

Практическое руководство по консервированию кормов:

целевые показатели качества,
технология и менеджмент силосования,
оценка качества ферментации

Перевод избранных разделов с немецкого издания: **Praxishandbuch. Futterkonservierung: Silagebereitung, Siliermittel, Dosiergeräte, Silofolien. 7. Auflage 2006.** - 354 с. - Издательство: Немецкое сельскохозяйственное общество. - Под редакцией к. с/х наук, доц. Бондаренко Г. и к. с/х наук, доц. Чигрина А.

Охраняется законом об авторском праве. Нарушение ограничений, накладываемых им на воспроизведение всей этой книги или любой её части, включая оформление, преследуется в судебном порядке.

Книга издается в рамках проекта «Внедрение системы сравнительного анализа agribenchmark в Украине и в выбранных регионах Российской Федерации и Казахстана» в партнерстве Ассоциации «Украинский клуб аграрного бизнеса» (УКАБ) с Немецким сельскохозяйственным обществом (DLG, Франкфурт, ФРГ) и Федеральным исследовательским институтом сельских территорий, лесного и рыбного хозяйства им. Й. Х. фон Тюнена (vTI, Брауншвайг, ФРГ), а также благодаря финансовой поддержке Федерального министерства продовольствия, сельского хозяйства и защиты прав потребителей Германии (BMELV).



Вниманию производителей молока предлагается практическое пособие по консервированию кормов, в котором раскрываются основные аспекты технологии и менеджмента силосования, заготовки. Кроме того, в данном руководстве приведены основные параметры оценки качества полученного корма, описаны некоторые пути достижения наилучших результатов.

Издание на русском языке. Оформление. ООО «Полигранд», 2012 ©

Проект ассоциации УКАБ

АгроЭффективность

Национальное сравнение

АгроЭффективность — проект Украинского клуба аграрного бизнеса, основной целью которого является содействие аграрным компаниям Украины в повышении эффективности их деятельности.

Что представляет собой проект?

Сравнительный анализ деятельности отечественных сельхозпредприятий. Профессиональные семинары, ориентированные на практический опыт успешных компаний.

Зачем он нужен?

Анализ эффективности производства по сравнению с лучшими хозяйствами, а также определение путей ее повышения.

Кто может участвовать?

Производители зерновых и масличных культур, сахарной свеклы, молока, свиней.

Что получает участник проекта?

1. Отчет сравнения с другими хозяйствами;
2. Информационная поддержка;
3. Участие в мероприятиях проекта.

Международное сравнение

agri benchmark — Если вы заинтересованы в том, чтобы сравнить затраты на производство в украинских хозяйствах и увидеть конкурентоспособность украинского сельского хозяйства в мировом контексте вы можете принять участие в международном сравнении. С деталями участия можно познакомиться на сайте проекта **agri benchmark** или обратившись к экспертам УКАБ.

АгроЭффективность и **agri benchmark** реализуются вместе с партнерами: Немецким сельскохозяйственным обществом (DLG, Франкфурт, ФРГ) и Федеральным исследовательским институтом сельских территорий, лесного и рыбного хозяйства (vTI, Брауншвейг, ФРГ) при поддержке **Министерства аграрной политики и продовольствия Украины**, а также финансовой поддержке **Федерального министерства продовольствия, сельского хозяйства и защиты прав потребителей Германии**.

Партнерами проекта в 2011 году выступали:



Уважаемые руководители и технологи молочных предприятий!



Вашему вниманию предлагается краткое практическое руководство, в котором раскрыты основные биологические и технологические аспекты заготовки силосованных кормов, а также приведены ключевые параметры оценки качества полученного корма.

Одной из главных причин, препятствующей полной реализации потенциала продуктивности в молочном животноводстве, является недостаточно высокое качество основного корма – силоса и сенажа. Калорийность сухого вещества силоса и сенажа является тем важнейшим интегральным индикатором качества, который объединяет в себе все показатели химического состава корма и качество его ферментации. Именно калорийность определяет уровень «добровольного поедания» основного корма и ту верхнюю границу продуктивности, которую можно достичь при минимальном использовании концентратов (т.е. применяя «здоровые рационы», в которых уровень концентратов не превышает 40% от общего количества сухого вещества рациона). Доказано, что снижение калорийности сухого вещества силоса на 1,0 МДж чистой энергии лактации ниже оптимума приводит к снижению потребления основного корма минимум на 2,0 кг сухого вещества в день, что эквивалентно недополучению порядка 900 литров молока за лактацию.

