تحقیقات تولیدات دامی

سال دهم/شماره سوم/پاییز ۱۴۰۰ (۹۹-۸۹)

Animal Production Research

دانشگاه گیلان

مقاله پژوهشی

اثر هوازدگی علوفه قبل از سیلو کردن بر ترکیب شیمیایی، پایداری هوازی و جمعیت میکروبی قبل و پس از باز کردن سیلاژ ذرت

رسول طوسی[۱]، جواد بیات کوهسار[۲*]، موسی وطن دوست[۳]، فرزاد قنبری[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

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

۳- استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۹/۰۱/۲۴ - تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۷/۱۷)

چکیده

هدف از انجام این مطالعه، تعیین اثر نفوذ اکسیژن بر ترکیب شیمیایی و جمعیت میکروبی سیلاژ ذرت قبل و بعد از سیلو کردن علوفه کامل ذرت بود. تیمارهای آزمایشی بر اساس زمان هوازدگی پس از برداشت و قبل از پوشاندن سیلوهای آزمایشگاهی شامل: ۱) سیلو کردن علوفه کامل ذرت بلافاصله پس از برداشت، ۲) سیلو کردن علوفه کامل ذرت و عایق کردن آن، ۲۴ ساعت پس از برداشت و ۳) سیلو کردن علوفه کامل ذرت و عایق کردن آن، ۶۴ ساعت پس از برداشت بودند. نتایج نشان داد تاخیر ۲۴ ساعته در پوشاندن سیلوها فقط مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی را به‌طور معنی‌داری افزایش داد، در حالی که تاخیر ۷۲ ساعته تاثیر معنی‌داری بر ماده خشک و پروتئین خام داشت (P<۰/۰۵). پس از باز کردن سیلوها، یک روز تاخیر در عایق کردن سیلوها سبب افزایش معنی‌دار جمعیت مخمرها شد و پروتئین خام را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (P<۰/۰۵). ۷۲ ساعت تاخیر در پوشاندن سیلو، به‌طور معنی‌داری بر مقدار pH، پروتئین خام، مخمر و نیتروژن آمونیاکی اثر گذاشت و بازیابی ماده خشک را به‌صورت قابل توجهی (۹۳/۱ در مقابل ۸۹/۴ درصد) کاهش داد (P<۰/۰۵). تاخیر ۲۴ ساعته در پوشاندن سیلوها تاثیر معنی‌داری بر پایداری هوازی سیلوها نداشت، در حالی که ۷۲ ساعت تاخیر در پوشاندن سیلوها پایداری هوازی (۷۵/۲۵ در مقابل ۵۳/۵ ساعت) را کاهش داد (P<۰/۰۵). جمعیت مخمرها بیشترین حساسیت را در بین فراسنجه‌های اندازه‌گیری شده داشتند. همچنین، ۷۲ ساعت تاخیر در پوشاندن سیلو تاثیر قابل توجهی بر پایداری هوازی سیلاژ ذرت داشت. به‌طور کلی، تاخیر در پوشاندن سیلو به مدت یک یا سه روز بر خصوصیات شیمیایی و میکروبی سیلاژ تاثیر منفی داشت.

واژه‌های کلیدی: پایداری هوازی، سیلاژ ذرت، کپک، مخمر، هوازدگی

* نویسندهٔ مسئول: Javad_bayat@yahoo.com

doi: 10.22124/AR.2021.16149.1517

مقدمه

یکی از روش‌های نگهداری علوفه، فرآیند تخمیر طبیعی یا سیلو کردن است. حفظ کیفیت سیلاژ به حفظ شرایط بی هوازی و میزان اسیدیته آن بستگی دارد. در هر صورت، ایجاد شرایط اسیدی مناسب در سیلاژ به تخمیر نیاز دارد که با اتلاف مقداری از علوفه سیلو شده همراه است. بنابراین، یکی از اهداف محققین در سیلاژها به حداقل رساندن اتلاف ماده خشک است (Ávila and Carvalho *et al.*, 2017; Carvalho, 2020).

سیلاژ ماده خوراکی است که از مسیر تخمیر کنترل شده یک گیاه با رطوبت مناسب تولید می‌شود. فرآیند سیلو کردن با تکیه بر تبدیل بی‌هوازی قندهای محلول گیاه به وسیله جمعیت باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک طبیعی موجود روی گیاه به اسیدهای آلی و به‌طور غالب اسید لاکتیک انجام می‌شود که موجب حفظ علوفه خواهد شد (Wilkinson and Bolsen, 2003). علوفه تازه به‌صورت طبیعی دارای انواع باکتری‌های اسید لاکتیک است که معمولاً به عنوان باکتری‌های مفید شناخته می‌شوند و نیز دارای انواع مختلفی از باکتری‌های غیر مفید است که در صورت عدم مدیریت موجب فساد سیلاژ می‌شوند (Bolsen *et al.*, 1996).

ایجاد و حفظ محیط غیرهوازی در سیلو عامل حیاتی در تولید سیلاژ با کیفیت بالا و ممانعت از آثار منفی تنفس گیاهی و فعالیت میکروبی هوازی است. نفوذ هوا در علوفه‌های سیلو شده در طی مراحل پر کردن سیلو، نگهداری و برداشت می‌تواند منجر به اتلاف ماده خشک شود که شامل اتلاف نامرئی از راه اکسیداسیون مواد مغذی و اتلاف قابل مشاهده از راه فساد سیلویی است که به دلیل اکسیداسیون شدید و حرارت بیش از اندازه رخ می‌دهد. وجود هوا سبب ادامه فرآیندهای تنفسی با استفاده از کربوهیدرات‌های محلول در آب شده که تولید حرارت می‌کنند و در نتیجه دمای سیلو را افزایش می‌دهند. هوازدگی در زمان انبارداری منجر به رشد مخمرها و کپک‌ها روی سطح و درون توده سیلاژ می‌شود. نتایج هوازدگی سیلو در زمان برداشت شامل رشد سریع کپک‌ها، حرارت بالا، کاهش ارزش تغذیه‌ای، کاهش خوش‌خوراکی و تولید توکسین‌ها است (Muck, 1996).

