



موسسه تحقیقات علوم دانی



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

سیلاژ ذرت

برداشت، تهیه و مصرف، بایدها و نبایدها

نویسندگان

مهدی افتخاری، حسن فضائلی و مجید توکلی

۱۴۰۱

سرشناسه عنوان و نام پدیدآور	افتخاری، مهدی، ۱۳۶۱ سیلاژ ذرت برداشت، تهیه و مصرف، بایدها و نبایدها/نویسندگان مهدی افتخاری، حسن فضائلی و مجید توکلی؛ مدیر داخلی ویدا همتی؛ تهیه شده در مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی.
مشخصات نشر	تهران: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری شابک	۸۸ص: مصور (رنگی)، جدول. ۹-۶۲-۶۲۲-۷۹۴۹-۹۷۸
مشخصات فهرست نویسی یادداشت	فیبا کتابنامه: ص. ۸۷.
موضوع	ذرت -- ایران -- علوفه سیلویی Corn -- Iran -- Silage ذرت -- ایران -- اصلاح نژاد Corn -- Iran -- Breeding ذرت -- علوفه سیلویی Corn -- Silage علوفه سیلویی -- ایران Silage -- Iran
شناسه افزوده	فضائلی، حسن، ۱۳۳۴ -
شناسه افزوده	توکلی، مجید، ۱۳۵۷ -
شناسه افزوده	مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی
شناسه افزوده	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی
رده بندی کنگره	SB۱۹۱:
رده بندی دیویی	۶۳۳/۱۵:
شماره کتابشناسی ملی	۸۸۰۸۷۶۱:
اطلاعات رکورد کتابشناسی	فیبا

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۹۴۹-۶۲-۹

ISBN: 978-622-7949-62-9

عنوان: سیلاژ ذرت: برداشت، تهیه و مصرف، بایدها و نبایدها

نویسندگان: مهدی افتخاری، حسن فضائلی و مجید توکلی

طراح روی جلد: مجید توکلی

مدیر داخلی: ویدا همتی

تهیه شده در: مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور- دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

شمارگان: ۱۰۰۰

نوبت چاپ: اول/ ۱۴۰۱

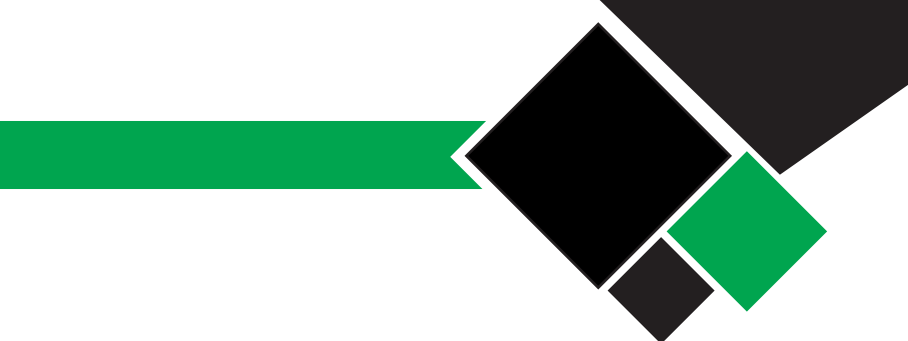
قیمت: رایگان

مسئولیت صحت مطالب با نویسندگان است.

شماره ثبت در مرکز فن آوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۶۰۰۹۲ به تاریخ ۱۴۰۰/۰۵/۳۱ است.

نشانی: تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان یمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترویج،

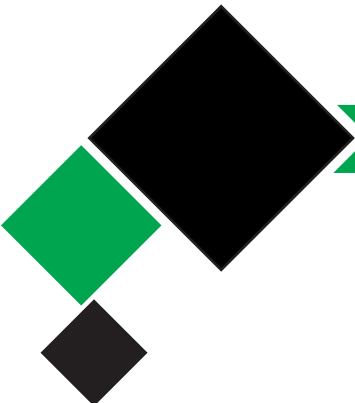
صندوق پستی: ۱۱۱۳ - ۱۹۳۹۵، تلفکس: ۲۲۴۱۳۹۲۳ - ۲۱.



مخاطبان:

- دانشجویان
- کارشناسان
- مروجان مسئول پهنه تولیدی
- دامداران

اهداف:

- شناخت انواع سیلو و سیلاژ ذرت
 - آشنایی با روش صحیح تهیه و مصرف سیلاژ ذرت
 - آشنایی با موارد مهم در ارزیابی سیلاژ ذرت
 - چالش‌های تهیه و مصرف سیلاژ ذرت
- 
- 





فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه	۷
فصل دوم: ساختمان سیلو	۱۱
فصل سوم: برداشت علوفه ذرت	۱۹
فصل چهارم: تهیه سیلاژ ذرت	۳۳
فصل پنجم: تخمیر در سیلاژ ذرت	۴۹
فصل ششم: ارزیابی سیلاژ ذرت	۵۹
فصل هفتم: افزودنی‌های سیلاژ	۶۹
فصل هشتم: چالش‌های برداشت و مصرف علوفه ذرت	۷۷
منابع	۸۷







فصل اول

مقدمه

در بین روش‌های استفاده از علوفه در تغذیه دام، به کارگیری علوفه سیلو شده به دلیل حفظ بهتر ارزش غذایی آن و نیز محافظت بیشتر محصول از صدمات شیمیایی و فیزیکی در محیط، معمول شده است. علوفه سیلو شده بسیار خوش خوراک بوده و بستر مناسبی برای تهیه جیره غذایی کاملاً مخلوط فراهم می‌سازد. به دلیل تخمیر اولیه علوفه در مرحله سیلو شدن مدت‌زمان ماندگاری این محصول در شکمبه دام نسبتاً کم بوده و سرعت تخمیر و هضم آن نیز سریع‌تر از علوفه خشک می‌باشد. در ابتدا استفاده از علوفه به صورت سیلو شده بیشتر در کشورهای اروپایی که آب و هوای مرطوب و بارندگی نسبتاً بالایی دارند، مرسوم بوده است، ولی این روش تهیه علوفه به سرعت در سایر نقاط دنیا نیز رواج یافت. علوفه سیلو شده محصول تخمیر اسیدی علوفه سبز است که به طور فشرده و در شرایط بی‌هوای در فضا یا مخزنی به نام سیلو^۱ ذخیره می‌شود (۱).

مهم‌ترین گیاهی که در ایران از علوفه آن برای سیلو کردن استفاده می‌شود گیاه ذرت می‌باشد. ذرت گیاهی

۱-Silo: در متون فارسی هم به محل ذخیره و هم به‌اشتباه به علوفه ذخیره شده، سیلو گفته می‌شود.

یک ساله است که در نواحی مختلف ایران کشت می شود. سیلاژ ذرت از معمول ترین منابع خوراکی مورد استفاده در تغذیه دام به ویژه در تغذیه گاوهای شیری می باشد. در مقایسه با علوفه خشک، سیلاژ، مواد مغذی تولید شده در دسترس را افزایش می دهد و سبب کاهش هزینه های تغذیه می شود. سیلاژ همچنین به دلیل مکانیزاسیون بالاتر برداشت، سبب کاهش هزینه های کارگری می شود. تهیه سیلاژ هزینه برداشت و ذخیره کمتری نسبت به علوفه خشک دارد و در عین حال انعطاف پذیری بیشتری در میزان رطوبت در زمان برداشت وجود دارد (۱۲). این حالت به ویژه در مناطقی از کشور که شرایط آب و هوایی امکان خشک نمودن علوفه را فراهم نمی سازد دارای اهمیت می باشد. فرایند سیلاژ، تخمیر میکروبی بی هوازی قندهای محلول در آب به اسیدلاکتیک است که باعث کاهش pH و حفظ محصول سیلو شده از فساد می گردد. هدف، کاهش سریع pH جهت حداقل نمودن اتلاف تخمیر مواد مغذی به ویژه پروتئین می باشد (۱۴).

ارزش غذایی سیلاژ ذرت

سیلاژ ذرت حاوی غلظت قابل توجهی انرژی است اما غلظت پروتئین آن به مراتب کمتر از نیاز دامها است، پروتئین آن حدود ۸ درصد ماده خشک است که این میزان پروتئین برای تأمین احتیاجات گاوهای شیری کافی نیست.

سیلاژ ذرت با کیفیت بالا دارای حدود ۳۰ درصد نشاسته است؛ در مقابل سیلاژ ذرت با کیفیت پائین ممکن است حاوی ۱۵ درصد نشاسته باشد. سیلاژ ذرت معمولاً از نظر مواد معدنی شامل کلسیم، منیزیم، سدیم و فسفر در سطح پائینی قرار دارد. انرژی قابل متابولیسم سیلاژ ذرت به درصد دانه آن بستگی دارد، چون دانه نسبت به علوفه به مراتب انرژی بیشتری دارد. هرچه نسبت دانه در علوفه برداشت شده بیشتر باشد کیفیت سیلاژ ذرت هم بالاتر خواهد بود. زمان برداشت، کیفیت تخمیر و مدیریت برداشت علوفه سیلو شده روی میزان انرژی سیلاژ ذرت موثر است.



شکل ۱-۱. دانه‌های ذرت در علوفه ذرت خرد شده

سیلاژ ذرت به عنوان منبعی از فیبر قابل هضم و انرژی قابل تخمیر در جیره دام است. ترکیب شیمیایی سیلاژ ذرت بر اساس نشریه انجمن تحقیقات بین‌المللی (NRC, ۲۰۰۱)^۱ و کتاب جداول ترکیبات شیمیایی منابع خوراک دام و طیور ایران در جدول ۱-۱ آمده است.

1- National Research Council. 2001

جدول ۱-۱. ترکیب شیمیایی سیلاژ ذرت بر حسب ماده خشک

مورد	NRC	منابع خوراک دام و طیور ایران
ماده خشک (درصد)	۳۲-۳۸	۲۵/۹۱
پروتئین خام (درصد)	۸/۸	۸/۳۴
چربی خام (درصد)	۳/۲	۱/۶۱
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۴۵	۵۵/۳
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)	۲۸/۱	۳۴/۶۳
لیگنین (درصد)	۲/۶	---
خاکستر (درصد)	۴/۳	۱۰/۵۸
کربوهیدرات‌های غیرالیافی (درصد)	۴۰	---
مجموع مواد مغذی قابل هضم (درصد)	۶۸/۸	---
انرژی خالص شیردهی (مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک)	۱/۴۵	---
A (درصد از پروتئین خام)	۵۱/۳	---
B (درصد از پروتئین خام)	۳۰/۲	---
C (درصد از پروتئین خام)	۱۸/۵	---
کلسیم (درصد)	۰/۳	۰/۶۱
فسفر (درصد)	۰/۳	۰/۱۹
پتاسیم (درصد)	۱/۳۰	۱/۹۹
سدیم (درصد)	۰/۰۱	---
کلر (درصد)	۰/۲۹	---
گوگرد (درصد)	۰/۱۴	---



فصل دوم

ساختمان سیلو

سیلو ممکن است به صورت خندقی داخل زمین و یا روی زمین احداث شود. در هر دو حالت می توان تا زمانی که صدمه فیزیکی به پوشش سیلو وارد نشود، سیلاژ مناسبی به دست آورد. مدت زمان ذخیره و نگهداری علوفه به شکل سیلاژ می تواند به ۳ تا ۵ سال برسد. علاوه بر این ممکن است سیلو به صورت پلاستیکی و در اشکال کیسه ای یا تونلی نیز تهیه و نگهداری شود.

سیلوهای خندقی

این سیلوها به صورت حفر و خاک برداری در داخل زمین ایجاد می شوند و ورود به داخل سیلو از طریق سطح شیب دار صورت می گیرد. دیوارها معمولاً بتنی یا سیمان اندود است. کف سیلو معمولاً شیب دار و شیب آن به میزان ۱ درصد به سمت چاهک جمع آوری و خروج پساب در نظر گرفته می شود. سیلوهای خندقی با ارتفاع دیواره ۳-۲/۵ متر معمولاً برای گاوداری های با ظرفیت ۱۰۰ تا ۴۰۰ رأس مناسب هستند. از آنجا که آسفالت در مقابل اسید تولیدی در سیلو و همچنین در مقابل انجماد نسبت به بتن

مقاوم‌تر است برای پوشش کف سیلو ترجیح داده می‌شود. ولی در روزهای گرم باید از لغزش چرخ‌های وسایل برداشت جلوگیری نمود. طول سیلو توسط مجموع سیلاژ ذرتی که باید ذخیره شود تعیین می‌شود. این نوع سیلو در مناطقی که سطح آب زیرزمینی بالاست قابل استفاده نیست (۱۰).



شکل ۱-۲. سیلوی خندقی

سیلوهای روزمینی با دیواره ثابت

این سیلوها در مکان‌هایی که زمین صخره‌ای است و یا سطح آب بالا است مورد استفاده قرار می‌گیرد. هزینه بالایی ندارند و علوفه سیلو شده می‌تواند تا مدت زمان طولانی باقی بماند. یکی از مزایای این نوع سیلو این است که مشکلی در دفع پساب سیلو وجود ندارد (۱۰).



شکل ۲-۲. سیلوهای روزمینی با دیواره ثابت

سیلوهای روزمینی بدون دیواره

این سیلوها شبیه سیلوهای افقی (روزمینی) هستند و فقط دیواره‌های جانبی را ندارند. دو چالش اصلی در تهیه این سیلاژ فشرده‌سازی و پوشاندن سطح آن است. از آنجا که با افزایش ارتفاع این سیلوها خطر سقوط تراکتور افزایش می‌یابد این سیلوها به اندازه کافی عریض و کوتاه تهیه می‌شوند. شیب مناسب این سیلو به صورت ۱ متر ارتفاع به ازای هر ۳ متر طول و معمولاً حداکثر ارتفاع این سیلوها ۵/۵ تا ۶ متر است (براساس امکانات تخلیه ماشین). برای تهیه سیلاژ به این روش باید زمین زهکش مناسب داشته باشد. سطح برداشت باید محدود باشد و سرعت برداشت باید نسبت به سیلوهای خندقی بیشتر باشد. محل سیلو باید به دلیل احتمال افتادن شاخه درختان و تخریب توسط پرندگان دور از درختان باشد.

این سیلوها هزینه ساخت ندارند و چنانچه فشردن و عایق‌سازی به نحو مطلوبی انجام شود با ضایعات زیادی همراه نخواهد بود. چون دیواره‌های جانبی وجود ندارند ارتفاع سیلو محدود خواهد بود. بنابراین نسبت سطح به حجم افزایش می‌یابد و در نتیجه احتمال فساد در سیلاژ بالا است. استفاده از این سیلو نسبت به سیلوی روزمینی با دیواره سبب افزایش هزینه پلاستیک به ازای هر تن سیلاژ می‌شود (۱۰).



