تولیدات دامی
دوره ۲۱ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۸
صفحه‌های ۲۲-۱۱

اثر مولتی‌آنزیم و افزودنی باکتریایی بر ترکیب شیمیایی و برخی فراسنجه‌های تخمیر برون‌تنی سیلاژ جو پژمرده شده

اسماء آبسالان[۱]، گلناز تأسلی[۲*]، شهریار کارگر[۳]، فرشید فتاح نیا[۴]، زهره کوثر[۵]، علیداد بوستانی[۶]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
۲. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
۳. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
۴. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
۵. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
۶. استادیار، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۷/۰۸/۰۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۰۲

چکیده

این پژوهش به‌منظور مطالعه اثر سطوح مولتی‌آنزیم و سطوح افزودنی باکتریایی بر ترکیب شیمیایی و برخی فراسنجه‌های تخمیر برون‌تنی سیلاژ جو انجام شد. مولتی‌آنزیم روابیو در سه سطح صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم ماده خشک و افزودنی باکتریایی پروسیج (مخلوطی از باکتری‌های لاکتوباسیلوس پلانتاروم، لاکتوباسیلوس بوچنری، انتروکوکوس فائوسیوم و پروپیونوباکتریوم اسیدوفیلوس) در سه سطح صفر، پنج و ۱۰ میلی‌گرم به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک سیلاژ جو استفاده شد. ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و جمعیت پروتوزوآ در شرایط برون‌تنی و بخش‌های مختلف پروتئین خام سیلاژهای آزمایشی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که افزودن مولتی‌آنزیم باعث کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی (P<۰/۰۵) pH، خاکستر، پروتئین قابل حل در شوینده خنثی و پروتئین غیرقابل دسترس (P<۰/۰۱) و افزایش نیتروژن غیرپروتئینی و پروتئین غیرقابل حل در شوینده خنثی (P<۰/۰۱) نسبت به سیلاژ شاهد شد. سیلاژ جو حاوی ۵ میلی‌گرم افزودنی باکتریایی ماده خشک، pH و پروتئین قابل حل در شوینده خنثی بیش‌تر (P<۰/۰۱) و پروتئین غیرقابل دسترس کمتری (P<۰/۰۱) در مقایسه با سیلاژ شاهد و سیلاژ جو حاوی ۱۰ میلی‌گرم افزودنی باکتریایی داشت. جمعیت پروتوزوآ، غلظت نیتروژن آمونیاکی، انرژی قابل متابولیسم، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و قابلیت هضم ماده آلی با روش برون‌تنی تحت تأثیر قرار نگرفت (P>۰/۰۵). بر اساس نتایج این آزمایش استفاده از افزودنی باکتریایی و مولتی‌آنزیم در تهیه سیلاژ جو پژمرده شده به‌خاطر بار مالی که می‌تواند ایجاد کند، توصیه نمی‌شود.

کلیدواژه‌ها: افزودنی باکتریایی، بخش‌های پروتئین خام، سیلاژ جو، فراسنجه‌های تخمیر، مولتی‌آنزیم.

* نویسنده مسئول
Email: gtaasoli@gmail.com

مقدمه

جو با نام علمی هوردوم ساتیوم (*Hordeum sativum*) دانه مطلوبی در تغذیه دام است. کشت جو تقریباً در سراسر ایران امکان‌پذیر است [۲۵]. علوفه غلات دانه ریز از جمله جو برای تولید سیلاژ بسیار مناسب هستند، زیرا دارای مقدار زیادی کربوهیدرات‌های محلول در آب هستند، ظرفیت بافری پایینی دارند و رطوبت آنها به‌خوبی قابل کنترل است. سیلاژ این گونه گیاهان منبع علوفه‌ای عالی برای نشخوارکنندگان است، زیرا ارزش تغذیه‌ای زیادی دارند و نیز دارای پتانسیل افزایش مصرف خوراک هستند. به همین دلیل تمایلی جهانی برای تولید و استفاده از سیلاژ گیاه کامل غلات، به‌عنوان علوفه وجود دارد. پس از سیلاژ ذرت در میان دانه‌های غلات، جو مهم‌ترین دانه برای سیلوکردن می‌باشد. از مزایای سیلوکردن جو، بی‌نیازی به جدا کردن دانه، کاهش هدرروی بذر هنگام برداشت و برداشت ماده خشک بیش‌تر در هکتار است که امکان تهیه سیلاژ را در همه مراحل رشد فراهم می‌کند [۱۰].

کاربرد افزودنی‌ها در سیلاژ روش متداولی برای بهینه‌سازی فرایند تخمیر و تولید سیلاژ مطلوب و در نتیجه کاهش اتلاف سیلاژ و افزایش پایداری هوازی می‌باشد. به این منظور از افزودنی‌های شیمیایی و بیولوژیکی مختلفی استفاده می‌شود. به‌طورکلی افزودنی‌های سیلاژ به محرک تخمیر و بازدارنده فساد سیلاژ طبقه‌بندی می‌شوند. به‌گونه‌ای‌که استفاده از افزودنی‌های محرک تخمیر در سیلاژ، به تسریع کاهش pH سیلاژ از طریق تولید اسیدلاکتیک کمک می‌کند [۱٤]. بازدارنده‌های فساد به زیرگروه‌های بازدارنده‌های تخمیری و تقویت‌کننده پایداری هوازی تقسیم می‌شوند. افزودنی‌های میکروبی وآنزیم‌ها (افزودنی‌های بیولوژیکی) به‌عنوان محرک‌های تخمیری در نظر گرفته می‌شوند [۱٤]. پژوهش‌ها نشان داده که استفاده از آنزیم سبب کاهش اتلاف ماده خشک سیلاژ، کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین سیلاژ، بهبود قابلیت هضم و تخمیرسیلاژ می‌شود [۱۹].

