



اثر استفاده از افزودنی باکتریایی، اسید آلی و اوره بر ترکیب شیمیایی، خصوصیات تخمیری، فراسنجه‌های تولید گاز و گوارش پذیری علوفه سیلو شده تریتیکاله در شرایط برون تنی

فاطمه مکاری^۱، جواد بیات کوهسار^{۲*}، فرزاد قنبری^۱، حسینعلی فلاحی^۲

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس

۲- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس

۳- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۴/۱۳ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۰۴)

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر استفاده از افزودنی‌های باکتریایی، اسید آلی و اوره بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و گوارش‌پذیری علوفه سیلو شده تریتیکاله و مقایسه آن با علوفه سیلو شده جو در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. علوفه تریتیکاله و جو در مرحله خمیری برداشت و پس از خرد کردن به ذرات ۲-۳ سانتیمتر در کیسه‌های نایلونی به صورت دستی فشرده و برای مدت ۳، ۷، ۲۱ و ۴۵ روز سیلو شدند. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: (۱) علوفه سیلو شده تریتیکاله بدون افزودنی (شاهد)، (۲) علوفه سیلو شده تریتیکاله + افزودنی باکتریایی (اکوسایل)، (۳) علوفه سیلو شده تریتیکاله + اسید آلی (اسید فرمیک + اسید پروپیونیک)، (۴) علوفه سیلو شده تریتیکاله + اوره و (۵) علوفه سیلو شده جو. نتایج نشان داد که علوفه سیلو شده تریتیکاله در مقایسه با جو ماده خشک بالاتری داشت ولی بین علوفه‌های سیلو شده تریتیکاله این اختلاف معنی‌دار نبود. در تمامی تیمارها با افزایش زمان پس از سیلو کردن، مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و کربوهیدرات‌های محلول در آب روند کاهشی داشت. بین دو علوفه سیلو شده جو و تریتیکاله از نظر فراسنجه‌های تخمیری pH و نیتروژن آمونیاکی (به جزء علوفه‌های سیلو شده روز ۷ و ۴۵) نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$). در بین علوفه‌های سیلو شده تریتیکاله، علوفه سیلو شده دارای اوره در روز سوم و علوفه سیلو شده دارای افزودنی اسید آلی در روز ۴۵، بالاترین پتانسیل تولید گاز (به ترتیب ۳۸۶/۷ و ۳۶۰/۱ میلی‌لیتر) را داشتند. علوفه‌های سیلو شده دارای اسید آلی در روزهای ۳ و ۴۵ و علوفه‌های سیلو شده دارای افزودنی باکتریایی در روزهای ۷ و ۲۱ دارای بالاترین میزان عامل تفکیک، توده میکروبی تولید شده و بازده تولید میکروبی بودند. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که استفاده از افزودنی‌های مختلف در مقایسه با تیمار شاهد اثر قابل ملاحظه‌ای بر ارزش تغذیه‌ای علوفه سیلو شده تریتیکاله نداشتند، با این حال، افزودنی باکتریایی و اسید آلی پایداری هوازی سیلاژ تریتیکاله را بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: ارزش تغذیه‌ای، افزودنی‌های سیلو، علوفه سیلو شده تریتیکاله، شرایط آزمایشگاهی

مقدمه

در میان گیاهان زراعی، غلات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و بیشترین تولید و سطح زیر کشت را در مقایسه با سایر گیاهان زراعی در دنیا دارا هستند. از طرفی تولید بعضی از غلات جهت تغذیه دام صورت می‌گیرد که از این نظر از اهمیت ویژه‌ای در جهت تأمین خوراک دام برخوردار هستند. یکی از غلات قابل رقابت با جو، تریتیکاله است. این گیاه با داشتن ظرفیت بالای تولید، می‌تواند در تأمین بخشی از نیاز علوفه‌ای کشور نقش مهمی ایفا کند (امام، ۱۳۸۳). از نظر سطح زیر کشت، بیشترین درصد زراعت تریتیکاله مربوط به اروپا (۷۸ درصد) و بعد از آن آمریکای شمالی (۷ درصد)، آفریقا (۶ درصد)، امریکای لاتین (۵ درصد) و استرالیا (۴ درصد) است (قوشچی، ۱۳۷۹). انتظار می‌رود سطح زیر کشت این محصول در دنیا به دلیل دارا بودن دامنه سازگاری وسیع، میزان عملکرد مطلوب و رشد در خاک‌های غیر حاصلخیز افزایش یابد. ترکیب شیمیایی و کیفیت غذایی تریتیکاله مشابه گندم و چاودار است. تریتیکاله در مقایسه با گندم، ذرت، برنج، چاودار و یولاف درصد پروتئین بیشتری (۱۳/۵ درصد) داشته و از نظر اسیدهای آمینه ضروری نیز وضعیت مطلوبی دارد. این گیاه تا حدودی مواد معدنی بیشتر و میزان ویتامین برابر با گندم دارد (قوشچی، ۱۳۷۹). هدف از ایجاد این محصول مبارزه با فقر غذایی در کشورهایی است که سرما، فقر، شوری خاک، کم‌آبی و خشکی، سدی در بازدهی مناسب محصول غلات دانه‌ای مانند جو، گندم و ذرت به وجود می‌آورد. این گیاه مانند چاودار در خاک‌های شور، اسیدی و کم‌آب محصول رضایت بخشی می‌دهد. مقاومت آن در برابر آفات و امراض گیاهی از سایر غلات زیادتر بوده و به همین دلیل در تناوب زراعی مناطق غله‌خیز وارد شده و علوفه سبز، کاه و دانه آن با موفقیت در تغذیه گاوهای شیرده، گوساله و گوسفند پرواری مصرف می‌شود. از نظر اکولوژیکی تریتیکاله شرایط گرما و خشکی را مانند گندم و چاودار تحمل نمی‌کند، اما تا حدی قادر به تحمل درجه حرارت‌های پایین است. از این جهت بیشتر در زمین‌های سنگلاخی و کوهستانی کشت می‌شود. همچنین مشخص شده است که تحمل تریتیکاله نسبت به سرما در اوایل دوره رشد رویشی بیشتر از گندم بوده و بعضی از ارقام آن نسبت به گندم تحمل به

خشکی و شوری و عملکرد تولیدی بالاتری دارند (Sands, 2004). این گیاه همچنین استعداد خوبی در تولید علوفه دارد (McCartney and Veg, 1994). در ایران همه ساله مقادیر زیادی از علوفه تولید شده در اثر عوامل گوناگونی مانند تأخیر در برداشت، خشک کردن علوفه در زیر تابش شدید آفتاب، ریزش برگ‌های خشک شده، فاسد شدن علوفه برداشت شده و بارندگی از بین می‌روند. سیلو کردن علوفه یکی از راه‌هایی است که از بروز این ضایعات جلوگیری می‌کند. سیلو کردن روش متداولی است که علوفه را در شرایط مناسبی حفظ کرده و به-خصوص در فصل زمستان مصرف عمده خوراک روزانه گاو‌داری‌ها را تأمین می‌نماید. استفاده از علوفه سیلو شده به دلیل کیفیت بالا، تنوع ویتامین‌ها و ارزش تغذیه‌ای بالا، نسبت به روش خشک کردن که سبب تلفات مواد مغذی به‌ویژه پروتئین می‌شود، برتری دارد (قورچی، ۱۳۷۸). برای به‌دست آوردن علوفه سیلو شده با کیفیت مطلوب و ماندگاری بالا، از افزودنی‌های مختلف سیلویی استفاده می‌شود. مواد افزودنی به سیلو اضافه می‌شوند تا به طور مستقیم بر تخمیر اثر گذاشته و از اثرات تنفس گیاهی، فعالیت پروتئولیتیکی گیاه، فعالیت کلستریدیایی و رشد میکروب‌های هوازی که بر فعالیت سیلاژ مؤثر هستند جلوگیری کنند. مواد سیلو شده با ماده افزودنی مناسب؛ pH پایین‌تر، کربوهیدرات محلول در آب و اسید لاکتیک بیشتر، اسید استیک و اتانول کمتری دارند. این عوامل سبب بهبود عملکرد دام تغذیه شده با این مواد سیلویی شده است (Brouwer, 1977). به طور کلی افزودنی‌های علوفه سیلو شده شامل مواد خوراکی، اوره، ملاس، آنزیم‌ها، اسیدهای آلی و افزودنی‌های باکتریایی می‌باشند. محققان گزارش کردند که افزودنی‌های میکروبی، pH سیلو را کاهش می‌دهند که دلیل آن افزایش نسبت لاکتات به استات و کاهش محتوی نیترژن آمونیاکی است (Kung and Muck, 1997). از جمله اسیدهای آلی مورد استفاده به عنوان افزودنی در تهیه سیلاژهای علوفه‌ای می‌توان به اسید فرمیک و اسید پروپیونیک اشاره کرد. تیمار علوفه یونجه پژمرده شده با اسید فرمیک اثر بیشتری بر کاهش pH داشته و میزان غلظت اسید لاکتیک و استیک کمتری در گروه شاهد نسبت به گروه تیمار شده با اسید فرمیک ملاحظه شد (Nagel and Broderick, 1992). نگهدارنده‌های مبتنی بر

