بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده کشاورزی

گروه علوم دامی

سیلو کردن تفاله چغندرقند با رطوبت زیاد با استفاده از افزودنی‌های خوراکی و غیر خوراکی

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی

سعید صیدالی دولت‌آباد

اساتید راهنما

دکتر غلامرضا قربانی

دکتر محمد خوروش

پاییز ۱۳۸۷

دانشکده کشاورزی

گروه علوم دامی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته علوم دامی آقای سعید صیدالی دولت‌آباد

تحت عنوان

سیلو کردن تفاله چغندرقند با رطوبت زیاد با استفاده از افزودنی‌های خوراکی و غیر خوراکی

در تاریخ ۲۰ /۸/ ۱۳۸۷توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر غلامرضا قربانی
۲- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر محمد خوروش
۳- استاد مشاور پایان نامه	دکتر نفیسه نیلی
۴- استاد داور	دکتر مسعود علیخانی
۵- استاد داور	دکتر محمد فضیلتی
سرپرست تحصیلات تکمیلی	دکتر فرشید نوربخش

تشکّر و قدردانی

ستایش مخصوص ذات بی‌همتای خداوند مهربان است؛ که هر آنچه نیکی و خوبی است تنها در ذات مقدس اوست. اکنون که در سایه لطف و عنایت پروردگار مهربان توانستم مرحله دیگری از تحصیلات خود را با موفقیت به اتمام رسانم، به رسم ادب و سنت حسنه سپاس، لازم می‌دانم از تمام کسانی که مرا در این مسیر یاری نمودند، تشکر و قدردانی نمایم. با این که می‌دانم فراتر از توان و بیان من است، ولی امیدوارم که مراتب امتنان و احترام مرا پذیرا باشند.

سر تعظیم در برابر پدر و مادرم فرود می‌آورم، بر دستشان بوسه می‌زنم و آن دو را می‌ستایم که تجلی مهر و لطف خداوندی برای من هستند. از خداوند بزرگ برای ایشان طول عمر قرین با سلامتی و عزت طلب می‌کنم.

از اساتید ارجمند و گرامی

آقایان پروفسور قربانی و دکتر خوروش که در اجرای این تحقیق همواره راهنما و پشتیبان من بودند.

خانم دکتر نیلی که مشاوره پایان نامه را بر عهده داشتند.

آقای دکتر مسعود علیخانی و دکتر محمد فضیلتی که زحمت داوری پایان نامه را عهده‌دار بودند.

همچنین از آقایان دکتر سمیع، دکتر رحمانی، و اساتید محترم گروه علوم دامی کمال تشکر را دارم.

از آقای مهندس صادقی به‌دلیل تلاش و راهنمائی‌های بی‌دریغ ایشان در شروع این تحقیق و همچنین از آقایان مهندس خشوعی و سایر کارکنان آزمایشگاه علوم دامی در انجام این طرح تشکر و قدردانی می‌کنم.

سعید صیدالی

پاییز ۱۳۸۷

کلّیه حقوق مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه متعلّق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به