افزودن باکتری مولد اسیدلاکتیک در زمان سیلوکردن به‌منظور تسهیل کاهش pH در مراحل اولیه تخمیر سیلاژ، حفظ کربوهیدرات‌های گیاهی طی تخمیر و کاهش تجزیه و دآمیناسیون پروتئین‌های گیاه صورت می‌گیرد که در نهایت باعث تخمیر مطلوب در سیلاژ می‌شود. به‌طورکلی افزودنی‌های باکتریایی موجب افزایش اسید لاکتیک و کاهش اسید استیک، اسید بوتیریک، pH و نیتروژن آمونیاکی سیلاژ می‌شود [۳]. استفاده از افزودنی باکتریایی در سیلاژ جو سبب حفظ کربوهیدرات‌های محلول در آب، کاهش غلظت اسیداستیک، اسیدسوکسینیک و pH [۳]، کاهش مقدار پروتئین و چربی‌خام، pH و غلظت نیتروژن آمونیاکی و افزایش ماده خشک و خاکستر شده است [۵].

تنوع شرایط آب‌وهوایی در کشور موجب شده تا در بعضی نواحی به‌علت وجود فصول نامساعد و نیز شرایط نامطلوب جوی استفاده از علوفه سبز و تازه محدود شود، به‌طوری‌که برای جبران این کمبود و ذخیره علوفه، دامداران از روش‌های متفاوتی نظیر خشک کردن و سیلوکردن استفاده می‌کنند. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی اثر افزودن سطوح مولتی‌آنزیم و سطوح افزودنی باکتریایی بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و جمعیت پروتوزوآ در شرایط برون‌تنی و بخش‌های مختلف پروتئین خام سیلاژ جو انجام شد.

مواد و روش‌ها

علوفه جو در مرحله خمیری (با ماده خشک ۳٦/۷۸ درصد) برداشت شد و به‌مدت ۱۲ ساعت در دمای محیط پهن شد تا پژمرده شود. پس از خرد کردن به ذرات چهار

سانتی‌متر (با میانگین هندسی ۳/۸ میلی‌متر و انحراف معیار ۱/٦ میلی‌متر) با دستگاه خردکنی که قطر منافذ آن روی عدد چهار تنظیم شده بود، در کیسه‌های نایلونی به‌صورت دستی فشرده و برای مدت ٤٥ روز سیلو شد. افزودنی باکتریایی با نام تجاری پروسیج (Prosage، محصول شرکت مهر بیستون) حاوی مخلوطی از باکتری‌های لاکتوباسیلوس پلانتاروم، لاکتوباسیلوس بوچنری، انتروکوکوس فائوسیوم و پروپیونوباکتریوم اسیدوفیلوس می‌باشد و در سه سطح صفر، پنج و ۱۰ میلی‌گرم به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک جو استفاده شد. آنزیم مورد استفاده با نام تجاری روابیو اکسل (Rovabio Excel، محصول شرکت Adisseo، چین) یک مولتی‌آنزیم است که دارای آنزیم‌های سلولاز، زایلاناز، آرابیناناز، آلفاگلوکوناز، ماناز و پکتیناز می‌باشد و به تجزیه بهتر کربوهیدرات‌های ساختمانی کمک می‌کند. این مولتی‌آنزیم در سه سطح صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم به‌ازای هر کیلوگرم ماده خشک جو در سیلاژ استفاده شد.

سیلاژهای آزمایشی در تیمارهای دارای افزودنی باکتریایی شامل: ۱- سیلاژ جو بدون افزودنی (شاهد)، ۲- سیلاژ جو حاوی پنج میلی‌گرم افزودنی باکتریایی، ۳- سیلاژ جو حاوی ۱۰ میلی‌گرم افزودنی باکتریایی بود و سیلاژهای های آزمایشی در تیمارهای دارای مولتی‌آنزیم شامل : ۱- سیلاژ جو بدون افزودنی (شاهد)، ۲- سیلاژ جو حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم مولتی‌آنزیم و ۳- سیلاژ جو حاوی ۱۰۰۰ میلی‌گرم مولتی آنزیم بود و هر سیلاژ با سه تکرار تهیه شد. مقدار ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم از افزودنی باکتریایی به‌ترتیب برای سطوح پنج و ۱۰ میلی‌گرم در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل و بر روی سیلاژها اسپری شدند و برای سیلاژهای حاوی مولتی‌آنزیم به‌ترتیب مقادیر ۳۳۱/۸۳ و ٦٦٣/٨٦ میلی‌گرم مولتی‌آنزیم در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل و بر روی سیلاژها اسپری شدند به سیلاژهای شاهد، به میزان مساوی از افزودنی‌ها آب مقطر اضافه شد. سیلاژهای شاهد برای هر گروه آزمایشی (سیلاژهای دارای مولتی‌آنزیم و سیلاژهای دارای افزودنی باکتریایی) جدا آماده شد و در زمان مقایسه آماری نتایج هر کدام از گروه‌های آزمایشی با گروه شاهد خود مقایسه شد. پس از باز کردن سیلوها برای اندازه‌گیری pH، ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به ۱۰ گرم نمونه تازه سیلاژ اضافه و با مخلوط کن هموژنیزه و سپس صاف شد. pH محلول به‌دست‌آمده با استفاده از pH متر دیجیتال (Metrohm, Swiss) قرائت شد [۱].

نمونه‌هایی از سیلاژهای آزمایشی به‌مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد [۲۱] و پس از آسیاب (Wiley mill, Swedesboro, NJ, USA) با الک دو میلی‌متری، خاکستر با کوره الکتریکی (Shimfan F-47, Iran) و پروتئین خام با دستگاه میکروکلدال (Germany Kjeldal Vap50 Gerhardt,) براساس روش‌های استاندارد [٦] و الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با دستگاه تجزیه فیبر (Fibertec 2010, AutoFoss Analytical Denmark) اندازه‌گیری شد [٢٤]. برای برآورد فراسنجه‌های تولید گاز، مایع شکمبه از دو رأس گوسفند نر نژاد کردی دارای فیستولای شکمبه با میانگین وزن زنده ۵± ٦۰ کیلوگرم جمع‌آوری شد. این گوسفندان در جایگاه انفرادی و با آخور و آبخوری مجزا نگهداری می شدند و با یک جیره کاملاً مخلوط حاوی۷۰ درصد علوفه و ۳۰ درصد کنسانتره در سطح نگهداری تغذیه شدند. این جیره حاوی ۵۵ درصد علوفه خشک یونجه، ۱۵ درصد کاه گندم، ۱۵ درصد دانه جو، ۱۰ درصد کنجاله سویا، ۵ درصد سبوس گندم بود که در دو نوبت صبح و عصر به گوسفندان داده می‌شد.