شکل ۲-۳. تهیه سیلوی روزمینی بدون دیواره

سیلوهای پلاستیکی

سیلوهای پلاستیکی ممکن است به صورت کیسه‌ای و کیسه‌ای تونلی تهیه شوند، در سیلوهای کیسه‌ای تونلی ارتفاع کیسه حدود $2/5$ تا $3/5$ متر و طول آن بین ۵۰ تا ۱۵۰ متر است. علوفه خرد شده با ماشین مخصوص همراه با وارد شدن به داخل کیسه فشرده می‌شود. اتلاف این

سیستم به چگالی و میزان رطوبت مواد سیلویی و میزان فشرده شدن مواد توسط ماشین بستگی دارد. جوندگان مثل موش می‌توانند در این سیستم مشکل‌ساز باشند. از مزایای این سیستم این است که نیاز به جای خاصی ندارد و اتلاف و فساد در آن کم است و از طرفی می‌توان در حجم‌های مختلف سیلاژ تهیه نمود. مسلماً هزینه تهیه پلاستیک در این روش بالا خواهد بود (۱۰).



شکل ۲-۴. تهیه سیلوی کیسه‌ای با وزن ۴۰ کیلوگرم و سیلوی کیسه‌ای تونلی

ذخیره موفق سیلاژ در کیسه پلاستیکی به سالم بودن کیسه بستگی دارد. این کیسه‌ها باید روی یک سطح بتونی یا آسفالت که زهکش مناسبی داشته باشند، قرار گیرند. شیب نباید به سمت محل برداشت باشد و محل برداشت باید تمیز و عاری از علف‌های هرز باشد تا از تجمع جوندگان جلوگیری شود. کیسه‌ها باید از نظر آسیب دیدگی مورد بررسی قرار گیرند و در صورت سوراخ شدن سریعاً نسبت به ترمیم آن اقدام نمود. به دلیل سطح تماس بالا نسبت به میزان علوفه سیلو شده در کیسه‌ها، حتی یک نشتی کوچک می‌تواند سبب ایجاد توده‌های بزرگی از علوفه فاسد شود. مورد دیگری که

کیفیت سیلاژ را در کیسه‌ها تحت تأثیر قرار می‌دهد میزان تراکم علوفه سیلو شده می‌باشد که به وسیله اپراتور دستگاه تنظیم می‌شود. از نظر اقتصادی زمانی که دامداری در حال توسعه است و یا اینکه در حال تاسیس می‌باشد کاهش سرمایه لازم برای احداث و نگهداری ساختمان دائمی سیلو مقرون به صرفه است. در صورتی که تنوع زیادی در محموله‌های سیلاژ خریداری شده باشد این تغییرات به هنگام برداشت هم مشاهده خواهد شد (۱۰).

نکته‌ای که باید به هنگام استفاده از این سیلاژ به آن توجه نمود این است که علوفه مورد استفاده تحت تأثیر تغییرات مکانیکی حاصل از این روش قرار می‌گیرد و اندازه قطعات کاهش یافته و نسبت دانه سالم در آن کاهش می‌یابد. میزان برداشت روزانه به هنگام استفاده از سیلاژ کیسه‌ای تونلی باید حدود ۶۰ سانتی‌متر باشد و در صورت امکان در هوای گرم باید بیشتر باشد. در غیر این صورت به ویژه در هوای گرم سیلاژ فاسد شده و کپک می‌زند.

طراحی ساختمان سیلو

موارد مهمی که در طراحی ساختمان سیلو (خندقی یا روزمینی با دیواره بتونی) مدنظر قرار می‌گیرد شامل شیب کف، محل ساخت (دسترسی و آبرگیر نبودن)، حجم و ابعاد مناسب است. طراحی نامناسب سبب افزایش هزینه‌ها در طول زمان به دلیل طول عمر کوتاه و هزینه‌های بالای

نگهداری می‌شود. محل سیلو نباید فاصله زیادی تا محل تهیه خوراک داشته باشد. محل سیلو باید دور از رواناب‌ها باشد تا احتمال آلودگی آب‌های سطحی با پساب سیلو وجود نداشته باشد. ابعاد سیلو، سرعت برداشت، هزینه هر تن سیلاژ و دسترسی به ماشین‌آلات را حین تهیه و برداشت تحت تأثیر قرار می‌دهد. افزایش سطح تماس سبب افزایش میزان فساد هوازی می‌شود. در صورتی که سطح مقطع سیلو خیلی کم باشد، سیلو باریک خواهد بود یا ارتفاع سیلو کم خواهد بود و هزینه‌های مربوط به ساخت و پوشاندن افزایش خواهد یافت. افزایش ارتفاع سیلو سبب فشردگی بیشتر علوفه خرد شده به ویژه در قسمت‌های پائین سیلو می‌شود. در این حالت هزینه پلاستیک برای پوشاندن سطح و مساحت لازم زمین برای ساخت کاهش می‌یابد.

اندازه سطح مقطع سیلو باید متناسب با میزان برداشت باشد. باید هر سه روز بتوان از مقطع عرضی سیلاژ به ضخامت نیم متر برداشت نمود. یک سیلوی دراز و باریک‌تر نسبت به سیلوی پهن و کوتاه ترجیح داده می‌شود. سیلو باید به اندازه‌ای باشد که ذخیره سیلاژ ذرت مورد نیاز طی یک سال در آن میسر باشد. برای اینکه فشردگی‌سازی به نحو مناسبی انجام شود باید عرض سیلو حداقل ۲ برابر عرض وسیله‌ای باشد که با آن سیلو کوبیده می‌شود تا مطمئن باشیم بخش مرکزی سیلاژ هم کوبیده می‌شود (۱۰).



فصل سوم

برداشت علوفه ذرت

زمان برداشت علوفه ذرت از نظر ماده خشک و مرحله بلوغ به سه دلیل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است: ۱- رسیدن به حداکثر تولید مواد مغذی در هکتار، ۲- حداقل نمودن اتلاف در مزرعه و در سیلو و ۳- اطمینان از خوش خوراکی و حداکثر مصرف توسط حیوان. تعیین زمان برداشت یکی از چالش‌های مهم برای دستیابی به علوفه ذرت باکیفیت و با تولید کافی است. اگر چه بسته به رقم گیاه، بلوغ گیاه و محیط ممکن است تفاوت‌هایی وجود داشته باشد ولی ماده خشک مناسب برای برداشت علوفه ذرت ۳۰ تا ۳۵ درصد می‌باشد و برداشت در این ماده خشک سبب حداکثر شدن محصول می‌شود. در این زمان بیشترین هماهنگی بین محتوای دانه، محتوای قند، قابلیت هضم علوفه و میزان رطوبت وجود دارد. برداشت زود هنگام سبب کاهش عملکرد گیاه و همچنین تخمیر ضعیف در سیلاژ می‌شود و مواد قندی مهم از طریق پساب ذرت دفع می‌شوند و ضمن خروج مواد مغذی محلول سبب آلودگی محیط زیست می‌شوند. برداشت دیر هنگام نیز با افزایش الیاف علوفه سبب کاهش قابلیت هضم علوفه خواهد شد. فشرده کردن محصولات با رطوبت پائین نیز به طور صحیح انجام نمی‌شود و فرایند تخمیر را به مخاطره می‌اندازد.

میزان رطوبت و بلوغ علوفه

ماده خشک گیاه یکی از مواردی است که بیانگر بلوغ گیاه در زمان برداشت است، به موازات بالغ شدن گیاه قندها در گیاه ذرت از برگ به سمت بلال می‌روند و به نشاسته تبدیل می‌شوند. گیاه ذرت که زود برداشت شده است نشاسته کمی در بلال خواهد داشت و همچنین میزان از دست دادن مواد مغذی در آن در اثر خروج پساب افزایش می‌یابد. از طرف دیگر اگر علوفه ذرت دیر برداشت شود، قابلیت هضم کمتر و خوش خوراکی کمتری خواهد داشت و فشرده نمودن علوفه جهت خروج هوای بین آن‌ها با مشکل مواجه می‌شود. سیلاژ ذرت باید بسته به نوع ذخیره در زمانی که رطوبت کل گیاه بین ۶۰ تا ۷۰ درصد است برداشت شود. درسیلوهای افقی میزان توصیه شده رطوبت بین ۶۵ تا ۷۰ درصد و در سیلوهای کیسه‌ای بین ۶۰ تا ۷۰ درصد می‌باشد. حداکثر تولید ماده خشک محصول در رطوبت حدود ۶۵ درصد حاصل می‌گردد و در این حال میزان اتلاف در طول تغذیه، ذخیره و مصرف حداقل خواهد بود. لازم به ذکر است در ایران زراعت ذرت علوفه‌ای بیشتر به صورت کشت دوم است و در هنگام برداشت محصول در اغلب مزارع رطوبت زیاد (بیشتر از ۷۵ درصد) است؛ تاخیر در زمان برداشت به دلیل لیگنینی شدن ساقه، سبب کاهش هضم الیاف و نشاسته خواهد شد و دانه‌های بالغ در صورتی که شکسته (فرآیند) نشوند، سخت‌تر بوده و هضم کمتری

خواهند داشت. در ارزیابی علوفه ذرت ماده خشک اهمیت ویژه‌ای دارد. دو حالت زیر را در نظر بگیرید:

جدول ۱-۳. اهمیت ماده خشک بر بازدهی علوفه ذرت

وزن علوفه تر (تن) (تن)	درصد ماده خشک	وزن علوفه خشک (تن) (تن)	۱-۳
۱۰۰	۲۵	۲۵	۱
۹۰	۳۰	۲	۲
-۱۰	۵	۲	تفاوت

همانطور که مشاهده می‌شود اگر چه محموله دوم ۱۰ تن وزن تر کمتری دارد ولی از نظر ارزش غذایی میزان ماده خشک آن نسبت به محموله اول ۲ تن بیشتر است و در عین حال نشاسته و انرژی بیشتری خواهد داشت.

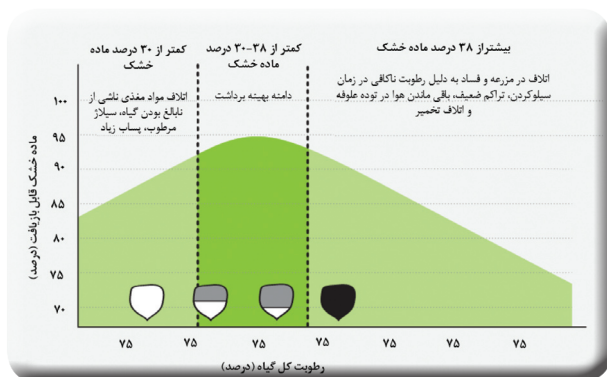
بهترین زمان برداشت موقعی است که نشاسته دانه‌های ذرت به شکل خمیری باشد. زمان برداشت می‌تواند از طریق بررسی خط شیری^۱ دانه روی بلال ذرت مشخص شود. خط شیری سطح مشترک بخش مایع و جامد مغز دانه است. به موازات بلوغ دانه ذرت خط شیری به سمت پائین دانه حرکت می‌کند. به عنوان یک قانون سرانگشتی زمانی که خط شیری در فاصله بین ۱/۲ تا ۲/۳ قسمت انتهایی دانه باشد، کیفیت سیلاژ ذرت بهینه خواهد بود. بررسی خط

1- Milk line

شیری تنها روش سریع و دم دستی ماده خشک کل گیاه است. برداشت نمونه جهت بررسی خط سفید باید از حداقل عمق ۱۰ متری داخل مزرعه صورت گیرد. باید بررسی زمان برداشت از طریق خط سفید در فواصل هر ۱ هفته یک بار انجام گیرد تا بتوان زمان برداشت را بر اساس آن تخمین زد. البته باید توجه داشت به دلیل تفاوت در شرایط آب و هوایی و هیبریدها، رابطه بین خط شیری و زمان برداشت قابل اعتماد نیست و نمی توان با اتکا به خط شیری میزان رطوبت را به طور صحیح برآورد کرد و باید آن را اندازه گیری نمود (۷، ۱۲).



شکل ۳-۱. خط شیری در ۱/۲ (سمت راست) و ۱/۳ (سمت چپ) دانه ذرت



شکل ۳-۲. زمان مناسب برداشت در ارتباط با میزان تولید و وضعیت خط شیری

کاکل زدن ذرت^۱: اولین مرحله در تعیین زمان برداشت دانستن زمان و ترتیب کاشت در مزرعه است. نکته بعدی کاکل-زدن بلال ذرت است. بر اساس مطالعات ۵۵ تا ۶۰ روز بعد از کاکل زدن، ذرت از نظر بلوغ به خط سیاه^۲ می‌رسد. ۴۲ تا ۴۷ روز بعد از کاکل زدن ذرت خط شیری در نیمه طول دانه است، در این حالت رطوبت گیاه ۴۰ درصد است و گیاه ۹۷ درصد کل ماده خشک نهایی خود را خواهد داشت. برای نمونه‌برداری باید از ۲ تا ۳ قسمت در مزرعه نمونه‌برداری کرد و در طول زمان مجدداً از آن نقاط نمونه‌برداری را تکرار نمود تا سرعت کاهش ماده خشک گیاه تعیین گردد. در

1- Silking

2- Black layer

خط سیاه: خط سیاه سلول‌های انتهایی دانه هستند که تغییر رنگ داده و انتقال محصولات فتوسنتزی را به دانه مانع می‌گردند و شبیه به یک لایه مرده سیاه در انتهای دانه می‌باشد. خط سیاه زمانی است که دانه ذرت از نظر فیزیولوژیکی بالغ شده است و در این حالت خط شیری وجود ندارد.

زمان برداشت روزانه ۰/۷-۰/۴ درصد به ماده خشک گیاه افزوده می‌شود. در طول شهریورماه این عدد حدوداً ۰/۵ است. در صورتی که هوا سرد و مرطوب باشد این عدد کمتر خواهد بود. البته این روش تقریبی است و تحت تأثیر رقم، تاریخ کشت، سلامت مزرعه و زمان برداشت، مکان مزرعه، نوع خاک و شرایط آب و هوایی است. تنه‌ها روش قابل اعتماد برای اندازه‌گیری ماده خشک کل گیاه، نمونه‌گیری از مزرعه، فرایند آنها و ارسال به آزمایشگاه است. میزان رطوبت، نسبت به مرحله بلوغ شاخص قابل اعتمادتری جهت بررسی کیفیت علوفه ذرت است (۸).