همسر مهربان

و

فرزند عزیزم

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب.....هشت

فهرست جداول..... ده

چکیده.....۱

فصل اول: مقدمه

مقدمه.....۲

فصل دوم: بررسی منابع

۲-۱- سیلاژ چیست.....۶

۲-۲- اهمیت تفاله چغندرقند و سیلوکردن آن.....۷

۲-۳- فرایند و مراحل سیلوکردن.....۸

۲-۳-۱- فرآیند گیاهی.....۸

۲-۳-۲- فرآیندهای میکروبی.....۹

۲-۳-۳- فرآیندهای شیمیایی.....۱۱

۲-۴- فازهای‌تخمیر نرمال.....۱۱

۲-۴-۱-تنفس گیاه.....۱۱

۲-۴-۲- تولید اسیداستیک.....۱۳

۲-۴-۳- شروع تولید اسیدلاکتیک.....۱۳

۲-۴-۴- پیک تولید اسیدلاکتیک و ذخیره‌سازی.....۱۳

۲-۴-۵- تولید اسید بوتیریک.....۱۳

۲-۴-۶- مرحله خوراک‌دهی.....۱۴

۲-۵- محصولات نهایی تخمیر.....۱۴

۲-۶- محصولات پروتئولیز در مراحل سیلوکردن.....۱۵

۲-۷- جمعیت اپی‌فایتیک.....۱۵

۲-۷-۱- باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک.....۱۶

۲-۷-۲- انترو باکترها.....۲۰

۲-۷-۳- کلستریدیوم‌ها.....۲۱

۲-۷-٤- مخمرها و کپک‌ها.....۲۳

۲-۸- ظرفیت بافرینگ در علوفه سیلو شده.....۲٤

۲-۹- تولید پساب.....۲٤

۲-۱۰- افزودنی‌های سیلاژ.....۲٦

۲-۱۰-۱- ممانعت‌کننده‌های تخمیر.....۲٦

۲-۱۰-۲- ممانعت کننده‌های تخریب هوازی.....۲۷

۲-۱۰-۳- مواد غذایی و جاذب رطوبت..... ۲۷
۲-۱۰-٤- محرک‌های تخمیر..... ۲۹
۲-۱۱- اثر میزان رطوبت گیاه بر تخمیر سیلاژ..... ۳۷
فصل سوم: مواد و روش‌ها
۳-۱- محل و زمان انجام آزمایش..... ۴۰
۳-۲- سیلوهای آزمایشگاهی و روش سیلوکردن..... ۴۰
۳-۳- تیمارها..... ٤۱
۳-٤- جمع‌آوری پساب و نحوه نمونه‌گیری..... ۴۱
۳-۵- اندازه‌گیری آزمایشگاهی..... ۴۲
۳-۵-۱- آماده‌سازی نمونه‌ها..... ۴۲
۳-۵-۲- استخراج عصار سیلاژ..... ٤۲
۳-۵-۳- اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرار..... ۴۳
۳-۵-۴- اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول در آب..... ۴۳
۳-۵-۵- اندازه‌گیری ازت آمونیاکی..... ۴۳
۳-۵-۶- قابلیت هضم آزمایشگاهی..... ۴۴
۳-۶- تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها..... ۴۵
فصل چهارم: نتایج و بحث
۴-۱- تاثیر فاکتور نم (رطوبت) بر ارزش تغذیه‌ای سیلاژ تفاله چغندرقند..... ٤٦
٤-۲- تاثیر فاکتور ملاس بر ارزش تغذیه‌ای سیلاژ تفاله چغندرقند..... ٤۹
٤-۳- تاثیر فاکتور ختن بر ارزش تغذیه‌ای سیلاژ تفاله چغندرقند..... ۵۲
٤-٤- اثرمتقابل نم (رطوبت) و ملاس بر ارزش تغذیه‌ای سیلاژ تفاله چغندرقند..... ۵۵
٤-۵- اثرمتقابل نم (رطوبت) و ختن بر ارزش تغذیه‌ای سیلاژ تفاله چغندرقند..... ۵٦
٤-٦- اثرمتقابل ملاس و ختن بر ارزش تغذیه‌ای سیلاژ تفاله چغندرقند..... ۵۸
٤-۷- اثرمتقابل نم، ملاس و ختن بر ارزش تغذیه‌ای سیلاژ تفاله چغندرقند..... ٦۰
٤-۸- بررسی تیمارهای دیگر..... ٦۲
۴-۹- مقایسه تیمارهای دارای افزودنی میکروبی و تیمارهای بدون افزودنی..... ۶۶
فصل پنجم: نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات
نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات..... ۷۰
فهرست منابع..... ۷۲

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۲-۱- برخی از محصولات نهایی تخمیر تئوریکی قندها.....۱۴
جدول ۴-۱- اثر نم (رطوبت) بر روی بر ارزش تغذیه‌ای و فرآورده های تخمیر سیلاژتفاله چغندرقند.....۴۸
جدول ۴-۲- اثر ملاس بر روی بر ارزش تغذیه‌ای و فرآورده‌های تخمیر سیلاژتفاله چغندرقند.....۵۰
جدول۴-۳- اثر ختن بر روی بر ارزش تغذیه‌ای و فرآورده های تخمیر سیلاژتفاله چغندرقند.....۵۴
جدول ٤-٤- اثر متقابل فاکتور نم (رطوبت) و ملاس بر ارزش تغذیه‌ای و فرآورده‌های تخمیر سیلاژ تفاله چغندرقند.....٥٦
جدول ٤-٥- اثر متقابل فاکتور نم (رطوبت) و فاکتور ختن (پیت) برارزش تغذیه‌ای و فرآورده‌های تخمیر سیلاژ تفاله چغندرقند.....۵۸
جدول ٤-٦- اثر متقابل فاکتور ملاس و فاکتور ختن (پیت) بر ارزش تغذیه‌ای و فرآورده‌های تخمیر سیلاژ تفاله چغندرقند.....٦٠
جدول ٤-٧- اثر متقابل فاکتور نم (رطوبت) و فاکتور ختن (پیت) و فاکتور ملاس برارزش تغذیه‌ای و فرآورده‌های تخمیر سیلاژ تفاله چغندرقند.....٦١
جدول ٤-٨- تأثیر تیمارهای دیگر برارزش تغذیه‌ای و فرآورده‌های تخمیر سیلاژ تفاله چغندرقند ٦٤
جدول ۴-۹- مقایسه تیمارهای دارای افزودنی میکروبی و تیمارهای بدون افزودنی.....۶۹