شده تریتیکیاله بدون افزودنی (شاهد، ۲) علوفه سیلو شده تریتیکیاله + افزودنی باکتریایی اکوسایل (لاکتوباسیلوس پلانتروم $10^8 \times 8$ CFU در هر گرم، یک میلی گرم به ازاء هر کیلوگرم ماده خشک، ۳) علوفه سیلو شده تریتیکیاله + اسید آلی (ترکیب ۰/۸ درصد اسید فرمیک و یک درصد اسید پروپیونیک، ۱ درصد ماده خشک، ۴) علوفه سیلو شده تریتیکیاله + اوره (۵ درصد ماده خشک سیلو) و (۵) علوفه سیلو شده جو بودند. افزودنی‌ها در آب دیونیزه حل و با اسپری دستی روی علوفه تریتیکیاله اسپری شدند. مقادیر مساوی از آب دیونیزه نیز برای تیمار شاهد به کار برده شد. سیلوهای پر شده با درب پلاستیکی کاملاً بسته و در دمای اتاق نگهداری و برای مدت ۳، ۷، ۲۱ و ۴۵ روز نگهداری شدند. بعد از سپری شدن ۳، ۷، ۲۱ و ۴۵ روز پس از تهیه سیلو، درب سیلوها باز و نمونه‌ها با هم مخلوط شدند. سپس از سطوح بالایی، میانی و پایینی هر ماده سیلوشده نمونه برداری شد. به منظور اندازه‌گیری pH نمونه‌های سیلو شده، ۵۰ گرم از هر نمونه با ۴۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به وسیله یک مخلوط‌کن هموژنیزه شد. پس از صاف نمودن عصاره حاصل، pH آن بلافاصله با استفاده از دستگاه pH متر الکترونیکی (مدل ۶۹۱، شرکت Metrohm) ثبت شد. برای تعیین نیتروژن آمونیاکی، مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از نمونه عصاره صاف شده گرفته و معادل حجم آن اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال افزوده و در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد. مقدار ۱۰۰ گرم از هر نمونه جهت تعیین درصد ماده خشک در آن (دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد) به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. به منظور تهیه مخلوطی یکنواخت، نمونه‌های علوفه سیلو شده پس از خشک کردن با استفاده از آسیاب با توری یک میلی‌متر آسیاب شدند. ترکیبات شیمیایی شامل مقدار ماده خشک، پروتئین خام، ماده آلی و خاکستر طبق روش‌های استاندارد (AOAC, 2005)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی بر اساس روش (Van Soest 1994) بدون استفاده از آمیلاز مقاوم به حرارت و کربوهیدرات‌های محلول بر اساس روش هدج و هوفرتر (Hedge and Hofreiter, 1962) تعیین شد. میزان نیتروژن آمونیاکی نمونه‌ها با استفاده از روش فنل-هیپوکلریت تعیین شد (Broderick and Kang, 1980). بدین منظور از دستگاه

بکارگیری اسید پروپیونیک برای بهبود پایداری هوازای (Leaver, 1975) در سیلوهای ذرت به دلیل ماهیت ضد-قارچی استفاده می‌شوند (Britt et al., 1975). آمونیاک و اوره منبع نسبتاً ارزان و کاربردی از نیتروژن غیرپروتئینی بوده که می‌تواند برای افزایش غلظت علوفه‌های کم پروتئین مانند سیلوی ذرت استفاده شود. به دلیل خصوصیات ضد قارچی آنها، هر دوی اوره و آمونیاک به‌نظر سیلوها را ثبات بخشیده، عمر نگهداری سیلو را افزایش و از این رو اتلافات ماده خشک را کاهش می‌دهند. افزودن اوره به سیلوی ذرت در زمان سیلو کردن می‌تواند مقدار پروتئین نسبتاً پایین آن را بهبود بخشد. غلظت‌های متوسط آمونیاک (۰/۱ تا ۰/۳ درصد) موجب افزایش غلظت اسید لاکتیک و اسید استیک (Muck and Kung, 1997)، کاهش پرتئولیز (Huber et al., 1980)، بهبود پایداری هوازای (Goering and Waldo, 1980) و بهبود پایداری هوازای (Britt and Huber, 1975) در سیلوی ذرت می‌شود.

شرایط استان گلستان به نحوی است که قسمت‌های مختلف آن از نظر شرایط آب و هوایی (میزان بارندگی، ابری بودن)، حاصلخیزی و شرایط خاک (شوری، فقر) با هم تفاوت دارند، به‌نظر می‌رسد با کشت ارقامی که مقاومت و سازگاری بیشتری به این شرایط دارند نتایج مطلوب‌تری حاصل شود. از این رو، تریتیکیاله می‌تواند با داشتن شرایط بهتر در مقایسه با جو، علاوه بر تولید علوفه بیشتر و سازگارپذیری مناسب به این شرایط، از نظر تأمین علوفه و تهیه سیلو در مقایسه با جو برای دامدار سودمند باشد. لذا هدف از انجام این مطالعه، بررسی و مقایسه ارزش تغذیه‌ای علوفه سیلو شده تریتیکیاله با علوفه سیلو شده جو و اثر استفاده از افزودنی‌های باکتریایی، اسید آلی و اوره بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم در شرایط برون‌تنی بود.

مواد و روش‌ها

گیاه کامل تریتیکیاله با حدود ۳۰ درصد ماده خشک در مرحله خمیری دانه و جو (حدود ۳۰ درصد ماده خشک در مرحله خمیری) از مرکز تحقیقات کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس برداشت شد. علوفه برداشت شده به وسیله دستگاه چایر به قطعات ۲-۳ سانتی‌متری خرد و در سه تکرار در کیسه‌های پلاستیکی به صورت دستی فشرده و سیلو شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) علوفه سیلو

$$\text{OMD} = 14/88 + 0/199 \text{ GP} + 0/45 \text{ CP}^1 + 0/065 \text{ A}$$

$$\text{ME, (MJ/kg DM)} = 2/20 + 0/136 \text{ GP} + 0/0574 \text{ CP}^2$$

$$\text{SCFA, (mmol/L)} = -0/0425 + 0/0222 \text{ GP}$$

که:

GP: تولید خالص گاز در ۲۴ ساعت (میلی لیتر به ازاء ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)، CP¹: پروتئین خام (بر حسب درصد)، A: مقدار خاکستر و CP²: پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک) است.

داده‌های جمع‌آوری شده در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (2003) نسخه ۹/۱ تجزیه و تحلیل شدند.

اندازه‌گیری قابلیت هضم تیمارهای مختلف بر اساس روش کشت بسته انجام شد (Theodore *et al.*, 1994). روش تهیه بزاق مصنوعی و جمع‌آوری مایع شکمبه مطابق آنچه در آزمون تولید گاز شرح داده شد، انجام شد. pH مخلوط بافر و مایع شکمبه به وسیله دستگاه pH متر الکترونیکی (مدل ۶۹۱، شرکت Metrohm) کنترل و روی ۶/۸ تنظیم شد. پانصد میلی گرم ماده خشک نمونه‌های آسیاب شده به همراه ۵۰ میلی لیتر بزاق مصنوعی و مایع شکمبه صاف شده به نسبت یک به دو در بطری‌های شیشه‌ای ریخته و پس از درپوش‌گذاری، در بن‌ماری با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. بعد از گذشت ۲۴ ساعت تمامی شیشه‌ها از بن‌ماری خارج و نمونه‌های موجود در هر ویال، با استفاده از پارچه مخصوص صاف شده و محتویات هضم نشده از فاز مایع جدا شد. سپس pH فاز مایع نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. محتویات هضم نشده هر ویال جمع‌آوری شده و درون کروزه‌های با وزن مشخص انتقال یافت. کروزه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با درجه حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس قابلیت هضم ظاهری محاسبه شد. کروزه‌های حاوی محتویات هضم نشده به مدت سه ساعت در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. این کار به منظور تعیین مقدار خاکستر خام مواد هضم نشده موجود در کروزه‌ها و تعیین قابلیت هضم ماده آلی انجام گرفت. بازده تولید گاز (GP₂₄) به صورت حجم گاز تولید شده پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون تقسیم بر مقدار ماده تجزیه شده واقعی (گرم) محاسبه شد (Getachew, 2002). جهت محاسبه توده

اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر جهت خواندن جذب نوری استفاده شد.

برای اندازه‌گیری پایداری هوازی مقدار سه کیلوگرم از علوفه‌های سیلو شده روز ۴۵ برداشته و در داخل ظرف قرار داده شد. سپس روی هر ظرف با دو لایه پارچه پوشانده شد (جهت کاهش تبادل دما با محیط و جلوگیری از آلودگی). دمای سیلوها هر دو ساعت یکبار، تا زمانی که دمای آن دو درجه سانتی‌گراد از دمای محیط بالاتر شود، اندازه‌گیری و ثبت شد (Ashbell *et al.*, 1991).

برای انجام آزمایش تولید گاز مایع شکمبه از سه رأس گوسفند نر فیستول‌دار نژاد دالاق (۴۵ ± ۲/۵ کیلوگرم) از بخش‌های مختلف شکمبه و قبل از وعده تغذیه صبح‌گاهی جمع‌آوری شد. ذرات درشت مایع شکمبه با عبور دادن از چهار لایه پارچه متقال جدا شده و در یک بن‌ماری با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. حیوانات در سطح نگهداری با جیره حاوی ۷۰ درصد علوفه (یونجه و علوفه سیلو شده ذرت به نسبت مساوی) و ۳۰ درصد کنسانتره (جو، کنجاله تخم پنبه، سیوس و مکمل) تغذیه شدند. بزاق مصنوعی مطابق روش (Menke *et al.*, 1979) تهیه و با شیرابه شکمبه با نسبت ۲:۱ مخلوط شد. سی میلی لیتر از این محلول به داخل ویال‌های شیشه‌ای حاوی ۲۰۰ میلی گرم نمونه (چهار تکرار در سه اجرا) ریخته شد. تولید گاز در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت انکوباسیون به وسیله دستگاه مبدل فشارسنج ثبت شد. حجم خالص گاز با کاستن میانگین گاز تولیدی ویال‌های بلانک از ویال‌های دارای نمونه حاصل شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با کمک معادله (Ørskov and McDonald, 1979) به شکل $P = b(1 - e^{-ct})$ انجام شد که در آن:

P: حجم تولید گاز از ماده خوراکی در زمان t

c: ثابت نرخ تولید گاز (میلی لیتر در ساعت)

b: تولید گاز از بخش قابل تخمیر (میلی لیتر)

t: مدت زمان قرار گرفتن نمونه در حمام آب گرم است.