شکل ۳-۳. کاکل زدن ذرت (سمت راست) و خط سیاه در دانه ذرت (سمت چپ)

به موازات بلوغ علوفه اگرچه میزان دانه افزایش می‌یابد ولی قابلیت هضم نشاسته کاهش می‌یابد. با وجود اینکه میزان فیبر با بلوغ کاهش می‌یابد اغلب انرژی سیلاژ بالغ کاهش می‌یابد و انرژی در دسترس آن کم می‌شود. سیلاژ علوفه بالغ انرژی کمی دارد و قابلیت هضم الیاف آن کم است. تأثیر بلوغ بر ترکیب مواد مغذی سیلاژ ذرت در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳-۲. اثر مرحله برداشت بر تولید و کیفیت سیلاژ ذرت

مرحله بلوغ	رطوبت (درصد)	تولید ماده خشک (تن در هکتار)	پروتئین خام (درصد)	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	قابلیت هضم (درصد)
ذرت دندان اسبی	۷۳	۱۶/۰	۹/۹	۴۸/۰	۷۹/۰
۱/۲ خط شیری	۶۶	۱۸/۰	۹/۲	۴۵/۱	۸۰/۰
۳/۴ خط شیری	۶۳	۱۸/۳	۸/۹	۴/۳	۷۹/۶
بدون خط شیری	۶۰	۱۸/۰	۸/۴	۴/۳	۷۸/۶

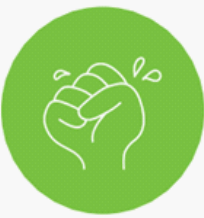
Roth and Heinrichs (۲۰۰۱)

به هنگام برداشت نباید آبیاری ذرت به منظور افزایش ماده خشک قطع شود چون پرشدن دانه‌ها در طول دوره برداشت انجام می‌شود و محدود نمودن آب سبب کاهش تولید علوفه خواهد شد. آخرین آبیاری ذرت باید زمانی انجام گیرد که پس از آن در حالی که گیاه زنده می‌ماند زمین نیز به اندازه کافی خشک شود تا ماشین‌آلات برداشت بتوانند وارد مزرعه شوند. ممکن است ۱۰ تا ۲۰ روز پس از آخرین آبیاری طول بکشد تا ادوات بتوانند وارد مزرعه شوند. جنس خاک، طول مزرعه و آماده سازی زمین زمان آبیاری را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۸).

تعیین ماده خشک سیلاژ در مزرعه

یک روش مناسب برای بررسی ماده خشک سیلاژ ذرت فشردن مشت‌ای از علوفه خرد شده ذرت است، در این حالت در کف دست باید احساس رطوبت شود. در صورتی که رطوبت علوفه به صورت آب در مشت خارج شود، مطمئناً این علوفه پس از سیلو کردن پساب خواهد داشت، در این حالت باید اندازه قطعات را افزایش داد و یا اینکه زمان برداشت علوفه را به تأخیر انداخت. از طرف دیگر زمانی که ماده خشک خیلی بالا باشد، توده علوفه فشرده شده، متراکم باقی نمی‌ماند. در این حالت اندازه قطعات باید کاهش یابد. جزئیات این روش در جدول ۳-۳ آمده است (۳).

جدول ۳-۳. تعیین ماده خشک سیلاژ در مزرعه

	وضعیت سیلاژ فشرده شده	میزان تقریبی رطوبت
	توده فشرده باقی می‌ماند و آب قابل ملاحظه‌ای پس می‌دهد.	بیشتر از ۷۵ درصد
	توده فشرده باقی می‌ماند ولی آب بسیار کمی پس می‌دهد.	۷۰ تا ۷۵ درصد
	توده به تدریج باز می‌شود و آب پس نمی‌دهد.	۶۰ تا ۷۰ درصد
	توده به سرعت باز می‌شود.	کمتر از ۶۰ درصد

Bates, 1998

برداشت

برداشت علوفه ذرت در مزارع با دستگاه چاپر انجام می‌شود. چاپرها بسته به ظرفیت برداشت ممکن است ۲ ردیفه، چهار ردیفه و ... تا ۲۰ ردیفه باشند. مواردی که به هنگام برداشت باید به آنها توجه نمود شامل اندازه قطعات، استفاده از فرآیندساز، ارتفاع برداشت می‌باشد. معمولاً در ایران چاپرهای برداشت ذرت چهار ردیفه و شش ردیفه هستند.



شکل ۳-۴. برداشت علوفه ذرت توسط چاپر

اندازه قطعات

اندازه قطعات سیلاژ ذرت به عنوان یکی از منابع تأمین فیبر موثر در جیره مهم است. کوچک شدن بیش از اندازه ذرات، سلامت و عملکرد شکمبه را در گاوها تحت تأثیر قرار می‌دهد و بزرگ بودن اندازه آنها سبب می‌شود دام‌ها قادر به جداسازی آن باشند. اندازه ایده آل قطعات ۱۰ تا ۱۵ میلی‌متر است. این اندازه نظری است و قطعات کوچکتر و بلندتر

در سیلو مشاهده خواهند شد. اندازه قطعات در چارهای دقیق باید به هنگامی که فرایندساز ندارند یک سانتی متر و زمانی که از فرایندساز استفاده می شود در حد ۲ سانتی متر تنظیم شود. استفاده از الک های پنسیلوانیا روش ساده ای برای بررسی اندازه قطعات سیلاژ ذرت است و طبق پروتکل سساده ای انجام می شود و می تواند اطلاعات مفیدی راجع به اندازه خوراک ارائه دهد (۱۲).

جدول ۳-۴. مقادیر هدف در بررسی اندازه قطعات سیلاژ ذرت با استفاده از الک پنسیلوانیا

الک	درصد از قطعات	توضیحات
بالایی: بزرگتر از ۲ سانتی متر	۳-۸	جداسازی ممکن است تا بیشتر از ۱۲ درصد اتفاق بیافتد.
دومی: ۱/۲-۲ سانتی متر	۴۵-۶۵	فیبر موثر با قابلیت هضم خوب
سومی: ۱/۲-۰/۸ سانتی متر	۲۰-۳۰	
تشتک: کوچکتر از ۰/۸ سانتی متر	کمتر از ۱۰	

اندازه ذرات مورد نیاز به مقدار مورد استفاده از سیلاژ ذرت در جیره بستگی دارد. در گله های گاو شیری اگرچه خرد کردن ریز سیلاژ سبب افزایش مصرف انرژی و هزینه های کلی برداشت می گردد ولی سبب کاهش رفتار انتخاب دام ها، کاهش زمان ایستادن پای آخور و در نهایت سبب بهبود بازده تولیدی و اقتصادی می گردد.

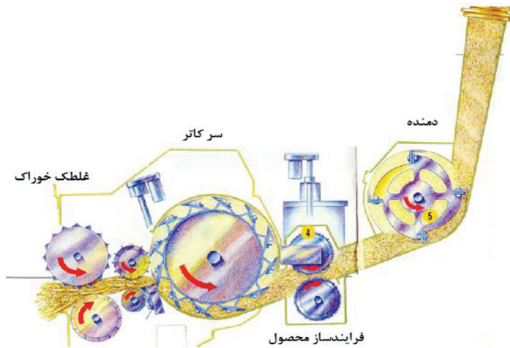


شکل ۳-۵. الک‌های پنسیلوانیا و نحوه استفاده از آنها

فرآیند سیلاژ/غلطک

فرایند سیلاژ به عبور علوفه خرد شده از بین دو غلطک که سبب خردشدن ماده گیاهی به هنگام عبور می‌شود، اطلاق می‌شود. فرایند دانه سبب خرد شدن قطعه‌های بلال می‌شود و باعث افزایش دسترسی به نشاسته به میزان ۱۰ درصد می‌شود. فرایند گیاه با شکستن لایه بیرونی دانه و افزایش سطح تماس و دسترسی میکروب‌های شکمبه، قابلیت هضم نشاسته را افزایش می‌دهد. مهمترین نتیجه فرایند غیراصولی دانه‌های ذرت حضور دانه‌های ذرت به هنگام تغذیه سیلاژ در مدفوع خواهد بود. فرایند دانه سبب می‌شود ۹۵ درصد از دانه‌ها شکسته شوند به طوری که ۷۰ درصد از قطعات کوچک تر از یک چهارم دانه هستند. فرایند دانه سبب بهبود هضم نشاسته، جابجایی و فشردگی مواد و بهبود مصرف الیاف و خوراک به موازات کاهش انتخاب در خوراک می‌شود و بایستی با هدف حداقل چهار تکه کردن دانه‌ها مورد استفاده قرار گیرد تا باکتری‌های شکمبه به

نشاسته با قابلیت هضم زیاد داخل دانه دسترسی داشته باشند.



شکل ۳-۶. محل قرارگیری و نحوه عمل فرایندساز

استفاده از فرایندساز سبب افزایش قابلیت هضم نشاسته به میزان ۵ درصد می شود که معادل افزایش تولید شیر به میزان بیش از ۴۵۰ گرم می باشد. اندازه قطعات سیلاژ و تنظیمات فرایندساز بر اساس ماده خشک کل گیاه در جدول ۳-۵ ارائه شده است (۵).

جدول ۳-۵. اندازه قطعات علوفه و تنظیمات فرایندساز بر اساس ماده خشک کل گیاه

ماده خشک کل گیاه	طول قطعات	تنظیمات فرایندساز گیاه
کمتر از ۳۰ درصد	۱۷ تا ۲۰ میلی متر	۵ تا ۹ میلی متر
بین ۳۰ تا ۳۶ درصد	۱۲ تا ۱۵ میلی متر	۲ تا ۳ میلی متر
بیشتر از ۳۶ درصد	۷ تا ۱۰ میلی متر	۱ میلی متر

فرایند ذرت علاوه بر اینکه سبب بهبود مصرف و کاهش انتخاب خوراک می شود باعث افزایش قابلیت تراکم توده علوفه و قابلیت هضم نشاسته نیز می شود. نکته مهم اینکه در علوفه های با بلوغ متوسط یا نابالغ، فرایند کردن باعث بهبودی در قابلیت هضم خوراک نمی شود. علوفه فرایند شده مشابه فرایند نشده باید در رطوبت ۶۵ درصد برداشت شود ولی اندازه آن می تواند تا حدود ۲ سانتی متر افزایش یابد. زمانی که فرایند مناسب باشد ۹۰ تا ۹۵ درصد دانه ها باید شکسته شوند.

ارتفاع برداشت

لیگنین بیشتر در قسمت های انتهایی ساقه ذرت تجمع می یابد. با افزایش ارتفاع برداشت لیگنین بیشتری در مزرعه باقی می ماند و بنابراین قابلیت هضم علوفه برداشت شده افزایش می یابد.



فصل چهارم

تهیه سیلاژ ذرت

نکاتی که به هنگام تهیه علوفه سیلو شده ذرت بایستی به آن‌ها توجه داشت شامل موارد زیر می‌باشد:

آماده‌سازی سیلو

سیلوی خالی این فرصت را می‌دهد که بخش‌های مختلف آن مورد بررسی قرار گیرند. باید استحکام بنای سیلو مورد بررسی قرار گیرد تمام سیلوهای با عمر بیش از ۱۰ سال باید مورد بررسی قرار گیرند. سطوحی (شکاف، چاله) که احتیاج به لکه‌گیری دارند باید مرمت شوند. همچنین باید زهکش سیلو (در صورت وجود) مورد بررسی قرار گیرد و از باز بودن خروجی پساب اطمینان حاصل نمود. باید بقایای سیلاژ سال قبل از داخل سیلو تمیز شده و از ورود رواناب‌ها به داخل ساختمان سیلو جلوگیری شود.



شکل ۴-۱. لزوم تعمیر و تمیز کردن سیلو قبل از تهیه سیلاژ

ادوات

باید ادوات شامل تراکتور، لودر و ... در صورتی که تحت مالکیت گاودار باشد از نظر سلامت مورد بررسی قرار گیرند و در صورت نیاز فیلتر و روغن موتور آنها تعویض شود و گریس کاری و روغن کاری لازم در آنها انجام شود. در صورتی که ادوات از خارج از مجموعه تهیه می‌شوند باید ضمن انجام هماهنگی‌های لازم، نسبت به عقد قرارداد اقدام نمود.

پر کردن سیلو

برای دستیابی به یک سیلاژ با کیفیت باید در سریع‌ترین زمان ممکن سیلو از علوفه خرد شده ذرت پر شود تا زمان تماس با هوا به حداقل برسد. فشردگی باید به درستی انجام شود تا سیلاژ با کیفیتی تولید شود. تخمیر سیلاژ یک فرایند غیرهوازی است؛ بنابراین هدف از کوبیدن خارج ساختن تمام هوای سیلاژ ذرت است. فشردگی تحت تأثیر وزن وسیله نقلیه، مدت زمان کوبیدن و ضخامت لایه‌های علوفه ذرت است که فشرده می‌شوند.

نحوه پر کردن سیلو

پر کردن سیلو باید به نحوی باشد که تماس علوفه سیلو شده با هوا حداقل باشد. ضخامت لایه‌ها حدود ۱۵

سانتی متر توصیه می شود تا امکان فشردگی به میزان مناسب در سیلو اتفاق بیافتد. اگر حجم علوفه ریخته شده در محل سیلو زیاد باشد، باید علوفه در جلوی سیلو ریخته شود و به تدریج و لایه به لایه روی علوفه قبلی ریخته شده و فشرده شود. روش های مختلف پرکردن سیلو در شکل ۴-۲ ارائه شده است، روش توصیه شده به شکل اول (شکل ۴-۲. قسمت الف) است. در این روش سیلو از انتها به شکل لایه هایی با شیب حدود ۳۰ تا ۴۰ درجه پر می شود. در این حالت تنفس گیاهی حداقل بوده و می توان در صورت لزوم از انتها نسبت به پوشاندن سیلو اقدام نمود. در حالت دوم (شکل ۴-۲. قسمت ب) عملاً سیلاژ به صورت لایه های با شیب زیاد کنار هم قرار می گیرد. در حالت سوم (شکل ۴-۲. قسمت ج) لایه ها به صورت افقی و در طول سیلو پخش می شوند (۱۳).



الف: سطح شیبدار پیش رونده



ب: تکمیل ارتفاع قبل از طول



ج: تکمیل طول قبل از ارتفاع

شکل ۴-۲. روش های پرکردن سیلو

در سیلاژهای روزمینی که بدون دیواره هستند نسبت طول به ارتفاع نباید کمتر از ۴ به ۱ باشد. یعنی شیب باید کمتر از ۲۵ درصد و در حد ۲۲ درصد باشد تا تا از کناره‌ها هم امکان فشرده‌سازی توده گیاهی وجود داشته باشد.



شکل ۴-۳. نسبت طول به ارتفاع در سیلوهایی روزمینی بدون دیواره

باید توجه نمود قسمت فوقانی سیلو به اندازه ای بالا آمده باشد تا پس از پوشاندن روی سیلو، آب حاصل از بارندگی بالای آن جمع نشود و یا بعد از آماده شدن سیلو برای مصرف پستی و بلندی ایجاد نشود. برای تکمیل پرکردن سیلو توصیه می‌شود سطح فوقانی سیلو به اندازه یک هشتم عرض سیلو بالا بیاید تا بارندگی در سیلو نفوذ نکند.



شکل ۴-۴. تجمع آب روی پوشش سیلو به دلیل عدم تنظیم سطح فوقانی سیلو

هرچه توده علوفه به هنگام پرکردن سیلو در سطح بیشتری پخش شود به دلیل سطح تماس بیشتر سیلاژ میزان اتلاف سیلاژ بیشتر خواهد بود.