چکیده

هدف از این طرح بررسی امکان سیلوکردن تفاله چغندر با رطوبت زیاد با استفاده از ختن(پیت نیشکر)، کاه گندم ملاس و افزودنی میکروبی اکوسایل بود.تفاله چغندرقند یک نم (به‌طور متوسط ۹۰ درصد رطوبت) و دو نم (به‌طور متوسط ۸۵ درصد رطوبت) ازکارخانه قند اصفهان (خوراسگان) آورده شد و سپس به هر نوع تفاله با توجه به نوع تیمار افزودنی‌های لازم اضافه گردید.تیمارها به مدت ۹۰ روز در محیط آزمایشگاه نگهداری‌شدند. تعداد تیمارها بیست دو عدد بودندکه درقالب طرح آماری کاملا" تصادفی مورد ارزیابی قرارگرفتند. نتایج بدست آمده نشان داد تفاله دو نم، pH خاکستر، الیاف غیر محلول در شوینده اسیدی ، نیتروژن آمونیاکی برحسب درصد ماده خشک، اسیدلاکتیک، استیک پروپیونیک، بوتیریک و پساب را کاهش و ماده خشک، قابلیت هضم ظاهری و واقعی را افزایش داد. سطوح ملاس الیاف غیر محلول در شوینده خنثی واسیدی، اسید لاکتیک، استیک، پروپیونیک، بوتیریک را کاهش و ماده خشک، خاکستر قابلیت هضم ظاهری و واقعی را افزایش داد. سطوح ۵ و۱۰ درصد ختن، پروتئین‌خام، نیتروژن آمونیاکی برحسب درصد ماده خشک، قابلیت هضم ظاهری و واقعی، کربوهیدرات‌های محلول اسیدلاکتیک، استیک، پروپیونیک، بوتیریک و پساب را کاهش و pH، ماده خشک و الیاف غیر محلول در شوینده خنثی واسیدی را افزایش داد. اثر متقابل نم و ملاس بر pH، ماده خشک، الیاف غیر محلول در شوینده خنثی و اسیدی، اسیدلاکتیک و بوتیریک معنی دارشد. اثر متقابل نم و ختن برpH، ماده خشک، پروتئین‌خام، نیتروژن آمونیاکی برحسب درصد ماده خشک، اسیدلاکتیک، استیک پروپیونیک، بوتیریک و پساب معنی دارشد. اثر متقابل ملاس و ختن بر pH، ماده خشک، پروتئین‌خام، نیتروژن آمونیاکی برحسب درصد ماده خشک، الیاف غیر محلول در شوینده خنثی، اسیدلاکتیک، استیک، پروپیونیک، بوتیریک و پساب معنی‌دارشد. اثر متقابل نم و ملاس و ختن بر pH، ماده خشک، پروتئین‌خام، الیاف غیر محلول در شوینده خنثی، ازت آمونیاکی، اسیدلاکتیک، استیک، پروپیونیک، بوتیریک و کربوهیدرات‌های محلول درآب معنی‌دار شد. افزودن کاه گندم باعث افزایش ماده خشک و کاهش خروج پساب گردید و اضافه‌کردن افزودنی تولیدکننده اسیدلاکتیک باعث کاهش pH، نیتروژن آمونیاکی و در برخی تیمارها اسیداستیک و بیشتر باقی ماندن قندها و تولید اسیدلاکتیک بیشتر در بعضی تیمارها گردید. بنابراین با توجه به نتایج این آزمایش، افزودن ملاس و ختن باعث بهبود کیفیت سیلاژ تفاله چغندرقند به‌ویژه تفاله دو نم گردید و اضافه‌کردن افزودنی تولیدکننده اسیدلاکتیک در تیمارهای دارای ماده خشک کمتر توصیه می‌شود.

فصل اول

مقدمه

هدف اصلی از حفظ هر محصول زراعی، نگهداری آن در شرایط مطلوب برای استفاده در فصولی است که این محصول وجود ندارد. در کشورهایی که فصل رشد محدود است، علوفه خشک و سیلاژ نقش مهمی در تأمین منابع غذایی نشخوارکنندگان دارند و از طرفی تولید سیلاژ وابستگی کمتری به شرایط آب وهوایی دارد [۱۵].

یکی از روش های نگهداری علوفه به کمک فرایند تخمیر طبیعی (سیلو کردن) است.سیلاژ ماده ای است که توسط تخمیر کنترل شده یک گیاه با رطوبت زیاد تولید می‌شود. سیلوکردن نام این فرآیند است و محل انجام آن را سیلو می‌گویند [۵۲]. سیلو کردن روش معمول برای نگهداری علوفه‌های مرطوب است [۲۸]. در این روش در اثر فعالیت باکتری‌های تولید کننده اسیدلاکتیک[۱] تحت شرایط بی‌هوازی کربوهیدرات‌های محلول در آب علوفه به اسید های‌آلی که عمده آن اسیدلاکتیک است تبدیل می‌شود که باعث کاهش pH و در نتیجه محافظت علوفه از فساد میکروبی می گردد [۲۴].

۱-Lactic Acid Bacteria

تفاله چغندر قند باقیمانده فیبری است که بعد از استخراج قند از چغندر قند به دست می آید [۲۰]. این محصول دارای قابلیت پلت شدن زیاد است به طوری که مصرف خوراک را تحریک و می‌تواند مصرف خوراک‌های با قابلیت‌کم پلت شدن را بالا ببرد.

تفاله چغندر قند دارای مقادیر قابل ملاحظه‌ای از پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای (سلولز، همی‌سلولز پکتین و الیگوساکاریدهای آلفا گلیکوزیدی) است که می تواند به عنوان منبع تأمین‌کننده انرژی استفاده شود.