نمونه مایع شکمبه قبل از خوراک نوبت صبح

جمع‌آوری شد و مایع شکمبه در بطری پلاستیکی کوچکی ریخته شد و این بطری در یک فلاسک که از قبل با آب ۳۹ درجه سانتی‌گراد پر شده بود، قرار گرفت. مایع شکمبه با چهار لایه پارچه کتان صاف شد. بافر تهیه شده [۱۸] با نسبت دو به یک با مایع شکمبه مخلوط شد. ٤٠ میلی‌لیتر از مخلوط مایع شکمبه و بافر به ویال‌های حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم از سیلاژهای آزمایشی اضافه شد [۱۸]. سپس ۱۵ ثانیه دی‌اکسیدکربن تزریق و بلافاصله درپوش لاستیکی ویال‌ها گذاشته شد و با استفاده از محافظ آلومینیومی مخصوص پرس گردید. میزان گاز تولیدی در زمان‌های دو، چهار، شش، هشت، ۱۲، ٢٤، ٤٨، ٧٢، ٩٦ و ۱۲۰ ساعت پس از شروع انکوباسیون با فشارسنج (مدل Testo 512 Digitalmonomer, Germany) قرائت شد. داده‌های فشار گاز به حجم تبدیل شد [١٦]. برای تصحیح میزان گاز، ٤٠ میلی‌لیتر از مخلوط مایع شکمبه و بافر داخل سه ویال فاقد نمونه آزمایشی ریخته شد (بلانک). برآورد فراسنجه‌های تولید گاز از معادله $Y=b\{1-e^{-ct}\}$ به‌دست آمد [۸]. در این معادله، Y: میزان گاز تجمعی تولیدشده در زمان، b: میزان گاز تولیدی توسط بخش بالقوه قابل تخمیر خوراک، c: سرعت کل تولید گاز (درصد در ساعت) و t: زمان می‌باشد.

برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی و شمارش جمعیت پروتوزوآ یک آزمون تولید گاز به‌مدت ٢٤ ساعت انجام شد. پس از ٢٤ ساعت انکوباسیون، دو میلی‌لیتر از مایع درون ویال با پنج میلی‌لیتر محلول اسیدکلریدریک ۰/۲ نرمال رقیق شد و تا روز اندازه‌گیری در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. نیتروژن آمونیاکی با استفاده از اسپکتروفتومتر به‌روش فنول هیپوکلریت اندازه‌گیری شد [۹]. برای شمارش جمعیت پروتوزوآ پنج میلی‌لیتر از مایع شکمبه با پنج میلی‌لیتر محلول فرمالین ۵۰ درصد رقیق شد. دو قطره رنگ سبز بریلیانت به آن اضافه و به‌خوبی تکان داده شد. ٢٤ ساعت بعد از افزودن رنگ، شمارش پروتوزوآ با استفاده از از لام نئوبار و میکروسکوپ نوری (Olympus Optical CHT, Japan) با بزرگنمایی ۱۰ انجام شد [۱۱]. میزان انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم ماده آلی سیلاژهای آزمایشی و کل اسیدهای چرب فرّار با استفاده از رابطه‌های ۱، ۲ [۱۸] و ۳ شد [۱۷] محاسبه شد.

(۱) انرژی قابل متابولیسم = ۲/۲+۰/۱۳٦ GP+۰/۰۰۵۷ CP
(مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)

(۲) قابلیت هضم ماده آلی=١٤/٨٨+٠/٨٨٩GP+٠/٠٤٥CP
(درصد)

(۳) اسیدهای چرب زنجیر کوتاه =٠/٠٢٢٢GP−٠/٠٠٤٢٥
(میلی‌مول)

که در رابطه‌های فوق GP، حجم گاز حاصل از ٢٤ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر) و CP، پروتئین خام (درصد) است.

بخش‌های مختلف پروتئین و محتوای پروتئین غیرقابل حل در شوینده خنثی و اسیدی اندازه‌گیری شد [۱۵]. پس از اندازه‌گیری پروتئین خام، پروتئین قابل حل در بافر بورات قسفات، پروتئین غیرقابل حل در شوینده خنثی و پروتئین غیرقابل حل در شوینده اسیدی مقدار هر کدام از بخش‌های مختلف پروتئین خام محاسبه شد. ابتدا مقدار مشخصی از نمونه در محلول بافر فسفات حل شد. پروتئین قابل حل در بافر با کم کردن مقدار پروتئین حل‌نشده در بافر از پروتئین خام نمونه اولیه محاسبه شد. سپس پروتئین حقیقی حل‌شده در بافر با افزودن تنگستات سدیم رسوب داده شد. بخش A (نیتروژن غیر پروتئینی) پروتئین خام شامل بخشی از پروتئین خام خوراک است که در بافر حل می‌شود اما توسط تنگسات سدیم رسوب داده نمی‌شود. بخش B_1 (پروتئین قابل حل در بافر) شامل

بخشی از پروتئین خام است که در بافر حل می‌شود و با تنگسات سدیم رسوب داده می‌شود. بخش B_3 (پروتئین غیرقابل حل در شوینده خنثی) از تفاوت پروتئین غیرقابل حل در شوینده خنثی و پروتئین غیرقابل حل در شوینده اسیدی محاسبه شد و بیانگر بخشی از پروتئین خام است که در شوینده خنثی حل نمی‌شود اما در شوینده اسیدی حل می‌شود. بخش C (پروتئین غیرقابل دسترس) معادل پروتئین غیرقابل حل در شوینده اسیدی در نظر گرفته می‌شود. بخش B_2 پروتئین خام با کم کردن مجموع مقدار بخش‌های A، B_1 ، B_3 و C از ۱۰۰ محاسبه می‌شود.

