35 ab	61.00 b	0.030 a	88.36 b	64.27 a	50.55 a	44.26 a
لالسیل و پودر آب پنیر W+L	28.13 a	69.46 a	0.022 b	97.59 a	64.53 a	49.38 ab	43.14 ab
SEM	0.706	1.896	0.0023	2.373	0.780	0.508	0.449
P value	0.0433	0.0030	0.0012	0.0005	0.0190	0.0116	0.0101

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین نمونه‌هاست (P <۰/۰۵).

a: بخش محلول، b: بخش کند تجزیه، c: ثابت نرخ تجزیه، K_2: تجزیه‌پذیری موثر در سرعت عبور ۲ درصد در ساعت، K_5: تجزیه‌پذیری موثر در سرعت عبور ۵ درصد در ساعت، K_8: تجزیه‌پذیری موثر در سرعت عبور ۸ درصد در ساعت

جدول ۵- تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام سیلاژ ذرت در زمان‌های مختلف انکوباسیون (درصد از پروتئین خام)

Table 5- The crude protein degradability of corn silage at different incubation hours (%CP)

تیمار Treatment	ساعات انکوباسیون شکمبه‌ای Rumen incubation hours									
	0	2	4	8	12	16	24	36	48	72
شاهد Control	31.17	33.07 b	36.68 b	43.15 b	48.74 b	53.58b	61.39 b	69.57 b	74.86 b	80.49b
لالسیل Lalsil	33.48	34.39b	37.69 b	43.67b	48.94 b	53.56 b	61.21 b	69.56 b	75.26 b	81.82 b
پودر آب پنیر Whey	34.04	36.26 a	40.42 a	47.78 a	54.01a	59.29 a	67.55 a	75.78 a	80.79 a	85.70a
لالسیل و پودر آب پنیر W+L	33.88	34.81ab	38.31ab	44.67ab	50.26 b	55.16b	63.26 b	72.09 b	78.08 a	84.90a
SEM	0.749	0.671	0.724	0.849	0.935	0.967	0.904	0.697	0.688	1.302
P value	0.0529	0.0393	0.0270	0.0184	0.0144	0.0114	0.0064	0.0024	0.0029	0.0433

جدول ۶- مشخصه‌های تجزیه‌پذیری پروتئین خام سیلاژ ذرت در تیمارهای مختلف آزمایشی

Table 6- The characteristics of crude protein degradability of corn silage in different experimental treatments

تیمار Treatment	*a*	*b*	*c*	*a + b*	K_2	K_5	K_8
شاهد Control	31.17	53.38	0.036	84.56	65.59 b	53.62 c	47.83 c
لالسیل Lalsil	33.48	54.25	0.032	87.73	66.75b	54.57 bc	48.93 bc
پودر آب پنیر Whey	34.04	54.56	0.041	88.60	70.82 a	58.76 a	52.56 a
لالسیل و پودر آب پنیر	33.88	56.90	0.032	90.78	69.01 ab	56.21 b	50.25 b
SEM	0.749	2.155	0.0033	2.772	0.8964	0.6405	0.6083
P value	0.0529	0.4897	0.1328	0.2978	0.0145	0.0049	0.0054

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین نمونه‌هاست (P <۰/۰۵).

a: بخش محلول، b: بخش کند تجزیه، c: ثابت نرخ تجزیه، K_2: تجزیه‌پذیری موثر در سرعت عبور ۲ درصد در ساعت، K_5: تجزیه‌پذیری موثر در سرعت عبور ۵ درصد در ساعت، K_8: تجزیه‌پذیری موثر در سرعت عبور ۸ درصد در ساعت.

تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی

اعداد مربوط به درصد تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و در جداول ۷ و ۸ گزارش شده است. در رابطه با تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای الیاف نامحلول در شوینده خنثی در طی ساعات ۲۴، ۴۸ و ۷۲ سیلاژ ذرت، بیشترین میزان را تیمار لالسیل در ۷۲ ساعت نشان داد (جدول ۷). کمترین مقدار تجزیه-پذیری شکمبه‌ای الیاف نامحلول در شوینده خنثی در سیلاژ ذرت در طی ۲۴ ساعت را تیمار شاهد به خود اختصاص داد. مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) در طی ساعات ۲۴، ۴۸ و ۷۲ بعد از تیمار شاهد افزودنی باکتریایی لالسیل در طی ۷۲ ساعت بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول ۸) و کمترین

میزان را مخلوط تیمارهای پروبیوتیکی و پری‌بیوتیکی در طی ۲٤ ساعت نشان داد.