تفاله تازه در کارخانه توسط دستگاه‌های مخصوصی پرس می‌شود و به شکل پلت شده در اختیار دامداران قرار می‌گیرد. بر اساس آنالیزهای شرکت صنعت قند، شکر و صنایع جانبی ایران این تفاله پلت شده دارای مواد قندی، مواد پروتئینی واسیدهای‌آمینه، ترکیبات آلی مختلف، الیاف، سلول، همی‌سلولز و مواد معدنی مانند پتاسیم، سدیم، کلسیم، منیزیم، فسفات و... می‌باشد که این محصول از ارزش تغذیه‌ای مناسب برای دام‌ها برخوردار است.

بعد از فرایندهای مکانیکی، تفاله پرس‌شده چغندرگرم می‌باشد که اگر به صورت پشته جمع شود خیلی سریع فرآیند تخمیر به طور نامطلوب صورت می‌گیرد و بی‌ثبات و غیر قابل پلت شدن می‌شود. اگرچه تفاله خشک چغندر در جیره خیلی از گاوهای شیری یک بخش معمول می‌باشد، اما فرآیندهای خشک‌کردن آن خیلی‌گران می‌باشد به طوری که خشک کردن آن مقادیر زیادی از سوخت های فسیلی را مصرف می‌کند. بنابراین تفاله پرس‌شده را می‌توان به طور موفقیت‌آمیزی در سیلوهای کیسه ای یا سیلوهای خندقی سیلو کرد [۲۰].

عوامل تأثیرگذار برتولید پساب شامل محتوی ماده خشک گیاه سیلو شده ، نوع سیلو، میزان فشردگی و عمل آوری قبلی گیاه می‌باشد. از میان این عوامل، محتوی ماده خشک گیاه مهمترین فاکتور است [۵۲]. درگیاهان خیلی تر ضایعات ماده خشک از طریق پساب می‌تواند بیشتر از ۱۵ درصد باشد، در حالی‌که در گیاهانی که با محتوی ماده خشک ۲۵۰ تا ۳۵۰ گرم در کیلوگرم سیلو می‌شوند، مقدار کمی پساب تولید می‌گردد بجز در سیلوهای بلند برجی که فشار می‌تواند خیلی زیاد باشد و بر مقدار پساب افزوده شود. چون پساب حاوی ترکیبات با قابلیت هضم خیلی بالا، همانندکربوهیدرات‌های محلول، اسیدهای آلی، مواد معدنی و ترکیبات نیتروژن‌دار محلول می‌باشد، زیاد شدن آن همراه با افزایش ترکیبات دیوارهٔ سلولی است که از نظرتغذیه‌ای ارزش کمتری دارند [۵۲].

یکی از روش‌های محدود کردن جریان پساب اضافه نمودن یک ماده مناسب جذب کننده رطوبت به گیاه، در زمان سیلوکردن است. بدیهی است که علوفه سیلو شده با ماده خشک کم، سیلاژی با کیفیت مناسب تولید نمی‌کند و باعث کاهش مقدار مصرف اختیاری ماده خشک توسط دام می‌شود و ازطرفی از لحاظ آلوده‌کنندگی محیط زیست، ۲۰۰ برابر از فاضلاب‌های انسانی آلوده‌کننده‌تراست که علاوه بر اتلاف مواد مغذی باعث آلودگی آب‌های سطحی و زیر زمینی می‌شود [۵۲].

برای به دست آوردن کیفیت بهینه سیلاژ تفاله چغندر قند پیشنهاد می‌کنند که مقدار ماده خشک تفاله آن بایستی بین ۲۵ تا ۳۵ درصد در هنگام سیلو شدن باشد [۵۲]. افزایش یافتن رطوبت می‌تواند بر روی فرایند تخمیر اثر نامطلوب داشته باشد. لذا با توجه به این‌که تفاله‌های تولیدی درکارخانه قند اصفهان دارای این مقدار ماده خشک نیست (حداکثر ۱۶ درصد) به منظور افزایش مقدار ماده خشک و بهبود ارزش غذایی سیلاژ درهنگام سیلوکردن دراین طرح از محصولی‌که توسط شرکت بازرگانی توسعه نیشکر و صنایع جانبی بنام خوراک دام پایه و با نام تجارتی ختن به بازار عرضه می شودکه شامل مخلوطی از پیت[1] (بخش نرم داخلی نیشکر) غنی شده به روش پخت با بخار (هیدرولیزاسیون) استفاده شد. ختن دارای مقدار ماده خشک بالا (۹۰ تا۹۵ درصد) و بافت گیاهی آن حالتی دارد که از قدرت آبگیری خوبی برخوردار است. با استفاده از آن در تولید سیلاژ تفاله چغندر هم می توان از قدرت آبگیری آن استفاده کرد تا مقدا ماده خشک سیلاژ افزایش یابد و هم راهی جدید برای مصرف بیشتراین محصول پیدا کرد. از این فرآورده فرعی نیشکر هنوز به منظور تهیه سیلاژ تفاله چغندر استفاده نشده است لذا در این زمینه منبع قبلی وجود ندارد.

یکی از محصولات فرعی کشت گندم، کاه آن می‌باشد که از لحاظ ارزش تغذیه‌ای و خوش‌خوراکی اهمیت چندانی ندارد. با توجه به تولید خیلی زیاد کاه گندم در کشور ما سعی بر آن شده که از آن در تهیه سیلاژ تفاله چغندر استفاده شود. هدف از اضافه کردن کاه، کاهش مقدار آب موجود در تفاله و افزایش مقدار ماده خشک سیلاژ می‌باشد.

