دومین کنفرانس ملی نوآوری کشاورزی،علوم دامی و دامپزشکی
2rd National Conference on Agricultural Innovation
Animal Science and Veterinary Science
۱۳۹۹ - تهران

مروری بر مدیریت سیلاژ ذرت

علی شورچه[۱]، کامران رضایزدی[۲]

۱-کارشناسی ارشد تغذیه نشخوارکنندگان گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲- دانشیار گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

خلاصه

ذرت سیلو شده یک علوفه پرکاربرد در صنعت گاو شیری است. مدیریت بهینه سیلاژ ذرت سبب بهبود کیفیت سیلوی تهیه شده، اتلاف کمتر مواد مغذی و عملکرد بهتر حیوانات شده و به لحاظ اقتصادی حائز اهمیت است. علوفه ذرت سیلو شده با تامین بخشی ازانرژی، تامین الیاف موثر فیزیکی، تامین الیاف نامحلول در شوینده خنثی و شرکت در تشکیل تله فیبری شکمبه ای، بر تولید و ترکیبات شیر اثر گذار است. برای بهبود کیفیت سیلاژ ذرت نیاز به مدیریت مناسب طی مراحل مختلف شامل ماده خشک مناسب هنگام برداشت، میزان نشاسته، میزان الیاف، قابلیت هضم الیاف، اندازه قطعات مناسب، فراوری دانه ها (kernel processing)، استفاده از تلقیح میکروبی و افزودنی ها، تراکم مناسب سیلو، مهر و موم کردن مناسب، حفظ شرایط بی هوازی و مدیریت برداشت از سیلو می باشد. برخی از ارقام ذرت نشاسته (دانه ها) بیشتری تولید می کنند و قابلیت هضم الیاف آنها بالاتر است. شرایط محیطی و تیمارها طی پرورش گیاه بر کیفیت علوفه موثر هستند. اندازه قطعات علوفه جهت تامین الیاف موثر فیزیکی، کاهش فعالیت جویدن، افزایش مصرف ماده خشک، کاهش انتخابگری، کاهش خطر اسیدوز و افزایش تولیدشیر دارای اهمیت ویژه است. فراوری دانه با افزایش قابلیت هضم نشاسته و افزایش ماده خشک مصرفی، اثر مثبت بر تولید شیر دارد. تلقیح میکروبی مناسب می تواند بازیابی ماده خشک و انرژی سیلو را بهبود دهد. ایجاد تراکم مناسب در سیلو سبب بهبود ثبات هوازی، اتلاف ماده خشک کمتر، ذخیره تناژ بیشتر در ساختمان سیلو و فساد کمتر در سیلو می شود. مهر و موم مناسب، سیلو را طی زمان نگهداری و مصرف از فساد حفظ می کند، فساد و کپک زدگی سبب تولید آفلا توکسین ها و مایکوتوکسین ها در سیلو می شود که بر سلامت حیوان اثر منفی دارد و از طریق شیر و گوشت به انسان منتقل می شود.

کلمات کلیدی: سیلاژ ذرت، اندازه قطعات، فراوری دانه ها، تراکم سیلو، ارزیابی کیفیت سیلاژ

۱. مقدمه

سیلو (silage) عبارت از فراورده تولید شده توسط تخمیر کنترل شده یک محصول با رطوبت بالا است. واژه سیلو کردن (ensilage) به رویه مذکور اطلاق شده و مخزن مربوطه نیز درصورت استفاده، سیلو نامیده می شود. تقریبا هر محصولی را می توان بصورت سیلو شده نگهداری نمود، با این وجود، معمولترین محصولات مورد استفاده شامل گراس ها، لگوم ها مثل یونجه، و غلات کامل مثل گندم و جو و به ویژه ذرت هستند [۱]. علوفه ذرت منبع خوبی از الیاف، و به دلیل داشتن دانه های غنی از نشاسته، منبع خوبی از انرژی می باشد. علوفه ذرت به دلیل قیمت کمتر در مقایسه با سایر علوفه ها، یک منبع اقتصادی و بسیار رایج تامین علوفه

است. فرایند سیلوکردن ذرت شامل مراحل تعیین زمان مناسب برداشت، خرد کردن علوفه طی برداشت، استفاده از افزودنی ها، پرکردن ساختمان سیلو و فشرده سازی، مهر و موم کردن (ایجاد شرایط بی هوازی)، محاسبه قیمت تمام شده و ارزیابی می باشد. ارزش غذایی سیلو در درجه اول به گونه و مرحله بلوغ محصول برداشت شده، و در درجه دوم به تغییرات ناشی از فعالیت های آنزیم های گیاهی و میکروارگانیسم ها طی برداشت محصول، فرایند سیلو کردن و دوره نگهداری بستگی دارد. مدیریت بهینه در تهیه سیلاژ ذرت، منجر به داشتن ذرت سیلو شده با کیفیت و ارزش غذایی بالاتر، اتلاف کمتر مواد مغذی و پاسخ تولید بالاتر در گاوشیری می گردد. از آنجا که بخش قابل توجهی از هزینه دامداری ها مربوط به هزینه خوراک است و ذرت سیلو شده نیز سهم قابل ملاحظه ای در این هزینه دارد، مدیریت صحیح سیلاژ ذرت به لحاظ اقتصادی حائز اهمیت است.

۲. ساختمان سیلو

انواع ساختمان سیلو مورد استفاده شامل سیلوهای استوانه ای، گودالی (یا خندقی یا گوه ای)، روزمینی (Drive Over) یا کپه ای و کیسه ای (Bag Silage) می باشد. سیلوهای استوانه ای امروزه بیشتر برای ذخیره دانه ها استفاده می شوند. سیلوهای گودالی در ایران پرکاربرد هستند و برای خروج پساب نیاز به حفر چاه دارند، همچنین ایجاد این سیلوها در زمین هایی که رطوبت بالایی دارند ممکن است دشوار باشد، همچنین امکان نفوذ آب جاری شده از بارندگی در این نوع ساختمان بیشتر است. سیلوهای روزمینی امروزه به محبوب ترین نوع ساختمان سیلو تبدیل شده اند. این نوع ساختمان با کف بتنی، و دیوار های بتنی در دو یا سه طرف، ساخته می شوند و با توجه به ارتفاع اندکی که کف سیلو از زمین مجاور خود دارد، برای خروج پساب نیازی به حفر چاه ندارند، همچنین امکان نفوذ آب جاری شده از بارندگی در آنها کمتر است. با تکامل ماشینهای کیسه زن کارآمد، در سال های اخیر میزان مواد سیلویی ذخیره شده در کیسه های پلاستیکی افزایش یافته است، اما معمولا زمانی از سیلاژ کیسه ای استفاده می شود که ساختمان های ثابت سیلو پر شده اند و نیاز به ذخیره سازی سیلاژ بیشتر وجود دارد. به شرط آن که کیسه ها به شکل یکنواخت و با تراکم مناسب پر شوند و به خوبی درزگیری شده و طی نگهداری سوراخ نشوند، این روش نگهداری نیز روشی مطلوب است.

۳. نقش آنزیم های گیاهی

بلافاصله پس از برداشت محصول و طی مراحل اولیه سیلو کردن، تغییرات شیمیایی ناشی از فعالیت آنزیم های گیاهی در بافت گیاه رخ می دهد. روندهای تنفس و تجزیه پروتئین دارای اهمیت ویژه در تعیین ارزش غذایی محصول نهایی هستند.

تنفس: تنفس بصورت تجزیه اکسیداتیو ترکیبات آلی برای تولید انرژی قابل استفاده تعریف می گردد. در گیاهان آلی همانند حیوانات، اکسیژن گیرنده نهایی الکترون است. کربوهیدراتها (معمولا یک قند هگزوز) ماده اولیه برای اکسیداسیون هستند، پس از گلیکولیز و متعاقب آن از طریق چرخه کربس به دی اکسید کربن و آب، اکسید می شوند. در گیاه برداشت شده واکنش های بیو سنتتیک محدود گردیده و درنهایت تمام انرژی موجود در هگزوز به گرما تبدیل می شود. این رویه هدر دهنده بوده و باعث تخلیه قندها می شود و می تواند تخمیر را به طور نامطلوب تحت تاثیر قرار دهد. تنفس گیاه تا زمان وجود اکسیژن و سوبسترا در سیلو ادامه خواهد داشت. راه محدود نمودن تنفس گیاه ایجاد شرایط بی هوازی در کوتاهترین زمان ممکن است [۱].