Основная задача специалиста по кормлению как раз и должна состоять в том, чтобы максимально реалистично оценить истинную калорийность основного корма, понять сколько из него можно получить молока, и на основе анализа показателей качества подобрать наиболее оптимальный рецепт и норму дачи комбикорма для животных в разные периоды лактации.

Как любят повторять наши немецкие коллеги: *Krafftutter so viel wie nötig, aber so wenig wie möglich!* = Комбикорма столько, сколько нужно, и в то же время, как можно меньше!

Для того, чтобы добиться максимальной калорийности основного корма очень важно соблюдать основные технологические принципы, обеспечивающие высокое качество ферментации, хорошую стабильность корма, как в хранилище, так и после его открытия, а также учитывать комплекс факторов, негативно влияющих на питательность основного корма на этапах его выращивания, заготовки, хранения и скармливания.

Надеюсь, данное пособие поможет Вам найти ответы на многие вопросы.

Геннадий Бондаренко,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства молока и говядины Национального университета биоресурсов и природопользования Украины (Киев), консультант по кормлению молочного скота.

Уважаемые руководители и технологи молочных предприятий!



Создание надежной кормовой базы сельскохозяйственных предприятий с соблюдением современных научных принципов заготовки кормов является одним из неперенных условий эффективного животноводства. Знания о биологических закономерностях превращения питательных веществ в организме растений и животных положены в основу ведущих современных технологий приготовления кормов и являются их теоретической составляющей, обеспечивающей успех широкого практического применения. Поэтому современное кормопроизводство — это сложный научно- и ресурсоемкий процесс, требующий высокой квалификации руководителей и специалистов различного звена.

Успех отрасли животноводства в значительной степени заключается также в кооперации усилий ученых, имеющих положительный опыт внедрения научных достижений, и производственных предприятий, способных воплотить научные принципы технологии кормов в создание конкретного кормового продукта, обеспечивающего необходимые показатели отрасли в соответствии с современной концепцией ее развития. Такие примеры достаточно хорошо известны в практике отечественных предприятий, добившихся значительных успехов и превзошедших показатели ведущих европейских стран. На наш взгляд, комплексный подход к решению вопроса обеспечения отрасли животноводства полноценными кормами является стратегическим в повышении эффективности отечественного животноводства и обеспечении продовольственной безопасности страны.

В этом отношении значительный интерес представляет данное практическое руководство, обобщающее зарубежный научный опыт и содержащее ценные практические сведения и указания по вопросам технологии заготовки кормов и оценки их качества, которые достаточно успешно могут применяться и в отечественной практике. Заслуживают внимания и изложенные в свете новых научных знаний обоснования сроков уборки кормовых растений, параметры контроля качества грубых и сочных кормов, в том числе и предупреждающие образование микотоксинов. Все это свидетельствует о том, что процесс приготовления кормов для животных должен учитывать целый ряд факторов, определяющих как его эффективность, так и безопасность производимой продукции для конечного потребителя.

При редактировании книги мы постарались максимально точно передать значение иностранных терминов, учитывая при этом существующую отечественную терминологию и используя свои знания и практический опыт в осуществлении совместных украинско-немецких проектов.

Я надеюсь, что материал, изложенный в этой книге, несомненно, будет полезен для ученых и практиков в области кормления животных, специалистов ветеринарной медицины и технологов кормопроизводства.

Анатолий Чигрин,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кормления животных и технологии кормов Национального университета биоресурсов и природопользования Украины (Киев)

Содержание

1. Основы консервирования кормов			9
1.1. Введение и целевые показатели			9
1.2. Структура и длина частиц			11
1.3. Качество брожения			11
1.4. Биологические основы брожения и биохимические процессы при силосовании			12
1.5. Возможные дефекты силоса			16
1.6. Микотоксины и способы предотвращения их появления в силосе, сене и фуражном зерне			19
1.7. Агрономические мероприятия, влияющие на качество брожения			29
1.7.1. Зеленые угодья			31
1.7.2. Кукуруза			35
2. Технология и менеджмент силосования			36
2.1. Общие принципы силосования			36
2.1.1. Возможные потери при силосовании и пути их предотвращения			37
2.1.2. Оптимизация уплотнения силоса			38
2.1.3. Организация оптимальной трамбовки в горизонтальной силосной траншее			40
2.1.4. Герметизация и уплотнение тюков в форме рулонов или параллелепипедов			43
2.1.5. Герметизация в силосных рукавах			43
2.1.6. Методы проверки уплотнения силосной массы в хранилище			44
2.1.7. Техника выемки			45
2.1.8. Скорость продвижения фронта выемки			47
2.2. Силосные сооружения, строительство силосохранилищ и их герметизация			48
2.2.1. Требования к оптимизированному силосному сооружению			48
2.2.2. Выбор размеров для силосохранилища			48
2.2.3. Герметизация силоса			52
2.2.3.1. Требования к силосным плёнкам из полиэтилена			52
2.2.3.2. Виды силосных плёнок			53
2.2.3.3. Укрытие силосохранилища			54
3. Оценка качества ферментации			57