شکل ۴-۵. سیلاژی که در سطح نسبتاً زیادی پخش شده است.

فشرده سازی سیلاژ

نحوه صحیح کوبیدن علوفه در قسمت ۱ شکل ۴-۶ نشان داده شده است. این حالت امکان متراکم نمودن توده گیاهی اطراف دیواره ها را فراهم می سازد. در موارد ۲ و ۳ امکان فشرده سازی علوفه کنار دیواره به میزان کافی وجود ندارد.



شکل ۴-۶. روش های فشرده سازی سیلاژ

جهت کوبیدن سیلاژ، تراکتور چرخ لاستیکی نسبت به نوع زنجیری ترجیح داده می‌شود. چون چرخ‌ها وزن تراکتور را در سطح کمتری وارد می‌سازند و کار کوبیدن را بهتر انجام می‌دهند. از طرفی، زنجیرها سبب پاره شدن بیشتر دیواره سلولی علوفه و جاری شدن پساب بیشتری می‌شوند. استفاده از تراکتورهای جفت چرخ برای فشرده‌سازی سیلاژ ترجیح داده می‌شود، چون میزان فشردگی به هنگام استفاده از تراکتورهای جفت چرخ نسبت به تک چرخ تغییر زیادی نمی‌کند ولی در عوض در زمان صرفه‌جویی می‌گردد (۱۳).



شکل ۴-۷. استفاده از تراکتور جفت چرخ در کوبیدن سیلاژ

در نیمه بالایی سیلو فشردگی بیشتری نسبت به کف لازم است. باید راننده لودر یا تراکتور به صورت مداوم توده گیاهی را بکوبد و صرفاً منتظر آمدن محموله بعدی نباشد. باید علوفه چاپر شده به صورت مدام در سیلو تخلیه شود تا بتوان عمل فشرده‌سازی را به طور یکنواخت و منظم

انجام داد و از ایجاد توده‌هایی که با تراکتور به خوبی فشرده نمی‌شوند جلوگیری شود. باید سرعت حرکت تراکتور در زمان کوبیدن کم باشد (۲ تا ۳ کیلومتر در ساعت) و حین کوبیدن فشار باد تایرها بالا باشد (فشار لاستیک ۲/۵ تا ۳ بار باشد). توصیه می‌شود لودر یا تراکتور تا ۱/۵ ساعت پس از تخلیه آخرین محموله در سیلو کار کوبیدن را ادامه دهند و در روز بعد نیز ۱/۵ ساعت قبل از ریختن بار علوفه، مجدداً کوبیدن را آغاز کنند. لازم است تعداد یا وزن ماشین‌آلات متناسب با میزان برداشت افزایش یابد تا فشردگی علوفه برداشت شده به نحو مناسبی انجام شود به طوری که مقدار ماده خشک در سیلو به ۲۴۰ کیلوگرم در متر مکعب که معادل حدود ۷۰۰ کیلوگرم علوفه تازه با ماده خشک ۳۵ درصد در هر متر مکعب می‌باشد، برسد. این میزان فشردگی می‌تواند با ۱ تا ۴ دقیقه فشردن به ازای هر تن علوفه در زمانی که میزان تخلیه علوفه ۳۰ تن در ساعت است حاصل شود. فشار وارده بر علوفه در سیلو بیشتر بر ۱۵ سانتی‌متر بالایی اثر گذار است به همین دلیل توصیه می‌شود فشرده‌سازی در لایه‌های ۱۵ سانتی‌متر یا کمتر انجام شود. برای رسیدن به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر یک بار کامیون به وزن ۹ تن باید در مساحتی به اندازه ۲۲۰ متر مربع پخش شود. وزن تراکتور که برای کوبیدن استفاده می‌شود سرعت زنجیره برداشت را تعیین می‌کند. و از طریق فرمول زیر تعیین می‌شود (۱۳):

$۳۶۰ \times (\text{تن در ساعت}) = \text{سرعت پرشدن} = (\text{کیلوگرم}) \text{ وزن بهینه ماشین آلات}$
 به عبارت دیگر سرعت تخلیه بار از فرمول زیر قابل محاسبه است:

$۳۶۰ / (\text{کیلوگرم}) \text{ وزن ماشین آلات} = (\text{تن در ساعت}) \text{ سرعت بهینه پرشدن}$
 چاپر ۸ ردیفه در هر ساعت ۱۵۰ تن علوفه برداشت می کند، با استفاده از قانون ۳۶۰ به این صورت که به ازای هر تن از علوفه حدود ۳۶۰ کیلوگرم وزنه برای کوبیدن در هر ساعت لازم است. بنابراین برای کوبیدن علوفه برداشت شده توسط این چاپر به ۵۴ تن وزن برای فشردن لازم است.
 به طور سرانگشتی وزن ماشین آلات می تواند از فرمول زیر نیز محاسبه شود:

$$\text{وزن تراکتور} = \frac{(\text{ساعت در تن}) \text{ تازه علوفه تن حسب بر برداشت میزان}}{۳}$$

عایق سازی (پوشاندن سیلو)

پس از پرکردن سیلو باید روی آن را سریعاً با نایلون پوشاند تا از نفوذ هوا و آب به داخل آن جلوگیری شود. تخمیر لاکتیکی سیلو تا زمانی که علوفه در شرایط بی هوازی قرار نگیرد آغاز نمی شود. به منظور افزایش سرعت تخمیر و کاهش اتلاف ماده خشک، روی سیلو باید در کوتاه ترین زمان ممکن پوشانده شود. پوشاندن سیلو سبب دور ماندن هوا از سیلو می شود. بالاترین میزان فساد در قسمت های سطحی سیلو اتفاق می افتد. به منظور

پوشاندن مناسب سیلو باید سطح سیلاژ صاف شود تا از تاخوردگی و چین خوردگی پوشش سیلو جلوگیری شود. سوراخ‌ها و محل قرار گرفتن لبه‌ها روی هم را باید با چسب مسدود نمود. لبه پوشش در محل اتصال باید روی هم قرار گیرد. حتی‌الامکان روی هم افتادگی نایلون‌ها باید کم باشد، چون باعث میعان و تولید آب می‌شود که با نفوذ به داخل سیلو می‌تواند سبب کاهش کیفیت آن شود.



شکل ۴-۸. پوشاندن سطح سیلو با دولایه نایلون و برزنت و پوشاندن سطح با آجر



شکل ۴-۹. پوشاندن سیلو با نایلون و آجر فرش روی آن



شکل ۴-۱۰. پوشاندن روی سیلو با دو لایه نایلون و گونی و استفاده از تایر روی آنها



شکل ۴-۱۱. پوشاندن روی سیلو با کلش: کدام یک بهتر است؟

همه لبه‌های پلاستیک باید مسدود و عایق شوند تا از بلند شدن یا چین خوردن آن و از مکش هوا به روی سطح سیلو و فساد آن جلوگیری شود. از کیفیت یا ضخامت پلاستیک مورد استفاده بایستی مطمئن بود. از پلاستیک‌هایی باید استفاده کرد که ضخامت آنها حداقل ۰/۵ میلی‌متر باشد و ترجیحاً ضد اشعه ماورای بنفش باشد. ممکن است روی سیلو با تایر یا تایرهای بریده شده، کیسه‌های سنگین حاوی خاک، آجر، خاک، کلش یا ... پوشانده شود. لازم است هزینه پوشش‌های مختلف باید بر اساس ارزش سیلاژ و سال‌های استفاده از آن برآورد شود.

نکته مهم این است که وزنه کافی در لبه‌های پلاستیک گذاشته شود تا مانع از بلند شدن پلاستیک توسط باد و نفوذ هوا به داخل سیلو شود. از آنجا که ممکن است پوشش سیلو توسط جوندگان، سگ، حیوانات اهلی، گربه یا حیوانات وحشی کوچک سوراخ شود، بنابراین بازرسی منظم و در صورت لزوم، ترمیم آنها توصیه می‌شود. در روزهای سیلوکردن، اگر احتمال بارندگی وجود داشته باشد توصیه می‌شود حتی‌الامکان نایلون به صورت موقتی روی سیلو کشیده شود تا از ورود آب باران به داخل سیلو و افزایش رطوبت و فساد در آن جلوگیری شود (۷).



شکل ۴-۱۲. پوشاندن موقتی سیلو در زمانی که احتمال بارندگی وجود دارد.

برداشت سیلاژ

در حین برداشت و مصرف روزانه سیلاژ باید سطح مقطع یا سطح برش سیلاژ محکم باقی بماند، به طوری که در آزمون فشردگی با انگشتان دست نتوان بیش از طول ناخن‌ها، انگشتان دست را به درون سیلو وارد نمود. متراکم نبودن سیلاژ سبب نفوذ هوا به داخل توده علوفه و تخمیر مواد مغذی توسط باکتری‌های هوازی و تولید موادی مثل دی‌اکسید کربن، گرما و آب می‌شود که منجر به اتلاف کیفی و کمی سیلاژ خواهد شد. با انجام صحیح فرایند فشرده‌سازی و عایق کاری سیلو، از ورود و فعال شدن قارچ‌ها در سیلو جلوگیری می‌شود. وجود قارچ در سیلو نشان‌دهنده هوازدگی سیلو به مدت چند روز یا بیشتر می‌باشد. اگرچه همه قارچ‌ها سمی نیستند ولی برخی از آنها می‌توانند سبب بیماری و یا حتی مرگ حیوان شوند. نباید هرگز سیلاژ آلوده به قارچ یا سیلاژ پوسیده به مصرف دام برسد (۱۳). در زمان برداشت دهانه سیلو باید در خلاف جهت باد رایج در منطقه باز گردد تا از ورود هوا به زیر پوشش سیلو جلوگیری شود. در صورت امکان باید برداشت سیلو با سیلوتراش انجام شود و یا اینکه لبه سیلو بدون اینکه فشردگی آن تحت تأثیر قرار گیرد با وسایل و ادوات مناسب تراشیده شود. استفاده از بیل تراکتور سبب شل شدن بخش زیادی از توده سیلو شده مقابل بیل می‌شود و از آنجا که ممکن است توده سست شده حتی تا چند روز مصرف نشود، استفاده از آن

جهت برداشت سیلاژ توصیه نمی‌شود. در هر حال برداشت حین تراشیدن باید از بالا به پائین صورت گیرد که در هر بار برداشت لایه نازکی از سیلاژ تراشیده می‌شود و سطح برداشت به صورت یکنواخت و صاف خواهد بود. نتایج تحقیقات نشان می‌دهند که اندازه قطعات به هنگام استفاده از سیلو تراش کاهش پیدا نمی‌کند.



شکل ۴-۱۳. برداشت دستی و با استفاده از سیلو تراش سیلاژ ذرت

تراش سیلاژ از بالا به پائین سبب می‌گردد تنوع محصول برداشت شده در مزرعه و کوبیده شده در لایه‌های افقی، تا حدی جبران و ماده مصرفی تا حد زیادی یکنواخت باشد. همچنین باید در میزان برداشت سیلاژ دقت کافی داشت تا بخش اضافه‌ای به صورت توده‌ای از علوفه سیلو شده که سست شده است به صورت مازاد باقی نماند. تخمین زده می‌شود که بیش از ۲۰ درصد فساد سیلاژ در زمان برداشت آن رخ می‌دهد، در طی زمان‌های برداشت باید بخشی از سیلاژ که در معرض هوا باقی می‌ماند به حداقل برسد تا فساد و اتلاف هوازی حداقل شود. در زمان برداشت تمام خش‌های فاسد شده باید به دقت جدا و از مخلوط شدن آن با خوراک جلوگیری شود. استفاده از این خش‌ها

سبب کاهش خوراک، کاهش قابلیت هضم، کاهش تولید و چالش سلامتی در دام می‌شود.

در صورتی که سیلاژ روزانه برداشت می‌شود کنار زدن پوشش روی سیلو باید به صورت روزانه انجام شود؛ زمانی که پلاستیک روی سیلو به یکباره به مقدار زیادی کنار زده شود و سطح زیادی از سیلو در معرض هوا قرار گیرد امکان فساد هوازی افزایش می‌یابد. این حالت همچنین ممکن است زمانی که لبه نایلون تا حدی آزاد باشد و به حد کافی سنگین نشده باشد و هوا زیر آن نفوذ پیدا کند، ایجاد شود. در حالت طبیعی در صورتی که برداشت سیلو هر روز انجام می‌گیرد نیازی به پوشاندن سطح برداشت نیست و زمانی این کار لازم است که بارندگی وجود داشته باشد یا پرندگان ایجاد مزاحمت کنند. نایلون نباید روی محل برداشت سیلو انداخته شود، چون هوای محبوس زیر آن گرم می‌شود و محیط مناسبی را برای رشد کپک فراهم می‌سازد. پوشاندن دهانه برداشت سیلو زمانی توصیه می‌شود که بارندگی شدید باشد. بارندگی شدید منجر به خطر ورود آب به داخل سیلو و شستن آن می‌شود.

برداشت سیلاژ باید با سرعت روزانه حداقل ۳۰ تا ۳۵ سانتی‌متر در عمق، در فصول گرم و ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر در روز در فصول سرد انجام شود. بسته به میزان تراکم و مدیریت سیلو در زمان تهیه، سرعت برداشت متفاوت خواهد بود. الگوی اسیدهای چرب نیز میزان برداشت را

تحت تأثیر قرار می‌دهند. سیلاژهایی که سطح بالایی از استات، پروپیونات یا بوتیرات دارند نسبت به سیلاژهایی که لاکتات بیشتری دارند نسبت به رشد قارچ و کپک مقاوم‌تر هستند. سیلاژی که با باکتری لاکتوباسیلوس بوچنری^۱ تلقیح شده باشد به دلیل تولید استات و پروپیونات بیشتر پایداری هوازی بیشتری خواهد داشت.

جابجایی سیلاژ ذرت

ممکن است به هر دلیلی نیاز به جابجایی سیلاژ ذرت از یک سیلو به سیلوی دیگر باشد، در صورتی که سیلو به خوبی عایق باشد این کار می‌تواند با حداقل خطر انجام شود. انتقال باید در طول شب و در سریع‌ترین زمان ممکن انجام شود. فشرده کردن سیلاژ پس از انتقال نیز مهم است. انتقال سیلاژی که کیفیت مناسبی ندارد توصیه نمی‌شود (۱۲).