داده‌های حاصل در قالب طرح کاملاً تصادفی و براساس رویه خطی ساده نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) برای مدل ٤ تجزیه و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی مقایسه شدند.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \qquad (٤)$$

که در این رابطه Y_{ij}: متغیر وابسته، μ: میانگین جامعه، T_i: اثر تیمار و e_{ij}: اثر خطای آزمایشی است.

نتایج و بحث

اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم بر ترکیب شیمیایی سیلاژ جو در جدول ۱ نشان داده شده است. سیلاژ شاهد دارای بالاترین میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی، خاکستر و pH بود. میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در سیلاژ جو حاوی سطح ۵۰۰ میلی‌گرم آنزیم، بالاتر از سایر تیمارها بود. تجزیه‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی یکی از معیارهای اساسی در تعیین میزان اثر آنزیم‌های تجاری به خصوص آنزیم‌های تجزیه‌کننده فیبر در نشخوارکنندگان می‌باشد. این آنزیم‌ها با افزایش سرعت و قابلیت تجزیه‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی سبب افزایش مصرف خوراک به‌دلیل کاهش اثر پرکنندگی علوفه در شکمبه می‌شود [۱۹]. کاهش میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی در سیلاژهای حاوی آنزیم می‌تواند به‌دلیل توان بالای آنزیم در تجزیه الیاف باشد.

در پژوهش حاضر افزایش مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی سیلاژهای دارای آنزیم در مقایسه با سیلاژ شاهد غیرمنتظره بود. همسو با این نتایج، در پژوهشی که مخلوطی از باکتری‌های تولیدکننده لاکتات و مخلوطی از آنزیم‌های زایلاناز، آمیلاز و بتاگلوکوناز به صورت جداگانه به سیلاژهای جو اضافه شده بود، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی هم در سیلاژ جو حاوی باکتری و هم در سیلاژ جو حاوی آنزیم افزایش یافت که دلیل این افزایش به کاهش میزان نشاسته سیلاژ نسبت داده شد [۲٦]. هم‌چنین، نوع و اندازه سیلو بر ترکیب شیمیایی سیلاژ مؤثر است و گزارش شده است که تهیه سیلاژ جو در دو مقیاس مینی‌سیلو و کیسه‌های بزرگ الیاف سیلاژ را تحت تأثیر قرار داد، به‌نحوی‌که الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در مینی‌سیلو جو دارای آنزیم افزایش یافت اما سیلوکردن در کیسه‌های بزرگ مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را کاهش داد [۲۵].

کاهش مقدار خاکستر سیلاژهای حاوی آنزیم نسبت به سیلاژ شاهد را می‌توان به تخمیر بهتر این سیلاژها نسبت داد، چرا که یکی از نشانه‌های تخمیر خوب سیلاژ کاهش مقدار خاکستر آن می‌باشد [۷]. مشابه با نتایج مطالعه حاضر افزودن آنزیم موجب کاهش pH سیلاژ جو شد [۲۰] که علت آن می‌تواند بهبود فرآیند تخمیر و تجزیه سیلاژ و تولید بیش‌تر اسید و نهایتاً کاهش pH باشد [۲۵].

جدول ۲ اثر سطوح مختلف افزودنی باکتریایی بر ترکیب شیمیایی و pH سیلاژ جو را نشان می‌دهد. سطوح مختلف افزودنی باکتریایی اثری بر پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خاکستر نداشت. مقدار پروتئین خام تمام سیلاژهای آزمایشی در دامنه پذیرفته‌شده (۱۰ تا ۱۲ درصد

ماده خشک) بود [۲۰]. همسو با پژوهش حاضر، افزودنی میکروبی حاوی باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم و پدی‌کوکوس سرویسیه و آنزیم سلولاز و پکتیناز در سیلاژ جو اثری بر پروتئین، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نداشت [۲۰]. سطوح مختلف افزودنی باکتریایی میزان ماده خشک را تحت تأثیر قرار داد به‌گونه‌ای‌که سیلاژ حاوی سطح کمتر افزودنی باکتریایی دارای ماده خشک بیش‌تری نسبت به سیلاژ دارای سطح بالاتر افزودنی باکتریایی بود (P<۰/۰۵) و مقدار ماده خشک هر سه سیلاژ (جدول ۲) در دامنه مطلوب ماده خشک سیلاژ جو (۳۰ تا ٤۰ درصد) قرار داشت [۲۰]. در پژوهش‌های دیگری، افزودنی باکتریایی باعث کاهش میزان ماده خشک سیلاژ جو شد [۵] و یا اثری بر ماده خشک و pH سیلاژ جو [۳] نداشت.

pH مناسب سیلاژ خوب در حدود ٤/۵-۳/۵ می‌باشد [۲٦]. در طول فرآیند تخمیر کربوهیدرات‌های محلول به‌وسیله باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک استفاده شده و با تولید اسیدهای چرب فرّار باعث کاهش pH سیلاژ می‌شود [۱٤]. سیلاژ حاوی سطح پایین‌تر افزودنی باکتریایی، با این‌که دارای pH بالاتری نسبت به سایر سیلاژها بود اما با توجه به بالاتر بودن میزان ماده خشک آن به‌نظر می‌رسد که دارای pH مطلوب‌تری نسبت به سایر سیلاژها بود.

جدول ۱. اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم بر ترکیب شیمیایی (درصد) و pH سیلاژ جو

ترکیب شیمیایی	آنزیم (میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده خشک جو)			SEM	سطح معنی‌داری
	صفر	۵۰۰	۱۰۰۰		
ماده خشک	۳۹/٤٦	۳۹/۰٤	۳۷/٤۷	۰/۸٤	۰/۳۰
پروتئین خام	۱۲/٤٤	۱۲/۲۰	۱۲/۵٤	۰/۱۷	۰/۳۷
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۵۳/۲۵[a]	٤٤/۵۰[b]	٤۵/۷٦[b]	۲/۲٦	۰/۰۵
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۲۲/۷۵[b]	۲۹/۷۵[a]	۲۸/۲۵[a]	۲/۰۸	۰/۰۵
خاکستر	۱۰/۵۹[a]	۸/۸٤[ab]	۷/۱٤[b]	۰/۷۰	۰/۰۱
pH	۳/٤۵[a]	۳/۲۵[b]	۳/۱۷[b]	۰/۰۵	<۰/۰۱

a, b: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف معنی‌دار است (P<۰/۰۵) .