ملاس به عنوان افزودنی منابع کربوهیدراتی از این جهت به مواد سیلویی اضافه می‌شود تا انرژی قابل دسترس را برای رشد باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک و در نهایت تولید اسیدلاکتیک و کاهش pH به منظور کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌های نامطلوب فراهم نماید [۴۹].

۱-Pith

به طور کلی استفاده از مواد جاذب رطوبت باعث بهبود عملکرد حیوان از قبیل افزایش مصرف ماده خشک، تولید شیر، ترکیب شیر، وضعیت بدن و قابلیت هضم مواد مغذی شده است. در عین حال اطلاعات محدودی در زمینه تأثیر افزودن مواد جاذب رطوبت بر ارزش غذایی سیلاژ تفاله چغندرقند و عملکرد گاوهای شیری و پرواری در دسترس است.

در این طرح از مواد افزودنی میکروبی استفاده شد که حاوی باکتری لاکتو باسیلوس پلانتارم است. لاکتو باسیلوس پلانتارم جزء باکتری‌های میله‌ای شکل،گرم مثبت و بدون اسپور هستند [۵].از خصوصیات لاکتوباسیلوس پلانتارم در رابطه با تهیه سیلاژ می‌توان به بهبود در بازیافت انرژی و ماده خشک، کاهش پروتئولیز و کم بودن سطح اسید استیک تولید شده اشاره کرد [۱۵].

بنابراین اهداف انجام این تحقیق عبارت اند از:

۱) ارزیابی تاثیر افزودن ختن، کاه گندم، ملاس و افزودنی میکروبی به تفاله چغندرقند با رطوبت زیاد برکاهش پساب تولیدی و بهبود ارزش غذایی و کیفیت تخمیر آن طی فرایند سیلوشدن.

۲) بررسی امکان مصرف ختن با توجه به تولید زیاد آن، به عنوان یکی از منابع افزودنی جذب کننده رطوبت برای سیلوکردن تفاله چغندر قند.

۳) بررسی امکان استفاده از کاه گندم به عنوان یکی دیگر از منابع افزودنی جاذب رطوبت برای سیلوکردن تفاله چغندرقند.

۴) بررسی امکان ارائه راهکار برای سیلوکردن تفاله چغندرقند و مصرف آن به جای تفاله تازه برای مراکز پرورش دام.

۵) ذخیره تفاله پرس شده چغندر قند، برای مدتی که تولید نمی‌شود.

۶) بازیافت محصولات فرعی کشاورزی.

فصل دوم
بررسی منابع

۲-۱ - سیلاژ چیست ؟

سیلاژ نوعی علوفه ذخیره شده برای فصل زمستان در مناطق سرد و معتدل، برای فصولی که آن محصول کاشت نمی‌شود و برای استفاده مناسب از موادگیاهی با ارزش غذایی حداکثر می‌باشد. روش سیلوکردن در اروپا در اواسط قرن ۱۹ از تکنیک استفاده شده در دیوارسازی مصر قدیم سرچشمه گرفته است. اساس آن بر پایه تخمیر طبیعی است،که به موجب آن باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک در شرایط بی‌هوازی، قندها را عمدتاً به اسید لاکتیک تبدیل می کنند. تخمیر در محفظه‌ای بی‌هوازی به نام سیلو رخ داده، که باعث ایجاد محیطی اسیدی (حدودpH=۴) می‌شود. تحت این شرایط، سیلاژ می‌تواند برای مدت زمان طولانی بدون ایجاد فساد، نگهداری شود [۵۷].

هدف اصلی تهیه سیلاژ نگهدای علوفه با حداقل اتلاف مواد غذایی می‌باشد. به منظور دستیابی به این هدف، رشد باکتری‌های مولد اسید لاکتیک باید تشویق شود [۱۱].

تولید سیلاژی با کیفیت عالی نیازمند محدود کردن تنفس گیاهی بعد از برداشت، حفظ شرایط بی‌هوازی و توانایی به تأخیر انداختن در رشد و متابولیسم میکروب‌های فاسدکننده می‌باشد. ناتوانی در

رسیدن به این شرایط می‌تواند باعث پایین‌تر بودن بازیافت ماده مغذی، تولید سیلاژی با کیفیت پایین و درنتیجه کاهش مصرف و عملکرد حیوان شود [۱۸].

محصولات علوفه‌ای که به عنوان خوراک دام استفاده می‌شوند، از قبیل گراس‌ها، ذرت و یونجه و اخیراً تفاله چغندر قند به طور معمول به صورت سیلاژ نگهداری می‌شوند. هدف اولیه از نگهداری علوفه به صورت سیلاژ، به دست آوردن pH پایین و شرایط بی‌هوازی است [۵۲].