مخمرها به‌طور وسیعی در طبیعت پراکنده هستند و در دامنه دمای وسیع و شرایط مختلف pH و اسمزی قادر به زندگی هستند (Carvalho *et al.*, 2017). جمعیت مخمرها در ارتباط با فساد هوازی سیلاژ را از لحاظ فیزیولوژیکی می‌توان به دو گروه تقسیم کرد. در گروه اول، مخمرهایی قرار می‌گیرند که توانایی بالایی در تخمیر قندها دارند، اما رفتارهای متفاوتی در مقابل اسید لاکتیک بروز می‌دهند. این میکروارگانیسم‌ها شامل *ساکاروما‌یسس سرویسیه* و گونه‌های تورولپسیس هستند. در گروه دوم، مخمرهایی قرار دارند که قدرت تخمیر قندها در آن‌ها پایین است، ولی فعالیت تنفسی بالایی در حضور اسید لاکتیک دارند. این میکروارگانیسم‌ها شامل گونه‌های *ایسات چنکیا کاندیدا* و *پیچیا* و *هنسنولا* هستند (McDonald *et al.*, 1991). گروه دوم پس از باز کردن سیلاژ اثرگذار هستند. سیلاژهایی با جمعیت بیشتر از $۱۰^{۵}$ واحد تشکیل‌دهنده کلونی در هر گرم از این میکروارگانیسم نسبت به فساد هوازی حساسیت بیشتری دارند (Kleinschmit and Kung, 2006; Woolford, 1990). جمعیت مخمرهای سیلاژ پس از باز کردن سیلو به توانایی مخمرها برای زنده‌مانی در شرایط بی‌هوازی، pH پایین و غلظت‌های متفاوتی از ترکیبات ضد قارچ مانند اسیدهای آلی کوتاه زنجیر بستگی دارد (Pahlow *et al.*, 2003). به‌طور ویژه در دماهای بالا، مخمرها می‌توانند در زمان نسبتاً کوتاهی تکثیر شوند و اسید لاکتیک را به دی اکسید کربن و آب تبدیل کنند که منجر به اتلاف مواد مغذی و افزایش دمای سیلاژ می‌شود. در بیشتر سیلاژها، جمعیت مخمرها تنها طی سه روز پس از باز شدن می‌تواند به بیش از ۱×۱۰^{۶} برابر برسد (Woolford, 1990). همچنین، تجزیه اسید لاکتیک (pk_a= ۳/۸۵) به وسیله مخمرها موجب افزایش pH توده سیلاژ خواهد شد و فرصت را برای رشد سایر میکروارگانیسم‌های مضر و فساد بیشتر سیلو فراهم می‌کند.

قارچ‌های لیفی یا قارچ‌های انگلی گیاهان (کپک‌ها) قادرند روی لایه‌های سطحی توده علوفه به ویژه در سیلوهایی که به خوبی کوبیده نشده یا عایق نباشد، رشد کنند. این میکروارگانیسم‌ها در بخش‌هایی از سیلاژ که هنوز اکسیژن به‌طور کامل مصرف نشده، رشد می‌کنند و منجر به فساد در توده سیلاژ می‌شوند. مشاهده قارچ در سیلاژ بیانگر این است که علوفه برای زمان طولانی مدت پایدار نیست.

قارچ‌ها در مرحله دوم فساد سیلاژ نیز رشد می‌کنند. در گزارشی (Pahlow *et al.*, 2003)، اشاره شده است که *آسپرژیلوس*، *فوزاریوم*، *بایسوکلامیس*، *موناسوس*، *پنی-سلیوم*، *موکور*، *آبسیدیا*، *تریکودما*، *جئوتریکوم* و *آرترینیوم* بیشترین گونه‌هایی بودند که در مرحله دوم فساد از سیلاژ استخراج شدند. حضور این میکروارگانیسم‌ها در سیلو مطلوب نیست، زیرا سلولز و دیگر ترکیبات دیواره سلولی را هیدرولیز و تجزیه می‌کنند. به‌علاوه، قارچ‌ها، قندها و اسید لاکتیک را نیز به واسطه تنفس تجزیه می‌نمایند (*et* McDonald *al.*, 1991).

آلودگی کپک در علوفه، با کاهش طعم و مزه، کاهش مقدار و جذب مواد مغذی خوراک، مسائل مربوط به سلامت حیوان، کاهش تولیدمثل و باروری و افزایش حساسیت به بیماری مرتبط است (Ávila and Carvalho, 2020; Fink-Gremmels, 1999, 2008; Scudamore and Vila-Donat *et al.*, 2018; Livesey, 1998). کپک‌ها می‌توانند سموم مختلفی تولید کنند. آلودگی مایکوتوکسین‌ها می‌تواند بر سیستم‌های عصبی، خونی، هورمونی و ایمنی حیوان اثر منفی داشته شود (D'Mello *et al.*, 1999; Fink-Gremmels, 2008; Scudamore and Livesey, 1998; Wilkinson, 1999). سالانه، حدود ۲۵ درصد محصولات در سرتاسر دنیا به مایکوتوکسین‌ها آلوده می‌شوند (Fink-Gremmels, 1999; Hussein and Brasel, 2001). مایکوتوکسین‌ها در زیان اقتصادی ناشی از آثار منفی بر تولیدمثل دام، اتلاف محصول و هزینه برنامه‌های نظارتی با هدف تجزیه مایکوتوکسین‌ها تاثیر دارند (Hussein and Brasel, 2001; Schmale and Munkvold, 2009). مایکوتوکسین‌ها، گروهی متمایز از متابولیت‌های ثانویه تولید شده از انواعی از قارچ‌ها را شکل می‌دهند (شامل نوع *آسپرژیلوس*، *پنی‌سیلیوم*، *فوساریوم*، *استاپیوبوتریس* و *سفالوسپریوم*). همچنان تعداد بیشتری از مایکوتوکسین‌ها در غذای حیوانی در حال شناسایی است، چرا که متابولیت‌های قارچی جدیدی کشف می‌شود و ارزیابی نقش احتمالی آنها در بیماری حیوانات بررسی می‌شود (Fink-Gremmels, 2008).

طی برداشت از سیلو، هوا می‌تواند یک تا دو متر از سطح سیلو نفوذ کند و ممکن است سیلاژ برای مدت طولانی در معرض هوا قرار گیرد. از این رو، پیشنهاد شده است که سیلوی در معرض هوا قرار گرفته باید در مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت مصرف شود (Kunkle *et al.*, 2006). برای حداقل کردن آثار هوا، پر کردن سریع سیلو، یکپارچگی علوفه سیلو شده در سیلو، پوشاندن و بستن کافی و استفاده از افزودنی‌های موثر پیشنهاد شده است. پژوهش‌های فراوانی در خصوص افزایش کیفیت سیلاژ با کمک روش‌های مختلف فرآوری و استفاده از افزودنی‌های مختلف در گذشته انجام شده است (Bayatkouhsar *et al.*, 2011; Vatandoost *et al.*, 2011).