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

جدول ۲. اثر سطوح مختلف افزودنی باکتریایی بر ترکیب شیمیایی (درصد) و pH سیلاژ جو

ترکیب شیمیایی	افزودنی باکتریایی (میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده خشک جو)			SEM	سطح معنی‌داری
	صفر	۵	۱۰		
ماده خشک	۳٦/٤۸[ab]	۳۸/۰۹[a]	۳۵/۰۸[b]	۰/٦۲	۰/۰۳
پروتئین خام	۱۲/۳۷	۱۲/۱٦	۱۲/۱۱	۰/۱۲	۰/۳٤
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۵٦/٦۷	۵٤/۰۰	٤۹/۰۰	۲/۵۰	۰/۱۲
لیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۲۷/٦۷	۲۸/۳۳	۲۹/۵۰	۱/۷۰	۰/۷۵
خاکستر	۸/٤۹	۹/۱۰	۸/۳۹	۰/۹۷	۰/۸٦
pH	۳/٤۷[b]	۳/۵۷[a]	۳/٤۲[b]	۰/۲۰	۰/۰۵

a, b: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف معنی‌دار است (P<۰/۰۵) .

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

سطوح مختلف مولتی‌آنزیم هیچ کدام از فراسنجه‌های تولید گاز، غلظت نیتروژن آمونیاکی، جمعیت کل پروتوزوآ و برآورد انرژی قابل متابولیسم، کل اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و قابلیت هضم ماده آلی را تحت تأثیر قرار نداد (جدول ۳). استفاده از آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی به‌عنوان افزودنی سیلاژ، به‌واسطه تجزیه دیواره سلولی ممکن است موجب افزایش تجزیه‌پذیری و ارزش غذایی خوراک شود [۱۹]، اما افزودن سطوح بالای آنزیم ممکن است به میزان کمی مؤثرتر از سطح مطلوب آنزیم باشد و سطح مطلوب آن وابسته به جیره مصرفی است و این موضوع نیازمند تعیین سطح مطلوب آنزیم به‌صورت ویژه برای هر خوراک مصرفی است [۱۹].

مشابه با نتایج آزمایش حاضر، افزودن آنزیم به سیلاژ علف چاودار میزان گاز تولیدی را تحت تأثیر قرار نداد [۲۲] که نشان می‌دهد میزان کل مواد قابل تخمیر توسط آنزیم تغییر نیافته است [۲۲]. جمعیت پروتوزوآی شکمبه تحت تأثیر pH شکمبه و فعالیت پروتئولیتیکی قرار می‌گیرد. همسو با نتایج آزمایش حاضر، افزودن آنزیم تغییری در جمعیت پروتوزوآی سیلاژ ذرت ایجاد نکرد[۱۲]. سطوح مختلف مولتی‌آنزیم میزان انرژی قابل متابولیسم، کل اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و قابلیت هضم ماده آلی در سیلاژهای جو را تحت تأثیر قرار نداد. مشابه با این نتایج، قابلیت هضم ماده آلی سیلاژ جو (۷۰درصد) در شرایط درون‌تنی تحت تأثیر آنزیم قرار نگرفت [۱۹].

مقایسه بین میزان انرژی قابل متابولیسم سیلاژ جو (جدول‌های ۳ و ٤) و مهم‌ترین منابع علوفه‌ای در جیره نشخوارکنندگان یعنی علوفه یونجه و سیلاژ ذرت نشان می‌دهد که سیلاژ جو نسبت به علوفه یونجه (۱/۹٦ مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک) و سیلاژ ذرت (۲/۲۱ مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک) دارای انرژی قابل متابولیسم بیش‌تری است و به‌نظر می‌رسد با توجه به مرحله رشد و نیاز دام بتوان سیلاژ جو را به عنوان یک علوفه پرانرژی در تغذیه نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار داد.

سطوح مختلف افزودنی باکتریایی تأثیری بر فراسنجه‌های تولید گاز، غلظت نیتروژن آمونیاکی و جمعیت کل پروتوزوآ سیلاژ جو نداشت (جدول ٤).

جدول ۳. اثر سطوح مختلف مولتی‌آنزیم بر فراسنجه‌های تولیدگاز، غلظت آمونیاک، جمعیت کل پروتوزوآ و برآورد انرژی قابل متابولیسم، کل اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و قابلیت هضم ماده آلی سیلاژ جو در شرایط برون‌تنی

فراسنجه	آنزیم (میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده خشک جو)			SEM	سطح معنی‌داری
	صفر	۵۰۰	۱۰۰۰		
پتانسیل تولید گاز (میلی‌لیتر)	۱۳۵/٦۲	۱۲۳/۱۷	۱٤۵/۵۵	۸/۲۹	۰/۱۸
سرعت تولید گاز (در ساعت)	۰/۰۳	۰/۰٤	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۱۲
نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم در دسی لیتر)	٦۱/۸۹	٤٦/۸۳	۵۳/۱۹	٤/۹۸	۰/۱۵
جمعیت کل پروتوزوآ (لگاریتم در پایه ۱۰ به ازای گرم ماده هضم شده)	٤/۱۰	۳/۹۰	٤/۰۱	۰/۱۳	۰/۵۸
انرژی قابل‌متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک)	۲/۵۳	۲/٦۳	۲/٦۱	۰/۰۸	۰/٦۲
اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول در ۲۵۰ میلی‌گرم ماده خشک)	۱/۳٤	۱/٤۷	۱/٤۸	۰/٤٤	۰/۱۰
قابلیت هضم ماده آلی (درصد)	۷۹/۵۲	۸۳/۰۰	۸۲/٦۸	۱/۷۵	۰/۳٤

a, b: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

جدول ٤. اثر سطوح مختلف افزودنی باکتریایی بر فراسنجه‌های تولیدگاز، غلظت آمونیاک، جمعیت کل پروتوزوآ و برآورد قابل انرژی متابولیسم، کل اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و قابلیت هضم ماده آلی سیلاژ جو در شرایط برون‌تنی