۲-۲- اهمیت تفاله چغندرقند و سیلوکردن آن

تفاله پلت شده چغندر دارای مقدار زیادی انرژی (۸۵ درصد ارزش انرژی زایی ذرت را دارد) و ۷ تا ۱۰ درصد پروتئین خام می‌باشد. مقدار دیواره سلولی (NDF)[۱] آن بین ۴۹ تا ۵۶ درصد می باشد و از قابلیت هضم بسیار بالای برخوردار است که این قابلیت هضم بالای فیبر در حفظ چربی شیر گاوهای که از منابع ناچیز مواد خشبی در جیره استفاده می‌کنند کمک مؤثری می‌کند. همچنین آن را می‌توان در جیره گاوهای پرواری به عنوان جایگزین مقداری از سیلوی ذرت مصرف نمود. تفاله چغندر قند دارای مقادیر قابل ملاحظه‌ای از پلی ساکارید های غیرنشاسته‌ای[۲] (NSP) که می‌تواند به عنوان یک منبع انرژی برای دام‌ها و خوک‌ها استفاده شود. این خوراک در انتهای روده خوک‌ها به راحتی قابل تخمیر است زیرا مقدار لیگنین آن کم و سطح قابل ملاحظه‌ای پکتین دارد. افزایش سطوح مصرف تفاله چغندر باعث کاهش‌دادن pH مدفوع و کاهش مقدار آمونیاک خروجی می‌شود. افزایش هر ۵ درصد مصرف از این خوراک در جیره خوک‌ها باعث کاهش pH به اندازه ۰/۴ تا ۰/۵ واحد و کاهش آمونیاک خروجی تقریباً نزدیک به ۱۵ درصد می‌شود [۲۹].

تفاله چغندر قند بسیار خوش‌خوراک است و می‌توان به میزان ۳ کیلوگرم در روز به ازای هر گاو شیری آن را مصرف‌کرد. به دلیل این که این ماده غذایی در شکمبه انباشته می‌شود،گنجاندن مقادیر زیاد آن درجیره مصرف ماده خشک را محدود خواهد کرد [۳]. لذا آن را می‌توان در جیره گاوهای شیری ۱۰ تا ۲۰ درصد جایگزین ماده خشک مصرفی‌کرد [۲۰].

هر دو نوع تازه و سیلو شده تفاله دارای ارزش تغذیه بالایی هستند که اثر مثبتی بر روی فرآیند تخمیر شکمبه‌ای نشان می دهند [۶۶]. ارزش تغذیه‌ای آن تا اندازه‌ای بالا می‌باشد که با ارزش تغذیه ای جو قابل مقایسه است [۵۹]. بالت و همکاران بازده تولید تفاله تازه، خشک و سیلو شده را با هم مقایسه کردند و

۱- Neutral Detergent Fiber

۲ - Non- Starch Polysaccharides

گزارش کردند که تفاله تازه برای تکثیر میکروارگانیسم‌های اپی‌فایتیک به خصوص کپک ها، مخمر و باکتری‌های خاک مناسب است به طوری که این میکروارگانیسم ها باعث ایجاد فساد سریع در این خوراک می‌شوند [۱۳].

از آنجا که تفاله چغندر قند که دارای مقدار زیادی آب می‌باشد و به منظور مصارف دامی آن را پرس می‌کنند تا درصد مقدار ماده خشک آن افزایش یابد اما باز هم درصد آب آن زیاد است(درصد ماده خشک به عملیات پرس کردن بستگی دارد). بعضی از دامپروری‌ها به منظور تغذیه گاوهای شیری و پرواری آن را به طور تازه مورد مصرف قرار می‌دهند، اما با توجه به مقدار آب تفاله تازه (۸۵ تا ۹۰ درصد) مقدار ماده خشک زیادی را دام مصرف نمی‌کند . همچنین از نگاه دیگر اگر تفاله به صورت آزاد بیش از حد به صورت انباشته و روی هم باشد باعث شروع تخمیر نامطلوب در آن می‌شود که در نهایت تفاله زود کپک می‌زند و باید مقدار زیادی از آن را دور ریخت که باعث ضرر اقتصادی به دامدار می‌شود. لذا برای نگهداری طولانی مدت این خوراک پیشنهاد می‌شود به صورت سیلاژ نگهداری شود [۳۳].

۲-۳- فرایند و مراحل مختلف سیلو کردن

محصولات در سیلو با دو عامل: محیط بی‌هوازی وpH پایین نگهداری می‌شوند. بعد از این که سیلو بسته می‌شود، محیط بی‌هوازی از طریق تنفس گیاهی به وجود می‌آید، درحالی که pH پایین با تخمیر قندها به اسیدلاکتیک توسط باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک بوجود می‌آید. این دو فرایند به تنهایی نمی‌توانند تصور روشنی از تغییرات رخ داده در محصولات را فراهم کنند. وقتی که گیاه در سیلو گذاشته می‌شوند ۳ دسته فرایند گیاهی، میکروبی و شیمیایی فعال می شوند [۵۵].

۲-۳-۱-فرایندهای گیاهی

به طور طبیعی، گیاهان در هنگام سیلوکردن دارای فعالیت‌های بیولوژیکی می‌باشند و خیلی از آنزیم‌های گیاهی می‌توانند برکیفیت علوفه مؤثر باشند. سه دسته از فعالیت‌های گیاهی که شامل تنفس، شکسته شدن پروتئین(پروتئولیز) و شکسته شدن همی‌سلولز(فعالیت همی سلولاز) در رابطه با کیفیت سیلاژ مهم می‌باشند. تنفس فرآیندی است که گیاهان از طریق آن انرژی را برای رشد و نگهداری بدست می‌آورند.