نتیجه‌گیری کلی

افزودنی پری‌بیوتیکی (پودر آب پنیر) منجر به افزایش غلظت ماده خشک، کربوهیدرات‌های محلول، پروتئین خام، اسید لاکتیک و در طرف مقابل سبب کاهش pH نهایی سیلاژ، نیتروژن آمونیاکی، اسیدهای چرب فرار و الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نسبت به تیمار شاهد گردید. همچنین افزودنی پروبیوتیکی لاکتوباسیلوس بوکنری سبب کاهش اسیدهای چرب فرار، کربوهیدرات محلول، پروتئین خام، pH و از سوی دیگر باعث افزایش الیاف نامحلول در شوینده خنثی گردید.

جدول ۷ – درصد تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) سیلاژ ذرت (۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت انکوباسیون)

Table 7- The percentage of rumen degradability of acid detergent fiber of corn silage (24, 48 and 72 h incubation)

تیمار Treatment	۲۴ ساعت 24 Hour	۴۸ ساعت 48 Hour	۷۲ ساعت 72 Hour
شاهد Control	76.36	69.01 b	68.48 b
لالسیل Lalsil	70.57	72.65 a	72.58 a
پودر آب پنیر Whey	67.96	68.47 b	69.35 b
لالسیل و پودر آب پنیر W+L	67.48	69.13 b	69.57 b
SEM	1.597	0.960	1.267
P value	0.1185	0.0026	0.0385

جدول ۸– درصد تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) سیلاژ ذرت (۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت انکوباسیون)

Table 8- The percentage of rumen degradability of neutral detergent fiber of corn silage (24, 48 and 72 h incubation)

تیمار Treatment	۲۴ ساعت 24 Hour	۴۸ ساعت 48 Hour	۷۲ ساعت 72 Hour
شاهد Control	68.69 b	70.19 b	72.91 b
لالسیل Lalsil	72.71 a	74.52 a	74.70 a
پودر آب پنیر Whey	69.67 ab	70.15 b	70.74 b
لالسیل و پودر آب پنیر L+W	69.04 b	70.23 b	71.37 b
SEM	1.227	1.259	0.941
P value	0.0142	0.0063	0.0040

منابع مورد استفاده

Aksu T, Baytok E and Bolat D, 2004. Effects of a bacterial silage inoculant on corn silage fermentation and nutrient digestibility. Small Ruminant Research 55(1): 249-252.

Alikhani M, Alamooti AA, Ghorbani, GR and Sadeghi N, 2005. Effect of urea, molasses and a bacterial inoculant on chemical composition and dry matter degradability of sunflower silage. JWSS-Isfahan University of Technology 9(3): 171-183.

Asadi_Alamouti A, Alikhani M, Ghorbani GR and Samii AH, 2004. Effects of different additives on fermentation of millet silage in laboratory conditions. Agriculture Science and Technology 3: 149-161.

Broderick GA and Kang JH, 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media1. Journal of dairy science 63(1): 64-75.

Church DC, 1984. Livestock feeds and feeding (No. Ed. 2). O & B Books, Inc.

Dawson TE, Rust SR and Yokoyama MT, 1998. Improved fermentation and aerobic stability of ensiled, high moisture corn with the use of Propionibacterium acidipropionici. Journal of Dairy Science 81(4): 1015-1021.

Driehuis F, Oude Elferink SJWH and Van Wikselaar PG, 2001. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with Lactobacillus buchneri, with or without homofermentative lactic acid bacteria. Grass and Forage Science 56(4): 330-343.

Driehuis F, Van Wikselaar PG, Van Vuuren AM and Spoelstra SF, 1997. Effect of a bacterial inoculant on rate of fermentation and chemical composition of high dry matter grass silages. The Journal of Agricultural Science 128(03): 323-329.

Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PAT and Smith F, 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry 28(3): 350-356.

Filya I, Muck RE and Contreras-Govea FE, 2007. Inoculant effects on alfalfa silage: fermentation products and nutritive value. Journal of Dairy Science 90(11): 5108-5114.