تجزیه پروتئین: پس از برداشت، تجزیه سریع پروتئین (هیدرولیز پیوندهای پپتیدی) توسط آنزیم های پروتئاز و پپتیداز گیاهی رخ می دهد و پروتئین حقیقی به پروتئین غیرحقیقی (NPN) تبدیل می شود. میزان پروتئین ممکن است پس از چند روز پژمرده شدن در مزرعه تا ۵۰ درصد کاهش یابد. میزان تجزیه پروتئین براساس گونه گیاه، میزان ماده خشک و دما متغیر است. این فعالیت با افت pH کاهش می یابد [۱]. حفظ کیفیت، ماده خشک و انرژی علوفه در سیلو نیازمند محدود کردن تنفس گیاه، فعالیت پر.نئولیتیکی گیاه، فعالیت کلستریدیوم ها و رشد میکروب های هوازی است [۲].

۴. نقش میکروارگانیسم ها در تخمیر

قارچ ها و باکتری های هوازی میکروارگانیسم های غالب در گیاهان تازه بوده، اما با پیشرفت شرایط بی هوازی در ساختمان سیلو، باکتری های قادر به رشد در فقدان اکسیژن جانشین آنها می گردند. باکتری های تولید کننده اسید لاکتیک که خود به دو دسته باکتری های اسیدلاکتیکی با محصولات همگن (Homolactic) و باکتری های اسیدلاکتیکی با محصولات ناهمگن (Heterolactic) تقسیم می شوند، باکتری های مطلوب در فرایند تهیه سیلاژ هستند. باکتری های اسیدلاکتیکی بی هوازی اختیاری هستند و در فقدان اکسیژن، تعداد آنها افزایش یافته و با تولید اسید لاکتیک، pH سیلو را کاهش می دهند. با ادامه شرایط بی هوازی و کاهش pH سیلو، فعالیت و رشد میکروارگانیسم های نامطلوب، چه آنهایی که سبب اتلاف مواد مغذی می شوند و چه عوامل بیماری زا (جداول۱ و ۲)، محدود می شود [۱ و ۳].

جدول۱- نقش میکروارگانیسم ها در تخمیر سیلو

میکروارگانیسم	سوبسترای مصرفی	محصولات نهایی عمده	وضعیت	درصد بازیابی ماده خشک	درصد بازیابی انرژی
هموالاکتیک	گلوکز	اسید لاکتیک	مفید	۱۰۰	۹۹
	گلوکز	اسید لاکتیک ، اتانول ، CO_2	مفید	۷۶	۹۸
هترولاکتیک	فروکتوز	اسید لاکتیک ، اسید استیک ، مانیتول ، CO_2	مفید	۹۵	۹۹
مخمرها	گلوکز	اتانول ، CO_2	نامطلوب	۵۱	۹۹
	اسید لاکتیک	اسید بوتیریک ، CO_2 و H	نامطلوب	۴۹	۸۲
کلستریدیا	پروتئین و اسیدهای آمینه (دآمیناسیون)	آمونیاک ، اسید بوتیریک ، اسید پروپیونیک	نامطلوب	۴۹	۸۲

	پروتئین و اسیدهای آمینه (دکربوکسیلاسیون)	CO2، هیستامین (سبب لنگش گاو)	نامطلوب	۴۹	۸۲
	پروتئین و اسیدهای آمینه (اکسیداسیون)	آمونیاک ، استیک اسید ، CO2	نامطلوب	۴۹	۸۲
کلیفرم ها	گلوکز	اتانول ، CO2 ، اسید استیک و H	نامطلوب		

جدول۲- میکروارگانیسم های بیماری زا در سیلو

نوع	منشاء	بیماری ها
لیستریا	خاک (سیلو با ماده خشک پایین و آلوده به خاک)	تورم مغز و پرده های مغز، عارضه چشمی یووئیت، تورم جفت، سقط جنین، لیستریوز، عفونت خونی کره اسب
باسیلوس ها	شایع در گراس های درو شده	سقط جنین در گاو به وسیله *Bacillus lichiniformis*
کلیفرم ها	روی محصولات زراعی حضور دارند	اسهال توسط *Escherichia coli*
قارچ ها	در خاک و روی گیاهان	فساد سیلو و تولید مایکو توکسین ها و آفلاتوکسین ها مثل زرالنون، اکراتوکسین، تریکوتسن ها، T2

۵. اتلاف مواد مغذی در سیلو

اتلاف مزرعه ای: در محصولات برداشت شده و سیلو شده طی کمتر از ۴۸ ساعت این اتلاف معمولا کمتر از دو درصد است. پس از پنج روز این اتلاف به شش درصد و پس از هشت روز به ۱۰ درصد ماده خشک می رسد. البته این اتلاف بسته به شرایط آب و هوایی می تواند افزایش یابد [۱].

اتلاف اکسیداسیونی: این اتلاف از عمل آنزیم های گیاهی و میکروبی بر موادی نظیر قندها در حضور اکسیژن رخ داده و باعث تشکیل دی اکسید کربن و آب می شود. در سیلویی که سریعا مهر و موم شده است، اگر تراکم (فشرده سازی) مناسب باشد، اکسیژن به دام افتاده در بافت های گیاهی اهمیت کمی دارد و تنها باعث اتلاف ماده خشک در حدود یک درصد می شود [۱].

اتلاف تخمیری: اتلاف در ماده خشک و انرژی ناشی از فعالیت باکتری های اسید لاکتیکی بسیار کم است (جدول۱). در تخمیر های کلستریدیومی و انتروباکتریایی به دلیل آزاد سازی گاز های دی اکسید کربن، هیدروژن و آمونیاک اتلاف ماده خشک قابل ملاحظه است(جدول۱). اتلاف ناشی از پساب: مایع پساب (Effluent) حاوی مواد مغذی محلول است. میزان پساب تولید شده به میزان زیادی به مقدار رطوبت اولیه محصول بستگی دارد. رابطه باستیمان (رابطه۱) اتلاف ناشی از پساب را پیش بینی می کند:

$$Vn = 767 - 5.34D + 0.00936D^2 \quad (۱)$$

که Vn حجم پساب تولید شده (لیتر به ازای هرتن گیاه) و D میزان ماده خشک گیاه (کیلوگرم در تن) است.

علاوه بر ماده خشک عواملی مانند نوع ساختمان سیلو، درجه مهر و موم شدن و پیش فراوری انجام شده بر روی محصول، بر اتلاف ناشی از پساب موثر هستند. اتلاف ناشی از پساب در محصولات سیلو شده با ۱۵ درصد ماده خشک، تا ۱۰ درصد ماده خشک خواهد بود، در حالی که در محصولاتی با ۳۰ درصد ماده خشک، این اتلاف بسیار کم و یا صفر می باشد [۱].

۶. پروفایل تخمیر در سیلو

تخمیر مناسب سیلو و محافظت مناسب هوازی، سبب می شود که محصولات تولیدی باکتری های سودمند در سیلو بیشتر، محصولات تولیدی میکروارگانیسم های مضر کمتر، اتلاف ماده خشک و انرژی سیلو حداقل گردد. در صورتی که سیلاژ به خوبی تخمیر شده باشد، پروفایل آن نزدیک به مقادیر جدول ۳ خواهد بود [۳].

جدول۳- پروفایل تخمیر در سیلوهای به خوبی تخمیر شده

عناوین	سیلاژ یونجه ۳۰-۳۵ درصد ماده خشک	سیلاژ یونجه با ۴۵-۵۵ درصد ماده خشک	سیلاژ ذرت با ۳۵-۴۰ درصد ماده خشک
pH	۴/۳ – ۴/۵	۴/۷ – ۵/۰	۳/۷ – ۴/۲
اسیدلاکتیک	۷-۸ درصد	۲-۴ درصد	۴-۷ درصد
اسید استیک	۲-۳ درصد	۲ – ۰/۵ درصد	۱-۳ درصد
اسید پروپیونیک	۰/۵> درصد	۰/۱> درصد	۰/۱> درصد
اسید بوتیریک	۰/۵> درصد	۰/۵> درصد	۰ درصد
اتانول	۱ – ۰/۵ درصد	۰/۵ درصد	۱-۳ درصد
نیتروژن آمونیاکی درصد از CP	۱۰-۱۵ درصد	۱۲> درصد	۵-۷ درصد

غلظت بالای استات در سیلاژ ممکن است با افزایش فشار اسمزی محتوای شکمبه و کاهش خوشخوراکی، سبب کاهش ماده خشک مصرفی گردد، اما با عادت دهی دام به خوراک پس از ۲-۳ هفته کاهش ماده خشک مصرفی مشاهده نشد. استات محصول

نهایی اصلی متابولیسم اتانول در شکمبه و کبد است. اتانول در اکثر سیلوها غلظت کمی دارد ولی در سیلاژ نیشکر محصول اصلی تخمیر است، همچنین در سیلوهای تیمار شده با فرمیک اسید افزایش می یابد. سیلاژ حاوی غلظت اتانول تا پنج درصد، تاثیری بر ماده خشک مصرفی و رفتار جویدن ندارد [۴].