قندها ترکیبات اصلی هستند که در طی فرآیند تنفس مورد استفاده قرار می‌گیرند. این فرآیند همچنین نیازمند اکسیژن است و تولید دی‌اکسیدکربن، آب و حرارت می‌کند [۱۵].

تنفس گیاهی در برداشت اکسیژن از سیلو سودمند می‌باشد، چون یک محیط بی‌هوازی را به وجود می‌آورد. هرچند، تنفس گسترده نامطلوب است، زیرا باعث کاهش انرژی و قندهای قابل تخمیر سیلاژ و افزایش دمای سیلو می‌شود. این مشکلات از مدیریت ضعیف، مانند پرکردن و یا پوشاندن آهسته و نامناسب سیلو ناشی می‌شود. وقتی که محیط سیلو بی‌هوازی می‌باشد، خیلی از سلول‌های گیاه طی چند ساعت پاره و خیلی از آنزیم‌ها شامل پروتئازها (که پروتئین‌ها را می‌شکنند) و همی‌سلولازها (که همی‌سلولز را می شکنند) را آزاد می‌کند. ممانعت از فعالیت پروتئازها در لگوم‌ها و خیلی از گراس‌های با پروتئین بالا مهم می‌باشد. نگل و برودریک درسال۱۹۹۲ گزارش کردند که گاوهای شیری تغذیه شده با سیلاژ یونجه‌ای با محتوای پروتئین حقیقی بالاتر، شیر بیشتری را نسبت به گاوهای تغذیه شده با سیلاژ یونجه‌ای با پروتئین پایین‌تر تولید کردند، اگرچه، محتوای نیتروژن کل (پروتئین خام) جیره‌ها مشابه بود.

فعالیت پروتئاز با کاهش pH (حدود ۴) کاهش می‌یابد. اکثر فعالیت پروتئازی طی ۲۴ ساعت اولیه در سیلو رخ می‌دهد، لذا کنترل پروتئولیزیز مشکل است. به‌نظر می‌رسد فعالیت همی‌سلولاز فقط در گراس‌ها مهم می‌باشدکه باعث کاهش فیبر (دیواره سلولی) به میزان ۱-۲ درصد در سیلاژ گراس می‌شود. مشابه با پروتئولیز، این فعالیت طی هفته اول نگهداری به سرعت کاهش می‌یابد هرچند، این فعالیت به pH کمتر حساس است [۵۲].

۲-۳-۲-فرایندهای میکروبی

تنوع بالایی در فعالیت میکروارگانیسم‌ها بر محصول سیلو شده وجود دارد. میکروارگانیسم‌های اصلی غیرهوازی در سیلاژ باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک می‌باشند. این باکتری‌ها شامل ۴ گونه لاکتوباسیل‌ها[۱]، لئوکونوستوک‌ها[۲]، پدیوکوکوس‌ها[۳]و انتروکوکوس‌ها[۴] می‌باشند. مشخصه مشترک این‌ها رشد بهتر در شرایط بی‌هوازی و تبدیل اولیه قندها به اسیدلاکتیک می‌باشد. تخمیر عمده‌ترین مکانیسمی است،که از طریق آن pH کاهش پیدا کرده و در نتیجه از رشد باکتری‌های مضر جلوگیری به عمل

۱-Lactobacilose
۳- Leuconostoc
۳- Pediococcus
۴- Enterococcus

می‌آید [۵۲]. گونه‌ها و سویه‌ها در مواردی مانند ۱) مقدار دیگر تولیدات مانند اسیداستیک و اتانول (الکل) تولید شده، ناشی از رشد بر قندهای مختلف ۲) تحمل اکسیژن در هنگام رشد و ۳) نوع ترکیباتی که تخمیر می‌کنند، تفاوت دارند. برخی از باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک به خوبی اسیدهای‌آمینه را به آمونیاک و یا به آمین‌ها تخمیر می‌کنند. به‌طور سنتی، باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک که به‌تنهایی بر روی قندها رشد می‌کنند و فقط اسیدلاکتیک (همگن) تولید می‌کنند، مطلوب‌تر می‌باشند. چون اسیدلاکتیک اسید قوی‌تری نسبت به اسید استیک بوده و اتلاف ماده خشک و انرژی در خیلی از مسیرهای تولید این اسید از مسیرهای تولید اتانول و اسید استیک کمتر است [۵۲].

عمدتاً باکتری‌های غیرهوازی مضر درسیلو، کلیستریدیوم‌ها می‌باشند. برخی از کلستریدیوم‌ها اسید لاکتیک و قندها را به اسید بوتیریک و برخی از آن‌ها اسیدهای‌آمینه را به آمونیاک و آمین‌ها تخمیر می‌کنند. این مسیرهای تخمیر دارای اتلاف مهمی در انرژی و ماده خشک می‌باشند. علاوه بر این، کاهش مصرف ماده خشک به سیلاژهای با تخمیرکلستریدیومی مرتبط می‌باشد. کاهش pH از رشدکلیستریدیوم‌ها ممانعت می‌کند. در سیلاژهای با محتوای رطوبت کمتر از ۷۰ درصد، pH زیر ۵ به‌خوبی رشد کلستریدیوم‌ها را متوقف می‌کند [۵۵].