Ghurchi T, 2008. Effects of different additives on quality of azzola and barley silage. Reserch Report, pp 83.

Hashemzadeh-Cigari F, Khorvash M, Ghorbani GR, Ghasemi E, Taghizadeh A, Kargar S and Yang WZ, 2014. Interactive effects of molasses by homofermentative and heterofermentative inoculants on fermentation quality, nitrogen fractionation, nutritive value and aerobic stability of wilted alfalfa (Medicago sativa L) silage. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 98(2): 290-299.

Higginbotham GE, DePeters EJ and Mueller SC, 1996. Effect of propionic acidproducing bacteria on corn silage fermentation. The Professional Animal Scientist, 12(3): 176-180.

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.

Khorvash M, Mohammadzadeh H and Bahrami-Yekdaneghi M, 2014. Silage production and management. Arkane-Danesh Publication, Isfahan, Iran.

Kleinschmit DH, Kung L, 2006. The effects of Lactobacillus buchneri 40788 and Pediococcus pentosaceus R1094 on the fermentation of corn silage. Journal of Dairy Science 89: 3999-4004.

Kung L, 2000. Silage fermentation and additives. Miller Publishing Co. Minnetonka, MN.

Kung L, Taylor CC, Lynch MP and Neylon JM, 2003. The effect of treating alfalfa with Lactobacillus buchneri 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 86(1): 336-343.

Markham R, 1942. A steam distillation apparatus suitable for micro-Kjeldahl analysis. Biochemical Journal 36(10-12), p.790.

Madrid J, Martínez-Teruel A, Hernández F and Megías MD, 1999. A comparative study on the determination of lactic acid in silage juice by colorimetric, high-performance liquid chromatography and enzymatic methods. Journal of the Science of Food and Agriculture 79(12): 1722-1726.

McAllister TA, Feniuk R, Mir Z, Mir P, Selinger LB and Cheng KJ, 1998. Inoculants for alfalfa silage: Effects on aerobic stability, digestibility and the growth performance of feedlot steers. Livestock Production Science 53(2): 171-181.

McDonald PA, Henderson R and Heren SJE, 1991. The biochemistry of silage. 2nded. Chalcombe Pub. Abersyth. U. K.

Mohammadzadeh H, 2011. Effects of lactic acid bacteria inoculant on fermentation, nutritive value and aerobic stability of corn silage and Holstein dairy cattle performances. PhD Dissertation, Isfahan University of Technology.

Mohammadzadeh H, Khorvash M and Ghorbani GR, 2014. Effects of homo and hetero-fermentative lactic acid bacteria inoculant on corn silage quality and Holstein dairy cattle performances. Journal of Animal Science Research 24(1): 35-44.

Ørskov ER and McDonald I, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. The Journal of Agricultural Science 92(02): 499-503.

Ranjit NK and Kung L, 2000. The effect of Lactobacillus buchneri, Lactobacillus plantarum, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. Journal of Dairy Science 83(3): 526-535.

Rowghani R and Zamiri MJ, 2009. The effects of a microbial inoculant and formic acid as silage additives on chemical composition, ruminal degradability and nutrient digestibility of corn silage in sheep. Iranian Journal of Veterinary Research 10(2): 110-118.

Van Soest PV, Robertson JB and Lewis BA, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74(10): 3583-3597.

Weinberg ZG and Muck RE, 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. FEMS Microbiology Reviews 19(1): 53-68.

Woolford MK, 1990. The detrimental effects of air on silage. Journal of Applied Bacteriology 68(2): 101-116.

Zahiroddini H, Baah J, Absalom W and McAllister TA, 2004. Effect of an inoculant and hydrolytic enzymes on fermentation and nutritive value of whole crop barley silage. Animal Feed Science and Technology, 117(3): 317-330.