به هر حال، حتی در بهترین شرایط مدیریتی نیز مقداری از مواد مغذی تلف می‌شود و تغییرات منفی در کیفیت علوفه سیلو شده ایجاد می‌شود. در این خصوص، روش‌های مختلفی مانند استفاده از انواع افزودنی‌های شیمیایی و زیستی برای جلوگیری از کاهش ارزش غذایی علوفه‌ها در زمان ذخیره و ضایعات سیلاژ پس از بازکردن سیلو به‌طور ویژه مورد توجه است (Woolford, 1990). گزارشات نشان می‌دهند که مدیریت ضعیف و تاخیر در عایق کردن سیلو و در نتیجه حضور هوا در توده سیلاژ می‌تواند باعث تخمیر نامناسب در سیلو شده که موجب رشد میکروب‌های مضر می‌شود که تاثیر منفی بر فرآیند تخمیر سیلاژ دارند (Jonsson, 1991) و در نهایت می‌تواند تاثیر نامطلوبی بر کیفیت سیلاژ داشته باشد. بنابراین، هدف از انجام این مطالعه بررسی اثر تاخیر در عایق کردن سیلو بر ترکیب شیمیایی، پایداری هوازی و جمعیت میکروبی علوفه کامل سیلاژ ذرت قبل و پس از باز کردن در شرایط آزمایشگاهی بود.

مواد و روش‌ها

تهیه سیلاژهای آزمایشی: در این آزمایش، علوفه کامل ذرت با ماده خشک ۲۶ درصد برداشت و به وسیله خردکن به قطعات دو تا پنج سانتیمتری خرد شده و به آزمایشگاه منتقل شد. تیمارهای آزمایشی بر اساس زمان هوازدگی پس از برداشت و قبل از پوشاندن سیلوهای آزمایشگاهی شامل: ۱) سیلو کردن علوفه کامل ذرت بلافاصله پس از برداشت، ۲) سیلو کردن علوفه کامل ذرت و عایق کردن آن، ۲۴ ساعت پس از برداشت و ۳) سیلو کردن علوفه کامل ذرت و عایق کردن آن، ۶۴ ساعت پس از برداشت بودند. علوفه برداشت شده در چهار تکرار (سه کیلوگرم) در کیسه‌های پلاستیکی (دو لایه) به‌صورت دستی فشرده و سیلو شدند. خروج هوا با کمک پمپ خلاء انجام گرفت.

نمونه‌های سیلو بعد از آماده شدن تا زمان باز کردن (روز ۹۰ پس از سیلو کردن) در دمای معمولی اتاق (۲۵-۲۰ درجه سلسیوس) نگهداری شدند.

برای تعیین ماده خشک از هر یک از تیمارها، چهار نمونه ۱۰۰ گرمی تهیه شد. نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۶۰ درجه سلسیوس قرار گرفت، سپس درصد رطوبت و ماده خشک آن محاسبه شد. به منظور تعیین pH از سیلوهای آزمایشگاهی، نمونه‌گیری پس از یکنواخت کردن سیلاژها انجام شد. سپس به هر نمونه ۵۰ گرمی سیلاژ، ۴۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و به کمک مخلوط‌کن کاملاً مخلوط و با استفاده از پارچه متقال از مخلوط حاصل عصاره تهیه شد و pH آن با استفاده از pHمتر (مدل ۶۹۱، شرکت Metrohm، سوئیس) اندازه‌گیری شد.

نیتروژن آمونیاکی نمونه‌ها با استفاده از روش فنل-هیپوکلریت (Broderik and Kang, 1980) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر (مدل Biochrom Libera- S22) اندازه‌گیری شد. باقی‌مانده علوفه سیلو شده مربوط به هر تیمار در معرض جریان هوا پهن و خشک شد. علوفه خشک شده با استفاده از آسیاب با قطر دو میلی‌متر آسیاب شد. ترکیبات شیمیایی شامل ماده خشک، پروتئین خام، ماده آلی و خاکستر به روش AOAC (2005)، و الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با روش Van Soest *et al.* (1991) تعیین شدند.

اندازه‌گیری پایداری هوازی: به‌منظور تعیین پایداری هوازی نمونه‌های سیلاژ، مقدار یک کیلوگرم از هر نمونه سیلاژ بدون اینکه فشرده شود در کف اتاق در محیط آزمایشگاه قرار داده شد و روی آن با پارچه متقال دو لایه استریل برای جلوگیری از تماس با گرد و خاک موجود در هوا و در عین حال، امکان تماس هوا با توده سیلاژ پوشیده شد. تغییر دمای سیلاژها با قرار دادن دماسنج در مرکز وزنی نمونه اندازه‌گیری شد. ثبت دمای سیلاژها به‌صورت یک بار در ساعت بود. دمای محیط و سیلاژها اندازه‌گیری شدند و زمان افزایش دمای توده سیلاژ به میزان دو درجه سلسیوس بیشتر از افزایش دمای محیط به عنوان شاخص برای مقاومت هوازی سیلاژها در نظر گرفته شد. (Kleinschmit and Kung, 2006).