فراسنجه	افزودنی باکتریایی (میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده خشک جو)			SEM	سطح معنی‌داری
	صفر	۵۰۰	۱۰۰۰		
پتانسیل تولید گاز (میلی‌لیتر)	۱٦۰/۷۰	۱۳۸/۰۸	۱۳۵/۷۸	۱۱/۳٦	۰/۲۸
سرعت تولید گاز (در ساعت)	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۰٤	۰/٦٦
نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم در دسی لیتر)	٦۱/۸۹	٦۰/۸۹	۵۷/۷٤	۲/٤۵	۰/٤۵
جمعیت کل پروتوزوآ (لگاریتم در پایه ۱۰ به ازای گرم ماده هضم شده)	۳/۷٤	٤/۱۸	۳/۹٦	۰/۱۲	۰/۱۱
انرژی قابل‌متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک)	۲/۵۱	۲/۲۸	۲/۲۸	۰/۱۲	۰/۳٦
اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول در ۲۵۰ میلی‌گرم ماده خشک)	۱/٤۸	۱/۱۹	۱/۳٤	۰/۰۹	۰/۱۹
قابلیت هضم ماده آلی (درصد)	۸٤/۲۲	۷۲/٦۸	۷۸/۰٤	۳/۹۳	۰/۲۰

a, b: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف معنی‌دار است (P<۰/۰۵) .

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

مشابه با نتایج آزمایش حاضر، تفاوتی در میزان گاز تولیدی و فراسنجه‌های تولید گاز سیلاژهای تریتیکاله دارای افزودنی باکتریایی مشاهده نشد [۲]. سطوح مختلف افزودنی باکتریایی تأثیر معنی‌داری را بر انرژی قابل متابولیسم، کل اسیدهای چرب فرّار و قابلیت هضم ماده آلی سیلاژ جو نشان نداد. همسو با این نتایج افزودنی باکتریایی اثری بر قابلیت هضم ماده آلی سیلاژ جو (۵۷ درصد) نداشت [٤]. هم‌چنین استفاده از افزودنی باکتریایی در سیلاژ تریتیکاله اثری بر برآورد انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم ماده آلی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر نداشت [۲].

اثر سطوح مختلف آنزیم بر بخش‌های مختلف پروتئین سیلاژ جو در جدول ۵ ارائه شده است. در سیلاژهای حاوی آنزیم میزان نیتروژن غیر پروتئینی و پروتئین غیرقابل حل در شوینده خنثی بیش‌تر از سیلاژ شاهد بود (P<۰/۰۱). سیلاژ شاهد پروتئین غیرقابل دسترس بیش‌تری نسبت به سیلاژهای حاوی آنزیم داشت (P<۰/۰۱). سیلاژ شاهد دارای بیش‌ترین و سیلاژ حاوی سطح بالاتر آنزیم دارای کم‌ترین میزان پروتئین قابل حل در شوینده خنثی بودند (P<۰/۰۱). سطوح مختلف آنزیم تأثیر معنی‌داری بر پروتئین قابل حل در بافر نداشت.

ترکیبات نیتروژنی غیرپروتئینی شامل آمونیاک، پپتیدهای کوچک، اسیدهای آمینه آزاد، آمین‌ها و آمیدها، پورین‌ها، پریمیدین‌ها، نیترات‌ها و آلکالوئیدها است [۲۳]. سیلاژهای حاوی آنزیم، مقدار بیش‌تری نیتروژن غیر پروتئینی در مقایسه با سیلاژ شاهد داشتند که می‌تواند به دلیل هیدرولیز پروتئین‌ها توسط پروتئازها طی فرآیند سیلو کردن باشد. بنابراین در این آزمایش اگرچه میزان آمونیاک سیلاژها اندازه‌گیری نشد ولی احتمالاً افزایش بخش نیتروژن غیر پروتئینی در سیلاژ شاهد نتیجه تولید بیش‌تر آمونیاک در این سیلاژ باشد. بخش پروتئین غیرقابل حل در شوینده خنثی با پروتئین متصل به دیواره سلولی به آرامی در شکمبه تجزیه شده و بخشی از آن به روده باریک وارد می‌شود. سیلو کردن موجب کاهش پروتئین قابل حل در شوینده خنثی و افزایش میزان نیتروژن غیرپروتئینی می‌شود [۲۳].

آلبومین‌ها، گلوبولین‌ها، پرولامین‌ها و گلوتلین‌ها چهار گروه اصلی پروتئین دانه غلات هستند [۲۳]. پروتئین قابل حل در شوینده خنثی از آلبومین‌ها و گلوتلین‌ها تشکیل شده و نرخ تجزیه‌پذیری کم‌تری نسبت به بخش نیتروژن غیرپروتئینی دارد. ازآنجاکه بخش زیادی از پروتئین جو را گلوتلین‌ها تشکیل می‌دهند [۲۳]، بالابودن این بخش را

می‌توان به وجود این پروتئین‌ها نسبت داد. میکروارگانیسم‌های شکمبه قادر به تجزیه پروتئین غیرقابل دسترس نیستند و این بخش در قسمت‌های پایین‌تر دستگاه گوارش نیز هضم نمی‌شود [۲۳]. پایین‌تر بودن این بخش در سیلاژهای حاوی آنزیم در مقایسه با سیلاژ شاهد احتمالاً به‌علت بالا نرفتن دمای سیلاژ و عدم وقوع واکنش میلارد می‌باشد [۲۱]. ناهمسو با این پژوهش استفاده از آنزیم در سیلاژ جو بخش پروتئین غیرقابل دسترس را افزایش داد [۲٦].