اسیدهای چرب کوتاه زنجیر با استفاده از معادله (Makkar, 1997)، قابلیت هضم ماده آلی طبق روش (Menke *et al.*, 1988) و انرژی قابل متابولیسم طبق روش (Menke and Staingass, 1988) تخمین زده شد:

پس از سیلو کردن به طور معنی‌داری ماده خشک بالاتری داشت ($P < 0.05$). هر چند مقدار ماده خشک با افزایش زمان سیلو کردن در هر دو علوفه سیلو شده روند کاهشی داشت. از نظر خاکستر خام و ماده آلی بین علوفه سیلو شده تریتیکاله و علوفه سیلو شده جو تنها در سیلوهای روز سوم اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$). علوفه سیلو شده جو در مقایسه با علوفه سیلو شده تریتیکاله و نیز سایر تیمارها مقدار پروتئین خام بالاتری داشت ($P < 0.05$). از نظر فراسنجه‌های تخمیری، pH و نیتروژن آمونیاکی (به جزء علوفه‌های سیلو شده روز هفت و ۴۵ پس از سیلو کردن) نیز بین علوفه سیلو شده جو و علوفه سیلو شده تریتیکاله اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$).

میکروبی تولید شده از معادله پیشنهاد شده (1997) Blummel and Becker استفاده شد:

$$MCP = GP \times (PF - 2/2) \text{ (میلی - گرم)}$$

GP: میلی‌لیتر گاز تولید شده در زمان ۲۴ ساعت.
PF: عامل تفکیک که به صورت میلی‌گرم ماده هضم شده واقعی، بخش بر میلی‌لیتر گاز تولیدی در ساعت ۲۴ انکوباسیون محاسبه شد (Blummel and Becker, 1997).
تجزیه داده‌های حاصل با رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (2003) نسخه ۹/۱ در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به ترکیب شیمیایی علوفه سیلو شده تریتیکاله و اثر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر ترکیب شیمیایی آن به ترتیب در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که علوفه سیلو شده تریتیکاله در مقایسه با علوفه سیلو شده قصیل جو در تمام زمان‌های

جدول ۱- ترکیبات مواد خوراکی و تجزیه شیمیایی جیره

Table 1. The feed ingredients and chemical analysis of the diets

Ingredients (% of diet)	0-10 d		10-24 d		24-42 d	
	With fat	Without fat	With fat	Without fat	With fat	Without fat
Corn	53.66	62.42	59	70.98	61.11	72.71
Soybean	32.50	29.95	28.19	21.65	23.23	20.56
Soybean oil	3	-	3	-	3.5	-
Fish meal	3	3.1	3	3.3	3.5	3.5
Dicalcium phosphate	1.53	1.56	1.25	1.37	1.03	1.02
Calcium carbonate	1.44	1.16	0.97	0.92	0.95	0.97
Salt	0.26	0.26	0.26	0.23	0.25	0.28
L- Lysine	0.26	0.44	0.30	0.38	0.09	0.13
DL- Methionine	0.46	0.45	0.25	0.35	0.23	0.25
L- Threonine	0.11	0.11	0.28	0.27	0.07	0.08
Vitamin premix ¹	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Mineral premix ²	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Sodium bicarbonate	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Anzymit	3.23	-	2.95	-	5.49	-
Calculated composition						
ME (kcal/kg)	2900	2900	3000	3000	3000	3000
Crude protein (%)	21.1	21.1	20	20	17.8	17.8
Ca (%)	1	1	0.85	0.85	0.80	0.80
Available phosphorus (%)	0.48	0.48	0.43	0.43	0.39	0.39
Na (%)	0.15	0.15	0.15	0.14	0.15	0.16
Lysine (%)	1.37	1.47	1.25	1.23	1.05	1.02
Arginine (%)	1.33	1.30	1.22	1.10	1.10	1.05
Methionine (%)	0.48	0.48	0.58	0.67	0.55	0.52
Met. + Cys. (%)	1.02	1.02	0.90	0.96	0.84	0.81
Threonine (%)	0.90	0.90	0.79	0.89	0.67	0.74

¹ Supplied per kilogram of diet: 10000 IU Vitamin A, 500 IU Vitamin D3, 45 IU Vitamin E, 3 mg K3, 3 mg B1, 9 mg B2, 10 mg B3, 30 mg B5, 4 mg B6, 2 mg B9, 0.02 mg B12, 0.1 mg H, 1000 mg Choline.

² Supplied per kilogram of diet: Fe 55 mg, Mn 120 mg, Zn 100 mg, Cu 16 mg, I 1.3 mg, Se 0.3 mg.

فرآیند تخمیر متاثر سازد. کاهش سریع در pH سیلو فعالیت آنزیم‌های گیاهی را کاهش داده و بنابراین تجزیه پروتئین به نیتروژن غیرپروتئینی را کاهش می‌دهد. افزودن اوره به علوفه سیلو شده تریتیکاله به دلیل دارا بودن ترکیبات نیتروژنی می‌تواند عامل افزایش میزان پروتئین خام علوفه سیلو شده باشد (Iptas and Yavus, 2008). همچنین در مطالعه‌ای که به منظور بررسی اثر افزودنی‌های اسیدی (اسید استیک، اسید فرمیک و اسید پروپیونیک)، باکتریایی (لاکتوباسیلوس پلاننتاریوم و مخلوط باکتری‌های لاکتوباسیلوس تخمیر همگن)، قلیایی (اوره و آمونیاک)، بافری (پروپیونات آمونیوم) و خوراکی (ملاس و تفاله چغندر قند) بر ویژگی‌های شیمیایی و تجزیه پذیری علوفه سیلو شده علوفه کامل جو انجام شد، بیشترین مقدار پروتئین خام مربوط به افزودنی اوره (۱۱۲ گرم در کیلوگرم ماده خشک) بود (وطن دوست، ۱۳۹۰). الیاف نامحلول در شوینده اسیدی مشتمل بر سلولز، لیگنین، نیتروژن باند شده به الیاف و سیلیکات بوده و فاقد همی سلولز است. بنابراین از آنجایی که علوفه سیلو شده تریتیکاله میزان دیواره سلولی نسبتاً بالایی دارد، افزایش میزان الیاف نامحلول در شوینده اسیدی تیمار افزودنی اوره (به جز روز ۴۵ پس از سیلو) را می‌توان به افزایش نیتروژن باند شده به الیاف نسبت داد. بررسی اثرات عمل-آوری شیمیایی به وسیله اوره، آهک و ملاس بر میزان تجزیه پذیری اجزای دیواره سلولی گاه سویا نشان داد که افزودنی اوره کمترین تجزیه پذیری (با الیاف نامحلول در شوینده اسیدی معادل ۲/۷ درصد) را نسبت به سایر افزودنی‌ها داشت (اشکور قربانی، ۱۳۸۷). خاکستر شامل انواع عناصر معدنی است که نقش مهمی در تعیین کیفیت علوفه دارد. به نظر می‌رسد کاهش میزان خاکستر خام و ماده آلی علوفه سیلو شده علوفه تریتیکاله در مقایسه با علوفه سیلو شده جو در روز سوم پس از سیلو نمودن به دلیل کاهش عناصر معدنی در راستای فعالیت‌های فیبرولایتیکی و باند شدن نیتروژن به الیاف باشد. همچنین مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب به طور معنی داری در میان تیمارها متفاوت بود ($P < 0.05$). تیمار جو در روز هفتم پس از سیلو کردن دارای بالاترین میزان کربوهیدرات (۱۸/۵۶ درصد) و پایین‌ترین مقدار کربوهیدرات به تیمار شاهد در روز ۲۱ پس از سیلو کردن (۱۴/۵۳ درصد) مربوط بود. کربوهیدرات‌های محلول در