اندازه‌گیری جمعیت میکروبی: در این مرحله از آزمایش، ابتدا محلول رقیق کننده با استفاده از قرص‌های اکساید رینگر و آب دی‌آیوناز، با حل نمودن یک قرص به ازای هر ۵۰۰ میلی‌لیتر آب که قبل از استفاده، اتوکلاو و سرد شده بود، آماده شد. سپس از هر کدام از سیلاژهای مورد نظر با رعایت شرایط نمونه‌برداری به مقدار ۰/۰۱±۵۰ گرم وزن شد و با استفاده از مایع رقیق کننده داخل بطری‌های نیم لیتری با رقت یک به ۱۰ تهیه شد. در ادامه برای آماده‌سازی، نمونه‌های رقیق شده به مدت یک دقیقه و با سرعت متوسط در داخل مخلوط‌کن، مخلوط شدند. پس از این مرحله و قبل از نمونه‌برداری، ظروف حاوی نمونه‌ها برای مدت ۲۰ دقیقه روی سکوی کار به حالت ساکن قرار داده شدند و هر پنج دقیقه یک بار تکان داده شدند. برای تهیه محیط کشت مخمر و کپک از محیط کشت عصاره مالت آگار (MEA)[1] استفاده شد. برای جلوگیری از رشد باکتری‌ها، مقدار ۰/۵ درصد اسید لاکتیک پس از اتوکلاو کردن به محیط کشت اضافه شد. ظرف‌ها پس از تلقیح، حدود ۴۸ الی ۷۲ ساعت در دمای ۳۲ درجه سلسیوس در داخل انکوباتور کشت شدند. کشت میکروبی نمونه‌های سیلو شده به منظور تعیین جمعیت کپک و مخمر روی محیط کشت‌های سابورو دکستروز آگار[2] (SDA) و عصاره مخمر آگار[3] (YEA) حاوی اسید لاکتیک ۰/۵ درصد (برای جلوگیری از رشد باکتری‌ها) انجام شد. بدین منظور، از روش کشت سطحی[4] استفاده شد. از محلول‌های تهیه شده با رقت‌های مختلف، با استفاده از سمپلر در پلیت‌های استریل حاوی محیط کشت جامد ریخته شد و با میله شیشه‌ای استریل پخش شد تا نمونه روی سطح محیط کشت کاملاً پخش شود. به منظور ایجاد شرایط بهینه رشد میکروب‌ها، کلیه پلیت‌های کشت داده شده به مدت سه روز برای مخمرها و هفت روز برای کپک‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس گرمخانه‌گذاری شد و جمعیت واحدهای تشکیل‌دهنده پرگنه[5] شمارش شد (Spadaro *et al.*, 2015).

1. Malt Extract Agar
2. Sabouraud Dexterose Agar
3. Yeast Extract Agar
4. Spread Plate method
5. Colony Forming Unit (CFU)

تجزیه آماری: تجزیه آماری داده‌های مربوط به ترکیب شیمیایی سیلاژها، بازیابی ماده خشک، مقاومت هوازی، کپک و مخمرها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی و بر اساس مدل زیر انجام شد:

$$Y_{ij}= \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = مقدار مشاهده مورد نظر

μ = میانگین کل مشاهدات

T_i = اثر تیمار

ε_{ij} = خطای آزمایش

داده‌های مربوط به جمعیت میکروبی پس از تبدیل به لگاریتم بر مبنای ۱۰ تجزیه آماری شدند. پردازش داده‌ها با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر نفوذ اکسیژن قبل از سیلو کردن بر ویژگی‌های شیمیایی و میکروبی: ترکیب شیمیایی علوفه کامل ذرت در زمان‌های مختلف قبل از سیلو کردن شامل درصد ماده خشک، pH، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و پروتئین خام در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد تاخیر در عایق کردن علوفه کامل ذرت هنگام سیلو کردن به‌طور معنی‌دار (P<۰/۰۵) بر فراسنجه‌های شیمیایی تاثیرگذار است. در این آزمایش در مقایسه با سیلوهایی که بلافاصله پوشانده شده‌اند، یک روز تاخیر در پوشاندن سیلوها فقط میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی را به‌طور معنی‌دار افزایش داده است (۴۸/۳ درصد در مقابل ۴۴/۵ درصد)، در حالی که در علوفه‌هایی که سه روز درب سیلو باز بوده، تغییرات بیشتری رخ داده و مقدار پروتئین خام نیز به‌طور معنی‌دار تحت تاثیر قرار گرفت (McDonald *et al.,* 1991). در پژوهش ذکر شده، محققین پیشنهاد کردند که افزایش درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی احتمالاً می‌تواند به دلیل تجزیه کربوهیدرات‌های محلول در آب به وسیله فعالیت‌های میکروبی و گیاهی در حضور اکسیژن و قبل از عایق کردن سیلوها باشد. در این آزمایش، درصد پروتیین سیلاژ در سیلوهایی که با سه روز تاخیر پوشانده شدند نسبت به سیلوهایی که بلافاصله پوشانده شدند و یا با یک روز تاخیر پوشانده شدند، کاهش معنی‌دار (P<۰/۰۵) پیدا کرد (۵/۹۴ درصد در مقابل سیلاژ شاهد: ۶/۳۴ درصد). کاهش درصد پروتئین خام در مطالعات گذشته نیز گزارش شده است (Brüning *et al.,* 2018).

در این مطالعه، درصد ماده خشک در سیلوهایی که درب آنها با سه روز تاخیر پوشانده شده بود در مقایسه با سیلوهایی که درب آنها با یک روز تاخیر پوشانده شده بود بیشتر (۲۶/۷ در مقابل ۲۵/۳ درصد) بوده و اختلاف آماری معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). به نظر می‌رسد که این اختلاف به دلیل از دست دادن جزئی رطوبت پس از سه روز باز بودن درب سیلو رخ داده باشد.

ترکیب شیمیایی سیلاژها پس از ۹۰ روز شامل درصد ماده خشک، pH، NDF و پروتئین خام در جدول ۲ نشان داده شده است. طبق نتایج، به جز درصد پروتئین خام، اختلاف معنی‌داری بین داده‌های حاصل برای سیلوهایی که بلافاصله بسته شدند و سیلوهایی که با یک روز تاخیر بسته شدند، مشاهده نشد، در حالی که در سیلوهایی که با سه روز تاخیر پوشانده شده بودند، تغییرات بیشتری رخ داده و مقدار pH نیز به‌طور معنی‌دار (P<۰/۰۵) افزایش پیدا کرده بود (۴/۲۵ در مقابل ۳/۸۸). افزایش pH به واسطه تاخیر در عایق کردن سیلوها در مطالعات گذشته نیز گزارش شده است (Muck, 1988; Mills and Kung, 2002).