شکل ۴-۱۴. خالی شدن سیلوها به دلیل پیش‌بینی اشتباه مقدار مصرف سیلاژ و خرید سیلاژ آماده

1- Lactobacillus buchneri





فصل پنجم

تخمیر در سیلاژ ذرت

هدف اصلی از تهیه سیلاژ حفظ مواد مغذی علوفه به حالت مرطوب، جهت مصرف در زمان آینده است. این کار با تبدیل (تخمیر) قندهای گیاهی به اسیدهای آلی انجام می‌گیرد. اسید حاصل به طور موثر سبب حفظ توده گیاهی می‌شود. تولید سیلاژ با کیفیت مستلزم حداقل اتلاف مواد مغذی حین فرایند حساس و پویای تخمیر است. این فرایند توسط ۵ عامل کنترل می‌شود:

- ۱- میزان رطوبت گیاه
- ۲- اندازه قطعات
- ۳- خروج هوا
- ۴- میزان کربوهیدرات (قند) علوفه
- ۵- جمعیت باکتریایی (طبیعی و مکمل)

مراحل تخمیر

فرایند تبدیل علوفه تازه به سیلاژ طی ۴ مرحله صورت می‌گیرد و به صورت طبیعی طی ۲۱ روز کامل می‌شود (شکل ۵-۱). در صورتی که تولید سیلاژ به صورت مناسب انجام نشود مرحله ۵ اتفاق می‌افتد.

مرحله ۱- تنفس گیاهی: مرحله تنفس پس از چیدن گیاه آغاز می‌شود. این مرحله فاز هوازی هم نامیده می‌شود چون فقط در حضور اکسیژن اتفاق می‌افتد. سلول‌های گیاهی پس از درو و خرد کردن تا مدتی زنده هستند و به مدت چند ساعت (یا بیشتر در صورت فشردگی ضعیف) تنفس می‌کنند، سلول‌های گیاهی در داخل توده علوفه خردشده به دلیل آنکه هنوز دیواره سلولی آنها سالم است اکسیژن مصرف می‌کنند و آنزیم‌های گیاهی که پروتئین‌ها را تجزیه می‌کنند فعالیت خود را ادامه می‌دهند. در همین زمان باکتری‌های هوازی که به طور طبیعی روی ساقه و برگ حضور دارند شروع به رشد می‌کنند. این فرایند سبب مصرف کربوهیدرات‌های سهل‌الوصول ذخیره شده در گیاه و تولید دی‌اکسیدکربن، آب و گرما می‌شود (۷).

گرما + آب + دی‌اکسیدکربن $\longrightarrow$ اکسیژن + قند

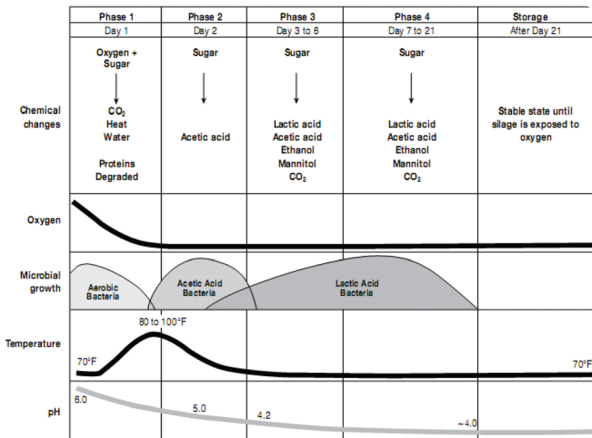
گرمای تولید شده توسط باکتری‌های هوازی سبب افزایش اولیه دمای سیلاژ می‌شود. گرمای تولید شده در اثر تخمیر طبیعی حداکثر ۱۱ درجه سانتی‌گراد بالاتر از دمای محیط در زمان سیلو نمودن است. فاز هوازی بسته به میزان اکسیژن موجود، معمولاً ۳ تا ۵ ساعت طول می‌کشد و باید طوری مدیریت شود که در حداقل زمان ممکن اکسیژن حذف شود و در طول دوره ذخیره از نفوذ اکسیژن جلوگیری شود. در صورتی که مدیریت سیلاژ ضعیف باشد این دوره ممکن است تا ۴۸ ساعت به طول انجامد. اقداماتی که به خروج سریع هوا

از توده سیلاژ کمک می‌کنند شامل خرد کردن گیاه با اندازه قطعات مناسب (حدود یک تا ۲ سانتی‌متر)، توجه به رطوبت گیاه، پخش یکنواخت همراه با فشرده‌سازی کافی و پوشاندن سیلو بلافاصله پس از فشرده‌سازی می‌باشد (۷).

مرحله ۲- تولید اسید استیک: این مرحله پس از خالی شدن توده‌های گیاهی از اکسیژن آغاز می‌شود و باکتری‌های غیر هوازی که در غیاب اکسیژن رشد می‌کنند شروع به تکثیر می‌کنند. باکتری‌های تولیدکننده اسید استیک با تبدیل کربوهیدرات‌های گیاهی به اسید استیک فرایند ترش شدن را آغاز می‌کنند. این کار سبب اسیدی شدن توده گیاهی و کاهش pH از حدود ۶ در علوفه سبز به pH حدود ۵ می‌شود. کاهش pH سبب کاهش تعداد باکتری‌های اسید استیک می‌شود، چون آنها نمی‌توانند محیط اسیدی را تحمل کنند. کاهش سریع pH همچنین سبب غیر فعال شدن آنزیم‌های گیاهی تجزیه‌کننده پروتئین می‌شود. این مرحله از تخمیر بین یک تا ۲ روز به طول می‌انجامد و با مرحله ۳ همپوشانی دارد (۷).

مرحله ۳- شروع تولید اسید لاکتیک: مرحله سوم فرایند تخمیر همزمان با کاهش تعداد باکتری‌های تولیدکننده اسید استیک آغاز می‌شود. کاهش pH به کمتر از ۵، رشد و توسعه باکتری‌های اسید لاکتیک را تشویق می‌کند. این باکتری‌ها سبب تبدیل کربوهیدرات‌های محلول گیاهی به اسید لاکتیک، اسید استیک، اتانول، مانیتول و (در صورت باقی

ماندن جزئی اکسیژن (دی اکسید کربن می شوند. باکتری های لاکتیکی همگن در این مرحله ترجیح داده می شوند چون می توانند قندهای گیاهی را منحصراً به اسید لاکتیک تبدیل کنند. این مرحله ممکن است از ۳ روز تا ۴ هفته به طول انجامد (۷).



شکل ۵-۱. مراحل تخمیر

مرحله ۴ - اوج تولید اسید لاکتیک و تثبیت ذخیره: چهارمین و طولانی ترین مرحله فرایند تخمیر ادامه یافتن مرحله ۳ است؛ طی این مرحله تولید اسید لاکتیک ادامه می یابد و به اوج می رسد. این مرحله تا حدود ۲ هفته ادامه می یابد تا اسیدیته توده گیاهی به حدی برسد که از رشد تمام باکتری ها و از جمله باکتری های اسید لاکتیک که مقاوم به اسید هستند جلوگیری کند. توده

سیلو شده در شرایط طبیعی معمولاً در طول ۲۱ روز پایدار شده و تخمیر متوقف می‌شود. در صورتی که تخمیر سیلاژ به نحو مناسبی انجام شود، انتظار می‌رود pH سیلاژ در دامنه ۳/۵ تا ۴/۵ باشد. بسته به میزان رطوبت علوفه، باقی ادامه فاز ۴، مرحله تثبیت و حفظ ارزش غذایی سیلاژ است (۷). با اینحال در صورت انجام اقدامات غیراصولی حین سیلو کردن، برخی از فرایندها به شرح ذیل ادامه می‌یابند:

تخمیر نامطلوب

سیلاژ به عنوان بخشی از یک بیوسیستم^۱ پویا با تخمیر اساسی مبتنی بر خروج اکسیژن، دسترسی به کربوهیدرات‌های محلول در آب، میزان رطوبت توده علوفه و جمعیت میکروبی و قارچی موجود در علوفه می‌باشد. این موارد میزان و سرعت تخمیر و ارزش غذایی سیلاژ را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۷).

اکسیژن زیاد: زیادی اکسیژن سبب افزایش سرعت تبدیل کربوهیدرات‌های گیاهی به گرما و دی اکسیدکربن می‌شود. این حالت منجر به از دست رفتن زیاد مواد مغذی و انرژی می‌شود. چون کربوهیدرات‌های از دست رفته نمی‌توانند به اسید لاکتیک تبدیل شوند. تنفس سبب افزایش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و همچنین کاهش انرژی خالص شیردهی سیلاژ

1- Biosystem

می‌شود. این تغییرات سبب کاهش کیفیت علوفه می‌شوند. تنفس نه تنها سبب از دست رفتن قند گیاه می‌شود، بلکه حرارت تولید شده می‌تواند فعالیت باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک را محدود کرده و سبب اتصال پروتئین به لیگنین شود. دمای ایده‌آل برای باکتری‌های تولیدکننده اسید حدود $26/5$ تا $37/5$ درجه سانتی‌گراد است. زیاد بودن اکسیژن به دام افتاده بین توده‌های گیاهی سبب افزایش دما به بیش از $37/5$ درجه سانتی‌گراد شده و تولید اسید لاکتیک را محدود می‌سازد. همچنین افزایش دما سبب افزایش رشد باکتری، مخمر و قارچ‌هایی می‌شود که تخمیر نامطلوب انجام می‌دهند.

افزایش حرارت پس از سیلو کردن می‌تواند منجر به واکنش میلارد (قهوه‌ای شدن) و در نتیجه کاهش کیفیت و قابلیت هضم پروتئین شود. در طول قهوه‌ای شدن، پروتئین‌ها با قندهای گیاهی ترکیب می‌شوند و مسادهای شبیه لیگنین تولید می‌شود. بنابراین سطح الیاف نامحلول در شوینده اسیدی^۱ افزایش می‌یابد. علوفه‌های با رطوبت بین ۲۰ تا ۵۰ درصد به فرایند قهوه‌ای شدن حساسیت بیشتری دارند. واکنش میلارد همچنین منجر به تولید حرارت می‌شود که سبب افزایش دمای سیلو و حتی رسیدن به نقطه احتراق می‌شود. در نهایت مقدار بالای اکسیژن با افزایش دما سبب افزایش سرعت عمل پروتئاز

1- Acid Detergent Fiber (ADF)

جهت تبدیل پروتئین خام به پروتئین محلول (آمونیاک، نیترات، نیتريت، اسیدهای آمینه آزاد، آمین‌ها، آمیدها و پپتید) می‌شود. افزایش پروتئین محلول در صورت عدم اصلاح جیره سبب عدم تعادل در شکمبه خواهد شد.

سطح پائین قند گیاه: به منظور تولید اسید لاکتیک، باکتری‌ها باید به قند دسترسی داشته باشند. در صورتی که قندها در طول تخمیر خالی شده باشند، تولید اسید لاکتیک متوقف می‌شود. این حالت سبب می‌گردد pH نهایی برای محدود کردن رشد ارگانیزم‌های فسادزا به اندازه کافی پائین نباشد. دو عامل مقدار قند مورد نیاز برای حداکثر تخمیر را تعیین می‌کنند: رطوبت و گونه گیاه. در علوفه بسیار مرطوب سطح pH کمتری نیاز است تا از رشد باکتری‌های نامطلوب جلوگیری کند، این بدین معنی است قند بیشتری باید برای تبدیل به اسید وجود داشته باشد و بنابراین با افزایش ماده خشک میزان قند مورد نیاز برای حداکثر تخمیر کاهش می‌یابد. تولید پائین اسید و به ویژه اسید لاکتیک مهمترین تغییر در فرایند تخمیر است. اگر pH در مراحل اولیه تخمیر به سرعت کاهش پیدا نکند باکتری‌ها و مخمرهای نامطلوب با باکتری‌های اسید لاکتیک رقابت می‌کنند و رسیدن سریع به شرایط پایدار را در سیلو به تعویق می‌اندازند. بنابراین بسیاری از موارد مدیریتی سیلو روی کاهش سریع pH جهت تکثیر باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک تمرکز دارند.

مرحله ۵- تولید اسید بوتیریک: در صورتی که سیلاژ حاوی مقدار کافی از قندهای سهل الوصول باشد تخمیر در سیلو به مرحله ۵ نمی‌رسد. این مرحله مستلزم تولید اسید بوتیریک و سایر محصولات ناخوشایند از قبیل آمونیاک و آمین‌ها می‌باشد. گونه‌های کلستریدیا مهمترین باکتری‌های تولیدکننده اسید بوتیریک هستند که مسئول تخمیرهای نامطلوب هستند.

کلستریدیا باکتری‌های هاگدار هستند که به طور طبیعی در مدفوع و خاک زندگی می‌کنند و می‌توانند در غیاب اکسیژن در سیلاژ رشد کنند. آنها معمولاً بعد از اینکه رشد بیشتر باکتری‌های تولیدکننده اسید استیک و اسیدلاکتیک متوقف شد در سیلاژ تکثیر می‌یابند. این باکتری‌ها پروتئین‌های گیاهی و باقیمانده کربوهیدرات‌ها و قندها و همچنین اسید استیک، اسید لاکتیک و دیگر اسیدهای آلی را که در مراحل قبلی تخمیر تولید شده اند را مصرف می‌کنند. اسید بوتیریک بوی تند و انرژی کمی دارد، بنابراین باکتری‌های کلستریدیا اتلاف ماده خشک قابل هضم را افزایش می‌دهند و سیلاژی با بوی تند و ارزش غذایی و خوش‌خوراکی کم تولید می‌کنند.

گونه‌های مختلف کلستریدیا اثرات متفاوتی بر تخمیر دارند. برخی از آنها اسیدلاکتیک و قندها را تخمیر و اسید بوتیریک، گاز دی‌اکسیدکربن و هیدروژن تولید می‌کنند، در حالی که سایر باکتری‌ها می‌توانند اسیدهای آمینه را به

اسید استیک و آمونیاک تخمیر کنند؛ این ترکیبات سبب افزایش pH می‌شوند.

گاز هیدروژن + دی اکسید کربن + اسید بوتیریک → قند
گاز هیدروژن + دی اکسید کربن + اسید بوتیریک → اسید لاکتیک
آمونیاک + اسید استیک → آب + (گلایسین + آلانین) اسیدهای آمینه

تعدادی از ترکیباتی که در اثر تجزیه پروتئین‌ها توسط باکتری‌های کلستری‌دیا تولید می‌شوند سبب تولید بوی ناخوشایند در سیلاژ می‌شوند.

رطوبت بیش از ۷۰ تا ۷۲ درصد و سطوح پائین کربوهیدرات در علوفه برداشت شده سبب ایجاد مرحله ۵ در فرایند تخمیر می‌گردد. غلظت بالای کربوهیدرات‌های محلول در آب در سیلاژ ذرت سبب می‌شود با کاهش سریع pH از رشد باکتری‌های کلستری‌دیا جلوگیری شود. بهترین اقدام پیشگیرانه جهت اجتناب از تخمیر کلستری‌دیایی پژمرده کردن علوفه تا ماده خشک حدود ۳۰ درصد است. در سیلاژی که تحت تخمیر کلستری‌دیایی قرار گرفته است pH بیش از ۵ است، نیتروژن آمونیاکی بالا است، اسید بوتیریک نسبت به اسید لاکتیک بیشتر است و بوی تند و نامطبوعی دارد. بعضی از باکتری‌های کلستری‌دیا ممکن است با تولید سم سبب بیماری‌هایی نظیر انتروتوکسمی^۱

1- Enterotoxemia

شوند. گاوهایی که از این سیلاژ تغذیه می کنند معمولاً کمتر خوراک مصرف می کنند و یا به طور کامل مصرف خوراک را قطع می کنند. شیر کمتری تولید می کنند و وقوع بیماری های متابولیکی نظیر کتوز^۱ یا جابجایی شیردان در آنها بالاتر است.