در تمام زمان‌های پس از سیلو شدن، تیمار علوفه سیلو شده جو از pH پایین‌تری برخوردار بود. شاید بتوان پایین بودن pH نهایی در علوفه سیلو جو را به خاطر پایین بودن ظرفیت بافری آن در مقایسه با علوفه‌های سیلو شده تریتیکاله دانست. استفاده از افزودنی‌های باکتریایی، اسید آلی و اوره اثر معنی‌داری بر ترکیب شیمیایی و فراسنجه-های تخمیری علوفه سیلو شده تریتیکاله نداشت. علوفه سیلو شده جو در مقایسه با علوفه سیلو شده تریتیکاله از مقدار کربوهیدرات محلول در آب بالاتری برخوردار بود. روند کاهش در غلظت کربوهیدرات‌های محلول در آب در تمامی تیمارها همراه با کاهش در pH بود. انتظار می‌رود با کاهش سریع pH در طول مراحل اولیه سیلو، از رشد میکروارگانیسم‌های نامطلوب سیلویی مانند انتروباکترها و مخمرها جلوگیری شود. گزارش شده است که تلقیح باکتریایی، pH را کاهش و نسبت اسید لاکتیک به اسید استیک را بهبود می‌بخشد (Getachew, 2002). کاهش pH در علوفه‌های سیلو شده احتمالاً به دلیل وجود باکتری‌های اسید لاکتیکی است که تولید اسید لاکتیک در سیلو را افزایش داده و منجر به کاهش pH، تولید اسید استیک و اسید بوتیریک می‌شوند. از چگونگی تخمیر و pH علوفه‌های سیلو شده تریتیکاله چنین استنباط می‌شود که عمل تخمیر در علوفه‌های سیلو شده دارای افزودنی (به جزء علوفه‌های سیلو شده روز هفتم) در مقایسه با تیمار شاهد بهتر صورت گرفته و pH در حد مطلوب بوده است. محیط اسیدی مانند سیلو، برای قارچ کشنده است. اسیدهای چرب زنجیر کوتاه مانند اسیدهای پروپیونیک و استیک به عنوان ممانعت‌کننده مخمرها در pH پایین شناخته می‌شوند. در اصل، هرچه pH پایین‌تر باشد نسبت اسیدهای چرب زنجیر کوتاه تفکیک نشده به تفکیک شده بالاتر است. اسیدهای آلی تفکیک نشده می‌توانند به داخل سلول‌های قارچی نفوذ کرده و pH داخل سلولی را با رهاسازی یون H^+ پایین‌تر ببرند. این فرآیند به سرعت سلول قارچ را از بین می‌برد، مگر این‌که با مکانیسم فعال وابسته به انرژی برای برداشت یون H^+ خنثی شود. جنبه دیگر pH سیلو فعالیت آنزیمی آن است. به‌طور کلی، آنزیم‌ها تنها در دامنه محدودی از pH فعال هستند و در اکثر موارد برای هر آنزیم یک pH وجود داشته که در آن، سرعت فعالیت مناسب است. این تغییرات ممکن است سرعت واکنش را مانند شدت تنفس در سیلو و در نتیجه

دارا بود. تیمارهای دارای افزودنی اوره و اسید آلی دارای بالاترین میزان پایداری هوازی بودند. پایداری علوفه‌های سیلو شده از این نظر اهمیت دارد که طی مدت زمانی که از علوفه سیلو شده در تغذیه دام‌ها استفاده می‌شود، قسمت دهانه سیلو که محل برداشت روزانه است در معرض هوا قرار می‌گیرد. در این شرایط، میکروارگانیسم‌های مضر می‌توانند فعال شده و سبب ایجاد فساد و تولید مواد سمی در علوفه سیلو شده شوند. احتمال وجود چنین پدیده‌ای و نیز شدت آن تحت تاثیر شرایط مختلفی از جمله کیفیت و خصوصیات علوفه سیلو شده، دما و رطوبت محیط و مدیریت برداشت و مصرف علوفه سیلو شده قرار می‌گیرد (Kung and Ranjit, 2003).

آب منبع اصلی انرژی برای میکروارگانیسم‌ها طی فرایند تخمیر در سیلو هستند. گزارش شده است که مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب برای ذرت با ماده خشک ۲۵ تا ۳۵ درصدی در دامنه ۸۰ تا ۳۱۰ گرم در کیلوگرم قرار دارد (Weinberg *et al.*, 2001). همچنین اشاره شده است که چنانچه مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب کمتر از ۸۰ گرم در هر کیلوگرم باشد، تهیه علوفه سیلو شده پایدار به سختی امکان‌پذیر است (Knuckle *et al.*, 2006).

اثر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر پایداری هوازی علوفه سیلو شده تریتیکاله و مقایسه با علوفه سیلو شده جو در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی از نظر پایداری هوازی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$) و تیمار علوفه سیلو شده جو پایین‌ترین میزان پایداری هوازی (۳۰ ساعت) را

جدول ۲- اثر استفاده از افزودنی‌های باکتریایی، اسید آلی و اوره بر ترکیب شیمیایی (درصد) علوفه‌های سیلو شده

Table 2. Effect of bacterial additives, organic acid and urea on the chemical composition (percent) of ensiled forages

Ensiling days	Treatments ¹	DM ²	Ash	CP ³	OM ⁴	NDF ⁵	ADF ⁶	WSC ⁷	pH	NH ₃ -N (mg/dl)
3	1	40.58 ^a	7.33 ^b	10.25 ^b	92.66 ^a	58.00 ^b	31.33 ^{ab}	16.86 ^c	4.90 ^{ab}	1.05 ^a
	2	40.32 ^a	8.22 ^{ab}	9.96 ^c	91.77 ^{ab}	58.66 ^b	28.66 ^b	16.66 ^c	4.90 ^{ab}	0.96 ^{ab}
	3	39.04 ^a	7.77 ^{ab}	10.36 ^b	92.22 ^{ab}	58.00 ^b	28.66 ^b	17.47 ^b	4.92 ^{ab}	0.81 ^{ab}
	4	37.89 ^a	7.33 ^b	10.25 ^b	92.66 ^a	53.33 ^c	34.00 ^a	18.50 ^a	4.96 ^a	1.10 ^a
	5	30.95 ^b	8.44 ^a	11.46 ^a	91.55 ^b	62.00 ^a	29.33 ^{ab}	19.56 ^a	4.66 ^b	0.63 ^b
	SEM	1.363	0.344	0.125	0.344	0.988	1.659	0.1940	0.083	0.122
7	1	37.92 ^a	8.22	9.02 ^c	91.77	58.00	30.00 ^b	15.48 ^b	4.56 ^a	1.39
	2	37.39 ^a	7.44	9.20 ^c	92.55	58.00	28.66 ^b	16.36 ^b	4.48 ^{ab}	0.88
	3	37.83 ^a	7.77	9.78 ^b	92.22	58.00	29.33 ^b	16.39 ^b	4.50 ^{ab}	1.01
	4	37.78 ^a	7.88	10.45 ^a	92.11	56.00	34.00 ^a	18.10 ^a	4.55 ^a	1.37
	5	30.90 ^b	8.33	10.48 ^a	91.66	50.00	33.33 ^a	18.46 ^a	4.32 ^b	1.11
	SEM	0.822	0.289	0.097	0.289	5.641	1.032	0.3045	0.053	0.190
21	1	38.77 ^a	8.11	9.55 ^c	91.88	57.33 ^{bc}	29.33 ^b	12.59 ^c	4.51 ^a	1.24 ^b
	2	38.53 ^{ab}	7.66	9.08 ^d	92.33	54.00 ^{cd}	30.00 ^b	13.78 ^b	4.42 ^a	0.76 ^c
	3	38.80 ^a	7.77	9.31 ^{cd}	92.22	53.33 ^d	28.66 ^b	13.93 ^b	4.50 ^a	1.08 ^b
	4	37.50 ^b	7.33	10.20 ^b	92.66	58.66 ^{ab}	35.33 ^a	14.00 ^{ab}	4.50 ^a	1.55 ^a
	5	26.33 ^c	8.22	11.18 ^a	91.77	61.33 ^a	30.66 ^b	14.88 ^a	4.14 ^b	0.74 ^c
	SEM	0.376	0.354	0.090	0.354	1.074	2.385	0.3400	0.018	0.074
45	1	37.35 ^b	8.11	9.08 ^d	91.88	54.66 ^b	30.66 ^c	10.67 ^b	4.47 ^a	0.75
	2	38.35 ^{ab}	8.22	9.37 ^c	91.77	54.66 ^b	34.00 ^b	12.24 ^a	4.35 ^a	1.01
	3	39.32 ^a	8.11	9.20 ^{cd}	91.88	55.33 ^b	32.00 ^{bc}	12.35 ^a	4.37 ^a	1.02
	4	37.71 ^b	8.33	10.15 ^b	91.66	55.33 ^b	34.66 ^b	11.75 ^{ab}	4.50 ^a	1.11
	5	25.44 ^c	7.77	11.05 ^a	92.22	58.33 ^a	38.00 ^a	12.36 ^a	4.00 ^b	0.84
	SEM	0.610	0.314	0.082	0.314	0.988	0.666	0.3841	0.029	0.142

1- Treatments: 1) Triticale silage without any additive (Control), 2) Control + Bacterial Inoculant (Ecosyl), 3) Control + Organic acid, 4) Control + Urea and 5) Barley silage. 2- Dry Matter, 3- Crude Protein, 4- Organic Matter, 5- Neutral Detergent Fiber, 6- Acid Detergent Fiber, 7- Water Soluble Carbohydrate.

Means within a column that do not have a common superscript are significantly different ($P < 0.05$).

همانطور که در بخش قبلی مشاهده شد علوفه سیلو شده جو پایین‌ترین pH را در مقایسه با سایر تیمارها داشت؛ با این حال، سیلوی حاصل کمترین پایداری هوازی را داشت. بیشترین تاکید مطالعات، رسیدن به pH پایین در مراحل اولیه فرآیند سیلو کردن جهت کاستن از خطر رشد کلستریدیها و سایر میکروارگانیسم‌های نامطلوب است. در نتیجه، نشان داده شد که افزایش pH می‌تواند معیار مفیدی برای ارزیابی فساد سیلو باشد. با این حال، (1991) *Pitt et al.* گزارش دادند زمانی که pH از ۶ به ۳ کاهش می‌یابد پایداری نیز متناسب با آن افزایش می‌یابد، اما در زمان مشابه، در یک pH معمولی در سیلو یعنی ۳/۷ تا ۵، pH اثر بسیار جزئی بر پایداری داشت.