افزایش بوتیرات نشانه تخمیر ضعیف سیلاژ و تخمیر قند و اسید لاکتیک توسط کلستریدیا می باشد، بوتیرات مولالیته شکمبه را افزایش داده و گیرنده های اسمزی را تحریک می کند و می تواند مصرف ماده خشک گاوهای شیری را کاهش دهد . افزایش نیتروژن آمونیاکی از طریق گاماآمینوبوتیریک اسید که از گلوتامات طی پاکسازی نیتروژن آمونیاکی در کبد تولید می شود، بر تنظیم خوراک مصرفی اثر می گذارد [۴]. افزایش آمونیاک و اسید بوتیریک در سیلاژ، مصرف ماده خشک را کاهش می دهند، ولی رابطه ای بین pH سیلاژ و شکمبه وجود ندارد [۵].

۷. افزودنی های سیلو

افزودنی های سیلو را می توان به دو دسته تقسیم نمود: محرک های تخمیر مانند مواد غنی از قند (مثل استفاده از ملاس)، مواد تلقیحی و آنزیم ها که تکثیر باکتری های اسید لاکتیکی را بهبود می بخشند و مهار کننده های تخمیر مانند اسیدهای آلی که رشد میکروارگانیسم ها را مهار می کنند. برخی افزودنی های رایج سیلو را در جدول ۴ مشاهده می کنید [۶].

جدول۴- برخی افزودنی های رایج در سیلو

نوع افزودنی	مثال	مزایا	موارد مناسب
باکتری های HomoLAB	*LB.Plantarum , LB.Casei , Entrococcus Faecium , Pediococcus Sp.*	سرعت تکثیر بالا، کاهش سریعتر pH ، افزایش ثبات هوازی، افزایش بازیابی DM ، بهبود عملکرد حیوان	لگوم ها و گراس های گرمسیری
باکتری های HeteroLAB	*LB.Buchneri*	بهبود ثبات هوازی	موارد تست شده
سایر باکتری ها	*Streptococcus Bovis*	سرعت دوبرابر شدن ۲۰دقیقه، کاهش سریع pH ، کاهش اتلاف گازی و پساب، افزایش بازیابی DM	علوفه های گرمسیری
	Propionibacterium Sp.	کاهش pH ، بهبود ثبات هوازی تا ۵ روز	سیلاژ ذرت ، سورگوم و گندم
	Bacillus Sp.	افزایش ثبات هوازی تا ۲برابر با محدود کردن مخمرها، افزایش قابلیت هضم ظاهری، کاهش اتلاف گازی و پساب	عمومی
	Yeast	محدود کردن میکروارگانیسم های نامطلوب، رشد دادن مخمرهایی که قصد داریم به عنوان DFM به گاوها بدهیم	عمومی

افزودنی های شیمیایی	اسید فرمیک ، اسید پروپیونیک، اسید بنزوئیک، اسید استیک، اسید سربیک	کاهش سریع pH ، سرکوب میکروارگانیسم های نامطلوب، بهبود محافظت از پروتئین سیلو ،افزایش ثبات هوازی	عمومی
افزودنی های آنزیمی	آنزیم های سلولاز، همیسلولاز، پروتئاز، باکتریهایی که این آنزیم ها را بصورت اگزوجنوس تولید می کنند	بهبود تخمیر سیلاژ، افزایش قابلیت هضم	لگوم ها ، سیلوهای با ماده خشک بالا
افزودنی های نمکی	حاوی نیتریت در ترکیب با پروپیونات، هگزامین، سربات، بنزوات،، فرمات	کاهش کلستریدیا، کاهش نیتروژن آمونیاکی، کاهش اسید بوتیریک	عمومی
ترکیبی	ترکیبی از دو یا چند مورد	استفاده از مزایای هرکدام به طور همزمان	برای موارد تست شده

اسیدپروپیونیک بعنوان یک افزودنی ضدقارچ برای بهبود ثبات هوازی استفاده می شود و می تواند بر غلظت پروپیونات سیلاژ و در پی آن بر مصرف خوراک و رفتار تغذیه ای گاو شیری اثر بگذارد، اسید پروپیونیک اثر حداقلی بر محصولات نهایی تخمیر سیلاژ ذرت دارد [۷]. استفاده از تلقیح، قابلیت هضم را بالا می برد و میتواند عملکرد حیوانات را تا هفت درصد بهبود دهد [۵].

۸. مدیریت تهیه سیلاژ ذرت

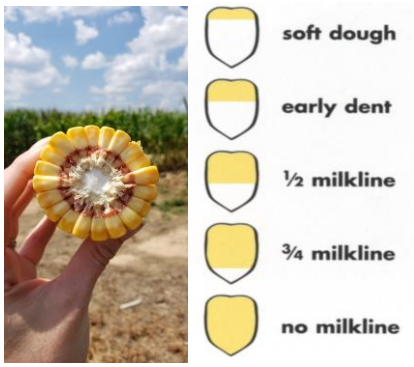
مدیریت سیلاژ ذرت شامل مدیریت در مراحل مختلف تهیه سیلاژ از جمله زمان برداشت، طی برداشت، طی سیلوکردن، مهر و موم کردن، طی نگهداری و در طول برداشت از سیلو می باشد.

۱-۸- مدیریت زمان برداشت محصول

مهمترین عوامل موثر بر میزان مواد مغذی علوفه ذرت و قابلیت هضم آن شامل رقم (واریته) ذرت، میزان بلوغ، تیمار و شرایط محیطی هنگام پرورش ذرت می باشد. در بین ارقام مختلف ذرت، ارقام BMR (Brown Mid Rib) تولید دانه و نشاسته بیشتری دارند، میزان NDF آنها از ارقام معمولی کمتر، ولی قابلیت هضم NDF آنها بیشتر است. گاوهای تغذیه شده با ارقام BMR نسبت به ارقام معمولی ذرت با همان اندازه قطعات، زمان خوراک خوردن کوتاه تری دارند [۸]. استفاده از این ارقام در آمریکا هرساله در حال افزایش است، متاسفانه درحال حاضر این ارقام در کشور ما کشت نمی شوند و از ارقام معمولی ذرت سیلو استفاده می شود. طبق آمارهای رسمی، در کشور ما رایج ترین رقم ذرت، رقم ۷۰۴ است، در سالهای اخیر ارقام دیگری از صربستان وارد شده که عملکرد بهتری نسبت به رقم ۷۰۴ دارند، بعنوان مثال رقم ۶۴۰ با تولید ۱۴ تن دانه و ۹۰ تن علوفه در هکتار، رقم ۷۷۰ با تولید ۱۵ تن دانه و ۹۰ تن علوفه در هکتار و رقم ۶۰۱۰ با تولید ۱۹ تن دانه در هکتار که همگی از ارقام معمولی ذرت می باشند.

شرایط پرورش گیاه بر کیفیت علوفه و میزان مواد مغذی و قابلیت هضم آن موثر است، گیاهان تحت تنش آبی، کشت بسیار متراکم که سبب رقابت بیشتر برای دسترسی به نور، بلندتر شدن گیاهان و نیاز به استحکام ساقه می شود، سبب تولید الیاف بیشتر و لیگنینی شدن بیشتر و کاهش قابلیت هضم الیاف می شود [۹]. همچنین باید توجه داشت که استفاده بیش از حد از کود شیمیایی سبب تجمع نیترات در گیاه می شود که برای سلامت دام و انسان مضر است. آبیاری گیاهان با فاضلاب می تواند سبب تجمع عناصر و مواد سمی در گیاه شود و احتمال ابتلا به مسمومیت ها را افزایش دهد. همچنین از خرید ذرت مزارعی که دچار آلودگی های گسترده قارچی شده اند (مثل آلودگی با *Diplodia, Gibberella, Fusarium, Trichoderma*) بدلیل حضور آفلاتوکسین ها و مایکوتوکسین ها، باید خودداری شود. بهتر است برداشت پس از یک دوره آفتابی برای اطمینان از حداکثر بودن میزان قندهای محلول انجام شود.