جدول ٦ نشان می‌دهد که اثر سطوح مختلف افزودنی باکتریایی بر میزان پروتئین قابل حل در شوینده خنثی و پروتئین غیرقابل دسترس معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). به‌صورتی‌که سیلاژ حاوی سطح پایین‌تر افزودنی باکتریایی دارای بالاترین میزان پروتئین قابل حل در شوینده خنثی و کم‌ترین میزان پروتئین غیرقابل دسترس نسبت به سایر تیمارها بود (P <۰/۰۱). سطوح مختلف افزودنی باکتریایی، سایر بخش‌های پروتئین را تحت تأثیر قرار نداد. ناهمسو با آزمایش حاضر، افزودنی باکتریایی (مخلوطی از باکتری‌های لاکتوباسیلوس پلانتاروم، لاکتوباسیلوس بوچنری، انتروکوکوس فائوسیوم) باعث کاهش نیتروژن غیرپروتئینی و پروتئین غیرقابل حل در شوینده خنثی و افزایش پروتئین قابل حل در بافر شد [۱۳] و دلیل این تفاوت در نتایج می‌تواند تنوع در واریته‌های جو سیلوشده و نوع ماده تلقیحی استفادهشده در سیلاژ باشد. بالاتر بودن میزان پروتئین قابل حل در شوینده خنثی در سیلاژ حاوی سطح پایین‌تر باکتری موجب کاهش میزان پروتئین غیرقابل دسترس در این سیلاژ نسبت به سایر تیمارها شده است. کاهش بخش پروتئین غیرقابل دسترس در سیلاژهای دارای افزودنی باکتریایی در مقایسه با سیلاژ شاهد احتمالاً به‌علت بالا نرفتن دمای سیلاژ و عدم وقوع واکنش میلارد می‌باشد [۲۱]. ناهمسو با این پژوهش افزودنی باکتریایی بخش پروتئین غیرقابل دسترس سیلاژ جو را افزایش داد [۲۵].

جدول ۵. اثر سطوح مختلف مولتی آنزیم بر بخش‌های مختلف پروتئین (درصد از پروتئین خام) سیلاژ جو

بخش‌های پروتئین	آنزیم (میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده خشک جو)			SEM	سطح معنی‌داری
	صفر	۵۰۰	۱۰۰۰		
نیتروژن غیر پروتئینی	٤٧/١٢[b]	٥٣/٥٠[a]	٥٥/٦٢[a]	١/٢٤	۰/۰١
پروتئین قابل حل در بافر	٩/٨٨	٦/٧٨	٩/٦٦	١/٠٣	۰/١١
پروتئین قابل حل در شوینده خنثی	٢٧/٧٠[a]	٢٤/٥٢[b]	١٩/٥٠[c]	١/٠٠	۰/۰١
پروتئین غیر قابل حل در شوینده خنثی	٨/٢٦[b]	١٠/٣٩[a]	١١/٠٤[a]	۰/٥٤	۰/۰١
پروتئین غیر قابل دسترس	٦/٩٧[a]	٤/٨١[b]	٤/١٨[b]	۰/٢٥	۰/۰١

a, b: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف معنی‌دار است (P<۰/۰٥) .
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

جدول ٦. اثر سطوح مختلف افزودنی باکتریایی بر بخش‌های مختلف پروتئین (درصد از پروتئین خام) سیلاژ جو

بخش‌های پروتئین	افزودنی باکتریایی (میلی‌گرم در هر کیلوگرم ماده خشک جو)			SEM	سطح معنی‌داری
	صفر	۵۰۰	۱۰۰۰		
نیتروژن غیر پروتئینی	٥١/٤٥	٤٧/٢٦	٥١/١٣	١/٧٤	۰/٢٦
پروتئین قابل حل در بافر	٨/٩٤	٩/٠٨	٨/١٨	١/٩١	۰/٩٤
پروتئین قابل حل در شوینده خنثی	٢٢/١٩[b]	٢٨/٣١[a]	٢٣/٣٠[b]	۰/٩١	۰/۰١
پروتئین غیر قابل حل در شوینده خنثی	٩/٨٢	١٠/٠١	١٠/٤٧	۰/٥٥	۰/٧٠
پروتئین غیر قابل دسترس	٧/٦١[a]	٥/٣٣[c]	٦/٩١[b]	۰/١٨	۰/۰١

a, b: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف معنی‌دار است (P<۰/۰٥) .
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

هر دو افزودنی سبب تغییرات جزیی در زیربخش‌های پروتئین خام سیلاژ جو شد اما تأثیری بر تخمیرپذیری، جمعیت پروتوزوا، نیتروژن آمونیاکی و گوارش‌پذیری ماده آلی نداشت. براساس نتایج این آزمایش استفاده از افزودنی باکتریایی و مولتی‌آنزیم در تهیه سیلاژ جو پژمرده شده به‌خاطر بار مالی که می‌تواند ایجاد کند توصیه نمی‌شود. انجام آزمایش درون‌تنی در سطح مزرعه برای بررسی کامل‌تر ارزش غذایی سیلاژها پیشنهاد می‌شود.

منابع

۱. معینی‌زاده س، خادم ع ا، اسدی الموتی ع و افضل‌زاده ا (۱۳۹۲) اثر افزودن یونجه خشک به‌عنوان جاذب رطوبت بر کیفیت تخمیر و تولید پساب در سیلاژ. تولیدات دامی. ۱۵: ۴۳-۳۱.

۲. مکاری ف، بیات کوهسار ج، قنبری ف و فلاحی ح (۱۳۹۶) اثر استفاده از افزودنی باکتریایی، اسید آلی و اوره بر ترکیب شیمیایی، خصوصیات تخمیری، فراسنجه‌های تولید گاز و گوارش‌پذیری علوفه سیلوشده تریتیکاله در شرایط برون‌تنی. تحقیقات تولیدات دامی. ٦: ۲۷- ۱۳.