نتایج مربوط به اثر افزودنی‌های مختلف بر پتانسیل تولید گاز در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که علوفه سیلو شده جو در مقایسه با علوفه سیلو شده تریتیکاله در تمام زمان‌های پس از انکوباسیون به‌طور معنی‌داری از پتانسیل تولید گاز بالاتری برخوردار بود. از نظر غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم ماده آلی نیز تیمار علوفه سیلو شده قوی‌تر در مقایسه با علوفه سیلو شده تریتیکاله مقادیر بالاتری داشت ($P < 0.05$). در میان

در صورتی که جمعیت مخمرها نسبت به جمعیت باکتری‌ها در علوفه سیلو شده غالب شوند علوفه سیلو شده ناپایدارتر خواهد بود (Reynar *et al.*, 2007). کپک‌ها نیز نقش عمده‌ای در فساد هوازی علوفه‌ها سیلو شده دارند و به ویژه در علوفه سیلو شده گرامینه مورد توجه هستند. در بعضی علوفه‌های سیلو شده، رشد کپک‌ها پس از مخمرها اتفاق می‌افتد و این حالت به صورت دو اوج حرارتی در طی فساد هوازی قابل مشاهده است. اولین اوج به مخمرها مربوط می‌شود که دو تا سه روز پس از در معرض هوا قرار گرفتن علوفه سیلو شده رخ می‌دهد و دومین اوج حرارتی که متعلق به کپک‌ها است سه تا چهار روز بعد اتفاق می‌افتد (Kung and Ranjit, 2003). علت اختلاف در زمان رسیدن به اوج دما را می‌توان به تفاوت در pH و نیز ماده خشک علوفه سیلو شده مربوط دانست. کاهش پایداری هوازی موجب اتلاف مواد مغذی خوراک، کاهش مصرف مواد مغذی خوراک و بهره‌وری کمتر گاوهای شیری (Hoffman and Ocker, 1997) و گاوهای گوشتی (Whitlock *et al.*, 2007) می‌شود. با این حال، تعدادی دیگر از فاکتورها وجود داشته که فساد هوازی را متاثر می‌سازد مانند: منشاء گیاه، ماده خشک علوفه‌های سیلو شده، درجه حرارت محیطی و سوبسترای تخمیری.

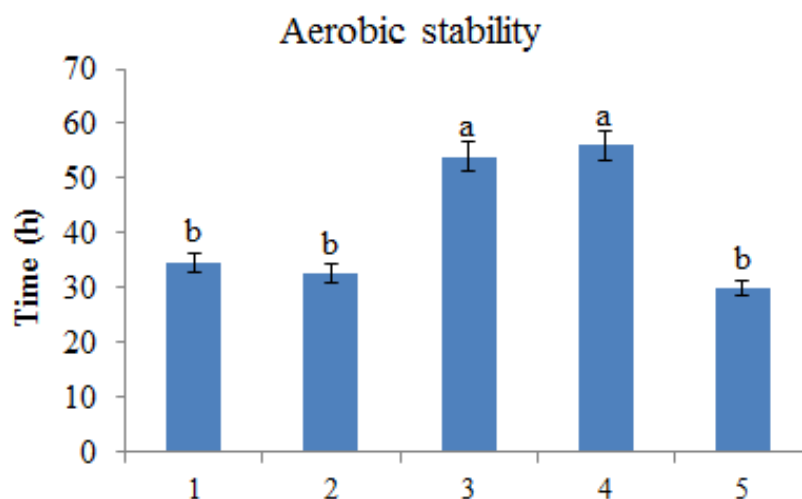


Fig. 1. Effect of various additives aerobic stability of ensiled forages on 45 days after ensiling (Treatments: 1. Triticale silage without any additive (control), 2. Control + Bacterial inoculant (Ecosyl), 3. Control + Organic acid, 4. Control + Urea, and 5. Barley silage)

شکل ۱- اثر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر پایداری هوازی علوفه‌های سیلو شده در روز ۴۵ پس از سیلو کردن (تیمارها: ۱- علوفه سیلو شده تریتیکاله بدون افزودنی (شاهد)، ۲- شاهد + افزودنی باکتریایی اکوسایل، ۳- شاهد + اسید آلی، ۴- شاهد + اوره و ۵- علوفه سیلو شده جو)

تامین کرده و میزان گاز تولیدی را افزایش داده است (منصوری و همکاران، ۱۳۸۲). پروتئین بالا در مواد خوراکی منجر به تولید آمونیاک به شکل گاز شده که به نوبه خود با CO₂ محیط لوله آزمایش ترکیب و تولید بیکرینات آمونیوم محلول در آب می‌کند و بر روند تولید گاز در ویال‌های شیشه‌ای تاثیر می‌گذارد. حجم گاز تولیدی برآوردی از قابلیت هضم ظاهری است (Blummel and Orskov, 1993). تخمیر سریع مواد خوراکی احتمالاً منجر به تولید نسبت بالای اسید پروپیونیک می‌شود و حجم گاز تولیدی به ازای هر واحد اسید چرب فرار تولیدی کمتر می‌شود (منصوری و همکاران، ۱۳۸۲).

تیمارهای دارای افزودنی علوفه سیلو شده تریتیکاله، در روز سوم پس از سیلو کردن، تیمار دارای افزودنی اوره و در روز ۴۵ پس از سیلو کردن، تیمار دارای افزودنی اسید آلی از پتانسیل تولید گاز بالاتری برخوردار بودند. از نظر فراسنجه‌های تخمینی نیز بین علوفه سیلو شده تریتیکاله و علوفه‌های سیلو شده دارای افزودنی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$). با این حال، نتایج به طور کلی نشان داد که تیمار دارای افزودنی اوره در بین علوفه‌های سیلو شده مربوط به روز ۳، ۷ و ۲۱ پس از سیلو کردن، دارای بالاترین غلظت اسیدهای چرب، انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم ماده آلی بود. به نظر می‌رسد بالا بودن میزان پروتئین در علوفه سیلو شده جو، نیتروژن مورد نیاز برای رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌های شکمبه را

جدول ۳- اثر استفاده از افزودنی‌های باکتریایی، اسید آلی و اوره بر فراسنجه‌های تولید گاز علوفه‌های سیلو شده

Table 3. Effect of bacterial additives and organic acid on gas production parameters of ensiled forages

Ensiling days	Treatments ¹	(a + b) ²	C ³	SCFA ⁴	ME ⁵	OMD ⁶
3	1	290.8±16.65	0.022±0.002	0.55 ^c	7.27 ^c	37.27 ^c
	2	298.5±13.35	0.023±0.002	0.60 ^c	7.73 ^c	39.20 ^c
	3	287.2±11.05	0.025±0.002	0.59 ^c	7.51 ^c	39.05 ^c
	4	386.7±9.23	0.034±0.001	0.97 ^a	9.56 ^a	54.17 ^a
	5	363.3±9.54	0.032±0.002	0.90 ^b	9.18 ^b	51.37 ^b
	SEM	-	-	0.0188	0.1296	0.7555
7	1	293.6±14.57	0.024±0.002	0.59 ^{bc}	7.49 ^{bc}	38.90 ^{bc}
	2	282.1±18.19	0.022±0.002	0.53 ^c	7.18 ^c	36.68 ^c
	3	291.5±15.10	0.024±0.002	0.59 ^{bc}	7.49 ^{bc}	38.90 ^{bc}
	4	290±15.03	0.027±0.003	0.67 ^b	9.93 ^b	42.17 ^b
	5	342±8.86	0.031±0.001	0.82 ^a	8.72 ^a	47.96 ^a
	SEM	-	-	0.0268	0.2218	1.0747
21	1	301.2±19.40	0.021±0.022	0.55 ^b	7.26 ^c	37.27 ^b
	2	292.2±15.32	0.023±0.002	0.58 ^b	7.43 ^c	38.46 ^b
	3	293.1±24.09	0.026±0.004	0.63 ^b	7.71 ^{bc}	40.53 ^b
	4	309±14.58	0.025±0.002	0.65 ^b	7.81 ^b	41.28 ^b
	5	350.4±10.43	0.030±0.002	0.83 ^a	8.82 ^a	48.70 ^a
	SEM	-	-	0.0407	0.2785	1.6314
45	1	284.3±16.85	0.021±0.002	0.53 ^c	5.97 ^d	36.38 ^c
	2	290.7±15.97	0.022±0.002	0.55 ^{bc}	6.25 ^c	37.42 ^{bc}
	3	360.1±7.88	0.032±0.001	0.86 ^a	6.24 ^c	49.87 ^a
	4	303±13.99	0.023±0.002	0.60 ^b	6.68 ^b	39.20 ^b
	5	337.8±33.16	0.015±0.002	0.45 ^d	7.23 ^a	33.29 ^d
	SEM	-	-	0.0209	0.0450	0.8407

1. Treatments: 1) Triticale silage without any additive (Control), 2) Control + Bacterial Inoculant (Ecosyl), 3) Control + Organic Acid, 4) Control + Urea and 5) Barley silage. 2. Gas production potential (ml/g DM). 3. Gas production rate (ml/h). 4. Organic Matter Digestibility (%DM). 5. Metabolizable Energy (Mj/Kg DM). 6. Short Chain Fatty Acids (mmol).

Means within a column that do not have a common superscript are significantly different ($P < 0.05$).