پس انتخاب ارقام بهتر ذرت که با آب سالم آبیاری شده باشند و شرایط پرورش آنها بهتر باشد، دارای اهمیت است. پس از رعایت موارد فوق، مهمترین عاملی که باید به آن توجه شود، میزان ماده خشک محصول است. تاخیر در برداشت به منظور بلوغ بیشتر گیاه، یک روش مدیریتی برای افزایش تولید ماده خشک و نشاسته در هکتار است [۱۰]. روش معمول برای سنجش میزان ماده خشک ذرت، توجه به خط شیری دانه هاست، بدین صورت که در چند نقطه از مزرعه، چند بلال را از وسط شکسته و از قسمت عرضی به دانه های نیمه بالایی نگاه میکنیم، خط شیری ½ الی ¾ برای برداشت مناسب است (شکل۱). باتوجه به تفاوت بین ارقام مختلف ذرت و حتی تفاوت بین یک رقم ذرت که در شرایط مختلف پرورش یافته است، محققین توصیه کرده اند که برای تعیین میزان ماده خشک ذرت علوفه فقط به روش خط شیری اکتفا نشود و حتما از یک روش دیگر برای تعیین دقیق میزان ماده خشک محصول استفاده گردد.



شکل۱- استفاده از خط شیری برای تعیین زمان مناسب برداشت محصول

بعنوان مثال می توان از ارسال نمونه به آزمایشگاه های تجاری استفاده کرد، این روش به دلیل زمان بر بودن چندان کاربردی نیست، اما می توان از روش های سریعتری مثل استفاده از مایکروویو، یا دستگاه های قابل حمل برای محاسبه ماده خشک (مثل دستگاه Koster Moisture Tester یا مشابه آن) برای تعیین ماده خشک محصول بهره برد. در کشور آمریکا ماده خشک رایج ذرت سیلویی ۳۲-۳۵ درصد، و درکشور ایران بسیار متغییر اما به طور تجربی میانگین حدود ۲۲ درصد است.

۲-۸- مدیریت طی برداشت محصول

طی برداشت محصول، مدیریت دو عامل اندازه قطعات علوفه (Particle size) و فراوری دانه ها (Kernel Processing) بسیار مهم است. با کاهش اندازه قطعات، تراکم سیلو در ساختمان سیلو افزایش، در پی آن میزان نفوذ اکسیژن در سیلو کاهش و در نتیجه ثبات هوازی افزایش می یابد. باید توجه داشت که با بلوغ بیشتر گیاه، برای دستیابی به ماده خشک بالاتر، ایجاد تراکم مناسب در سیلو سخت تر می شود و استفاده از اندازه قطعات کوچک تر می تواند به دستیابی به تراکم مناسب کمک کند [۱۱].

نکته بسیار حائز اهمیت این است که اندازه قطعات بلندتر، رفتار انتخابگری گاوهای شیری و شاخص زمان جویدن را افزایش می دهد. در جیره های برپایه سیلو، رابطه شاخص جویدن و ماده خشک مصرفی (DMI) منفی خطی است[۱۲]. با افزایش زمان جویدن، زمان نشخوار نیز افزایش، و زمان استراحت کاهش می یابد. محتوای الیاف نامحلول درشوینده خنثی، قابلیت هضم و اندازه قطعات بر فعالیت جویدن و مصرف ماده خشک تاثیر دارد [۱۳]. ارقام ذرت BMR در مقایسه با ارقام ذرت معمولی، زمان خوردن را ۳۰ دقیقه در روز کاهش و مصرف ماده خشک را افزایش می دهند [۱۴].

اندازه بلعیدن قطعات (Bolus particle size) برای خوراک TMR و علوفه های مختلف ۱۰-۱۱ میلی متر برآورد شده است [۱۵]. محتوا و قابلیت تخمیر فیبر، نشاسته، پروتئین، همراه با محصولات نهایی تخمیر، بر رفتار خوراک خوردن و ماده خشک مصرفی گاو شیری اثر گذارند [۱۶]. قابلیت هضم in vitro و in situ الیاف نامحلول در شوینده خنثی با افزایش بلوغ ذرت کاهش می یابد [۱۷].

برای ارزیابی اندازه قطعات از ابزار الک پنسیلوانیا استفاده می شود، از قطعات بالای چهار میلی متر برای محاسبه فاکتور موثر فیزیکی (peNDF) و از قطعات روی الک ۱۹ میلی متر برای تخمین جویدن استفاده می شود، قطعات بالای ۱۹ میلی متر پتانسیل زیادی برای انتخابگری (Sorting) دارند که خطر ابتلا به اسیدوز را افزایش می دهد. میانگین اندازه قطعات مناسب برای تامین الیاف موثر فیزیکی کافی، ثبات بهتر تله فیبری شکمبه ای، کاهش فعالیت انتخابگری، کاهش زمان جویدن، افزایش ماده خشک مصرفی و اثر بر تولید و ترکیبات شیر حائز اهمیت است. میانگین اندازه قطعات پیشنهاد شده برای ذرت سیلو ۱۹ میلی متر می باشد [۱۸]. با تنظیم و بهبود اندازه قطعات، ۴-۱,۴ لیتر تولید شیر افزایش می یابد [۱۹].

دستیابی به اندازه قطعات کوچکتر، نیازمند مصرف سوخت و زمان بیشتر هنگام برداشت محصول است و متاسفانه به این دلیل در کشورما به این مسئله توجه کافی نمی شود . معمولا تلقیح میکروبی هنگام برداشت محصول، هنگام ورود کامیون ها به دامداری و یا هنگام پر کردن ساختمان سیلو، روی ذرت برداشت شده اسپری می شود. تلقیح میکروبی به منظور کاهش هرچه سریعتر pH ، بهبود ثبات هوازی، مهار میکروارگانیسم های نامطلوب، افزایش قابلیت هضم، کاهش اتلاف ماده خشک و انرژی و در نهایت بهبود عملکرد حیوانات انجام می شود. همچنین اسپری کردن اسیدهای آلی نیز همانند تلقیح میکروبی، در همین مرحله می تواند انجام شود.

فراوری دانه ها با عبور علوفه ذرت خرد شده از بین غلطک ها (Roller mill) هنگام برداشت محصول انجام می شود. کاهش اندازه قطعات بخش دانه ای ذرت سبب بهبود خصوصیات نگهداری و خوراک دهی و تولید شیر می شود [۲۰]. فراوری با شکستن پریکارپ دانه سبب می شود که نشاسته موجود در دانه ها بیشتر در دسترس میکروارگانیسم های شکمبه قرار بگیرند و قابلیت هضم نشاسته تا ۶ درصد افزایش یابد، فاصله مناسب غلطک ها برای این امر (roll gap) ۱-۳ میلی متر می باشد [۲۱]. شکستن دانه های ذرت قابلیت هضم نشاسته و بازدهی خوراک را برای گاو شیری افزایش می دهد [۲۲]. با اندازه قطعات کوچکتر، تعداد دانه های سالم پس از فراوری دانه کمتر خواهد بود، و همچنین استفاده از غلطک های فراوری بخش علوفه هم خرد می شود و اندازه قطعات کاهش می یابد [۲۳]. با اندازه قطعات مشابه، فراوری دانه ها فعالیت جویدن را کاهش و ماده خشک مصرفی را افزایش می دهد. فراوری دانه ها اثر مثبت بر افزایش وزن گوساله های پرواری داشته و تولید شیر تصحیح شده در گاوهای شیری را ۱,۵ کیلوگرم در روز افزایش می دهد، که علت آن افزایش ماده خشک مصرفی و افزایش قابلیت هضم نشاسته است [۱۸ و ۲۴]. بلوغ بیشتر گیاه، میزان نشاسته شیشه ای بیشتر و قابلیت هضم شکمبه ای نشاسته کاهش می یابد [۲۵] زیرا ماتریکس پروتئینی اطراف نشاسته سخت تر می شود لذا توصیه شده که در مورد ذرت سیلویی با بیش از ۳۰ درصد ماده خشک، حتما فراوری دانه انجام شود. در ایران به دلیل پایین بودن ماده خشک ذرت سیلویی و نیز مصرف سوخت کمتر هنگام برداشت، فراوری دانه انجام نمی شود و تا کنون اثر

فراوری دانه بر ذرت سیلویی ایران و عملکرد حیوانات مورد مطالعه قرار نگرفته است. برای ارزیابی فراوری دانه ها طی برداشت، از شاخص نمره فراوری سیلاژ ذرت (CSPS) استفاده می شود و با استفاده از الک ۴,۷۵ میلی متری دانه ها از سایر بخش های گیاه جدا می شود، در این روش نمره ۷۰ درصد بهینه، ۶۹-۵۰ درصد کافی و نمره کمتر از ۵۰ درصد به معنی فراوری ناکافی و نامناسب است [۲۶]. در روش ساده تری حدود ۹۰۰ گرم از محصول را روی زمین پخش کرده و تعداد دانه های سالم و نصفه را در آن می شماریم و طبق جدول۵ ارزیابی می کنیم [۲۷].