باید توجه داشت اگرچه عرض لایه فاسد شده روی سیلو (لایه سیاه) ممکن است بین ۲/۵ تا ۵ سانتی متر باشد ولی این لایه در زمان پر کردن سیلو ۵ تا ۱۰ سانتی متر علوفه باکیفیت بوده است. از طرف دیگر اتلاف فقط محدود به لایه بالایی نیست و لایه میانی بین لایه فاسد شده و سالم ممکن است بین ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر باشد و ۲۰ تا ۳۰ درصد سیلاژ این بخش اتلاف گردد.



شکل ۵-۲. فساد (لایه سیاه) گسترده در سطح سیلاژ

1- ketosis



فصل ششم

ارزیابی سیلاژ

بررسی اسیدهای سیلو و pH اطلاعاتی در مورد نحوه تخمیر و نگهداری سیلاژ ارائه می‌کند. تخمیر تحت تأثیر میزان ماده خشک، زمان برداشت، ماشین‌آلات ذخیره و موارد مرتبط با سیلو نمودن مثل فشرده‌سازی است. دما و رطوبت دیگر راه‌های بررسی کیفیت سیلاژ است. دمای بالا نشانه نفوذ اکسیژن و فساد میکروبی است.

تحلیل تخمیر در سیلاژ ذرت

الگوی اسیدهای سیلو نوع تخمیر رخ داده در آن را مشخص می‌کند و غلظت نسبی اسیدهای آزاد در سیلاژ احتمالاً بیش از pH بر خوش خوراکی سیلاژ تأثیر دارد. الگوی عمومی اسیدهای سیلاژ در جدول ۶-۱ ارائه شده است. در سیلاژی که به خوبی تخمیر شده است اسید لاکتیک، اسید غالب می‌باشد و ۶۰ درصد کل اسیدها و ۳ تا ۸ درصد ماده خشک سیلاژ را تشکیل می‌دهد. اسید استیک به طور معمول در دامنه ۱ تا ۴ درصد ماده خشک سیلاژ با تخمیر مناسب را تشکیل می‌دهد. اگر اسید استیک، اسید غالب باشد ممکن است خوش خوراکی کاهش یابد. نسبت اسید لاکتیک به اسید استیک هم ممکن است محاسبه

شود. به طور ایده آل این نسبت باید ۲ به ۱ باشد و هر چه بیشتر باشد، بهتر است. اسید پروپیونیک باید کمتر از ۰/۵ درصد باشد. سطوح بالای این اسید نشان دهنده این است که قند کافی برای تخمیر وجود نداشته است. سطوح بالای اسید پروپیونیک نشان دهنده فشردگی کم سیلاژ یا رطوبت بالای آن در زمان برداشت نیست. غلظت اسید بوتیریک در سیلاژی که به طرز صحیحی تهیه شده باشد نزدیک صفر است. مقادیر بالاتر از ۰/۵ درصد اسید بوتیریک یا بیش از ۱ درصد ایزوبوتیریک نشان دهنده تخمیر کلسترییدیایی است که به دلیل سطوح بالای آمونیاک و آمین معمولاً با کاهش محتوای انرژی، افزایش الیاف و افزایش پروتئین محلول همراه است. سطوح بالای اسید بوتیریک و ایزوبوتیریک نشان دهنده رطوبت زیاد در علوفه به هنگام سیلو نمودن است. رطوبت زیاد سبب می گردد تخمیر بعد از مرحله اسید لاکتیک به مرحله کلسترییدیایی ادامه یابد (۷، ۱۲). سطوح آمونیاک به صورت منفی با مصرف سیلاژ در ارتباط است و ممکن است به صورت درصدی از پروتئین خام یا نیتروژن کل بیان شود. سطوح نیتروژن آمونیاکی در حد ۵ تا ۷ درصد از نیتروژن کل نشان دهنده سیلاژی با محافظت خوب است. سیلاژی که خیلی مرطوب برداشت شده است به دلیل تخمیر کلسترییدیایی ممکن است غلظت بالایی از آمونیاک داشته باشد. سیلاژی که در زمان برداشت خیلی خشک باشد ممکن است به دلیل گرمای زیاد غلظت بالایی

از آمونیاک داشته باشد. در سیلاژی که مخمرها فعال شده باشند ممکن است اتانول وجود داشته باشد. اتلاف مواد مغذی در این سیلاژ بیشتر است و در آخور سریع تر گرم می شود.

مدیریت دقیق فرایند سیلاژ می تواند با تغییر و بهبود الگوی تخمیر از کاهش مصرف ماده خشک و اتلاف انرژی جلوگیری کرده و سبب بهبود مصرف و عملکرد دام شود. به طور معمول زمانی که تخمیر سیلاژ ضعیف انجام شده است باید نسبت مصرف آن در جیره کاهش یابد.

ارزیابی سیلاژ ذرت

معمولاً پس از اینکه سیلاژ ذرت به میزان کافی مورد تخمیر قرار گیرد (حدود ۳ هفته)، می توان نمونه ای از آن را جهت آنالیز به آزمایشگاه ارسال نمود. برخی از شاخص های تخمیر در سیلاژهای مطلوب در جدول ۶-۱ آمده است (۷).

جدول ۶-۱. موارد مهم در کیفیت علوفه سیلوشده ذرت

ماده خشک						مورد
بیشتر از ۳۵ درصد		بین ۳۰ تا ۳۵ درصد		کمتر از ۳۰ درصد		
دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	
۳۵/۱-۴۳/۲	۳۹/۱	۳۱/۹-۳۴/۲	۳۳/۰	۲۵/۷-۲۹/۴	۲۷/۵	ماده خشک (درصد)
۳/۷-۴/۸	۴/۲	۳/۵-۴/۵	۴/۰	۳/۵-۴/۴	۳/۹	pH
۲/۱-۵/۹	۴/۰۹	۲/۷-۷/۰	۴/۸۷	۲/۹-۸/۰	۵/۵۹	اسید لاکتیک (درصد ماده خشک)
۰/۴-۲/۹	۱/۷۲	۰/۹-۴/۱	۲/۵۰	۱/۶-۶/۰	۳/۷۹	اسید استیک (درصد ماده خشک)
۰-۰/۶	۰/۳۳	۰/۱-۰/۷	۰/۴۱	۰/۱-۱/۰	۰/۵۶	اسید پروپیونیک (درصد ماده خشک)
۰/۳-۰/۷	۰/۴۴	۰/۱-۰/۹	۰/۵۳	۰-۱/۳	۰/۶۲	ایزوبوتیریک (درصد ماده خشک)
۰/۱-۰/۶	۰/۳۱	۰/۱-۰/۷	۰/۳۹	۰-۰/۸	۰/۳۹	اسید بوتیریک (درصد ماده خشک)
۰-۷/۷	۳/۹	۰-۹/۰	۳/۹	۱/۰-۹/۶	۵/۱	نیترژن آمونیاکی (درصد از کل نیترژن)

pH سیلاژ: معمول ترین فراسنجه تخمیر سیلاژ pH آن می باشد و زمانی که با ماده خشک در نظر گرفته شود pH به اندازه کافی می تواند موثر بودن تخمیر را نشان دهد. pH می تواند در نمونه های تازه در دامداری یا در آزمایشگاه اندازه گیری شود. اگر سیلاژ به اندازه کافی تحت تخمیر قرار گرفته باشد pH مورد انتظار در دامنه ۳/۵ تا ۴/۵ قرار خواهد داشت. در کل pH پائین تر نشان دهنده تولید اسید بیشتر است. pH بالا (بیش از ۵/۵) ممکن است دلایلی شامل ماده خشک زیاد در زمان سیلو نمودن، تخمیر ناکافی در اثر کربوهیدرات های پائین علوفه، آب و هوای سرد در زمان برداشت یا فشردگی ضعیف باشد (۱۴). سایر مواردی که می توانند در ارزیابی کیفیت سیلاژ مدنظر قرار گیرند شامل دما، بو و ظاهر سیلاژ است. دمای بالا نشان دهنده نفوذ هوا به داخل سیلاژ و تجزیه هوازی است.

بو

سیلاژ طبیعی به دلیل تولید اسیدلاکتیک بوی ترشی شدیدی ندارد. اگر تولید اسید استیک بالا باشد سیلاژ بوی سرکه خواهد داشت که در سیلاژهای مرطوب، سیلاژهای با سطوح پائین قند در سیلاژ و همچنین زمانی که جمعیت باکتری های اسیدلاکتیک پائین است، مشاهده می شود. بوی الکل با تخمیر مخمر در ارتباط است که با برداشت کمتر سیلاژ و نفوذ هوا به داخل سیلاژ از طریق سطح

برداشت در ارتباط است و احتمالاً سبب کاهش مصرف ماده خشک می‌شود. بوی تند چربی فاسد در سیلو نشان‌دهنده اسید بوتیریک است و با تخمیر کلستریدیایی در سیلاژ با رطوبت بالا در ارتباط است. اسید پروپیونیک سبب ایجاد بو و مزه تند و شیرین می‌شود. سیلاژهایی که صدمه حرارتی دیده اند بوی کارامل یا تنباکو دارند. این سیلاژها معمولاً به رنگ سیاه تیره هستند و بسیار داغ شده اند (بیش از ۴۹ درجه سانتی‌گراد). این حالت زمانی مشاهده می‌شود که اکسیژن به هر دلیلی به داخل توده سیلاژ نفوذ پیدا کرده است. بوی کپک و فساد ناشی از فعالیت کپک است و بیانگر ماده خشک بالا یا فشردگی و عایق سازی نامناسب است. باید توجه داشت چنانچه بوی سیلاژ برای انسان ناخوشایند باشد در دام نیز سبب قطع یا کاهش مصرف خوراک خواهد شد (۷، ۱۴).



شکل ۶-۱. هوازدگی و کپک در سیلاژ ذرت

رنگ

سیلاژ ذرت که در آن اسید لاکتیک غالب است و تخمیر آن طبیعی است به رنگ سبز روشن تا سبز متمایل به قهوه‌ای می‌باشد. زمانی که اسیداستیک غالب باشد به رنگ زرد دیده می‌شود. زمانی که اتانول و اسید پروپیونیک غالب باشد به رنگ طبیعی، وقتی اسید بوتیریک غالب باشد به رنگ متمایل به سبز و لزج خواهد بود و سیلاژی که صدمه حرارتی دیده است به رنگ قهوه‌ای تیره یا سیاه خواهد بود؛ این سیلاژ بیشترین ظرفیت را برای رشد کپک دارد و خوراکی غیر قابل قبول است. رنگ سفید سیلاژ نشان‌دهنده رشد ثانویه کپک است (۷، ۱۴).

نمونه‌برداری و جابجایی نمونه

برای همه آزمایشات نمونه‌گیری باید به نحوی انجام شود که از تخمیر اضافه که سبب تغییر pH و یا الگوی اسیدهای چرب سیلاژ می‌شود، پیشگیری گردد. نمونه باید از عمق ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متری توده سیلاژ برداشت شود و نمونه‌گیری از قسمت‌هایی که در معرض اکسیژن بوده است انجام نشود. نمونه (حداقل ۲۲۰ گرم) باید در کیسه پلاستیکی فشرده شود تا هوای داخل آن تا حد ممکن خارج شود و درب نایلون بعد از آن باید بسته شود. در حالت ایده آل نمونه‌ها باید در یخچال قرار گیرند یا به صورت فریز شده به همراه یخ به آزمایشگاه ارسال شوند. در صورتی که

نمونه‌ها رطوبت مناسبی داشته باشند و به طرز صحیحی بسته شده باشند می‌توانند طی ۲ روز به آزمایشگاه ارسال شوند. نمونه‌های خیلی خشک یا نمونه‌هایی که پایداری هوازی ندارند در صورتی که با تأخیر ارسال شوند در معرض تغییرات تخمیری زیادی قرار خواهد گرفت.

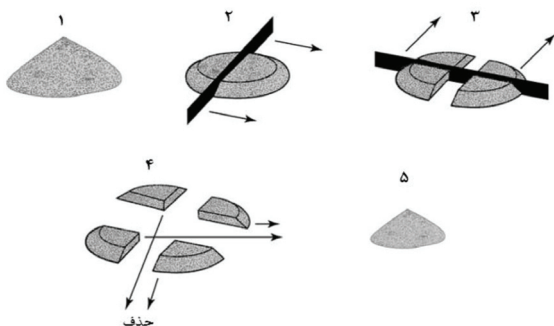
نمونه‌ها باید از ارتفاع‌های مختلف در سیلو برداشت شوند تا نماینده مناسبی از سیلاژ مصرفی باشند. بهترین روش نمونه‌برداری این است که با استفاده از سیلوتراش سطح سیلو تراشیده شده و داخل فیدر^۱ ریخته شود و سپس نمونه از خروجی فیدر گرفته شود. (باید مواظب بود داخل فیدر از خوراک قبلی چیزی نمانده باشد). نمونه‌برداری باید به شکل استفاده از بیلچه باشد. نمونه‌برداری باید حداقل از ۱۰ نقطه انجام گیرد. نمونه برداشت شده داخل سطل کاملاً مخلوط شده و روی یک سطح صاف ریخته می‌شود. توده ریخته شده به ۴ قسمت تقسیم شده، دو قسمت روبرو برداشت و ۲ قسمت دیگر دور ریخته می‌شود. این روند به همین شکل ادامه می‌یابد تا نمونه به حجم مناسب برسد (شکل ۶-۲).

