

Лекция 4. Технология производства и хранения силоса.

1. Факторы, определяющие качество и сохранность силоса.
2. Условия проведения технологических операций по заготовке силоса.
3. Хранение силосованных кормов.

1. Факторы, определяющие качество и сохранность силоса. Микробиологические процессы, происходящие при силосовании.

Силос – это вид сочного корма, приготовленного из свежескошенной или провяленной растительной массы и сохраненный в анаэробных условиях.

Силосование – сложный микробиологический и биохимический процесс консервирования растительной массы.

Консервирование осуществляется за счет создания в растительной массе кислой среды и анаэробных условий. Кислая среда создается за счет образования органических кислот в результате жизнедеятельности бактерий, сбраживающих сахара, содержащихся в растении. Анаэробная среда создается вытеснением из массы воздуха путем ее уплотнения и герметичного укрытия.

Молочнокислые бактерии, присутствующие в растительной массе, наиболее быстро перерабатывают сахара до образования молочной кислоты, а так же незначительного количества уксусной кислоты, CO_2 и этилового спирта. Для одних форм молочнокислых бактерий оптимальной является температура 15–30 °С (холодное брожение), для других – 45–60 °, свойственная горячему брожению. При холодном брожении потери энергии меньше. Чем больше в растениях содержится сахара, тем больше образуется молочной кислоты. Когда ее образуется столько, что силос будет иметь рН 4,2–4,3, никакие бактерии развиваться не могут, процессы брожения заканчиваются и силос считается стабильным. Он пригоден к хранению и готов к использованию.

Маслянокислые бактерии вызывают распад не только сахаров, но и белков, молочной кислоты. По сравнению с молочнокислым брожением потери энергии при маслянокислом брожении в 7–8 раз больше. Это брожение протекает в анаэробных условиях при рН 5,4–5,5 с образованием масляной, уксусной, пропионовой, муравьиной, янтарной кислот, диоксида углерода, водорода, спиртов, аммиака, сероводорода. Продукты маслянокислого брожения придают силосу неприятный запах, горький вкус. При таком значении рН силос является нестабильным и в нем происходят процессы брожения, которые могут привести к полной порче силоса.

В силосной массе помимо указанных микроорганизмов, присутствуют и другие. Например, дрожжевые грибы. Они сбраживают сахара до образования этилового спирта и CO_2 . Если количество спирта незначительно – это не ухудшает качество корма. Обычно его содержание не превышает 0,4 %. Иногда в силосе из кукурузы и некоторых других растений его концентрация повышается до 4 %. Это снижает качество силоса. Дрожжевые грибы хорошо развиваются в аэробных условиях. При уплотнении массы и вытеснении воздуха их деятельность подавляют молочнокислые бактерии.

Наряду с дрожжевыми грибами при плохом уплотнении и наличии воздуха в силосуемой массе могут развиваться плесневые грибы. Они быстро разлагают молочную кислоту, белки, углеводы и уменьшают кислотность силоса. Могут активироваться при заборе силоса – когда брожение и масляные бактерии разрушают большую часть молочной кислоты. Предотвратить их развитие можно путем надежной герметизации массы и хорошего уплотнения.

Пригодность растений для силосования

Пригодность растений для силосования, обусловленная их химическим составом, называется *силосуемостью*.

Кормовые растения по химическому составу сильно различаются и в зависимости от этого подразделяются на три группы: легкосилосующиеся, трудносилосующиеся и несилосующиеся.

В первую очередь интенсивность молочнокислого брожения, а следовательно, и степень подкисления (рН) определяются наличием в силосуемом сырье достаточного количества сахара (водорастворимые, легкображиваемые углеводы – глюкоза, фруктоза, дисахариды, олигосахариды, декстрины, фруктозаны). Содержание сахара в отдельных кормовых растениях значительно колеблется. Даже среди злаковых трав наблюдаются большие различия в содержании сахара. В злаковых травах 1-го укоса его всегда больше, чем в последующих. Растения на ранних стадиях вегетации содержат меньше сахара. С повышением доз азотных удобрений в растениях увеличивается количество сырого протеина и уменьшается количество сахара. Солнечная погода приводит к увеличению количества сахара в растениях.

Зубрилин А.А. разделил по силосуемости все растения на 3 группы:

1) I группа – легкосилосуемые. В I группу включены растения, у которых фактическое содержание сахара даже при выходе из него только 60 % для образования молочной кислоты равно или выше необходимого для силосования.

2) II группа – трудносилосуемые. В нее включены растения, у которых фактическое содержание сахара достаточно для силосования лишь при условии 100%-го выхода из него молочной кислоты.

3) III группа – несилосуемые, включает растения, у которых содержание сахара даже при 100 % переходе его в молочную кислоту меньше необходимого количества для силосования.