Сокращения, которые встречаются в тексте

Немецкий вариант	Русский вариант	Значение
MJ ME	МДж ОЭ	Мегаджоулей обменной энергии
MJ NEL	МДж ЧЭЛ	Мегаджоулей чистой энергии лактации
SW	СП	Структурный показатель
ME	ОЭ	Обменная энергия
	СВ	Сухое вещество
NEL	ЧЭЛ	Чистая энергия лактации
nXP		Используемый в 12-перстной кишке протеин
RNB		Азотный баланс рубца
NDF _{org}		Органическое нейтрально-детергентное волокно
DLG		Немецкое сельскохозяйственное общество
	БЕ	Буферная емкость
	С/БЕ	Сахар/буферная емкость

I. Основы консервирования кормов¹

1.1. Введение и целевые показатели²

Высокое качество силоса является важной предпосылкой организации кормления, соответствующего потребностям животных в питательных веществах. При этом решающее значение имеет обеспечение качества вплоть до момента поедания корма животными. Питательная ценность и уровень потребления корма определяют эффективность рациона. Консервирование кормов направлено на то, чтобы минимизировать нежелательные потери и разрушение питательных веществ. В **таблице 1.1** приведены важнейшие параметры оценки качества кормов для крупного рогатого скота. Указанные параметры должны учитываться также и при работе с другими видами животных, а также при использовании кормов как кофермента для производства биогаза. Различия появляются частично в целевых показателях и в удельном весе различных величин. В основном, целевые показатели должны определяться на уровне отдельного хозяйства на основе его стратегии. Поскольку наибольшая часть кормов потребляется в молочном животноводстве и при откорме крупного рогатого скота, соответствующие показатели подвергаются здесь более подробному рассмотрению.

Таблица 1.1 Показатели качества силоса для крупного рогатого скота

- Содержание энергии
Выращивание и откорм: МДж ОЭ (мегаджоулей обменной энергии)
Производство молока: МДж ЧЭЛ (мегаджоулей чистой энергии лактации)
- Показатели протеиновой питательности
 - nXP - используемый в 12-перстной кишке протеин
 - RNB - азотный баланс рубца
- Структурное действие
 - Сырая клетчатка или NDF_{org} (органическое нейтрально-детергентное волокно), длина резки, степень измельчения, структурный показатель (SW)
- Содержание углеводов
 - Сахар, крахмал, нерасщепляемый в рубце крахмал
- Содержание минеральных и биологически активных веществ
 - Нутриенты, микроэлементы, витамины
- Качество брожения
 - Значение pH, кислоты брожения, NH₃-N (аммиачный азот)
- Гигиенические качества
 - Содержание сырой золы или песка, содержание спор клостридий, плесень, дрожжи
- Аэробная стабильность (вторичное нагревание)

¹ Herausgeber: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft – Ausschus für Futterkonservierung. Издательство: Немецкое сельскохозяйственное общество – Комитет по силосованию кормов. Bearbeitet von: Prof. Ehrengard Kaiser, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin (Проф. Эренгард Кайзер, Берлинский университет им. Гумбольдта, Берлин); Dr. Kirsten Weiss, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin (Д-р. Кирстен Вайс, Университет им. Гумбольдта, Берлин); Dr. Hans-Jörg Nussbaum, Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf (Д-р. Ганс-Йорг Нуссбаум, Образовательно-научный центр, Аулендорф); Dr. Kirsten Kalzendorf, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg (Д-р. Кирстен Калцендорф, Сельскохозяйственная палата Федеральной земли Нидерзаксен, Ольденбург); Günter Pahlow, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft [FAL], Braunschweig. (Гюнтер Пало, Федеральное научно-исследовательский институт сельского хозяйства [FAL], Брауншвайг); Prof. Dr. Hans Schenkel, Universität Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim (Проф. Д-р. Ганс Шенкель, Университет Гогенхайм, Штуттгарт-Гогенхайм); Prof. Dr. Frieder Jörg Schwarz, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Freising-Weihenstephan (Проф. Д-р. Фридер Йорг Шварц, Научный центр Вайнштефан, Фрайзинг-Вайнштефан); Dr. Hubert Spiekers, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft [LfL], Poing (Губерт Шпикерс, Ведомство по сельскому хозяйству Федеральной земли Бавария, Институт кормления и кормового хозяйства, Поинг-Груб); Manfred Sommer, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Hannover (Манфред Зоммер, Сельскохозяйственная палата Нидерзаксен, Ганновер); Dr. Walter Staudacher, DLG e.V., Frankfurt am Main (Д-р. Вальтер Штаудахер, Франкфурт на Майне); Johannes Thaysen, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Osterhofenfeld (Йоганнес Тайсен, Сельскохозяйственная палата Федеральной Земли Шлезвиг-Гольштайн, Остеррьонфельд)
² Hubert Spiekers, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft [LfL], Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Poing-Grub (Губерт Шпикерс, Ведомство по сельскому хозяйству Федеральной земли Бавария, Институт кормления и кормового хозяйства, Поинг-Груб)