1- Feeder

جدول ۶-۲. ارزیابی رنگ و بو، ویژگی های فیزیکی یا شیمیایی یا علل احتمالی آنها

علت احتمالی	ویژگی شیمیایی	ویژگی فیزیکی
جمعیت کم باکتری های اسید لاکتیک، قند کم گیاه، علوفه مرطوب	اسید استیک بیشتر از اسید لاکتیک	بوی سرکه- رنگ زرد
تخمیر کلسیریدئایی، علوفه مرطوب، قند کم گیاه	اسید بوتیریک بیش از ۰/۵ درصد	بوی نامطبوع و فاسد شدن، به رنگ زرد-سبز، بافت لریج
تماس با اکسیژن که منجر به رشد رشد مخمر و تخمیر می شود.	اتانول بیش از ۳ درصد ۱۰۰۰۰۰ واحد تشکیل-دهنده کلونی * در گرم علوفه تازه	بوی الکل-رنگ طبیعی
سطوح کم قند در محصول	اسید پروپیونیک بیش از ۰/۵ درصد	بدون بو-رنگ طبیعی
گرم شدن در اثر دسترسی اکسیژن، سرعت پرشدن کم، فشردگی کم، علوفه خشک	کاهش انرژی و پروتئین	بوی کارامل یا پختگی به رنگ قهوه ای تیره یا سیاه
تماس با اکسیژن، pH بیش از ۴/۵	جمعیت قارچی بیش از ۱۰۰۰۰۰ واحد تشکیل دهنده کلونی در گرم علوفه تازه	بوی کپک، گرم

* Colony Formation Unit (CFU)
www.Lallemandanimalnutrition.com



شکل ۶-۲. روش تهیه نمونه سیالژ دزت





فصل هفتم

افزودنی‌های سیلاژ

افزودنی‌های سیلاژ سبب تخمیر مطلوب و محدودیت تخمیر نامطلوب یا بهبود ارزش تغذیه‌ای سیلاژ می‌شوند. ترکیب شیمیایی یا خصوصیات فیزیکی گیاه در زمان برداشت نتیجه استفاده از افزودنی‌های سیلاژ را تعیین می‌کند. یک افزودنی خوب سبب کاهش افت ماده خشک در طول تخمیر و ذخیره می‌شود و باعث افزایش ارزش تغذیه‌ای سیلاژ برای دام یا بهبود پایداری سیلاژ در سیلو یا آخور می‌شود. در ارزیابی افزودنی‌های سیلاژ، قیمت و اثربخشی همزمان باید مورد بررسی قرار گیرند.

افزودنی‌های میکروبی

افزودنی‌های میکروبی خشک، زنده ولی غیرفعال هستند اما زمانی که آب به آنها افزوده می‌شود، مجدداً فعال می‌شوند. معمول‌ترین تلقیحات میکروبی، باکتری‌های اسید لاکتیک شامل گونه‌های لاکتوباسیلوس^۱، پدیوکوکوس^۲ و انتروکوکوس^۳ می‌باشند. از نظر تئوری این باکتری‌ها تولید

1- Lactobacillus

2- Pediococcus

3- Enterococcus

اسید لاکتیک را افزایش می دهند که منجر به کاهش سریع pH و تخمیر موثر در سیلو می شوند. افزایش اسید همچنین سبب محدودیت رشد ارگانیزم های با تخمیر نامناسب در طول تخمیر سیلو می شود. علاوه بر این ارگانیزم هایی که برای تلقیح میکروبی استفاده می شوند عموماً فقط اسید لاکتیک تولید می کنند (هومولاکتیک^۱ یا تخمیرکننده همگن^۲). استفاده از باکتری های هومولاکتیک سبب کاهش اُفت ماده خشک سیلو نسبت به حالت طبیعی که باکتری ها ترکیبی از اسید لاکتیک، اسید استیک، اتانول، مانیتول و دی اکسید کربن تولید می کنند، می شود. سیلاژ های با تلقیح میکروبی نسبت به سیلاژ هایی که تلقیح نشده اند اسید استیک، اسید بوتیریک و نیتروژن آمونیاکی کمتری دارند. آنها همچنین اسید لاکتیک بیشتر و pH کمتری دارند (۷). تلقیح میکروبی معمولاً زمانی موثرتر است که جمعیت باکتری هایی که به طور طبیعی در هر گرم از علوفه تازه وجود دارد کمتر از ۱۰۰۰۰ ارگانیزم باشد. تعداد بالای باکتری های طبیعی موجود روی توده علوفه سبب می شود باکتری های تلقیح شده نتوانند به راحتی با آنها رقابت کنند. علوفه ذرت به طور طبیعی جمعیت میکروبی بالایی دارد و به همین دلیل نسبت به سایر علوفه ها کمتر تحت تأثیر تلقیح میکروبی قرار می گیرد. یک عامل دیگر

1- Homolactic

2- Homofermentative

در موفقیت تلقیح میکروبی میزان قند گیاه است. از آنجا که قندهای گیاهی غذای اولیه باکتری‌های اسید لاکتیک هستند، سطوح پائین قند می‌تواند فعالیت باکتریایی را محدود و اثرگذاری تلقیح را کاهش دهد. در صورتی که گیاه در رطوبت مناسب سیلو شود مقدار قند نگرانی خاصی ایجاد نمی‌کند. دوره پژمردگی طولانی و آسیب ناشی از باران می‌تواند سبب کاهش محتوای قند گیاه شود.

بایستی افزودنی میکروبی سیلاژ مناسب گیاه ذرت یا گیاهان گندمیان باشد. تلقیح میکروبی سیلاژ اغلب به نسبت ۱۰۰۰۰ واحد تشکیل دهنده کلونی (CFU) در هر گرم از علوفه مرطوب انجام می‌شود. این نرخ استفاده میزان کافی ارگانیزم را برای تخمیر غالب فراهم می‌سازد و بیش از این مقدار احتمالاً از نظر اقتصادی مطلوب نخواهد بود.

افزودنی‌های میکروبی در هر دو شکل خشک و مایع وجود دارند. زمانی که رطوبت گیاه در حد ۷۰ درصد باشد هر دو شکل به یک اندازه موثر هستند، با این حال سیلاژ با ماده خشک بیشتر ممکن است سود بیشتری از استفاده از فرم مایع ببرد. این تفاوت احتمالاً به زمان لازم برای حیات مجدد میکروارگانیزم‌ها در افزودنی میکروبی بستگی دارد. در فرم مایع میکروارگانیزم‌ها قبل از اضافه شدن به علوفه مجدداً احیا می‌شوند و فاز تاخیر بین اضافه شدن و فعالیت آنها کم می‌شود. افزودنی‌های خشک به رطوبت گیاه تکیه دارند و ممکن سرعت اولیه تخمیر کم باشد. لازم به ذکر

است استفاده یکنواخت از محصولات مایع آسان تر است. استفاده از محصولات باید طبق توصیه‌های شرکت سازنده باشد. به محصولاتی که به منظور استفاده به صورت خشک تولید شده اند نباید آب اضافه نمود. آب کلردار به ویژه زمانی که غلظت کلر بیش از ۱/۵ قسمت در میلیون^۱ است، ممکن است سبب کاهش اثرگذاری افزودنی میکروبی شود (۷).

چنانچه امکان اضافه نمودن افزودنی میکروبی به هنگام چاپر کردن وجود داشته باشد اثربخشی آن بهتر است. در صورتی که فاصله زمانی بین چاپر کردن و سیلو نمودن بیش از ۲ تا ۳ ساعت باشد، افزودنی میکروبی باید در محل چاپر اضافه شود. ذخیره و انبار اصولی افزودنی میکروبی باید طبق توصیه‌های شرکت سازنده انجام شود. تمام افزودنی‌ها باید در جای خشک و سرد و دور از تابش مستقیم خورشید نگهداری شوند. بسته‌هایی که باز شده اند باید به سرعت و در حداقل زمان ممکن در طول فصل برداشت سیلاژ مصرف شوند. محصولات مایع باید طی ۲۴ تا ۴۸ ساعت مصرف شوند.

به هنگام انتخاب یک محصول باید توجه داشت محصول خریداری شده حاوی یک یا تعداد بیشتری از باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک شامل لاکتوباسیلوس پلانتروم^۲

1- Parts per million (ppm)

2- Lactobacillus plantarum

یا سایر گونه‌های لاکتوباسیلوس)، گونه‌های پدیوکوکوس یا گونه‌های انتروکوکوس (استرپتوکوکوس^۱) باشد. گونه‌های پروپیونی باکتریوم^۲ توصیه نمی‌شوند. چون این باکتری‌ها در سیلاژ اسیدی زنده نمی‌مانند.

افزودنی‌های قابل تخمیر

افزودن ملاس با تأمین کربوهیدرات قابل تخمیر سبب تحریک تخمیر اسید لاکتیک می‌شود. ملاس زمانی که به میزان ۱۸ تا ۳۶ کیلوگرم به ازای هر تن از علوفه تازه استفاده می‌شود سبب کاهش pH، کاهش پروتئولیز^۳ و تخمیر کلستریدیایی و کاهش اتلاف ماده خشک می‌شود. ملاس بیشتر در علوفه‌هایی مثل یونجه مؤثر است که کربوهیدرات قابل تخمیر کمتری دارند. پخش یکنواخت ملاس در سیلو مشکل است و سبب باقی ماندن مقدار زیادی قند می‌شود که پایداری هوازی سیلو را به طور منفی تحت تأثیر قرار خواهد داد (۷).

افزودنی‌های مغذی

از ترکیبات نیتروژن دار غیرپروتئینی^۴ ممکن است جهت افزایش پروتئین خام سیلاژ ذرت استفاده شود.

1- Streptococcus

2- Propionibacterium

3- Proteolysis

4- Non Protein Nitrogen (NPN)

مثال بارز ترکیبات نیتروژن دار غیر پروتئینی اوره است. این ترکیبات باید به مقداری افزوده شوند که پروتئین خام را از ۸/۵ به ۱۳ درصد ماده خشک افزایش دهند. افزودن بیشتر ترکیبات نیتروژن دار غیر پروتئینی ممکن است با تداخل با کاهش pH، فرایند تخمیر را تحت تأثیر قرار داده و مصرف خوراک و عملکرد دام را تحت تأثیر قرار دهد (۷).

محاسبه مقدار مورد نیاز ترکیبات نیتروژن دار:

ابتدا میزان نیتروژن مورد نیاز با ضرب عدد ۰/۰۶۸ در ماده خشک سیلو محاسبه می شود. سپس مقدار ترکیب نیتروژن دار غیر پروتئینی از تقسیم عدد بدست آمده از مرحله اول بر درصد نیتروژن به صورت اعشار محاسبه می شود. برای مثال چنانچه سیلاژ درت با ماده خشک ۳۰ درصد سیلو شود و میزان نیتروژن ترکیب نیترون دار ۴۵ درصد باشد میزان استفاده باید حدود ۴/۴۴ کیلوگرم اوره به ازای هر تن سیلاژ باشد که به شکل زیر محاسبه می گردد:

مرحله ۱:

کیلوگرم در هر تن $۰/۰۶۸ \times ۳۰ = ۲$ = نیتروژن مورد نیاز در هر تن

مرحله ۲:

کیلوگرم اوره در هر تن $۴/۴۵ = ۲ \div ۰/۴۵$ = اوره مورد نیاز در هر تن

زمانی که میزان نیتروژن یک ترکیب نیتروژن دار مشخص نباشد، مقدار نیتروژن آن از تقسیم میزان پروتئین خام آن بر عدد ۶/۲۵ محاسبه خواهد شد.

افزودن ماده خوراکی

محصولات مرطوب معمولاً کربوهیدرات کمی دارند؛ بنابراین زمانی که رطوبت بیش از ۷۰ درصد باشد، ۵ تا ۱۰ درصد وزن علوفه یک ماده خوراکی با مقدار کربوهیدرات نسبتاً بالا بایستی اضافه شود. غلات آسیاب شده، تغالله خشک پرک چغندر قند یا مرکبات، پوسته سویا یا پس ماند نقطیری غلات ممکن است به این منظور افزوده شوند. علاوه بر اینکه این مواد خوراکی با تأمین مقداری قند، تخمیر را تحریک می کنند، استفاده از این اجزا سبب جذب پساب سیلاژ خواهد شد. در این حالت افت ماده خشک ممکن است به ۱۳ تا ۱۸ درصد برسد.

موارد مهم به هنگام استفاده از افزودنی ها

زمانی که ذرت با رطوبت مناسب برداشت شود نیاز به افزودنی یا نگهدارنده خاصی ندارد. افزودنی های میکروبی زمانی بیشتر مؤثر هستند که علوفه ذرت نابالغ است، خیلی خشک است، یا تحت تنش گرمایی بوده است و یا اینکه سرمازده است. توصیه می شود در حالتی که رطوبت ذرت بیش از ۷۰ درصد باشد زمان برداشت به تعویق بیافتد. زمانی که ماده خشک ذرت کمتر از ۶۳ درصد باشد باید به علوفه آب اضافه شود. ولی باید توجه داشت اضافه کردن آب سودمندی کمی دارد.





فصل هشتم

چالش‌های برداشت و مصرف علوفه ذرت

معمولاً زمانی که علوفه ذرت نابالغ برداشت می‌شود محتوای دانه کم، الیاف بیشتر و انرژی کمتری دارد و در عین حال پروتئین آن کمی بالاتر است. در علوفه ای که اندکی نابالغ است هضم الیاف افزایش می‌یابد؛ چون به جای اینکه کربوهیدرات‌ها از برگ به دانه منتقل شوند، برگ و ساقه باقی می‌مانند و سبب فراهمی آنها می‌شود. به همین دلیل جیره‌هایی که دارای مقدار زیادی سیلاژ علوفه نابالغ ذرت می‌باشند از نظر پروتئین قابل تجزیه باید متوازن گردند و سایر منابع کربوهیدرات قابل تخمیر در آنها محدود گردد.

تنش خشکی

وقتی علوفه ذرت به اندازه ای خشک شده است که امکان ادامه رشد وجود نداشته باشد، باید سیلو شود. علوفه ذرت حاصل از این شرایط بلال کمی دارد و برگ‌ها قهوه‌ای شده‌اند و می‌ریزند. انرژی ذرت در این حالت ۸۵ تا ۱۰۰ درصد حالت طبیعی است و در برخی مواقع ممکن است پروتئین بیشتری داشته باشد، با این حال بیشتر این پروتئین در برگ و ساقه است و بنابراین تجزیه‌پذیری

بیشتری در شکمبه دارد و در این حالت مکمل کردن منابع نیتروژن غیرپروتئینی اثر کمی دارد. قابلیت هضم الیاف در این سیلاژ معمولاً بالاتر است.

افزودنی میکروبی ممکن است زمانی که علوفه تحت تنش خشکی بوده است، مفید باشد. چون جمعیت معمول باکتریایی تمایل به کاهش دارند. این افزودنی‌ها زمانی بیشترین اثر را دارند که رطوبت علوفه در حد معمول یا بالا باشد. زمانی که مقدار رطوبت کمتر از ۶۰ تا ۶۲ درصد است ممکن است اسید پروپیونیک اضافه شود. افزودن مواد قابل تخمیر ضرورتی ندارد، چون تنش خشکی سبب تغلیظ قندهای قابل تخمیر در گیاه می‌شود (۷).

سرمازدگی

ممکن است علوفه ذرت قبل از اینکه به بلوغ مد نظر برای سیلو نمودن برسد، دچار سرمازدگی شود، علوفه نابالگی که در معرض سرمازدگی قرار گرفته است نسبت به علوفه سالم و با رطوبت مساوی، خشک تر به نظر می‌رسد. در صورتی که سرمازدگی خفیف باشد و برگ‌های سبز روی گیاه باقی بمانند، گیاه باید تا زمانی که به رطوبت مورد نظر برسد، در مزرعه بماند. علوفه نابالغ تولید کمی دارد و دانه آن کم است. با اینحال دانه‌های نابالغ قابلیت هضم بالایی دارند و قندهای گیاهی در ساقه و برگ می‌مانند و سبب بهبود قابلیت هضم می‌شوند.