جدول۵- ارزیابی فراوری دانه ها

کیفیت فراوری دانه ها (Kernel Processing)	دانه کامل یا نصفه در ۹۰۰ گرم
ایده آل	**< ۲**
مناسب	**۲ - ۴**
نیاز به تنظیم غلطک ها	**> ۴**

شکسته شدن چوب بلال یکی دیگر از مزایای استفاده از غلطک های فراوری است که انتخابگری را کاهش می دهد [۲۸]. اثر فراوری دانه ها، تلقیح میکروبی و مراحل مختلف بلوغ گیاه را می توانید در جدول ۶ ملاحظه کنید [۲۹].

جدول۶- اثر مرحله بلوغ، فراوری دانه ها و تلقیح میکروبی بر ترکیبات شیمیایی ذرت سیلو شده

مرحله بلوغ	½ خط شیری				¾ خط شیری				خط سیاه			
	فراوری		بدون فراوری		فراوری		بدون فراوری		فراوری		بدون فراوری	
عنوان درصد از ماده خشک	تلقیح	بدون تلقیح	تلقیح	بدون تلقیح	تلقیح	بدون تلقیح	تلقیح	بدون تلقیح	تلقیح	بدون تلقیح	تلقیح	بدون تلقیح
ماده خشک	۲۴,۹	۲۴,۸	۲۱,۶	۲۲,۶	۲۵,۶	۲۵,۹	۲۴,۱	۲۴,۴	۲۹,۷	۲۷,۶	۲۹,۵	۳۰,۲
NDF	۵۳,۶	۵۳,۸	۵۵,۸	۵۶,۲	۵۲,۶	۵۵,۷	۵۶,۷	۵۶,۷	۴۸,۹	۴۸,۸	۵۷,۳	۵۸,۸
ADF	۳۳,۹	۳۳,۳	۳۵,۵	۳۶,۸	۳۳,۰	۳۵,۴	۳۶,۶	۳۶,۴	۲۹,۶	۲۸,۸	۳۴,۲	۳۵,۵
نشاسته	۱۴,۸	۱۶,۰	۱۵,۹	۱۴,۸	۲۳,۰	۲۱,۸	۱۸,۲	۱۸,۱	۲۸,۷	۲۸,۳	۱۸,۳	۱۴,۳
لاکتات	۶,۳	۵,۳۹	۶,۹	۵,۲۲	۴,۷۹	۴,۶۷	۵,۵	۵,۲۹	۴,۰۸	۴,۳۹	۴,۹۳	۵,۰۲
pH نهایی	۳,۷	۳,۸۳	۳,۷۴	۳,۸۴	۳,۳۸	۳,۳۸	۳,۲۹	۳,۳۴	۳,۸۴	۳,۸۵	۳,۹۱	۳,۹۲

نظریه های زیادی درباره علت بهبود عملکرد حیوانات پس از تلقیح میکروبی سیلاژ وجود دارد از جمله؛ جلوگیری از تولید توکسین های زیان آور میکروب ها [۳۰]، برهمکنش باکتری های اسیدلاکتیکی با میکروب های شکمبه و جایگزینی تخمیر شکمبه [۳۱]،

تولید ترکیباتی توسط باکتری های اسیدلاکتیکی که از رشد برخی قارچ ها و مخمرها جلوگیری می کنند [۳۲]، برخی سویه ها سبب حذف DNA در لیستریا می شوند [۳۳ و ۳۴]، باکتری های اسیدلاکتیکی تولید متان را کمتر می کنند [۳۵]، تلقیح با سویه های *LB.plantarum* یا *Lactococcus lactis* سبب تولید توده میکروبی بیشتر در شکمبه می شوند [۳۶].

۳-۸- مدیریت پر کردن ساختمان سیلو (متراکم سازی)

رسیدن به تراکم بالا در سیلو به دو دلیل اهمیت دارد؛ اولین و مهمترین دلیل این است که تراکم و محتوای ماده خشک، میزان تخلخل سیلو را مشخص می کند و تخلخل نرخ ورود هوا به سیلو و در پی آن میزان ضایعات که در طول ذخیره سازی و برداشت رخ می دهد را مشخص می کند. دلیل دوم این است که تراکم بالاتر به معنی ذخیره تناژ بیشتر در سیلو است، بنابراین تراکم بالاتر، هزینه سالیانه ذخیره سازی هر تن علوفه را با افزایش مقدار علوفه وارد شده به سیلو و کاهش اتلاف در طول ذخیره سازی، کاهش می دهد. بین وزن تراکتور و زمان فشرده سازی (تن در ساعت) (packing rate) رابطه مهمی وجود دارد، بر اساس توصیه های دانشگاه ویسکانسین اگر وزن تراکتور به کیلوگرم را بر ۳۶۳ تقسیم کنیم، معادل تن در ساعتی خواهد بود که می تواند به درستی فشرده شود و فشار عمودی کافی برای خروج اکسیژن از سیلو را فراهم کند. زمان فشرده سازی بستگی به نرخ تحویل (delivery rate) دارد که بر اساس وزن بار ورودی به دامداری در روز مشخص می شود. بین ظرفیت فشرده سازی تراکتور و نرخ تحویل باید یک تناسب ایجاد شود وگرنه نمی توان به تراکم مناسب دست یافت. با توجه به این که معمولا مدیریت نرخ تحویل کار دشوارتری است، برای ایجاد این تناسب می توان از افزایش تعداد تراکتورهای فشرده کننده، افزایش تعداد تایرهای تراکتورها و افزایش وزن تراکتورها بهره برد. بین تراکم و ضخامت اولین لایه ای که در سیلو پخش می شود، همبستگی معکوس وجود دارد، بنابراین توصیه شده که ضخامت هرلایه طی فرایند پرکردن و فشرده سازی سیلو، بیشتر از ۱۵ سانتی متر نباشد. با توجه به جدول۷ در تراکم کمتر از ۱۴ پوند در فوت مکعب، تغییر در فرایند فشرده سازی از لحاظ اقتصادی سودمند است. حداقل تراکم قابل قبول در سیلو ۱۴ پوند در فوت مکعب یا ۲۲۴ کیلوگرم در متر مکعب است. با افزایش تراکم سیلو، اتلاف ماده خشک کاهش می یابد، بنابراین توجه به سه نکته بسیار مهم است؛ نرخ تحویل، ظرفیت فشرده سازی و ضخامت لایه ها [۳۷].

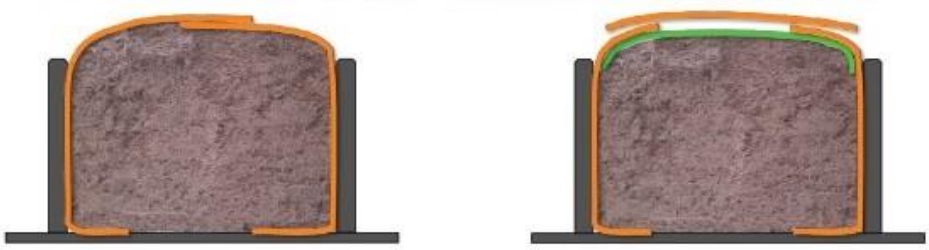
جدول۷- تاثیر تراکم سیلو بر اتلاف ماده خشک [۳۸]

تراکم		اتلاف ماده خشک برحسب درصد
پوند در فوت مکعب	کیلوگرم در متر مکعب	
۱۰	۱۶۰	۲۰,۲
۱۴	۲۲۴	۱۶,۸
۱۵	۲۴۰	۱۵,۹
۱۶	۲۵۷	۱۵,۱
۱۸	۲۸۹	۱۳,۴
۲۲	۳۵۳	۱۰

۴-۸- مدیریت مهر و موم کردن سیلو

هدف از این کار، ممانعت از ورود اکسیژن هوا به سیلو و جلوگیری از تخریب هوازی است. معمولا پرکردن سیلوهای بزرگ کمتر از سه روز و یا طی چهار الی هفت روز انجام می شود، و معمولا مهروموم کردن سیلو طی ۲۴ ساعت اول و یا کمتر از ۷۲ ساعت انجام می شود.