Буферная емкость определяется как количество молочной кислоты, которое необходимо для подкисления массы до рН 4,2. Она выражается в граммах молочной кислоты на 1 кг или 100 г сухого вещества. Чем выше буферная емкость, тем хуже силосуются растения.

Буферная емкость важнейших кормовых культур колеблется в очень широких пределах, как и содержание сахара. Поэтому, чтобы управлять процессом силосования, необходимо заранее знать, хватит ли в силосной массе сахара для подкисления корма до рН 4,2–4,3.

Процент сахара, необходимый для накопления в силосуемом корме молочной кислоты в количестве, обеспечивающим смещение показателя рН си-

лоса до 4,2 при данной буферности исходного сырья, называется **сахарным минимумом**.

Величина рН, необходимая для получения стабильного силоса при определенном содержании сухого вещества, называется **критической величиной рН**.

Силос стабилен, если в нем в процессе хранения не образуется масляная кислота. Нужная степень подкисления при определенном содержании сухого вещества зависит от соотношения *сахар : буферная емкость*. Чтобы брожение протекало в нужном направлении, соотношение С : Б должно быть тем больше, чем ниже содержание сухого вещества.

Чем больше буферность, тем больше должно быть сухого вещества для лучшего брожения. Отрицательное влияние на силосуемость растений оказывают азотные удобрения: высокие дозы существенно снижают отношение С : Б и содержание сухого вещества.

Стадия вегетации также влияет на силосуемость. В поздних стадиях развития растений содержание сухого вещества достигает 30–35 %, но из-за высокого содержания сырой клетчатки силосовать их нельзя, так как будет низкая питательность корма.

Убирать растения надо при их полной облиственности. У злаковых трав стадия развития листьев характеризуется отсутствием соцветий, у бобовых культур она совпадает с бутонизацией. В эти фазы вегетации растения наиболее богаты протеином.

Однолетние бобовые культуры и их смеси со злаковыми используют на силос при цветении бобового компонента, кукурузу – в восковой спелости початков, подсолнечник – при цветении его третьей части.

При уборке многолетних злаковых трав в оптимальный срок (в фазе колосения) в 1 кг сухого вещества корма содержится 0,9–1 корм. ед. и свыше 100 г переваримого протеина, при уборке в фазе цветения – соответственно 0,6 и 65. А это означает, что при уборке трав в более поздние сроки теряется 800 ц корм. ед. и 120–140 ц переваримого протеина на каждую 1000 т силосуемого сырья. Кроме того, при кормлении животных силосом из перестоявших на корню трав вводят дополнительное количество концентратов. Срок уборки на силос не должен превышать 10–12 дней.

2. Условия проведения технологических операций по заготовке силоса. Получение незагрязненной силосуемой массы. Грязь и посторонние предметы в силосе могут стать серьезной проблемой при кормлении. По этим соображениям необходимо соблюдать высоту среза в 5–7 см. Рекомендуется начинать косить с середины поля к краям. Нельзя допускать при ворошении плотного опускания граблин к дернине во избежание задевания почвы и загрязнения зеленой массы.

Предварительное подвяливание для силосования. На практике силосные культуры обычно содержат много воды – 80–85 %, и такой материал может сильно уплотняться. С другой стороны, культуры с низким содержанием воды, провяленные до 50 %, хуже поддаются уплотнению, что приво-

дит к их перегреванию. Поэтому по влажности масса должна представлять промежуточное звено между этими двумя крайностями – 30–45 % сухих веществ в силосуемой массе. Время подвяливания не должно быть ни слишком коротким, ни слишком длинным (не более 36 ч). Подвяливание можно вести даже в переменную погоду – за сутки испаряется до 6 % влаги. При формировании из плющенных трав прокосов их влажность за 10 ч снижается до 35 %, неплющенных – лишь на 15 %. Не применяется плющение в дождливую погоду лишь по той причине, что расплющенные стебли поглощают много воды и затем плохо сохнут.

Уплотнение и скорость заполнения силосохранилища. Не имеет значения, каким образом достигнуто уплотнение, при условии, что оно в достаточной степени исключает кислород и предотвращает перегревание. Повышение температуры на 5 °С сверх 37 °С (холодное консервирование) снижает переваримость протеина на 5–9 %, разогрев до 50–55 °С – уменьшает в 1,7–2 раза, до 70 °С – переходит полностью в неусвояемые формы. Температурный максимум наступает через 7–8 дней от начала закладки. В остывшей силосной массе внутренняя температура 15 °С является признаком повторного согревания.