ولی چنانچه گیاه در اثر سرما از بین رفته باشد در حالی که نابالغ است، احتمالاً رطوبت زیادی برای سیلو نمودن خواهد داشت. رطوبت این گیاه با سرعت نسبتاً زیادی کاهش خواهد یافت و اتلاف ماده خشک با ریزش برگ‌های خشک شده روی زمین و نشت قندها از برگ‌های یخ زده افزایش می‌یابد. بهترین کار این است که محصول در مزرعه باقی بماند تا به ماده خشک قابل قبول برسد (حدود ۷۲ درصد رطوبت) و نباید رطوبت به کمتر از ۶۰ درصد کاهش یابد (۷).

نیترات

یکی از نگرانی‌ها در ارتباط با مصرف علوفه ذرت در معرض خشکسالی، امکان وجود سطوح نیترات بالا در سیلاژ است. سطوح بالای نیترات بیشتر زمانی مشاهده می‌شود که نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و زمانی که یک محصول در معرض خشکی، ۳ روز پس از بارندگی برداشت می‌شود. سطوح بالای نیترات در سیلاژ ذرت می‌تواند برای دام‌ها سمی باشد. آنزیم‌ها نیترات را در برگ به پروتئین تبدیل می‌کنند. ولی در شرایط آب و هوایی نامناسب زمانی که رشد گیاه کم است و یا نیترات زیاد است نیترات در بافت‌های گیاهی تجمع می‌یابد (۷).

اگرچه تجمع نیترات در سیلاژ معمول نیست ولی دانستن مواردی که سبب تجمع نیترات می‌شوند مهم است:

خشکی: خشکی های بلندمدت و پایدار باعث تجمع نیترات نمی شوند ولی خشکی های شدید و ناگهانی سبب تجمع نیترات می شوند. تجمع نیترات بیشتر بعد از قطع بارندگی های پس از دوره خشکی مشاهده می شود.

روزهای ابری: به دلیل اینکه فعالیت آنزیم تبدیل کننده نیتروژن به پروتئین در روزهای ابری کاهش می یابد، روزهای ابری سبب تجمع نیترات می شوند.

دسترسی به نیتروژن: با افزایش نیتروژن میزان نیترات افزایش می یابد. منابع نیتروژن شامل کودها، لگوم ها، کود دامی و ماده آلی بالای خاک است.

تراکم زیاد گیاهان: تراکم زیاد کشت سبب رشد ساقه های عقیم می شود که در این صورت بلال تولید نخواهند شد. بنابراین از حرکت مواد به داخل دانه جلوگیری شده و نیترات در ساقه و برگ ها تجمع می یابد.

سن و اندام گیاه: نیترات ها بیشتر در خش های پائینی و مسن تر گیاه تجمع می یابند. ساقه و ریشه نسبت به برگ و بلال غلظت نیترات بالاتری دارد.

اقداماتی که می توان جهت تعدیل میزان نیترات در مزرعه انجام داد شامل مصرف نیتروژن به مقدار کافی و متناسب با نیتروژن خاک، حداقل نمودن تنش به خاطر عدم توازن مواد مغذی، بیماری، حشرات، علف هرز و رطوبت ناکافی می باشد. همچنین کمبود مواد مغذی مانند فسفر، پتاسیم، مولیبدن و منگنز نیز سبب افزایش غلظت نیترات

می‌شوند. در زمان کمبود این مواد مغذی رشد محدود است ولی جذب نیتрат همچنان صورت می‌گیرد و سبب افزایش نیترات خواهد شد. سیلو کردن محصولاتی که احتمال تجمع نیترات در آنها بالاتر است نسبت به حالت تازه خوری ترجیح داده می‌شود. چون تخمیر سبب کاهش میزان نیترات به مقدار ۳۰ تا ۵۰ درصد می‌گردد. سیلاژهای با محتوای نیترات بالا را می‌توان با برداشت در روزهای آفتابی و از طریق رقیق کردن با سایر منابع خوراکی یا با افزایش ارتفاع برداشت تا حد ۳۰ سانتی‌متر مدیریت نمود. نتیجه مطالعات نشان می‌دهند در این حالت میزان برداشت علوفه ۸ درصد کمتر خواهد بود و میزان تولید شیر به ازای هر هکتار ۲ درصد کمتر خواهد بود.

سیلاژ خشک (با رطوبت کم)

چنانچه علوفه خیلی خشک باشد ممکن است به منظور سهولت در ایجاد شرایط بی‌هوازی نیاز به افزودن آب باشد. اضافه کردن آب باید در حین سیلو کردن علوفه باشد. چنانچه اضافه کردن آب پس از پرسیدن سیلو باشد، آب افزوده شده بیشتر از دیواره‌ها به کف سیلو می‌رود و به داخل توده سیلو نفوذ نمی‌کند. این حالت ممکن است منجر به نشست مواد مغذی سیلو شود و پساب ایجاد شده عایق هوایی را از بین برده و سبب تخمیرهای نامناسب شود (۷).

قارچ و مایکوتوکسین‌ها^۱

در صورتی که شرایط مساعد باشد قارچ‌ها به هر میزان می‌توانند روی علوفه یا کنسانتره رشد کنند. علوفه‌های سیلو شده معمولاً دما و رطوبت مورد نیاز قارچ را تأمین می‌کنند و حذف اکسیژن مهمترین اقدام در جهت محدود نمودن رشد قارچ در سیلو است. شرایطی که سبب تحریک رشد قارچ می‌شوند خطر مشکلات مایکوتوکسین‌ها را نیز افزایش می‌دهند. این شرایط شامل آب و هوای مرطوب در زمان پوشاندن سیلو، صدمه دیدن پوشش سیلو و برداشت پس از سرمازدگی (به علت خشکی علوفه و سختی فشردن) می‌باشد. زمانی که قارچ رشد می‌کند سبب تهی شدن علوفه از مواد مغذی شده و مواد مغذی به دی‌اکسیدکربن و متابولیت‌های قارچی تبدیل می‌شوند. بسیاری از قارچ‌های معمول که سبب فساد سیلو می‌شوند مایکوتوکسین تولید نمی‌کنند. وجود قارچ‌های قابل مشاهده دلیلی بر وجود مایکوتوکسین‌ها نیست و مایکوتوکسین‌ها ممکن است زمانی که قارچ‌های قابل مشاهده وجود نداشته باشند، موجود باشند. با این حال بر اساس رنگ سیلاژ نمی‌توان سیلاژ سمی را از غیر سمی تشخیص داد. مدیریت اصولی برداشت و سیلو کردن علوفه و تخمیر در سیلو می‌تواند از تولید عفونت‌های قارچی در محصولات جلوگیری کند. پس از تخلیه علوفه در سیلو، اکسیژن باید به سرعت و به صورت

1- Mycotoxins

کامل حذف گردد. ابعاد ساختمانی سیلو نیز باید با توجه به سرعت برداشت در نظر گرفته شود تا سطح سیلاژ تازه باشد. بلافاصله پس از برداشت سیلاژ باید مصرف گردد و آخور روزانه تمیز شود. افت افزایش وزن، مشکلات تولیدمثلی، کاهش مصرف خوراک، کاهش تولید شیر و افت سیستم ایمنی از علایم عمومی مصرف خوراک آلوده به مایکوتوکسین‌ها است و چون این علائم ممکن است دلایل دیگری نیز داشته باشند عملاً شناسایی یا درمان اثر مایکوتوکسین‌ها را دشوار می‌سازد. در گله‌های شیری گوساله‌های جوان تا چندماهگی، گاوهای دوره انتظار زایمان و گاوهای تازه‌زا بیشتر در معرض خطر مسمومیت با مایکوتوکسین‌ها هستند. اگر احتمال مسمومیت با مایکوتوکسین‌ها در گله وجود داشته باشد همه اجزای جیره شامل کنسانتره نیز باید مورد آزمایش قرار گیرند. افزودن برخی از مواد جاذب به جیره به منظور غیرفعال سازی مایکوتوکسین‌ها می‌تواند به هنگام مصرف مدام خوراک آلوده مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس نتایج برخی از مطالعات ترکیبات رسی، بنتونیت کلسیم یا سدیم و زئولیت از جذب مایکوتوکسین به داخل بدن دام جلوگیری می‌کنند. برخی از مواد مانند زغال چوب، الیاف، آلومینوسیلیکات‌ها و ترکیبات دیواره مخمر (مانان الیگوساکارید) ممکن است در تخفیف حدت اثرات مایکوتوکسین‌ها موثر باشند (۷).

پایداری هوازی

شرایط بی‌هوازی و فقدان اکسیژن فعالیت و رشد میکروارگانیسم‌های فسادزا را محدود می‌سازد. با این حال قرار گرفتن در معرض حتی مقدار کمی اکسیژن به مخمرها اجازه رشد می‌دهد. پایداری هوازی سیلاژ در زمانی که از سیلو برداشت شده است به عنوان آخورمانی^۱ تعریف می‌شود. پایداری هوازی به مقاومت سیلاژ به گرما و فسادگی گفته می‌شود که بعد از در معرض هوا قرار گرفتن سیلاژ ایجاد می‌شود. آخورمانی به عنوان طول دوره زمانی اطلاق می‌شود که با در معرض هوا بودن سیلاژ دمای آن افزایش نمی‌یابد.

مخمرها اسیدهای آلی و قندهای باقیمانده گیاهی را به دی اکسیدکربن، آب و گرما تبدیل می‌کنند. در نتیجه pH سیلاژ افزایش می‌یابد و باکتری‌ها، مخمرها و قارچ‌ها که رشد آنها توسط شرایط اسیدی محدود شده بود اجازه رشد می‌یابند. این ارگانیسم‌ها مواد قابل هضم را مصرف و تبدیل به گرما می‌کنند. فساد هوازی مقدار و کیفیت تغذیه‌ای سیلاژ را تحت تأثیر قرار می‌دهد. دما، pH و محتوای الیاف افزایش و مواد مغذی قابل هضم و انرژی کاهش می‌یابند. در زمان برداشت سطح در معرض هوا از نظر زمانی باید مدیریت شود (۷).

عوامل موثر بر پایداری هوازی

اکسیژن: سطوح اکسیژن بالاتر از ۵ درصد سبب می شود باکتری های هوازی رشد کنند. عدم خروج اکسیژن توسط فشردگی ضعیف و یا عایق سازی آن اتفاق می افتد. **دی اکسید کربن:** سطوح بالاتر از ۲۰ درصد دی اکسید کربن از رشد باکتری های هوازی جلوگیری می کند.

جمعیت میکروارگانیسم های فسادزا: عایق سازی ضعیف به مخمرها، قارچ ها و باکتری های هوازی اجازه می دهد تا در زمان ذخیره سیلو رشد کنند و این کار به شدت سبب کاهش پایداری هوازی می شود.

دما: سیلو نمودن، ذخیره و یا تخلیه در دمایی بالاتر از ۴/۵ درجه سانتی گراد سبب تشویق رشد میکروبی می شود. میکروب های هوازی در دمای بالاتر از ۴۳ تا ۶۰ درجه سانتی گراد رشد نمی کنند.

تخمیر ناقص یا ناکافی: غلظت بالای اسیدهای آلی سبب کاهش pH سیلو و جلوگیری از رشد ارگانیسم های هوازی می شوند. همچنین وجود هرگونه کربوهیدرات های محلول تخمیر نشده (قند باقیمانده پس از تهیه سیلاژ) منبع غذایی برای ارگانیسم های فسادزا ایجاد می کند.

ماده خشک علوفه: سیلاژ خشک معمولاً پایداری هوازی کمی دارد، چون فشردن آن سخت است، سطوح اسید کمتری دارد و سریع گرم می شود. تنش های محیطی مانند خشکی، صدمه حشرات یا تگرگ می توانند ماده

خشک علوفه را تحت تأثیر قرار دهند.

کنترل فساد در سطح برداشت: راه حل محدود نمودن فساد هوازی تشویق تخمیر کامل و سریع با برداشت علوفه در رطوبت مناسب، فشرده سازی، عایق سازی مناسب سیلوها و در صورت نیاز استفاده از افزودنی مناسب سیلاژ جهت تحریک تخمیر و جلوگیری از فساد می باشد. با اینحال از آنجا که سطح برداشت سیلو در معرض اکسیژن می باشد بنابراین میزان برداشت باید به اندازه کافی باشد. این عامل بیش از همه تحت تأثیر اندازه و ابعاد سیلو می باشد. سرعت برداشت به وسیله چند عامل شامل دمای محیط و چگالی توده سیلاژ که سرعت نفوذ هوا را تعیین می کند تحت تأثیر قرار می گیرد. هرچه سطح برداشت صاف تر و یکنواخت تر باشد و به صورت یک لایه کامل برداشت شود، میزان نفوذ هوا کمتر است.

کنترل فساد در آخور

به منظور حفظ کیفیت سیلاژ در آخور باید روزانه پس آخور جمع آوری و آخور تمیز شود. در آب و هوای گرم باید دفعات خوراک دهی افزایش یابد و اجزای مرطوب در جیره محدود شوند و در زمانی که فساد در آخور اجتناب ناپذیر است از ممانعت کننده های کپک استفاده شود.

منابع

۱. افتخاری، م.، ح. فضائلی، م. گنج خانلو. ۱۳۹۹. راهنمای پرواربندی گوساله. موسسه آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی.
۲. جداول ترکیبات منابع خوراک دام و طیور ایران، ۱۳۹۴. موسسه تحقیقات علوم دامی کشور.

3. Bates. G. 1998. Corn Silage. Agricultural Extension Service, the University of Tennessee. SP434-D.

4. Beauchemin, K., V, Jessie Guyaderand A. Alemu. 2018. Keys to Producing High Quality Corn Silage in Western Canada. WCDS Advances in Dairy Technology. Volume 30: 147-159

5. Biostart, Maize Silage, Manual. www.biostart.co.nz.

6. Grantand, R. J., L. F. Ferraretto. 2018. Silage review: Silage feeding management: Silage characteristics and dairy cow feeding behavior. J. Dairy Sci. 101:4111–4121.

7. Jones, C. M., A. J. Heinrichs, G. W. 12 and V. A. Ishler. 2004. Understanding silage management from harvest to feed. College of Agricultural Sci-

ences Agricultural Research and Cooperative Extension.

8. Lauer, J. 2009. Sampling Corn Silage Fields to Accurately Determine Moisture. University of Wisconsin, agronomy department. Field Crops. 28.47 - 72

9. Maize Silage Handbook, A guide to successful maize silage. www.bonsilage.com

10. Mickan, F. J., M. D. Martin and J. W. Piltz. Silage storage. Chap 9, Top fodder, successful silage.

11. National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press.

12. Roth, G. W., A. J. Heinrichs, 2001. Corn silage production and management, agronomy facts, 18, Penn state extension.

13. Silage Management Technical Guide. 2018. www.Lallemandanimalnutrition.com.

14. Van Saun, R. J., and A. J. Heinrichs. 2016. Troubleshooting Silage Problems. Penn state Extension.