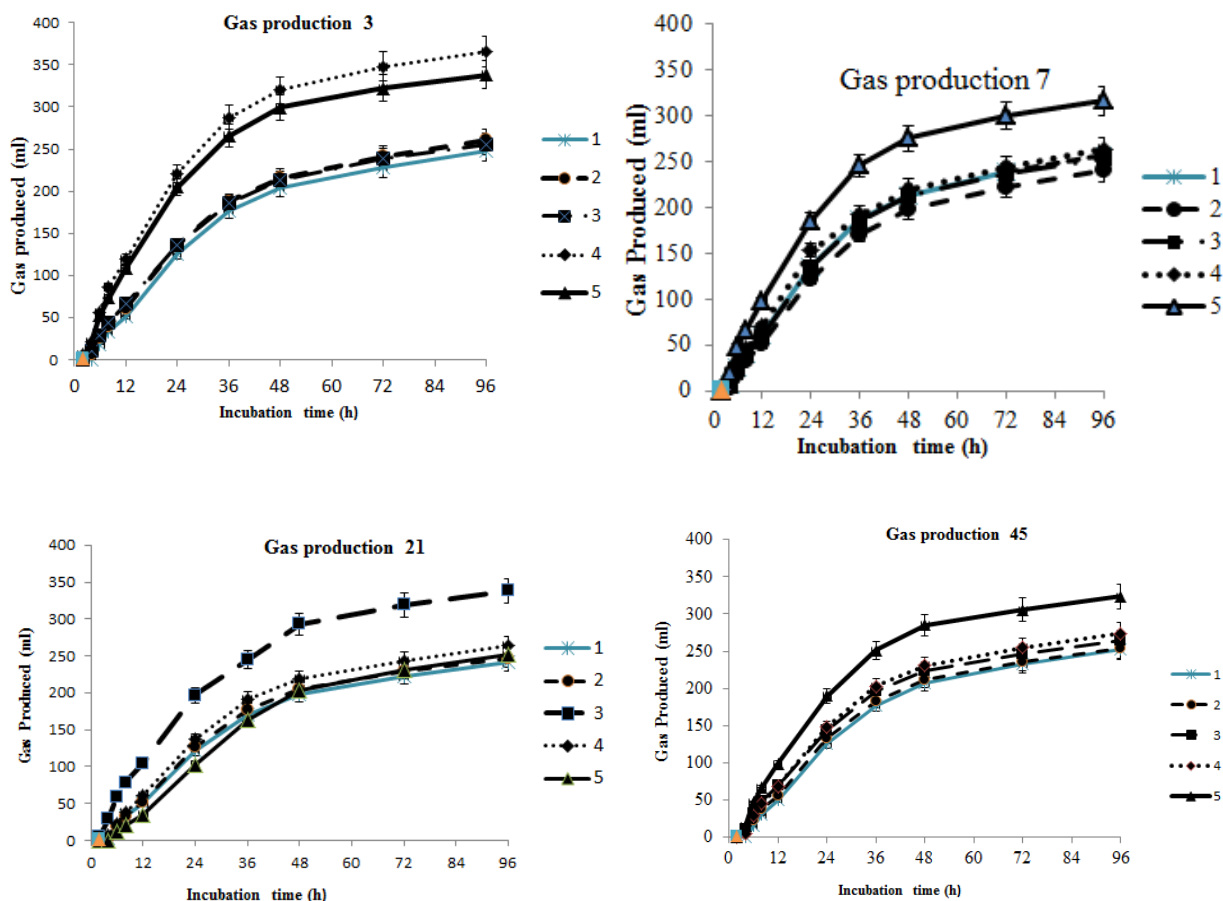


Fig. 2. Effect of various additives on gas production of ensiled forages on 3, 7, 21 and 45 days after ensiling (1- Treatments: 1) Triticale silage without any additive (Control), 2) Control + Bacterial Inoculant (Ecosyl), 3) Control + Organic Acid, 4) Control + Urea and 5) Barley silage.)

شکل ۲- اثر افزودنی‌های مختلف بر تولید گاز علوفه‌های سیلو شده در روزهای ۳، ۷، ۲۱ و ۴۵ پس از سیلو کردن (تیمارها: ۱- علوفه سیلو شده تریتیکاله بدون افزودنی (شاهد)، ۲- شاهد + افزودنی باکتریایی اکوسایل، ۳- شاهد + اسید آلی، ۴- شاهد + اوره و ۵- علوفه سیلو شده (جو)

شده ذرت بین ۶۳ تا ۶۸ درصد گزارش شده است (Bernard *et al.*, 2002; Lauer, 1995). همچنین قابلیت هضم ماده آلی علوفه سیلو شده ذرت بالاتر از علوفه سیلو شده تریتیکاله (۷۱ درصد در مقابل ۶۶/۵ درصد) گزارش شده است. میزان هضم‌پذیری تحت تأثیر نوع و ترکیبات جیره غذایی نیز قرار می‌گیرد. در آزمایشی که علوفه سیلو شده تریتیکاله (به میزان ۳۹ درصد در جیره غذایی گاو شیرده) با علوفه سیلو شده ذرت مورد مقایسه قرار گرفت، قابلیت هضم ماده خشک جیره‌های غذایی حاوی تریتیکاله و ذرت مشابه (۵۸/۱ در مقابل ۵۷/۶ درصد) بود (فضایی و همکاران، ۱۳۹۰). در مطالعه‌ای نشان داده شد با این که قابلیت هضم علوفه سیلو شده تریتیکاله کمتر از علوفه سیلو شده جو بود، ولی هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در اضافه وزن و مصرف ماده خشک در دام‌های تحت آزمایش

اثر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی، تولید پروتئین میکروبی، عامل تفکیک و بازده تولید گاز علوفه سیلو شده تریتیکاله و مقایسه آن با علوفه سیلو شده جو در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بین تیمار علوفه سیلو شده تریتیکاله از نظر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$). علوفه سیلو شده جو در مقایسه با علوفه سیلو شده تریتیکاله در همه زمان‌های پس از سیلو شدن pH و نیتروژن آمونیاکی، عامل تفکیک و توده میکروبی تولید شده پایین‌تری داشت ($P < 0.05$). قابلیت هضم علوفه تریتیکاله، به عنوان تنها خوراک مصرفی، در بره‌های در حال رشد ۵۷ درصد و در گوسفند بالغ ۵۸ درصد گزارش شده است (McCartney and Veg, 1994)، این در حالی است که قابلیت هضم علوفه سیلو

ماده خشک آن بهبود می‌یابد (Kung and Ranjit, 2003). بین تیمارهای آزمایشی از نظر عامل تفکیک، توده میکروبی تولید شده و بازده تولید میکروبی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$). تیمار دارای افزودنی اسید آلی در روزهای ۳ و ۴۵ پس از سیلو شدن و تیمار دارای افزودنی باکتریایی در روزهای ۷ و ۲۱ پس از سیلو شدن دارای بالاترین میزان عامل تفکیک، توده میکروبی تولید شده و بازده تولید میکروبی بودند.

گاز تولید شده از تخمیر بی‌هوازی، یک محصول فرعی فرآیند تخمیر بوده و در واقع اتلاف انرژی است و باعث کاهش بازده تخمیر می‌شود. در واقع با کاهش تولید گاز متان، بازده تخمیر خوراک نیز افزایش پیدا می‌کند. عامل تفکیک که به‌عنوان شاخصی از راندمان ساخت توده میکروبی در شرایط برون‌تنی است (Blummel and Becker, 1997)، به صورت نسبتی از سوپسترای تجزیه شده به صورت حقیقی بر حسب میلی‌گرم به حجم گاز تولید شده در طول مدت انکوباسیون (۲۴ یا ۴۸ ساعت) تعریف می‌شود (Olivera, 1998). خوراکی‌های با عامل تفکیک بالا به این معنی است که نسبت بیشتری از ماده آلی تجزیه شده به داخل توده میکروبی وارد شده است. برای خوراکی‌های فاقد تانن یا متعارف، دامنه عامل تفکیک بین ۲/۷۴ تا ۴/۶۵ میلی‌گرم در هر میلی‌لیتر گزارش شده است (Blummel and Becker, 1997). به طور کلی، تیمار علوفه سیلو شده جو در مقایسه با تیمارهای علوفه سیلو شده تریتیکاله، عامل تفکیک و بازده تولید پروتئین میکروبی پایین‌تر و بازده تولید گاز بالاتر داشت. بالا بودن عامل تفکیک در علوفه‌های سیلو شده تریتیکاله می‌تواند به دلایل مختلف از جمله: ورود بیشتر ماده آلی هضم شده به بخش پروتئین میکروبی و یا تولید اسید پروپیونیک بیشتر در فرآیند تخمیر به خاطر مستعد بودن ترکیب علوفه باشد (Makkar, 2004; Blummel et al., 1997). گازها، اسیدهای چرب فرار و توده میکروبی محصولات نهایی هضم شکمبه‌ای هستند. هر محصول نهایی که در پایان تخمیر اندازه‌گیری شده مستقیماً به توده مواد هضم شده بستگی دارد (Menken et al., 1979). تولید گاز با تولید خالص اسیدهای چرب فرار و سنتز توده میکروبی رابطه خطی دارد (Theodore et al., 1994). هر چند حجم خالص گاز تولید شده به ازای هر واحد سوپسترای