The effects of bacterial inoculant and prebiotic additive on fermentation characteristics and rumen degradability of corn silage

S Alaei Baher[1], H Mohammadzadeh[2], A Tghizadeh[3] and A Hosseinkhani[4]

Received: January 30, 2017 Accepted: July 01, 2017
[1]MSc Student of Ruminant Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultute, University of Tabriz, Iran
[3]Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultute, University of Tabriz, Iran
[4]Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agricultute, University of Tabriz, Iran
[*] Corresponding Author Email: hamidmhz@tabrizu.ac.ir

Introduction: Forages are used as hay, silage, hilage or soilage for ruminant nutrition. Ensiling is a widely accepted method for preservation forages or crops. Packing chopped forages and sealing the silo results in anaerobic conditions in the silo. Water soluble carbohydrates (WSC) are fermented into lactic acid by lactic acid bacteria (LAB) in anaerobic condition of the silo and consequently lead to pH falling. Low pH in the silo prevents bacteria or other microorganism's development. However, low WSC concentration or lactic acid bacteria population in the forages or crops may results in bad fermented silages. Silage additives are a group of nutritive or non-nutritive substances which widely are used to enhancing fermentation, improving aerobic stability or increasing nutritive value of silages. This study was conducted to determine the effects of whey (as a WSC source) and Lalsil (containing Lactobacillus Buchneri) inoculants on chemical composition, pH, aeirobic stability and *in vitro* digestibility of corn silage.

Material and methods: Corn crops were chopped at 25 mm of theoretical cut length. The four various treatments in the current experiment were as: 1. Control (corn silage without any inoculant), 2. Corn silage treated with whey (1% or 10 kg/T) 3. Corn silage treated with Lalsil Fresh (include Lactobacillus Buchneri) at 1.8×10^{6} CFU/gr and 4. Corn silage treated with whey (1% or 10 kg/T) in addition to bacterial additive (at 1.8 × 10 6 CFU/gr of fresh forage). The corn crops were inoculated by spraying the Lalsil Fresh or whey over the crops and then were filled in laboratory mini silos (6 L capacity) for 90 days and were kept at room temperature. Dry matter content of corn silage was determined in oven-dry for 72 h at 60 °C. The dried samples were ground to pass through a 1-mm screen and then analysed for total nitrogen and neutral detergent fiber (NDF). Also, rumen degradability of dry matter (DM), crude protein (CP) and NDF were determined using rumen fistulated sheep. Silage extract were used for pH, ammonia-N, volatile fatty acids (VFA), lactate and WSC.

Results and discussion: Concentration of DM was higher in both prebiotic and bacterial treatments at the end of experimental period (P<0.05). Application of whey or Lalsil Fresh reduced effluent production during ensiling period (P<0.05). Addition of whey to corn silage caused signifacant increase (P<0.05) in WSC and CP concentrations because of higher concentration of WSC and CP in whey when compared with corn forage. However, a reduction (P<0.05) was observed in NDF concentration of corn silage in response to whey supplementation. The pH of silages were lower in bacterial inoculated treatments (P<0.05) due to higher fermentation rate in silage in response to lactic acidproducing bacteria. The mixture of prebiotic and probiotic resulted in silages with least concentrations of volatile fatty acids and ammonia (P<0.05). This may lead to lower DM disapearance in ensilage period which consequently lead to lower nutrients losses and higher DM concentration. Concentrations of VFA and ammonia-N were lower in whey treated silages (P<0.05). Also, concentrations of VFA and ammonia-N were reduced in Lalsil Fresh treated silages (P<0.05) maybe due to rapid falling of pH in first days of fermentation phase in silage. In the *in situ* trial, adding of whey increased the DM disappearance (P<0.05) due to increase in WSC and CP and

lower NDF and pH. Also a significiant increase were occurred in “a” and “b” fractions and degradability rate of DM in corn silage (P<0.05). Higher amount of rapidly or slowly degradable DM in whey treatments implies that whey treated silages had higher digestibility and nutritive value in rumen. DM disappearance was lower in Lalsil treatments in the last hours of incubation (P<0.05). Also, application of Lalsil fresh resulted in silages with higher NDF degradability (P<0.05) due to excessive proteolysis of NDF in silages due to lower pH which leads to rapid degradation of NDF in rumen environment.

Conclusion: Results suggest that whey had a positive effect on nutritive value (DM, CP, WSC and NDF) and degradability of corn silage. Treating silages with bacterial inoculant (Lalsil Fresh) produced silage with good fermentation pattern and lower pH. Then, simultanous application of whey and Lalsif Fresh at ensiling corn crops may improve nutritive value, fermentation pattern and rumen degradbility of nutrients.

Keywords: Corn silage- Microbial inoculant- Prebiotic additive- Lactobacillus buchneri- Fermentation profile- Rumen degradability