3. Addah W, Baah J and McAllister TA (2016) Effects of an exogenous enzyme-containing inoculant on fermentation characteristics of barley silage and on growth performance of feedlot steers. Canadian Journal of Animal Science 96: 1-10.
4. Addah W, Baah J, Groenewegen P, Okine EK and McAllister TA (2011) Comparison of the fermentation characteristics, aerobic stability and nutritive value of barley and corn silages ensiled with or without a mixed bacterial inoculant. Canadian Journal of Animal Science 91: 133-146.
5. Amanullah SM, Kim DH, Lee HJ, Joo YH, Kim SB and Kim SC (2013) Effects of microbial additives on chemical composition and fermentation characteristics of barley silage. Asian Australasian Journal of Animal Science 4: 511-517.
6. AOAC (2000) Association of official analytical chemists. Official Methods of Analysis. 17th ed., Arlington. VA.
7. Ashbell G and Weinberg ZG (1992) Top silage losses in horizontal silos. Canadian Agriculture Engineering 34: 171-175.
8. Blummel M, Karsli A and Russell J R (2003) Influence of diet on growth yields of rumen micro-organisms *in vitro* and *in vivo*: influence on growth yield of variable carbon fluxes to fermentation products. British Journal of Nutrition 90: 625-634.
9. Broderick GA and Kang JH (1980) Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. Journal of Dairy Science 63:64-75.
10. 10-Buxton DR, Muck RE and Harrison JH (2003) Silage science and technology. American society of agronomy, Inc. Crop science society of America, Inc. Soil science society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA.
11. Dehority BA (2003) Rumen Microbiology. British Library Cataloguing in Publication Data.
12. Donmez N,. Karsl MA, Cınar A, Aksu T and Baytok E (2003) The effects of different silage additives on rumen protozoan number and volatile fatty acid concentration in sheep fed corn silage. Small Ruminant Research 48: 227–231.
13. Keles G, Coskun B, İnal F,. Alatas MS and Ates S (2014) Conservation characteristics and protein fractions of cereal silages ensiled with additives at the booting and dough stages of maturity. Turkish Journal of Veterinary Animal Science 38: 285-294.
14. Kung L, Carmean BR and Tung S (1989) Microbial inoculation or cellulase enzyme treatment of barley and vetch silage harvested at three maturities. Journal of Dairy Science 73:1304-1311.
15. Licitra C, Hernandez TN and Van Soest PJ (1996) Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology 57: 347-358.
16. Lopez S, Dhanoa MS, Dijkstra J, Bannink A, Kebreab E and France J (2007) Some methodological and analytical considerations regarding application of the gas production technique. Animal Feed Science and Technology 135: 139-156.
17. Makkar HPS (2010) *In vitro* screening of feed resources for efficiency of microbial protein synthesis. In: Vercoe, PE, Makkar HPS, Schlink AC (Eds.), *In vitro* screening of plant resources for extra nutritional. Attributes in Ruminants: Nuclear and Related Methodologies. IAEA, Dordrecht, Netherlands, pp. 107.144.

18. Menke KH and Steingass H (1988) Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro production using rumen fluid. Journal of Animal Research and Development 28: 7-55.
19. McAllister TA, Oosting SJ, Popp JD, Mir Z, Yanke LJ, Hristov AN, Treacher RJ and Cheng KJ (1999) Effect of exogenous enzymes on digestibility of barley silage and growth performance of feedlot cattle. Canadian Journal of Animal Science 79: 353-360.
20. Moshtaghi Nia SA and Wittenberg KM (1999) Use of forage inoculants with or without enzymes to improve preservation and quality of whole crop barley forage ensiled as large bales. Canadian Journal of Animal Science 79: 525-532.
21. Preston NG, Nair JK, Yu P, Christensen DA, McKinnon JJ and McAllister TA (2017) Ensiling barley cultivars selected for varied levels of in vitro neutral detergent fiber digestibility in mini and bunker silos to evaluate effects on fermentation. Canadian Journal of Animal Science 97: 314-327.
22. Rodrigues MAM, Cone JW, Sequeiria CA and Mascarenhas A (2001) Effect of addition of cell wall degrading enzymes of fermentation kinetics of perennial ryegrass silage. Journal of Agricultural Science 136: 443-449.
23. Sniffen CJ, O'Connor JD, Van Soest PJ, Fox DG and. Russell JB (1992) A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. Journal of Animal Science. 70: 3562-3577.
24. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74: 3583-3597.
25. Zahiroddini H, Baah J and McAllister TA (2006) Effects of microbial inoculants on the fermentation, nutrient retention, and aerobic stability of barley silage. Asian Australasian. Journal of Animal Science 19: 1429-1436.
26. Zahiroddini H, Baah J, Absalom W and McAllister TA (2004) Effects of an inoculant and hydrolytic enzymes on fermentation and nutritive value of whole crop barley silage. Animal Feed Science and Technology 117: 317-330.

Animal Production
(College of Abouraihan – University of Tehran)

Vol. 21 ■ No. 1 ■ Spring 2019

Effect of multi enzyme and bacterial inoculant on chemical composition and *in vitro* fermentation parameters of ensiled wilted barely

Asma Absalan[1], Golnaz Taasoli[2*], Shahryar Kargar[3], Farshid Fatahnia[4], Zohre Kowsar[5], Alidad Boostani[6]

1. M.Sc. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University Ilam, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
4. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran.
5. Ph.D. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
6. Assistant Professor, Department of Animal Science, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran.

Received: October 29, 2018 Accepted: January 22, 2019

Abstract

This experiment was aimed to study the effect of multi enzyme and bacterial inoculant on chemical composition and fermentation parameters of barley silage. Robovio multi enzyme was added at three levels, 0, 500 and 1000 mg/kg of barley dry matter (DM) and Prosage bacterial inoculant (a mixture of *Lactobacillus buchneri, Lactobacillus plantarum, Enterococcus faecium and Propionibacterium acidophilus*) was added at three levels, 0, 5 and 10 mg/kg of silage DM. Chemical composition, *in vitro* gas production, protozoa population and protein fractions of experimental silages were measured. Results showed that multi enzyme addition decreased NDF ($P<0.05$), pH, ash, B_2 and C fractions ($P<0.01$) and increased A and B_3 fractions ($P<0.01$) compared to the control. Barley silage containing 5 mg bacterial inoculant had greater DM, pH and B_2 fraction ($P<0.01$) and lower C fraction compared to the control and silage containing 10 mg of bacterial inoculant. Protozoa population, N-ammonia concentration, estimated metabolizable energy, short chain fatty acids and *in vitro* organic matter digestibility were not affected ($P>0.05$). Based on these results use of bacterial and multi enzyme additives for the preparation of wilted barley silage is not recommended due to their costs.

Keywords: Bacterial additive, Barley silage, Fermentation parameters, Multi enzyme, Protein fractions.

* Corresponding author: gtaasoli@gmail.com