دیگرگروه عمده باکتری‌های غیرهوازی انتروباکترها می‌باشند. که معمولاً در pH زیر ۵ از فعالیت‌شان ممانعت به عمل می‌آید. این باکتری‌ها قندها را عمدتاً به اسید استیک تخمیرکرده و باعث اتلاف بالایی در ماده خشک و انرژی محصول نسبت به باکتری‌های مولد اسید لاکتیک می‌شوند. وقتی که کاهش pH داریم، اسید استیک در pH بالای ۴ به‌عنوان یک بافر برای سیلاژ عمل کرده و درمقابل کاهش بیشتر pH مقاومت می‌کند [۵۵].

در حضور اکسیژن، میکروب‌های فاسدکننده شامل مخمرها، کپک‌ها، باکتری‌های هوازی مختلف (لیستریا، باکتری‌های اسید استیک و باسیل‌ها) ممکن است بر روی قندهای‌گیاهی، فراورده‌های تخمیر و دیگر ترکیبات آزاد شده ناشی از برش یا پارگی سلولی طی برداشت و انبار کردن، رشد کنند. اگر از رشد آن‌ها جلوگیری نشود، این میکروارگانیسم‌ها می‌توانند از خیلی از قسمت‌های قابل هضم علوفه استفاده کنند. کاهش pH به زیر ۵ می‌تواند رشد خیلی از باسیل‌ها را کند و رشد لیستریاها را متوقف کند هرچند که خیلی از مخمرها، کپک‌ها و باکتری‌های مولد اسید استیک می‌توانند در pH معمول سیلاژ (۴ تا ۵) رشد کنند. برخی از مخمرها و باسیلوس‌ها می‌توانند به‌صورت غیرهوازی نیز رشد و قندها را به اتانول و دیگر فرآورده‌ها تخمیرکنند، تا به‌گونه‌ای که فقط با به‌وجود آوردن یک محیط بی‌هوازی از

رشدشان جلوگیری شود. فعالیت‌باکتری‌های مولد اسیداستیک، بیشتر با اسیدلاکتیک ممانعت می‌شود [۵۲]. رشد مخمرها و باکتری‌های مولد اسیداستیک بر روی سیلاژها موجب افزایش pH می‌شود. هنگامی که pH سیلاژ افزایش یافت، دیگر میکروارگانیسم‌های هوازی می‌توانند به‌سرعت بر روی سوبسترای باقیمانده رشد کنند [۵۵].

۲-۳-۳-فرایندهای شیمیایی

دو فرایند شیمیایی (واکنش میلارد یا قهوه‌ای شدن و هیدرولیز اسیدی همی‌سلولز) می‌توانند بر کیفیت سیلاژ مؤثر باشند. قندها با اسیدهای آمینه در اثر حرارت بالا واکنش می‌دهند و ملکول‌های بزرگی شکل می‌گیرد، که دارای قابلیت هضم پایینی هستند. سرعت این واکنش شیمیایی کم بوده و وقتی که حرارت زیر ۳۷/۸ درجه سانتی‌گراد باشد، بر روی کیفیت سیلاژ مؤثر نمی‌باشد. اگرچه، با افزایش دما سرعت این واکنش افزایش می‌یابد و می‌تواند به‌طورچشم‌گیری قابلیت هضم سیلاژ را کاهش دهد. هیدرولیز اسیدی همی‌سلولز همان شکسته شدن آهسته همی‌سلولز دیواره سلولی گیاهان است، که ناشی از اثر متقابل با یون‌های هیدروژن در سیلاژ می‌باشد. پایین‌تر بودن pH و در نتیجه بالاتر بودن غلظت یون هیدروژن موجب سریع‌تر شدن هیدرولیز می‌شود. هرچند، در pH های عادی سیلاژ، سرعت این فرایند پایین بوده و ممکن است کمتر از ۰/۵٪ دیواره سلولی را کاهش دهد [۵۵].

۲-٤- فازهای تخمیر نرمال

در تبدیل علوفه تازه به سیلاژ چهار فاز تخمیر وجود دارد که در مدت ۲۱ روز سیلو کردن کامل‌می‌شود (شکل۲-۱). در سیلاژهای نامطلوب فاز پنجم نیز وجود دارد.

۲-۴-۱- مرحله ۱: تنفس گیاه

این مرحله را فاز هوازی می‌نامند، که به‌محض چیدن علوفه شروع می‌شود. هنگامی که علوفه چیده شد گیاه به تنفس خود برای چند ساعت ادامه می‌دهد. اگر هوای سیلو به‌خوبی خارج نشود، تنفس ادامه می‌یابد. سلول‌های گیاه خردشده، هنوز می‌توانند از اکسیژن استفاده کنند زیرا، اکثر قسمت‌های دیواره سلولی هنوز سالم بوده و آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین، هنوز عمل می‌کنند. در این زمان، باکتری‌های هوازی به‌طورطبیعی در ساقه حضور داشته و رشد می‌کنند. در این مرحله، کربوهیدرات‌های قابل دسترس