Весьма желательно быстрое заполнение силосохранилища. Траншеи глубиной до 3 м должны загружаться за 3 дня, свыше 3 м – за 4 дня. Длительная загрузка силосохранилища приводит к сильному разогреву массы, а также образованию эндотоксинов, которые вызывают заболевания животных.

Предупреждение потемнения силосуемой массы в хранилище. Большие силосохранилища, естественно, трудно заполнить за один день, так что ночью неизбежны перерывы в работе.

Ночью происходит согревание силоса. Впоследствии можно видеть коричневые слои толщиной 20–50 см. Нельзя допускать, чтобы трамбовочное средство в любое время суток прекратило работу прежде, чем будет загерметизировано силосохранилище.

Сталкиваясь с проблемой некачественных кормов, технологи считают, что виной тому является некачественная пленка. Однако даже самая лучшая пленка не в силах исправить ошибки в технологии закладки силоса. Но пленка может сыграть важную роль в получении хорошего силоса. Надо помнить, что воздуха в силосную массу при плохом укрытии (когда полосы пленки не склеиваются, а укрываются «внахлест») попадает в 10 раз больше, чем при выдавливании непосредственно после трамбовки материала. *Отсюда важно использовать прочные сплошные многоразовые покрывала.* Лучшим способом фиксирования пленки является использование тканых мешков с гравием, а не шин.

Применение консервантов. Потери питательных веществ в результате нарушения сроков и технологии заготовки кормов достигают до 40 % по отношению к имеющимся в растениях (в зарубежной практике – 5–10 %). Однако с применением консервантов этот показатель составляет только 15–20 %. Важность проблемы обусловлена и тем, что концентрация энергии в

1 кг сухого вещества травянистых кормов должна быть доведена до 0,8–0,9 корм. ед. или 9,5–10,5 МДж обменной энергии.

Для консервирования используют консерванты отечественного и зарубежного производства. При этом *химические консерванты* более эффективные, но дорогие и порой небезопасные. В последние годы наибольшей популярностью стали использовать *биологические консерванты* – они безопаснее, дешевле, экологически чище. 2 формы выпуска – в сухой форме бактериальные клетки находятся в дегидратированном состоянии, т. е. они биологически инертны, в жидкой форме бактерии находятся в наиболее активной форме. Отсюда – разница в свойствах: сухие формы способны сохранять качество препарата годами, они выгодны и в случае, если их производство находится далеко от места применения. Жидкие формы консервантов активны настолько, что их трудно хранить – при повышенных температурах они продолжают биологические процессы даже в таре, что может вызывать ее раздувание.

Жидкие консерванты (Лаксил, Лактофлор, Биотроф и др) по своей биологической сути базируются на разработках 90–х годов прошлого века. Концентрация колониеобразующих единиц (КОЕ) не превышает $5 \times 10^{6-7} / \text{см}^3$, что в 200–2000 раз меньше, чем у лиофильно высушенных препаратов. Срок хранения жидких консервантов (по данным разработчиков) составляет 2–3 месяца. На практике срок хранения жидких консервантов обычно не превышает 7–10 дней.

Важным моментом является то, что бактерии, входящие в состав жидких консервантов, медленно растут, пока рН силоса не снизится до 5,0, что не всегда обеспечивает хорошую ферментацию из-за истощения доступных сахаров прежде, чем может быть достигнуто удовлетворительное значение рН – к этому времени теряется смысл применения консерванта, так как в общей массе развивается маслянокислая флора, которая уничтожает сахара и белки, снижает энергетическую составляющую до уровня 6–8 МДж/кг с. в.

Сухие препараты являются консервантами нового поколения, включающие, как правило, смеси четырех видов бактерий с КОЕ не менее 10×10^9 – 10×10^{10} . Это объясняется тем, что гомоферментативные молочнокислые бактерии обеспечивают подкисление корма до рН 4,2 за 7–12 часов после укрытия траншеи, а это позволяет в 5 раз быстрее обеспечить стабильность корма в сравнении со спонтанным типом брожения.

Одним из неперемных условий, определяющим целесообразность применения консервантов, является содержание сырого протеина в консервируемой массе. Оно должно быть не менее 14–15 % в расчете на сухое вещество.

Технология плющения и консервирования зернового фуража

В наше время наиболее энергосберегающим способом хранения зерна повышенной влажности является его плющение.

Принцип заготовки плющеного зерна повышенной влажности такой же, как и при силосовании кормов: использование консервантов, тщательная трамбовка, хранение в герметичных условиях.

Уборку зерна для плющения начинают при влажности 30 % и более. Для плющения пригодно зерно кукурузы, всех зерновых и зернобобовых культур. После обмолота зерно доставляется к месту плющения и консервирования. Плющилки оборудованы двумя типами сменных вальцов для плющения: вальцовые – для зерна кукурузы, ячеистые – для плющения зерновых и зернобобовых культур.