برای پوشاندن سیلو از پوشش (کاور) پلاستیکی (نایلونی) و سدهای اکسیژن (oxygen barrier) استفاده می شود. مطابق شکل۲ بهتر است که از یک لایه سد اکسیژن (رنگ سبز) در سطح سیلو و لایه های پلاستیک (رنگ نارنجی) در دیواره های داخلی سیلو استفاده شود و این لایه ها در سطح سیلو ۲,۴-۱,۸ متر همپوشانی داشته باشند. در صورت عدم استفاده از سد اکسیژن توصیه می شود از پلاستیک دو لایه مطابق شکل۲ استفاده شود. پس از پوشاندن سیلو، روی پوشش وزنه هایی (معمولا لاستیک، بسته های علوفه، آجر و ...) قرار داده می شود تا پوشش ثابت بماند و در برابر عوامل محیطی محافظت شود [۳۹].



شکل۲- نحوه مهروموم کردن سیلو با پوشش های پلاستیکی و سد اکسیژن

۵-۸- مدیریت برداشت از سیلو

معمولا یک الی هشت هفته پس از سیلو کردن، برداشت از سیلو آغاز می شود. هرچه زمان بیشتری برای تخمیر در اختیار سیلو قرار دهیم، کیفیت سیلاژ بهتری خواهیم داشت، تحقیقات نشان داده اگر پس از سیلو کردن، سه الی پنج ماه اجازه تخمیر شدن بدهیم، میزان انرژی در کیلوگرم ماده خشک سیلو افزایش می یابد، بنابراین با پیش بینی مناسب ذرت سیلویی مورد نیاز برای یکسال، مجبور به برداشت زود هنگام از سیلو نخواهیم شد. بهتر است که برداشت روزانه از سیلو، از کل پهنای سطح برداشت صورت بگیرد. توصیه شده که میزان نفوذ روزانه در سطح برداشت سیلو، حداقل ۱۵ سانتی متر باشد، زیرا اگر این میزان کمتر از میزان نفوذ اکسیژن طی ۲۴ ساعت در سطح برداشت باشد، احتمال کپک زدگی در سطح برداشت وجود دارد. برداشت از سیلو معمولا بوسیله لودر مجهز به پاکت یا چنگک انجام می شود. برداشت با سیلوتراش می تواند مزایایی نسبت لودر داشته باشد؛ از جمله برداشت یکنواخت تر و

ایمن تر، همچنین لودر ها معمولا هنگام برداشت به سطح سیلو ضربه می زنند که این امر می تواند سبب ایجاد شکافهایی در سیلو و نفوذ اکسیژن در آن شود.

۶-۸- ارزیابی سیلو

بررسی ترکیبات شیمیایی و خصوصیات فیزیکی سیلاژ برای فرموله کردن جیره و رفع مشکلات کیفیت سیلاژ بسیار مهم است [۴۰]. برای ارزیابی سیلو باید نمونه های صحیح از سیلو تهیه شده و برای تعیین پروفایل تخمیر به آزمایشگاه های تجاری فرستاده شود. روش ارزیابی خسارت هوازی وارد شده در مقیاس آزمایشگاهی توسط ماک و کانگ استاندارد سازی شده است. بررسی چشمی عدم وجود کپک زدگی در سیلو معمولا بصورت روزانه در دامداری ها انجام می شود. تخریب هوازی علاوه براینکه سبب اتلاف مواد مغذی می شود، از طریق انباشت ارگانیسم های پاتوژنیک و توکسین آنها، کیفیت بهداشتی سیلو را هم تحت تاثیر قرار می دهد. فرض بر این است که میزان تخریب هوازی با دمای توده سیلوی ذرت رابطه دارد. با گرفتن میانگین دمای سیلو در چند نقطه از عمق ۴۰ سانتی متری سطح برداشت، این دما بعنوان دمای مرجع (T_{ref}) درنظر گرفته می شود. حال می توان اختلاف دمای نقاط مختلف سیلو با دمای مرجع (dT) را بعنوان معیاری برای سنجش میزان خسارت هوازی آن نقطه در نظر گرفت. اختلاف دمای بالای پنج درجه سانتی گراد نشانه تخریب هوازی آن نقطه است، حتی اگر کپک زدگی مشهود نباشد [۴۱].

۷-۸- محاسبه قیمت تمام شده

قیمت تمام شده ذرت سیلو برابراست با قیمت هرتن ذرت علوفه خریداری شده، بعلاوه هزینه برداشت، حمل و ذخیره سازی، بعلاوه قیمت تلقیح برای هرتن، بعلاوه افت شرانک (shrunk). افت شرانک برای سیلاژ کیسه ای معمولا پنج درصد و برای سیلاژ کپه ای و مخزنی بسته به فشرده سازی و پوشش، حدود ۱۰-۱۵ درصد است. به عنوان مثال اگر قیمت هر تن ذرت علوفه ای در سال ۲۰۱۵ برابر با ۲۸ دلار باشد، هزینه برداشت، حمل و ذخیره سازی برای هر تن برابر شش دلار باشد، هزینه تلقیح میکروبی برای هرتن دو دلار و میزان افت شرانک ۱۰ درصد باشد، آنگاه قیمت هر تن می شود برابر با رابطه ۲ می شود:

$$Price = 28 + 6 + 2 = 36 + (36 * 10\ \%) = 39.6\ \$ \qquad (۲)$$

با تقسیم این عدد بر ۱۰۰۰، قیمت تمام شده هر کیلو ذرت سیلویی بدست می آید که در این مورد برابر با ۰،۰۴ دلار می شود. برای محاسبه در ایران کافیست که قیمت های روز بر اساس تومان در فرمول قرار داده شود [۳۹].

۹. سیلوی کپک زده

قارچ ها درخاک و روی گیاهان حضور دارند و بصورت تک یاخته ای ها، مخمرها با به شکل کلنی های پرسلولی نخ مانند یعنی کپک ها رشد می کنند. اکثر کپک ها کاملا هوازی بوده و در لایه های سطحی سیلو فعالیت می کنند و قادر به تولید توکسن

های گوناگونی (جدول۲) هستند. بسیاری از اثرات ثابت شده مایکوتوکسین ها بر باروری، سیستم ایمنی و عصبی، بلند مدت بوده و ممکن است تنها با مواجهه بلندمدت با توکسین مشاهده گردند. امکان ایجاد اثرات زیانبار در حیوانات مصرف کننده سیلوی فاسد، کارگران در معرض آن و انتقال توکسین ها به داخل زنجیره غذایی انسان با انتقال از طریق شیر و گوشت این دام ها وجود دارد. سیلوهای کپک زده نباید به مصرف حیوانات برسد و کارگرانی که با این مواد ارتباط دارند باید کاملا با احتیاط عمل کنند [۱].

فلور میکروبی شکمبه مایکوتوکسین ها را تجزیه و غیر فعال می کند، اما برخی از آنها در برابر تجزیه شکمبه ای مقاومت می کنندو سبب بروز علائم بالینی مسمومیت می شوند. گاوها در دوره انتقال به دلیل توازن منفی انرژی، نسبت به آلودگی خوراک با قارچ ها، کپک ها و مایکوتوکسین ها حساس تر هستند. مایکوتوکسین هایی مثل آفلاتوکسین ها و اکراتوکسین ها جهش زا هستند و در سرطان زایی انسان نقش دارند. آلودگی خوراک به کپک ها سبب کاهش مصرف خوراک و تولید در گاوشیری، و کاهش کیفیت اسپرم گاو نر می شود [۴۲]. آفلاتوکسین ها توسط گونه های آسپرژیلوس تولید می شوند و در ایجاد سرطان کبد انسان نقش دارند [۴۳]. آفلاتوکسین های غالب B1، B2، G1 و G2 هستند که می توانند بدن انسان را از طریق تنفس، موکوز یا جلدی (پوستی) مسموم کنند [۴۴]. آفلاتوکسین می تواند علوفه را در مرحله رشد یا پس از برداشت آلوده کند [۴۵].

در مطالعه ای که سال ۲۰۱۶ در ایالت کالیفرنیا انجام شد، ۵۰ درصد از گله ها سیلوی کپک زده را دور می ریختند، ۳۳ درصد در تغذیه تلیسه ها و گاوهای خشک استفاده می کردند و ۱۲ درصد در تغذیه تلیسه ها، گاوهای خشک و گاوهای شیرده استفاده می کردند [۴۶]. در کشور ما آماری در این خصوص و درمورد میزان آلودگی شیر و گوشت به آفلاتوکسین ها و مایکوتوکسین ها منتشر نشده است، ولی متاسفانه بر اساس تجربه به نظر می رسد میزان استفاده از خوراک کپک زده در صنعت دامپروری ایران به مراتب بالاتر است. این امر علاوه بر اینکه اثر منفی بر عملکرد تولید مثلی و ایمنی گاوهای شیری دارد، می تواند سلامت جامعه انسانی را به خطر بیندازد و نیازمند نگاه ویژه، آموزش و نظارت است.