مشاهده نشد (Khorasani and Kennelly, 1998). بالا بودن سرعت ناپدید شدن بخش محلول و پایین بودن سرعت ناپدید شدن بخش نامحلول در علوفه سیلو شده تریتیکاله نسبت به علوفه سیلو شده ذرت از دیگر مواردی است که می‌تواند بر هضم‌پذیری و میزان مصرف مؤثر باشد (وطن دوست، ۱۳۹۰). تحقیقات نشان داده‌اند که تجزیه پروتئین سبب تولید اسیدهای آمینه، نیتروژن آمونیاکی و پپتیدها در شکمبه می‌شود (et al., 2007). همچنین محققین گزارش کردند افزودن منابع پروتئین حقیقی قابلیت هضم الیاف را بهبود می‌بخشد (Yang, 2002). استفاده از منبع پروتئین حقیقی در جیره نشخوارکنندگان ممکن است قابلیت هضم الیاف را به دلیل تولید اسیدهای چرب فرار شاخه‌دار افزایش دهد و یا ممکن است این افزایش ناشی از اثر مستقیم خود پپتیدها باشد، زیرا پپتیدها می‌توانند به طور مستقیم به وسیله برخی از میکروب‌ها نظیر باکترئوئید رومینوکولا مورد استفاده قرار گیرند (Iptas and Yavus, 2008). با توجه به اینکه شکل دیگری از نیتروژن آمونیاکی جهت بهبود قابلیت هضم الیاف مورد نیاز است، این نیاز با استفاده از مواد خوراکی دارای پروتئین حقیقی که تولیدکننده پپتید در شکمبه هستند، تامین می‌شود (Olivera, 1998). استفاده از علوفه سیلو شده جو در جیره‌های مصرفی با منبع پروتئینی متفاوت سبب کاهش قابلیت هضم شد. به نظر می‌رسد افزایش مقدار مصرف علوفه سیلو شده جو سبب کاهش pH مایع شکمبه شده که پتانسیل کاهش هضم دیواره سلولی را در برخواهد داشت که این امر می‌تواند ناشی از فعالیت کمتر باکتری‌های سلولولولایتیک در pH کمتر مایع شکمبه باشد (Getachew, 2002). نتایج آزمایش نشان داد که تیمار دارای افزودنی اوره در مقایسه با سایر تیمارها (در روز ۴۵ پس از سیلو کردن) به طور معنی‌داری pH بالاتری داشت. افزایش pH احتمالاً به دلیل کاهش غلظت کل اسیدهای چرب فرار است که در دیگر مطالعات نیز نشان داده شده است. در بین تیمارها علوفه سیلو شده جو پایین‌ترین میزان pH را (به جز روز ۴۵ پس از سیلو کردن) داشت. استفاده از افزودنی میکروبی باعث کاهش pH، افزایش نسبت اسید لاکتیک به اسید استیک و کاهش نیتروژن آمونیاکی علوفه سیلو شده می‌شود. در نتیجه دوام مواد سیلویی و قابلیت هضم

هضم شده نشان‌دهنده متابولیسم میکروبی است، اما نمی‌توان به تولید تجمعی گاز به عنوان یک شاخص برای جدول ۴- اثر استفاده از افزودنی‌های مختلف بر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و فراسنجه‌های تخمیری شکمبه‌ای در شرایط برون‌تنی

Table 4. Effect of different additives on digestibility of dry matter, organic matter and fermentation Parameters *in vitro*

Ensiling days	Treatments ¹	IVDOD ²	IVOMD ³	pH	NH ₃ -N	⁴ Gas yield ₂₄	PF ⁵	MB ⁶	EMB ⁷
3	1	39.00 ^b	48.00 ^{bc}	6.68 ^{ab}	4.52 ^a	176.58 ^{bc}	6.59 ^{ab}	150.40 ^{ab}	0.66 ^{ab}
	2	35.00 ^c	46.00 ^{bc}	6.69 ^a	3.43 ^b	200.62 ^{ab}	6.00 ^b	134.48 ^{bc}	0.63 ^{ab}
	3	41.00 ^b	50.00 ^b	6.67 ^b	2.72 ^c	159.68 ^c	7.01 ^a	158.51 ^a	0.68 ^a
	4	38.00 ^{bc}	45.00 ^c	6.68 ^{ab}	3.41 ^{bc}	190.64 ^{abc}	5.74 ^b	129.33 ^{bc}	0.61 ^b
	5	54.00 ^a	54.00 ^a	6.60 ^c	2.93 ^{bc}	216.26 ^a	4.25 ^c	119.44 ^c	0.48 ^c
	SEM	0.011	0.012	0.004	0.221	9.907	0.317	6.963	0.017
7	1	37.00 ^b	46.00 ^c	6.70 ^{ab}	5.06 ^a	161.25 ^{bc}	7.28 ^a	150.28 ^{ab}	0.69 ^{ab}
	2	42.00 ^b	51.00 ^{ab}	6.69 ^b	5.05 ^a	142.35 ^c	7.80 ^a	169.37 ^a	0.71 ^a
	3	40.00 ^b	48.00 ^{bc}	6.70 ^{ab}	4.62 ^a	181.64 ^{ab}	6.19 ^b	144.51 ^{bc}	0.64 ^c
	4	42.00 ^b	48.00 ^{bc}	6.71 ^a	2.75 ^c	170.92 ^{bc}	6.30 ^b	145.42 ^b	0.64 ^{bc}
	5	54.00 ^a	54.00 ^a	6.63 ^c	3.73 ^b	207.82 ^a	4.38 ^c	123.66 ^c	0.49 ^d
	SEM	0.018	0.012	0.004	0.221	10.212	0.309	6.817	0.015
21	1	38.00 ^b	48.00 ^b	6.79 ^a	3.94 ^b	160.83 ^b	7.18 ^c	154.57 ^b	0.69 ^b
	2	44.00 ^b	52.00 ^{ab}	6.70 ^b	3.56 ^b	131.11 ^c	8.42 ^a	178.60 ^a	0.73 ^a
	3	42.00 ^b	52.00 ^{ab}	6.78 ^a	2.26 ^c	146.97 ^{bc}	7.70 ^b	172.17 ^{ab}	0.71 ^{ab}
	4	43.00 ^b	51.00 ^{ab}	6.72 ^b	6.05 ^a	153.82 ^b	7.10 ^c	163.33 ^{ab}	0.69 ^b
	5	55.00 ^a	54.00 ^a	6.60 ^c	2.50 ^c	207.69 ^a	4.34 ^d	122.75 ^c	0.49 ^c
	SEM	0.060	0.014	0.006	0.251	5.261	0.146	5.925	0.008
45	1	38.00 ^c	48.00 ^b	6.80 ^a	3.88 ^b	128.48 ^b	9.17 ^a	169.24 ^a	0.75 ^a
	2	42.00 ^b	49.00 ^{ab}	6.73 ^b	3.95 ^b	139.66 ^{ab}	7.80 ^b	164.35 ^a	0.71 ^b
	3	43.00 ^b	52.00 ^a	6.69 ^c	3.29 ^c	137.12 ^{ab}	8.18 ^{ab}	177.51 ^a	0.73 ^{ab}
	4	38.00 ^c	49.00 ^b	6.83 ^a	3.98 ^b	153.59 ^a	7.62 ^b	159.73 ^a	0.70 ^b
	5	50.00 ^a	50.00 ^{ab}	6.75 ^b	4.65 ^a	150.95 ^a	6.25 ^c	91.24 ^b	0.64 ^c
	SEM	0.011	0.011	0.007	0.156	5.363	0.336	5.785	0.012

1-Treatments: 1) Triticale silage without any additive (Control), 2) Control + Bacterial Inoculant (Ecosyl), 3) Control + Organic Acid, 4) Control + Urea and 5) Barley silage. 2- *In Vitro* Dry Matter Digestibility, 3- *In Vitro* Organic Matter Digestibility, 4- Gas Production Efficiency (ml), 5- Partitioning Factor, 6- Microbial biomass, 7- Efficiency of microbial biomass. Means within a column that do not have a common superscript are significantly different ($P < 0.05$).

علوفه سیلو شده تریتیکاله نداشت. با این حال، افزودنی باکتریایی و اسید آلی به طور معنی‌داری پایداری هوازی در علوفه سیلو شده تریتیکاله را بهبود بخشیدند. با مقایسه ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های تولید گاز و مولفه‌های تخمیری علوفه سیلو شده تریتیکاله با علوفه سیلو شده جو و با در نظر گرفتن خصوصیات زراعی علوفه تریتیکاله می‌توان آن را به عنوان جایگزین منابع علوفه برای تامین علوفه دام در نظر گرفت. هر چند آزمایشات عملکردی برای تعیین ارزش غذایی آن در شرایط درون-تنی لازم است.

پتانسیل رشد میکروبی یک خوراک اتکاء کرد. در تمام روزهای پس از سیلو کردن میزان تولید گاز تیمار علوفه سیلو شده جو نسبت به سایر تیمارها افزایش و توده میکروبی تولید شده کاهش نشان داد. این نتیجه می‌تواند به این دلیل باشد که ماده آلی تجزیه شده به جای اینکه بیشتر به سمت تولید توده میکروبی پیش برود به سمت تولید گاز بیشتر انتقال پیدا می‌کند.

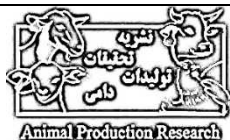
نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که استفاده از افزودنی‌های باکتریایی، اسید آلی و اوره اثر قابل ملاحظه‌ای بر ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تخمیری و تولید گاز