جدول ۱- تاثیر هوازدگی بر ترکیب شیمیایی علوفه کامل ذرت در زمان‌های مختلف قبل از عایق کردن سیلو

Table 1. The Influence of aerobic exposure at different times of silo sealing on chemical composition of whole crop maize

Item	DM	pH	NDF	CP
Forage sealed immediately	25.8[ab]	5.25	44.5[b]	6.34[a]
Forage sealed after one day	25.3[b]	5.68	48.3[a]	6.40[a]
Forage sealed after three days	26.7[a]	5.39	48.0[a]	5.94[b]
SEM	0.54	0.24	0.91	0.059
P-value	0.067	0.23	0.004	<0.001

[a-b] Means in each column with non-similar superscript letters differ significantly at P< 0.05. DM: Dry matter; NDF: Neutral detergent fiber; CP: Crude protein

جدول ۲- تاثیر هوازدگی علوفه کامل ذرت در زمان‌های مختلف قبل از عایق کردن سیلو بر ترکیب شیمیایی سیلاژ ذرت در روز ۹۰ پس از سیلو کردن

Table 2. The Influence of aerobic exposure at different times of silo sealing on chemical composition of maize silage at day 90 after ensiling

Item	DM	pH	NDF	CP
Forage sealed immediately	25.4	3.88[b]	51.1	6.07[a]
Forage sealed after one day	25.1	3.95[b]	51.3	5.85[b]
Forage sealed after three days	26.4	4.25[a]	53.4	5.90[b]
SEM	0.55	0.12	1.07	0.056
P-value	0.10	0.03	0.11	0.007

[a-b] Means in each column with non-similar superscript letters differ significantly at $P< 0.05$. DM: Dry matter; NDF: Neutral detergent fiber; CP: Crude protein

در این ارتباط گزارش شده است که طولانی شدن تنفس توده علوفه قبل از عایق کردن سیلوها از کاهش موثر pH به وسیله تولید اسید لاکتیک در فاز بی‌هوازی جلوگیری می‌کنند چون میکروارگانیسم‌های هوازی، کربوهیدرات محلول در آب را که به عنوان سوبسترا برای باکتری‌های اسید لاکتیک هستند، مصرف می‌کنند. از سوی دیگر، میکروارگانیسم‌های هوازی از راه افزایش تجزیه پروتئین‌ها در زمان حضور اکسیژن در علوفه و قبل از پوشاندن سیلوها با تولید آمونیاک می‌توانند از کاهش موثر pH جلوگیری کنند (Henderson and McDonald, 1975).

جمعیت کپک، مخمر، میزان نیتروژن آمونیاکی و بازیابی ماده خشک سیلاژها هنگام باز کردن سیلوها در این آزمایش در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در این آزمایش، اختلاف معنی‌داری در اندازه‌گیری کپک بین سیلاژهای مختلف مشاهده نشد، اما بیشترین جمعیت مخمر در سیلاژهایی که با سه روز تاخیر پوشانده شدند، مشاهده شد و به‌طور معنی‌دار افزایش نشان داد ($P<۰/۰۵$). در این آزمایش، نیتروژن آمونیاکی در سیلوهایی که با تاخیر پوشانده شده بودند، نسبت به سیلوهایی که بلافاصله عایق شدند، افزایش پیدا کرد ($P<۰/۰۵$). نتایج بازیافت ماده خشک سیلوها نشان داد سیلوهایی که با سه روز تاخیر پوشانده شده‌اند، به‌طور معنی‌داری بازیابی ماده خشک را در مقایسه با سیلاژ شاهد کاهش داده‌اند (۸۹/۴ در مقابل ۹۳/۱).

گزارشات قبلی نشان داده است که عایق کردن سریع سیلو پس از پر کردن آن و جلوگیری از نفوذ اکسیژن به درون توده علوفه منجر به کاهش رشد کپک‌ها شده، در حالی که تاخیر در پوشاندن سیلو و حضور اکسیژن در علوفه باعث تحریک تکثیر مخمر و کپک شده و پس از پوشاندن سیلو، بخشی از جمعیت مخمر و کپک تکثیر شده در توده علوفه قبل از پوشاندن سیلوها تا زمان باز شدن سیلو و استفاده از آن در سیلو همچنان زنده باقی می‌مانند (Brüning *et al.*, 2018; Ávila and Carvalho, 2020; Mansfield and Kuldau, Johansson *et al.*, 2005; 2007; Pahlow *et al.*, 2003)، که می‌تواند پس از باز کردن سیلو و در حضور اکسیژن تکثیر شده (Weiss *et al.*, 2016) و تاثیر نامطلوبی بر کیفیت سیلاژ در زمان استفاده از آن داشته باشند. در همین ارتباط، نتایج این آزمایش نشان می‌دهند که نفوذ هوا به توده علوفه قبل از سیلو کردن منجر به افزایش معنی‌دار pH ($P<۰/۰۵$)، نیتروژن آمونیاکی و کاهش معنی‌دار در بازیابی ماده خشک سیلاژ و پروتئین خام شده است که با نتایج حاصل در خصوص افزایش مخمرها در سیلویی که با سه روز تاخیر پوشانده شده است (۳/۰۵ در مقابل ۳/۹۰ واحد تشکیل کلونی) و ارتباط آن با کاهش کیفیت سیلاژ در این پژوهش همخوانی دارد. Muck (1988) پیشنهاد داد که کاهش بازیابی ماده خشک احتمالاً می‌تواند به واسطه تنفس توده علوفه در قبل از پوشاندن سیلوها و مصرف کربوهیدرات‌های محلول در آب روی دهد. در مطالعات گذشته، اتلاف ماده خشک در سیلوهایی که سه روز باز بوده‌اند تا سه برابر در مقایسه با سیلاژ شاهد گزارش شده است (Henderson and McDonald, 1975).

اثر هوازدگی بر ترکیب شیمیایی، جمعیت میکروبی و پایداری هوازی پس از باز کردن سیلو: تاثیر هوازدگی علوفه کامل ذرت قبل از عایق کردن سیلو بر برخی شاخص‌های شیمیایی و میکروبی سیلاژ آن، ۶۴ ساعت پس از باز کردن سیلو در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد ۲۴ ساعت یا ۶۴ ساعت تاخیر در پوشاندن سیلوها تاثیر معنی‌دار بر درصد ماده خشک نداشت. تغییرات pH در بین سیلوها نشان داد در حالی که یک روز تاخیر در پوشاندن سیلوها تاثیری بر مقدار آن در

جدول ۳- تاثیر هوازدگی علوفه کامل ذرت در زمان‌های مختلف قبل از عایق کردن سیلو بر جمعیت مخمر و کپک (واحد تشکیل کلنی) و نیتروژن آمونیاکی سیلاژ ذرت در روز ۹۰ام

Table 3. The influence of aerobic exposure at silo sealing on mold and yeast populations (CFU), and NH_3-N (mg/dL) of maize silage on day 90