۱۰. سیلاژ کیسه ای

این نوع سیلاژ معمولا زمانی که ساختمان های ثابت سیلو پر شده اند با اتصال دستگاه کیسه زن به تراکتور تهیه می شود، اما برخی از دامداری ها صرفا از این نوع سیلو ها استفاده می کنند. سیلاژ کیسه ای درصورت مدیریت مناسب دارای مزایایی شامل سرمایه اولیه کمتر، ذخیره به مقدار مورد نیاز، آسیب هوازی کمتر هنگام سیلو کردن، سطح برداشت کوچک و ایمن و افت ماده خشک کمتر از ۱۰ درصد، می باشد. معایب سیلاژ کیسه ای شامل هزینه سالیانه کیسه، نیاز به مساحت بیشتر، نیاز به مهارت بالای اپراتور کیسه زن، تراکم کمتر، احتمال آسیب و سوراخ شدن کیسه ها و افت ماده خشک تا ۲۵ درصد می باشد. نکات مدیریتی که در مورد سیلاژ کیسه ای باید مورد توجه قرار گیرد شامل؛ اختصاص محل مناسب با کمترین خطرات محیطی، مهارت اپراتور در پرکردن یکنواخت کیسه ها با تراکم مناسب، فاصله مناسب کیسه ها، بستر مناسب برای کیسه ها، کنترل منظم پارگی و سوراخ شدن کیسه ها، یادداشت کردن محدوده ماده خشک هر کیسه و یادداشت کردن نکات با اسپری روی کیسه ها می شود. بستر مناسب برای کیسه ها، آسفالت یا بتن است، بسترهای شنی و گلی سبب ورود این مواد به خوراک دام ها خواهد شد. از کیسه ای که محدوده گسترده ای از محتویات ماده خشک دارد در خوراک گاوهای آبستن سنگین، تازه زا و پرتولید استفاده نشود [۴۷].

۱۱. نتیجه گیری

به طور خلاصه برای داشتن سیلوی ذرت با کیفیت مناسب، باید ۱۰ گام مدیریتی را مدنظر قرار داد؛ گام اول تعیین زمان مناسب برداشت با توجه به ماده خشک ذرت علوفه است که در آمریکا معمولا با ۳۵-۳۲ درصد ماده خشک برداشت انجام می شود. در ایران به دلیل اینکه ذرت علوفه ای کشت دوم است، معمولا شرایط جوی تعیین کننده است و میانگین ماده خشک ذرت سیلویی ایران بسیار متغیر و به طور متوسط حدود ۲۲ درصد است، درصورتی که شرایط جوی اجازه دهد باید زمان برداشت برای رسیدن به ماده خشک بالاتر به تاخیر بیفتد. گام دوم توجه به رابطه بین ماده خشک گیاه و بلوغ آن می باشد، به طوری که در ماده خشک بالای ۳۰ درصد با توجه به سخت تر شدن دانه ها، فراوری دانه ها ضروری است، همچنین با بلوغ بیشتر گیاه، ایجاد تراکم مناسب در سیلو نیاز به توجه بیشتری دارد. گام سوم توجه به اندازه قطعات مناسب و فراوری دانه هاست که در طول برداشت باید مورد توجه قرار بگیرد. گام چهارم استفاده از یک تلقیح میکروبی که بر اساس تحقیقات توانسته باشد سه درصد بازیابی ماده خشک و دو درصد محتوای انرژی را افزایش بدهد. گام پنجم رسیدن به تراکم مطلوب (بالای ۱۵ پوند در فوت مکعب) در سیلو است که عواملی مثل نوع ساختمان سیلو، ماده خشک ذرت علوفه ای، نرخ تحویل، ظرفیت فشرده سازی تراکتور و ضخامت لایه ها بر آن تاثیر گذارند. گام ششم پوشاندن و مهروموم کردن سیلو با سد اکسیژن برای ایجاد شرایط بی هوازی و جلوگیری از تخریب هوازی است. اگر سد اکسیژن فراهم نیست، محصولات تجاری و اسیدهای ارگانیک می توانند شکل گیری قارچ ها را کاهش و بازیابی ماده خشک را بهبود دهند. گام هفتم مقایسه پروفایل تخمیر سیلو با پروفایل بهینه تخمیر و پروفایل تخمیر سیلاژ سال گذشته است. گام هشتم محاسبه و پیش بینی ذرت سیلویی مصرفی یکسال است تا مجبور به استفاده سریع از سیلوی تازه تهیه شده نشوید. گام نهم محاسبه قیمت تمام شده هر کیلو ذرت سیلو شده برای محاسبه قیمت خوراک و استفاده در بودجه بندی دامداری است. حال در گام دهم به سیلاژ سال قبل خود رجوع کنید و گام های دو، سه و هفت را بررسی کنید. اگر سیلاژ سال قبل به خوبی تخمیر شده است از تجربیات سال گذشته بهره ببرید.

به نظر می رسد در کشور ما اهمیت اندازه قطعات مناسب علوفه ذرت سیلو باید بیشتر مورد توجه قرار بگیرد. همچنین با توجه به اینکه ذرت سیلویی در کشور ما با ماده خشک پایین برداشت می شود، به نظر می رسد که تحقیق بر اثر فراوری دانه بر کیفیت سیلاژ ذرت و عملکرد حیوان، بتواند سودمندی این عمل را درباره ذرت سیلویی ایران تعیین کند. از سوی دیگر به نظر می رسد که وارد کردن ارقام BMR ذرت به کشور، با توجه به میزان نشاسته بالاتر و قابلیت هضم الیاف بیشتر در این ارقام، سودمند باشد. با توجه به آثار منفی توکسین کپک ها بر سلامت دام و انتقال آنها از طریق شیر و گوشت به انسان، به نظر می رسد مدیریت بهتر سیلاژ برای کاهش کپک زدگی، آموزش اهمیت عدم استفاده از خوراک کپک زده در خوراک دام ها و نظارت بر سطح توکسین ها در شیر و گوشت حائز اهمیت است.

۱۲. مراجع

1. McDonald, P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, C. A. Morgan, L. A. Sinclair, and R. G. Wilkinson. 2011. Animal Nutrition. 7th ed. Prentice Hall, Essex, UK.
2. Muck.R.E, (1988). "Factors Influencing Silage Quality and Their Implications for Management." *Journal of Dairy Science* 71:2992-3002

3. Kung, L., (2014). "A REVIEW ON SILAGE ADDITIVES AND ENZYMES." University of Delaware Newark, DE 19717-1303
4. Grant.R.J , L.F.Ferraretto, (2018). "Silage review: Silage feeding management: Silagecharacteristics and dairy cow feeding behavior." *Journal of Dairy Science* 101:4111–4121
5. Charmley, E., (2001). "Towards improve silage quality-A review." *Canadian Journal of Animal Science* Vol. 81:,Issue.2,:Pages.157-168
6. Muck, R.E., Nadeau, E.M.G., McAllister, T.A., Contreras-Govea, F.E., Santos, M.C. and Kung, L., (2018). "Silage review*:* Recent advances and future uses of silage additives." *Journal of Dairy Science* 101:3980–4000
7. Kung, L., Jr., Robinson, J.R., Ranjit, N.K., Chen, J.H., Golt, C.M. and Pesek, J.D. (2000). "Microbial populations, fermentation endproducts, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative." J. Dairy Sci. 83:1479–1486.
8. Taylor, C. C., and Allen, M.S. (2005). "Corn grain endosperm type and brown midrib 3 corn silage: Feeding behavior and milk yield of lactating cows." J. Dairy Sci. 88:1425–1433.
9. Ferraretto, L.F., Shaver, R.D., Lauer, J.G., Brown, L.H., Kennicker, J.P., Taysom, D.M., (2017). "Influence of plant population, hybrid relative maturity and cutting height on yield, nutrient content, and digestibility in whole-plant corn forage." *Journal of Dairy Science 100(Suppl.2):150*
10. Owens, F. (2014). "New technologies in forage varieties and production." Pages 103–121 in Proc. Tri-State Dairy Nutr. Conf., Ft. Wayne, IN. Ohio State Univ., Columbus.
11. Johnson, L.M., Harrison, J.H., Davidson, D., Robutti, J.L., Swift, M., (2002). "Corn Silage Management I: Effects of Hybrid, Maturity, and Mechanical Processing on Chemical and Physical Characteristics." *Journal of Dairy Science* 85:833–853
12. Jensen, L. M., Markussen, B., Nielsen, N.I, Nadeau, E., Weisbjerg,M.R. and Norgaard, P. (2016). "Description and evaluation of a net energy intake model as a function of dietary chewing index." J. Dairy Sci. 99:8699–8715.
13. Oba, M., and Allen, M.S. (2000). "Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 1. Feeding behavior and nutrient utilization." J. Dairy Sci. 83:1333–1341.
14. Cotanch, K. W., Kokko, C., Dann, H.M., Darrah, J.W. and Grant, R.J. (2012). "Amount and digestibility of NDF affects rumen nutrient pool sizes and passage kinetics of dairy cows." J. Dairy Sci. 95(Suppl. 1):181. (Abstr.)
15. Schadt, I., Ferguson, J.D., Azzaro, G., Petriglieri, R., Caccamo, M., Van Soest, P. and Licitra, G. (2012). "How do dairy cows chew? Particle size analysis of selected feeds with different particle length distributions and of respective ingested bolus particles." J. Dairy Sci. 95:4707–4720.
16. Oliveira, A. S., Weinberg, Z.G., Ogunade, I.M., Cervantes, A.A.P.C., Arriola, K.G., Jiang, Y., Kim, D., Li, X., Goncalves, M.C.M., Vyas, D. and Adesogan, A.T. (2017). "Meta-analysis of the effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows." J. Dairy Sci. 100:4587–4603.