فهرست منابع

- اشکور قربانی ح.، جعفری خورشیدی ک. و جعفری م. ۱۳۸۷. تأثیر روش‌های مختلف فرآوری شیمیایی بر میزان تجزیه‌پذیری دیواره سلولی کاه سویا. سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی. امام ی. ۱۳۸۳. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۶۴-۱۶۱.
- فضایلی ح.، حاجیلری د.، یزدانی ا.، زره‌داران س. و مهاجر م. ۱۳۹۰. مقایسه سطوح مختلف جایگزینی علوفه سیلو شده ذرت با علوفه سیلو شده تریتیکاله در جیره غذایی بره‌های نر زل در حال رشد. پژوهش‌های علوم دامی، ۲۱: ۴۳-۵۵.
- قورچی ت. ۱۳۷۸. اثر افزودنی‌های مختلف و سطوح آنها بر کیفیت علوفه سیلو شده آزولا و قصیل جو. گزارش طرح پژوهشی. صفحه ۸۳.
- قوشچی ف. ۱۳۷۹. تریتیکاله نخستین غله ساخته دست بشر. انتشارات کارنو. دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین. ۷۶ صفحه.
- منصوری ه.، نیکخواه ع.، رضائیان م.، مرادی م. و میرهادی س. آ. ۱۳۸۲. تعیین میزان تجزیه‌پذیری علوفه با استفاده از فن تولید گاز و کیسه‌های نایلونی. علوم کشاورزی ایران، ۳۴: ۴۹۵-۵۰۷.
- وطن دوست م. ۱۳۹۰. تأثیر افزودنی‌های شیمیایی و زیستی بر ویژگی‌های گوارش‌پذیری و تولیدی علوفه سیلو شده علوفه کامل جو در گاو‌های شیرده هلشتاین. رساله دکتری رشته علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد، ص ۴.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th edn. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA.
- Ashbell G., Weinberg Z. G., Azriel A., Hen Y. and Horev B. 1991. A simple system to study the aerobic deterioration of silages. Canadian Agriculture and Engineering, 33: 391-393.
- Baron V. S., Erasmus O. and Campbell A. 2000. Optimizing yield and quality of cereal silage. Advances in Dairy Technology, 12: 351-367.
- Bernard J. K., West J. W. and Trammell D. S. 2002. Effect of replacing corn silage with annual ryegrass silage on nutrient digestibility, intake, and milk yield for lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 85: 2277-2282.
- Blummel M. and Orskov E. R. 1993. Composition of *In vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting food intake in cattle. Animal Feed Science and Technology, 40: 109-119.
- Blummel M. and Becker K. 1997. The degradability characteristics of fifty-four roughages and roughage neutral-detergent fibers as described by *in vitro* gas production and their relationship to voluntary feed intake. British Journal of Nutrition, 77: 757-768.
- Blummel M., Makkar H. P. S and Becker K. 1997. In vitro gas production: a technique revisited. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 77: 34-24.
- Britt D. G., Huber J. T. and Rogers A. L. 1975. Fungal growth and acid production during fermentation and refermentation of organic acid treated corn silages. Journal of Dairy Science, 58: 532-539.
- Broderick G. A. and Kang J. H. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. Journal of Animal Science, 63: 64-75.
- Brouwer J. B. 1977. Developmental responses of different hexaploid triticale to temperature and photoperiod. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 17(88): 826-831.
- Getachew G., Depeters E. J. and Robinson P. H. 2002. *In vitro* gas production provides effective method for assessing ruminant feeds. California Agriculture, 58: 54-58.
- Goering H. K. and Waldo D. R. 1980. Anhydrous ammonia addition to whole corn plant for ensiling. Journal of Dairy Science, 63(Suppl. 1): 183 (Abstr.).
- Hedge J. E. and Hofreiter B. T. 1962. In: Carbohydrate Chemistry 17 (Eds Whistle R.L. and Be Miller, J.N.) Academic Press, New York. Helander I.M., Alakomi H., Latva-Kala K., Mattila-Sandholm T., Pol I., Smid E.J., Gorris L.G.M. and Wright A. 1998. Characterization of the action of selected essential oil components on gram-negative bacteria. Journal of Agricultural Food Chemistry, 46: 3590-3595.
- Hoffman P. C. and Ocker S. M. 1997. Quantification of milk yield losses associated with feeding aerobically unstable high moisture corn. Journal of Dairy Science, 80(Suppl.1): 234 (Abstr.).
- Huber J. T., Foldager J. and Smith N. E. 1979. Nitrogen distribution in corn silage treated with varying levels of ammonia. Journal of Animal Science, 48: 1509-1515.
- Iptas S. and Yavus M. 2008. Effect of pollination levels on yield and quality of maize grown for silage. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32: 41-48.
- Khorasani G. R. and Kennelly J. J. 1998. Optimizing cereal silage quality. Department of Agricultural, Food and Nutritional Science, 4-10 Agriculture/Forestry Center, University of Alberta, Edmonton, AB, T6G 2P5, Canada.

- Kung J. L. and Muck R. E. 1997. Animal response to silage additives. In: Proceedings of the Silage: Field to Feed bunk, North American Conference, Hershey, PA USA 1997 pp. 200–210. Hershey PA USA: Northeast Regional Agricultural Engineering Service.
- Kung L. and Ranjit N. K. 2003. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on fermentation and aerobic stability of barley silage. *Journal of Dairy Science*, 84: 1149–1155.
- Knuckle W. E., Chambliss C. G., Adesogan A. T. and Adjei M. B. 2006. Silage harvesting, Storing and Feeding. University of florida online. Available: <http://edis.ifas.ufl.edu/publication.html>.
- Leaver J. D. 1975. The use of propionic acid as an additive for maize silage. *Journal of the British Grassland Society*, 30: 17-21.
- Lauer J. 1995. Corn germplasm for silage uses. *Field Crops*, 28(4-5): 1-4.
- Makkar H. P. 2005. *In vitro* gas methods for evaluation of feeds containing phytochemicals. *Animal Feed Science and Technology*, 123: 291-302.
- McCartney D. H. and Veg A. S. 1994. Comparative yield and feeding value of barley, oat and triticale silage. *Canadian Journal of Animal Science*, 74: 91-96.
- Menke K. H., Raab L., Solewski A., Steingass H., Fritz D. and Schneider W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *Journal of Agriculture science*, 93: 217-222.
- Menke K. H. and Steingass H. H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Journal of Animal Research and Development*, 28: 7-55.
- Muck R. E. and Kung L. Jr. 1997. Effects of silage additives on ensiling. Pages 187-199 in *Silage: Field to Feedbunk*. North American Conference, Hershey, PA. NRAES-99.
- Nagel S. A. and Broderick G. A. 1992. Effect of formic acid or formaldehyde treatment of alfalfa silage on nutrient utilization by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 75: 140-154.
- Olivera M. P. 1998. Use of *in vitro* gas production technique to assess the contribution of both soluble and insoluble fraction on the nutritive value of forage. A thesis submitted to the University of Aberdeen, Scotland, in partial fulfillment of the degree of Master of science in Animal Nutrition.
- Ørskov E. R. and McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agriculture Science*, 92: 499-503.
- Pitt R. E., Liu, Y. and Muck R. E. 1991. Simulation of the effect of additives on aerobic stability of alfalfa and corn silages. *Transactions of the ASAE*, 34: 1633-1641.
- Reynar S. M., Ipharraguerre I. R., Lineiro M., Brito A. F., Broderick G. A. and Clark J. H. 2007. Omasal flow of soluble proteins, peptides, and free amino acids in dairy cows fed diets supplemented with proteins of varying ruminal degradability. *Journal of Dairy Science*, 90: 1887-1903.
- Sands F., Royo C. and Romagosa C. I. 2004. Growth and yield responses of spring and winter triticale cultivated under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy*, 20(3): 281-292.
- SAS. 2003. *SAS User's Guide: Statistics, Version 9.1 Edition*. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Theodore M. K., Williams B. A., Dhanoa M. S., McAllan A. B. and France J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 48: 185–197.
- Van Soest P. J., Robertson J. B. and Lewis B. A. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10): 3583-3597.
- Weinberg Z. G., Szakacs G., Ashbell G. and Hen Y. 2001. The effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum*, applied at ensiling on the ensiling fermentation and aerobic stability of wheat and sorghum silage. *Journal of Indian Microbial Biotechnology*, 23: 218–222.
- Wheeler J. L. and Mulcahy C. 1989. Consequences for animal production of cyanogenesis in sorghum and hay. *Tropic Grasslands*, 23: 193-202.
- Whitlock, L. A., Wistuba T. J., Seifers M. K., Pope R. V. and Bolsen K. K. 2000. Effect of level of surface-spoiled silage on the nutritive value of corn silage diets. *Journal of Dairy Science*, 83(Suppl. 1): 110 (Abstr.).
- Yang C. M. J. 2002. Response of forage fiber degradation by ruminal microorganisms to branched chain volatile fatty acids, amino acids, and dipeptides. *Journal of Dairy Science*, 85: 1183-1190.



Effect of bacterial additives, organic acid and urea on chemical composition, fermentation characteristics, gas production and digestibility parameters of triticale forage silage *in vitro*

F. Makkari¹, J. Bayatkouhsar^{2*}, F. Ghanbari² and H. A. Fallahi³

1. Former MSc. Student of Animal Science Department, Faculty of Agriculture Science and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Iran

2. Assistant Professor of Animal Science Department, Faculty of Agriculture Science and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Iran

3. Assistant Professor of Agronomic and Horticultural Research Department, Research and Education Center of Agriculture and Natural Resources in Mazadarnan, Agricultural Extension and Education Research Organization, Sari, Iran

(Received: 03-07-2016 – Accepted: 26-07-2017)

Abstract

A study was conducted to evaluate the effect of different additives on chemical composition, fermentation characteristic, gas production and digestibility parameters of triticale silage and its comparison with barley silage in a complete randomized design. Whole crop triticale and barley were harvested and chopped with a conventional forage harvester under farm condition to length of 2-3 cm. Representative of triticale and barley forage samples were packed manually, in triplicate into plastic bags. The filled silos were stored at ambient temperature and allowed to ensile for 3, 7, 21 and 45 days. The following treatments were applied to the forage samples: 1) triticale silage without any additives (control), 2) control + bacterial inoculants, 3) control + organic acid, 4) control + urea and 5) barley silage. Results showed that triticale silages had higher DM content than barley silage, although there were no significant differences among triticale silages. However, barley silage had lowest pH than other treatment in all times after ensilage. Triticale silage treated with organic had highest aerobic stability ($P<0.05$). There were significant differences among treatments on gas production parameters and barley silage had highest gas production potential than others ($P<0.05$). Organic acid treated triticale silage on day 3 and 45 and bacterial inoculated silage on days 7 and 21 had highest, partitioning factor, microbial biomass and microbial biomass efficiency. Generally, it was concluded that different additives had variable results on nutritive value of triticale silage, however, silage treated with bacterial inoculant and organic acid improved aerobic stability.

Keywords: Nutritive value, Silage additives, Triticale silage, *In vitro*

*Corresponding author: javad_bayat@yahoo.com