Item	Mold	Yeast	NH_3-N	DM recovery
Forage sealed immediately	3.55	3.05^{b}	5.48^{b}	93.1^{a}
Forage sealed after one day	3.50	2.15^{c}	6.80^{a}	93.2^{a}
Forage sealed after three days	3.87	3.90^{a}	6.70^{a}	89.4^{b}
SEM	0.31	0.09	0.40	0.47
P-value	0.48	<.0001	0.016	<.0001

[a-b] Means in each column with non-similar superscript letters differ significantly at $P< 0.05$

سیلاژ نداشت، اما سه روز تاخیر در عایق کردن سیلو، آن را به‌طور معنی‌دار (*P*<۰/۰۵) افزایش داد (۴/۵۵ در مقابل ۵/۰۳). همچنین بررسی مقدار NDF سیلاژها نیز نشان داد در حالی که یک روز تاخیر در پوشاندن سیلوها تاثیر معنی‌داری بر آن نداشته، اما سه روز تاخیر در عایق کردن سیلوها درصد آن را به‌طور معنی‌دار افزایش داد (۵۱/۵ در مقابل ۵۴/۰ درصد ماده خشک). در آزمایش حاضر، تاخیر در پوشاندن سیلوها هر چند به‌طور کلی مقدار پروتئین خام را کاهش داد، اما تغییرات اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. داده‌ها نشان می‌دهد یک روز تاخیر در پوشاندن درب سیلوها تنها مقدار مخمر را به‌طور معنی‌دار تحت تاثیر قرار داده است، اما جمعیت کپک‌ها به‌طور معنی‌دار تحت تاثیر قرار نگرفته است، در حالی که ۶۴ ساعت تاخیر در پوشاندن سیلوها علاوه بر جمعیت مخمرها، جمعیت کپک‌ها را نیز به‌طور معنی‌دار افزایش داد (*P*<۰/۰۵).

تاثیر تاخیر در عایق کردن سیلوها بر پایداری هوازی سیلاژ علوفه کامل ذرت در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود تاخیر در پوشاندن سیلوها به مدت ۲۴ ساعت تاثیر معنی‌دار بر پایداری هوازی سیلوها نداشته است. گزارشات قبلی نشان می‌دهد تاخیر در پوشاندن سیلو به مدت ۱۲ ساعت تاثیری بر مقاومت هوازی سیلاژ ذرت نداشته است (Bolsen *et al.*, 1985). اما در پژوهش دیگری، دو روز تاخیر در پوشاندن سیلوی ذرت باعث کاهش مقاومت هوازی سیلاژ شد (Uriarte-Archundia *et al.*, 2002). داده‌های پژوهش حاضر نیز نشان می‌دهد بر خلاف ۲۴ ساعت تاخیر در پوشاندن سیلو، ۶۴ ساعت باعث کاهش پایداری هوازی (۷۵/۲۵ در مقابل ۵۳/۵ ساعت) در سیلاژ ذرت شده است (*P*<۰/۰۵). مطالعات گذشته گزارش داده‌اند به دلیل اینکه افزایش در pH سیلاژ معمولاً با مصرف اسید لاکتیک همراه است که به وسیله مخمرها مصرف می‌شود (Basso *et al.*, 2012)، بنابراین مقدار pH می‌تواند به عنوان یک شاخص برای فساد هوازی در سیلو مورد توجه قرار گیرد (McDonald *et al.*, 1991). از طرف دیگر، پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهند که تاخیر در پوشاندن سیلوها باعث نفوذ هوا به توده علوفه و افزایش تعداد مخمرها می‌شود. این مخمرها می‌توانند تا زمان باز کردن سیلو در سیلاژ زنده بمانند (Ávila and Carvalho, 2020) و پس از باز کردن سیلو مجدد فعال شده و به سرعت تکثیر شوند (Pahlow *et al.*, 2003). گزارش شده است که مخمرهای مصرف کننده اسید لاکتیک عمدتاً مهمترین محرک‌های فساد هوازی در سیلاژ هستند و بیشتر گونه‌های مخمر قادر هستند در فاز تخمیر و در فاز فساد هوازی، اسید لاکتیک را مورد سوخت و ساز قرار دهند (Avila *et al.*, 2010; Carvalho *et al.*, 2014).

گزارشات پیشین نشان می‌دهد کپک‌ها می‌توانند در تمام مراحل استفاده از علوفه به عنوان سیلاژ از مزرعه تا زمان باز کردن مجدد سیلو حضور داشته باشند و در واقع تنوع بزرگی از کپک‌ها در غلات و گیاهان در سطح مزرعه وجود دارد (Wambacq *et al.*, 2016) تحقیقات پیشین نشان می‌دهد هر چند تنوع کپک‌ها به دلیل تحمل کمتر آنها نسبت به شرایط اسیدی سیلو در مقایسه با مخمرها در طی زمان سیلو کردن علوفه کاهش می‌یابد اما در صورت مهیا شدن مجدد شرایط که شامل نفوذ یا حضور مجدد اکسیژن و افزایش pH می‌شوند، رشد آنها در سیلاژ می‌تواند موجب اتلاف مواد غذایی شود (Ávila and Carvalho, 2020).

در نتیجه فعالیت کپک‌ها، مصرف ترکیبات ارگانیک افزایش پیدا کرده و موجب اتلاف در ماده خشک سیلاژ می‌شود که با افزایش دمای توده سیلاژ همراه بوده و

ضمن کاهش پایداری هوازی سیلاژ بخشی از انرژی توده علوفه را به شکل گرما هدر می‌دهد (Dolci *et al.*, 2011; Ávila and Carvalho, 2020). این یافته‌ها با نتایج گزارش شده به وسیله پژوهش‌های پیشین همخوانی دارد که اظهار داشته‌اند پر کردن و عایق کردن سریع‌تر سیلوها موجب پایداری بیشتر سیلاژ در دوره فساد هوازی خواهد شد (Pitt, 1986; Muck, 1988).

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس یافته‌های این پژوهش، کنترل شرایط علوفه قبل از سیلو کردن تاثیر مهمی بر کیفیت سیلاژ آن دارد، که در مراحل بعدی شامل باز کردن سیلو و در زمان مصرف، به راحتی قابل جبران نیست. بنابراین برای حفظ کیفیت علوفه سیلو شده باید شرایط قبل از سیلو کردن مورد بررسی دقیق قرار گیرد.