17. Row, C. A., Bondurant, R.G., Watson, A.K., Harding, J.L., MacDonald, J.C., Klopfenstein, T.J. and Erickson, G.E. (2016). "Effect of corn plant maturity on yield and nutrient quality of corn plants, 2-year summary." Nebraska Beef Cattle Rep. MP103: 79–80. University of Nebraska, Lincoln.
18. Bal, M.A., Shaver, R.D., Jirovec, A.G., Shinners, K.J., Coors, J.G., (2000). "Crop Processing and Chop Length of Corn Silage: Effectson Intake, Digestion, and Milk Production by Dairy Cows." *Journal of Dairy Science* 83:1264–1273
19. Ishler, V., Goodling, R., Beck, T. and Weeks, H. (2016). "Corn silage, feeding management and economic effects." For Progressive Dairyman Published on 05 May 2016
20. Shinners, K.J., and Holmes, B.J., (2013). "Making sure your kernel processor is doing its job." *Focus on forage 15:1-3 Accessed April 2017.* http://fyi.uwex.edu/forage/files/2014/01/kernelprocessing-FOF.pdf
21. Ferraretto, L. F., and Shaver, R.D. (2012b). "Meta-analysis: Impact of corn silage harvest practices on intake, digestion and milk production by dairy cows." Prof. Anim. Sci. 28:141–149.
22. Ferraretto.L.F, Shaver.R.D, Luck.B.D, (2018). "Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting." *Journal of Dairy Science* 2017-13728
23. Johnson, L.M., Harrison, J.H., Davidson, D., Mahanna, W.C., Shinners, K., (2003). "corn silage management: effect of hybrid, chop length, andmechanical processing on digestion and energy content." *Journal of Dairy Science* 86:208-231
24. Bal, M.A., Shaver, R.D., Shinners, K.J., coors, J.G., Lauer, J.G., Straub, R.J., Koegel, R.G., (2000). "Stage of maturity, processing, and hybrid effects on ruminal in situ disappearance of whole-plant corn silage." *Animal Feed Science Technology* 86:83-94
25. Philippeau, C., and Michalet-Doreau, B. (1997). "Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation." Anim. Feed Sci. Technol. 68:25–35.
26. Ferreira, G., and Mertens, D.R. (2005). "Chemical and physical characteristics of corn silages and their effects on in vitro disappearance." J. Dairy Sci. 88:4414–4425.
27. Jones.M, and Amaral-Philips, D.M. (2019). "Increase Milk Production with Appropriate Kernel Processor Settings." Educational programs of Kentucky Cooperative
28. Allen, M. S., Coors, J.G. and Roth, G.W. (2003). "Corn silage." Pages 547–608 in Silage Science and Technology. D. R. Buxton, R. E. Muck, and H. J. Harrison, ed. ASA, CSA, and SSSA, Madison, WI.
29. Johnson, L.M., Harrison, J.H., Davidson, D., Mahanna, W.C., Shinners, K., Linder, D., (2002). "Corn Silage Management: Effects of Maturity, Inoculation, and Mechanical Processing on Pack Density and Aerobic Stability." *Journal of Dairy Science* 85:434–444
30. Ellis, J. L., Hindrichsen, I.K., Klop, G., Kinley, R.D., Milora, N., Bannink, A. and Dijkstra, J. (2016b). "Effects of lactic acid bacteria silage inoculation on methane emission and productivity of Holstein Friesian dairy cattle." J. Dairy Sci. 99:7159–7174.
31. Weinberg, Z. G., Muck, R.E. and Weimer, P.J. (2003). "The survival of silage inoculant lactic acid bacteria in rumen fluid." J. Appl. Microbiol. 94:1066–1071.

32. Strom, K., Sjogren, J., Broberg, A. and Schnurer, J. (2002). "*Lactobacillus plantarum* MiLAB 393 produces the antifungal cyclic dipeptides cyclo(L-Phe-L-Pro) and cyclo(L-Phe-trans-4-OH-L-Pro) and 3-phenyllactic acid." Appl. Environ. Microbiol. 68:4322–4327.
33. Amado, I. R., Fucinos, C., Fajardo, P., Guerra, N.P. and Pastrana, L. (2012). "Evaluation of two bacteriocin-producing probiotic lactic acid bacteria as inoculants for controlling *Listeria monocytogenes* in grass and maize silages." Anim. Feed Sci. Technol. 175:137–149.
34. Santos, A. O., Avila, C.L.S. and Schwan, R.F. (2013). "Selection of tropical lactic acid bacteria for enhancing the quality of maize silage." J. Dairy Sci. 96:7777–7789.
35. Jalc, D., Laukova, A., Varadyova, Z., Homolka, P. and Koukolova, V. (2009). "Effect of inoculated grass silage on rumen fermentation and lipid metabolism in an artificial rumen (RUSITEC)." Anim. Feed Sci. Technol. 151:55–64.
36. Contreras-Govea, F. E., Muck, R.E., Mertens, D.R. and Weimer, P.J. (2011). "Microbial inoculant effects on silage and in vitro ruminal fermentation, and microbial biomass estimation for alfalfa, BMR corn, and corn silages." Anim. Feed Sci. Technol. 163:2–10.
37. Muck, R.E., Holmes, B.J., (1999). "Factors Affecting Bunker Silo Densities." *Applied Engineering in Agriculture* Vol. 16(6):613-619
38. Ruppel, K.A. (1992). "Effect of bunker silo management on hay crop nutrient management." M.S. Thesis, Cornell University, Ithaca, NY.
39. Hutjens, M., (2015). "Corn silage Check list for 2015" University of Illinois – Urbana
40. Kung, L., Jr., and Shaver, R. (2001). "Interpretation and use of silage fermentation analysis reports." Focus on forage. vol. 3, no. 13. Accessed Jan. 15, 2017. http:// fyi .uwex .edu/ forage/ interpretation -and -use -of -silage -fermentation -analysis -reports.
41. Borreani.G, Tabacco.E, (2010). " The relationship of silage temperature with the microbiological status of the face of corn silage bunkers." *Journal of Dairy Science* 93 :2620–2629
42. Fink-Gremmels, J., (2008). "The role of mycotoxins in health and performance of dairy cows." The veterinary Journal 176 (2008) 84-92
43. Wu, F., (2015). "Global impact of aflatoxin in maize: trade and human health." World Mycotoxin Journal, 2015; 8(2): 137-142
44. Kumar, P., Mahato, D.K., Kamle, M., Mohanta, T.K. and Kang, S.G. (2017). "Aflatoxins: A global concern for food safety, human health and their management." Journal Frontiers in Microbiology. 7:2170. doi:10.3389/fmicb.2016.02170
45. Kumar, V., Basu, M.S. and Rajendran, T.P. (2008). "Mycotoxin research and mycoflora in some commercially important agricultural commodities." Crop Prot. 27, 891-905. Doi: 10.1016/j.cropro.2007.12.011
46. Heguy, J.M., Meyer, D., Silva-del-Rio, N., (2016). "A survey of silage management practices on California dairies." *Journal of Dairy Science* 99:1649–1654
47. Bolsen, K.K., and Bolsen, R. (2006) "Better bagged silage: What's important?" Penn State Dairy Nutrition Workshop, October 31 2006.