Зерно от комбайнов влажностью 35–45 % загружается в бункер плющилки, где происходит его плющение и обработка консервантами. Затем, в зависимости от способа консервирования, зерно плющится, смешивается с консервантом и упаковывается в полимерный рукав или поступает в оборудованное крытое бетонное хранилище, где утрамбовывается и укрывается полимерной пленкой. При закладке зерна в траншею ее стены и пол покрывают прочной полимерной пленкой. Наполнение траншеи начинают от дальней стенки и зерно равномерными слоями распределяют по хранилищу и трамбуют. Уплотнение корма должно быть на уровне 0,86 т/м³. Траншея должна заполняться не более трех дней. Верхний контактирующий с пленкой слой плющеного зерна дополнительно обрабатывается консервантами и укрывается пленкой. Затем на аккуратно уложенную пленку помещают деревянные щиты и укладывается груз (бетонные блоки, мешки с песком, покрышки) из расчета 10 кг/см².

Для консервированного влажного плющеного зерна используются химические консерванты, обеспечивающие угнетение микрофлоры и жизнеспособности зерна. В результате снижается интенсивность дыхания зерновой массы, ее самосогревание и плесневение.

Основу химических консервантов составляют органические кислоты (пропионовая, муравьиная, уксусная, бензойная), которые являются составной частью обмена веществ животных. При повышенном содержании зеленых примесей в зерне норма внесения консерванта увеличивается на 10 %.

3. Хранение силосованных кормов. Существует несколько методов заготовки и хранения силоса, которые имеют свои преимущества и недостатки. Независимо от способа основная задача системы хранения – исключение воздуха во время процесса сушки и предотвращение проникновения воздуха в силосную массу во время хранения.

Для хранения силоса используют наземные или заглубленные траншеи. Траншеи делают из плит и бетонных блоков, стены с внешней стороны присыпают землей. Не позднее, чем за 2 недели до закладки силоса хранилища следует освободить от остатков корма, мусора, земли, отремонтировать и продезинфицировать.

В некоторых хозяйствах используют силосные ямы (метод считается устаревшим) или курганы. Укрытие курганов и ям проводят аналогично силосным траншеям.

Наиболее распространенные – горизонтальные силосные ямы или траншеи. Основное их преимущество – низкие капитальные затраты. Силосные траншеи обычно вырыты с уклоном, т.к. в процессе силосования происходит

вытекание клеточного сока растений. Общее количество вытекаемого сока может составлять до 15 % от всего объема силосуемой массы. Для отвода и сбора сока следует предусматривать устройство общего уклона днищ силосных траншей и разгрузочных площадок не менее 0,01 в сторону размещения сокоприемных колодцев и сокосборников. Размеры сокосборников следует принимать не менее 2 % от объема засилосованной массы в данном хранилище с периодом вытекания сока в течение 10–15 дней. Необходимо предусматривать ежедневную отвозку сока из сокосборников.

После усадки (угара) и вытекания сока в процессе силосования плотность силоса в траншее увеличивается на 12–15 %.

При окончательном формировании поверхности силосной массы в траншее для обеспечения отвода ливневых вод необходимо придать верхнему слою куполообразную форму с превышением массы уложенной в средней части траншеи над ее краями на 0,6–1,1 м (с уклоном 1:8 – 1:10) и сразу же после окончания закладки массы закрыть ее тонкой прозрачной полиэтиленовой подкладочной пленкой толщиной 40 мкм. Такую пленку еще называют вакуумной, так как она плотно облегает силосную массу, предотвращая попадание воздуха или осадков в силос. Сверху раскладывается высококачественная черная или черно-белая силосная пленка толщиной 120, 125 или 150 мкм. Размер пленки должен быть на 1,5–2,0 м больше длины и ширины укрываемой поверхности. Края пленки вдоль стен и днищ прижимают к корму и стенам отработанными покрышками. Как только траншея будет заполнена, силос необходимо накрыть

Через 3–4 недели после закладки силос готов к употреблению. В это время проводят анализ качества силоса.

Силос в траншеях хранится, как правило, не больше двух лет. Хранилище силоса должно надежно изолировать корм от доступа воздуха в течение всего периода хранения.

Выгрузка силоса из траншей должна осуществляться, как правило, путем вертикальной отрезки слоя корма без разрыхления монолита для исключения потерь его питательности за счет вторичной ферментации.

Толщина ежедневно выгружаемого по всей высоте и ширине траншеи слоя силоса должна быть не менее 0,25–0,30 м.

Для исключения промерзания корма на глубину более 5 см в перерывах выгрузки из хранилища силос на срезе должен быть укрыт соломенными матами или другим утеплителем.