جدول ۴- تاثیر هوازدگی علوفه کامل ذرت قبل از عایق کردن سیلو بر ترکیب شیمیایی (درصد ماده خشک) و جمعیت میکروبی (واحد تشکیل کلونی) سیلاژ آن، ۶۴ ساعت پس از باز کردن سیلو

Table 4. The influence of aerobic exposure at silo sealing on chemical composition (% DM) and microbial population (CFU) of maize silage in 64 h after feed-out phase

Item	Fresh Forage*	Forage sealed immediately	Forage sealed after one day	Forage sealed after three days	SEM	*P*-value
DM	25.8	26.0	26.3	26.8	0.48	0.370
pH	5.25	4.55^{b}	4.50^{b}	5.03^{a}	0.11	0.002
NDF	44.5	51.5^{b}	51.7^{b}	54.0^{a}	0.96	0.050
CP	6.34	6.1	6.05	5.95	0.07	0.200
Mold	--	5.07^{b}	6.01^{ab}	6.41^{a}	0.31	0.001
Yeast	--	4.87^{b}	6.40^{a}	6.03^{a}	0.30	0.001

$^{a-b}$ Means in each row with non-similar superscript letters differ significantly at $P< 0.05$

*It has been written for the comparison with other groups

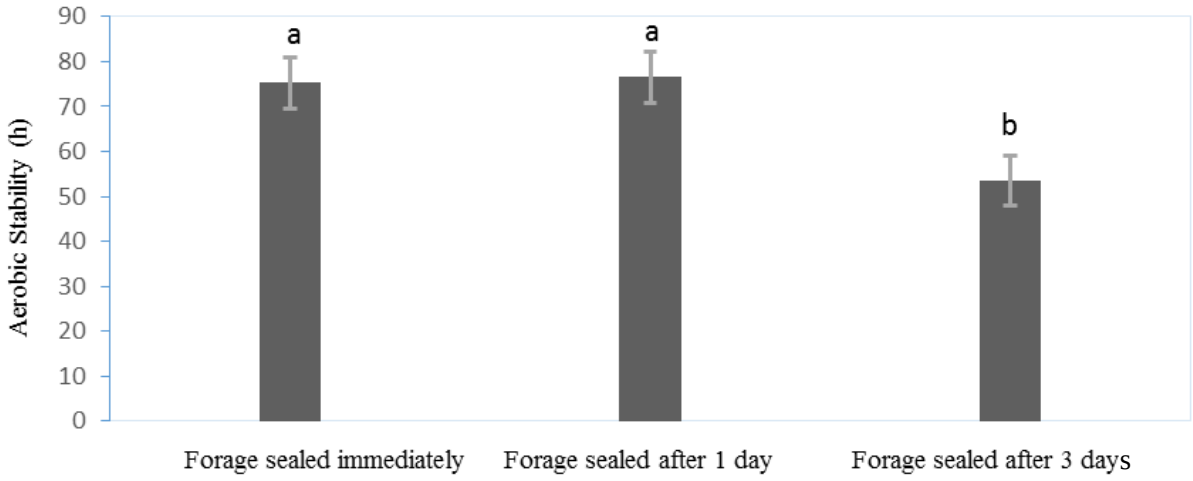

Fig. 1. Effect of delayed silo sealing on aerobic stability of whole crop maize silage

شکل ۱- اثر تاخیر در بستن سیلوها بر پایداری هوازی سیلاژ علوفه کامل ذرت

فهرست منابع

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. USA.

Ávila C. L. S. and Carvalho B. F. 2020. Silage fermentation-updates focusing on the performance of micro-organisms. Journal of Applied Microbiology, 128(4): 966-984.

Ávila C. L. S., Bravo Martins C. E. C. and Schwan R. F. 2010. Identification and characterization of yeasts in sugarcane silages. Journal of Applied Microbiology 109(5): 1677-1686.

Barnes R. F., Miller D. F. and Nelson J. C. 1995. Forages: An Introduction to Grassland Agriculture (Vol. 1). Ames, IA, USA: Iowa State University Press.

Basso F. C., Bernardes T. F., Roth A. P. T. P., Lodo B. N., Berchielli T. T. and Reis R. A. 2012. Fermentation and aerobic stability of corn silage inoculated with Lactobacillus buchneri. Revista Brasileira de Zootecnia, 41: 1789-1794.

Bayatkouhsar J., Tahmasebi A. M. and Naserian A. A. 2011. The effects of microbial inoculation of corn silage on performance of lactating dairy cows. Livestock Science, 142(1): 170-174.

Bolsen K. K., Hinds M., Ilg H. and Hoover J. 1985. Effects of delayed filling and H/M inoculant on preservation and quality of corn silage. Cattlemen's Day Conference. Kansas State University, Manhattan, KS: Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension Service, pp: 66-70.

Bolsen K. K., Ashbell G. and Weinberg Z. G. 1996. Silage fermentation and silage additives, Review. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 9: 483-493.

Broderick G. A. and Kung 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.

Brüning D., Gerlach K., Weib K. and Südekum K. H. 2018. Effect of compaction, delayed sealing and aerobic exposure on maize silage quality and on formation of volatile organic compounds. Grass and Forage Science, 73(1): 53-66.

Carvalho B. F., Avila C. L. S., Bernardes T. F., Pereira M. N., Santos C. and Schwan R. F. 2016. Fermentation profile and identification of lactic acid bacteria and yeasts of rehydrated corn kernel silage. Journal of Applied Microbiology, 122: 589-600.

Carvalho B. F., Ávila C. L. S., Miguel M. G. C. P., Pinto J. C. and Santos M. C. 2015. Aerobic stability of sugar-cane silage inoculated with tropical strains of lactic acid bacteria. Grass and Forage Science, 70(2): 308-323.

D'Mello J. P. F., Placinta C. M. and Mcdonald A. M. C. 1999. Fusarium mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare, and productivity. Animal Feed Science and Technology, 80: 183-205.

Dolci P., Tabacco E., Cocolin L. and Borreani G. 2011. Microbial dynamics during aerobic exposure of corn silage stored under oxygen barrier or polyethylene films. Applied and Environmental Microbiology, 77(21): 7499-7507.

Fink-Gremmels J. 1999. Mycotoxins: their implications for human and animal health. The Veterinary Quarterly, 21: 115-20.

Fink-Gremmels J. 2008. The role of mycotoxins in the health and performance of dairy cows. The Veterinary Journal, 176: 84-92.

Henderson A. R. and McDonald P. 1975. The effect of delayed sealing on fermentation and losses during ensilage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 26(5): 653-667.

Hussein H. S. and Brasel J. M. 2001. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on human and animals. Toxicology, 167.

Johansson M., Emmoth E., Salomonsson A. C. and Albihn A. 2005. Potential risks when spreading anaerobic digestion residues on grass silage crops—survival of bacteria, molds and viruses. Grass and Forage Science, 60: 175-185.

Jonsson A. 1991. Growth of Clostridium tyrobutyricum during fermentation and aerobic deterioration of grass silage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 54: 557-568.

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

Kunkle W. E., Chambliss C. G., Adesogan A. T. and Adjei M. B. 2006. Silage harvesting, Storing and Feeding. University of Florida online. Available at: http://edis.ifas.ufl.edu/publication.html.

Mansfield M. A. and Kuldau G. A. 2007. Microbiological and molecular determination of mycobiota in fresh and ensiled maize silage. Mycologia, 99: 269-278.

McDonald P., Henderson N. and Heron S. 1991. The Biochemistry of Silage, 2th ed. Marlow, UK, Chalcombe Publications.

Mills J. A. and Kung Jr. L. 2002. The effect of delayed ensiling and application of a propionic acid-based additive on the fermentation of barley silage. Journal of Dairy Science, 85(8): 1969-1975.

Muck R. E. 1988. Factors Influencing silage quality and their implications for management. Journal of Dairy Science, 71(11): 2992-3002.

Pahlow G., Muck R. E., Driehuis F., Oude Elferink S. J. W. H. and Spoelstra S. F. 2003. Microbiology of ensiling. In D. R. Buxton, R. E. Muck, and J. H. Harrison (Eds.), Silage Science and Technology, pp. 31-93. Madison USA: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America.

Pitt R. E. 1986. Dry matter losses due to oxygen infiltration in silos. Journal of Agricultural Engineering Research, 35(3): 193-205.

Schmale D. G. and Munkvold G. P. 2009. Mycotoxins in crops: A threat to human and domestic animal health. Plant Health Instructor, pp. 0715-721. Doi: 10.1094/PHI-I-2009.

Scudamore K. A. and Livesey C. T. 1998. Occurrence and significance of mycotoxins in forage crops and silage: A review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 77: 1-17.

Spadaro D., Bustos-Lopez M. P., Gullino M. L., Piano S., Tabacco E. and Borreani G. 2015. Evolution of fungal populations in corn silage conserved under polyethylene or biodegradable films. Journal of Applied Microbiology, 119: 510-520.

Uriarte-Archundia M. E., Bolsen K. K. and Brent B. E. 2002. A study of the chemical and microbial changes in whole-plant corn silage during exposure to air: Effects of a biological additive and sealing technique. In Proceedings of the 13th International Silage Conference, Auchincruive, Scotland, pp. 172-173.

Van Soest P. J., Robertson J. B. and Lewis B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.

Vatandoost M., Mesgaran M. D. and Vakili A. 2011. Fermentation characteristics, *in situ* rumen degradation and nutritional value of whole crop barley ensiled with microbial inoculant or ammonium propionate for lactating dairy Holstein cows. Journal of Agricultural Science and Technology, A1: 1095-1102.

Vila-Donat P., Marín S., Sanchis V. and Ramos A. J. 2018. A review of the mycotoxin adsorbing agents, with an emphasis on their multi-binding capacity, for animal feed decontamination. Food and Chemical Toxicology, 114: 246-259.

Wambacq E., Vanhoutte I., Audenaert K., De Gelder L. and Haesaert G. 2016. Occurrence, prevention and remediation of toxigenic fungi and mycotoxins in silage: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 96(7): 2284-2302.

Weiss K., Kroschewski B. and Auerbach H. 2016. Effects of air exposure, temperature and additives on fermentation characteristics, yeast count, aerobic stability and volatile organic compounds in corn silage. Journal of Dairy Science, 99(10): 8053-8069.

Wilkinson J. M. and Bolsen K. K. 2003. History of silage. Silage Science and Technology (Agronomy Series No. 42), American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 1-30.

Wilkinson J. M. 1999. Silage and animal health. Natural Toxins, 7: 221-232.

Woolford M. K. 1990. A review: The detrimental effects of air on silage. Journal of Applied Bacteriology, 68: 101-116.

Animal Production Research

Vol. 10, No. 3, 2021 (89-99)

University of Guilan

Research paper

Effect of aerobic exposure to forage before ensiling on the chemical composition, aerobic stability, and microbial population of corn silage before and after silage opening

R. Toosi[1], J. BayatKouhsar[2*], M. Vatandoost[3], F. Ghanbari[2]

1. MSc Student of Animal Nutrition, Animal Science Department, Faculty of Agriculture Science and Natural Resources, Ganbad Kavous University, Gonbad, Iran
2. Assistant Professor, Animal Science Department, Faculty of Agriculture Science and Natural Resources, Ganbad Kavous University, Gonbad, Iran
3. Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University (PNU), Tehran, Iran

(Received: 12-04-2020 – Accepted: 08-10-2020)

Abstract

This study aimed to determine how delayed silo sealing at filling affects the chemical composition, fungal population, and dry matter recovery of maize silage. Whole crop maize silage was harvested and then ensiled using laboratory silos (n= 4) as 1) Control, ensiled immediately, 2) 24 hours later, and 3) 64 hours later. A 24 h aerobic exposure in fresh forage caused an increase (P<0.05) in NDF content, but 72 h aerobic exposure caused an increase (P<0.05) in dry matter and NDF content and a decrease (P<0.05) in CP content. A 72 h delay in sealing resulted in the lowest CP and the highest pH, yeast, and N-NH_3 in silage. A delay in sealing caused an increase in yeast counts in silage (72 h; 3.90 *vs.* control; 3.05 CFU), and 72 h delayed sealing also resulted in lower (P<0.05) dry matter recovery rather than control silage (89.4% *vs.* 93.1% DM). Aerobic stability was adversely affected by 72 h delayed silo sealing (75.25 *vs.* 53.5 h). This study indicated that maize silage quality is affected by three days of delayed sealing and the fungal population and aerobic stability are affected particularly from aerobic exposure. This study indicated that maize silage quality is adversely affected by delayed sealing and aerobic exposure.

Keywords: Aerobic stability, Maize silage, Mold, Yeast, Aerobic exposure

*Corresponding author: Javad_bayat@yahoo.com

doi: 10.22124/AR.2021.16149.1517