Кроме содержания энергии и протеина, важны аспекты структурности, обеспеченности углеводами, биологически активными веществами и, не в последнюю очередь, качества брожения, гигиенических характеристик и стабильности силоса. Энергетическая оценка кормов для жвачных животных производится с использованием системы обменной энергии (ME) или - в случае молочного скотоводства - системы чистой энергии лактации (NEL). Что касается показателей протеиновой питательности, то для жвачных она оценивается по расщепляемости сырого протеина в преджелудках, выражаемой через показатели азотного баланса рубца (RNB), и используемому в 12-перстной кишке протеину (nXP). Физико-химическая структурная действенность кормов для крупного рогатого скота определяется через структурный показатель (SW). Оценка структурного показателя может быть осуществлена применительно к травяному, кукурузному силосу и силосу из однолетних злаковых культур на основании содержания сырой клетчатки или NDF_{org} . Если длина резки меньше 20 мм, это также нужно учитывать при оценке структурного показателя. Альтернативой для описания структурности кормов является структурно действующая сырая клетчатка. Целевые и/или ориентировочные показатели для оценки качества кормов приведены в **табл. 1.2**. Показатели касаются кормления молочных коров и скота на откорме.

Таблица 1.2. Ориентировочные показатели качественного травяного и кукурузного силоса в молочном производстве и при откорме скота

Параметры	Единицы измерения	Травяной силос	Кукурузный силос
Сухое вещество (CB)	%	30 - 40	28 – 35 ³
Сырая зола	% CB	< 10	< 4,5
Сырой протеин	% CB	< 17 ⁴	< 9
Сырая клетчатка	% CB	22 - 25	17 - 20
NDF_{org}	% CB	40 - 48	35 - 40
Структурный показатель		2,6 – 2,9	1,5 – 1,7
Крахмал	% CB	отсутствует	> 30
ME	МДж/кг/CB	≥ 10,6 или ≥ 10,0 ⁵	≥ 10,8
NEL	МДж/кг/CB	≥ 6,4 или ≥ 6,0 ⁶	≥ 6,5
nXP	г/кг CB	> 135	> 130
RNB	г/кг CB	< 6	-7 до -9

Приведенные показатели касаются травяного и кукурузного силоса. В случае с травяным силосом, как правило, наблюдается снижение содержания энергии и усвояемого протеина от первого к последующим укосам. В рационах с большим количеством кукурузы требования к содержанию протеина в сухом веществе травяного силоса часто превышают 18 %. В кукурузном силосе следует учитывать содержание крахмала. Кроме количества крахмала важным является также его расщепляемость. По мере созревания зерна устойчивость крахмала в преджелудках возрастает. В травяном силосе следует определять также содержание сахара. Выявление и оценка вышеуказанных величин осуществляются при анализе грубых кормов.

³ В зависимости от доли зерна

⁴ 15% по силосу из однолетних злаковых культур

⁵ 1-й укос или последующие укосы; NDF_{org} - после корректировки по золе

⁶ 1-й укос или последующие укосы; NDF_{org} - после корректировки по золе

1.2. Структура и длина частиц

Поскольку грубые корма определяют также структурную действенность рациона, следует учитывать их физические свойства – размер частиц, жесткость и их удельный вес. С точки зрения пригодности для силосования, уплотняемости и смешиваемости рекомендуются короткие частицы. Для обеспечения структурной действенности жвачным животным необходима достаточная длина частиц. С другой стороны, для обеспечения достаточной скорости прохождения и высокого уровня потребления корма следует предпочитать очень короткие частицы. Поэтому, в общем, требуется достижение компромисса между различными требованиями. В этом отношении необходимо рассмотреть возможность дополнительного измельчения при извлечении или перемешивании в смесителе.

Для кукурузного силоса с целью повышения его структурного действия длина резки допускается до 15–20 мм. При этом следует учитывать вероятность снижения уровня потребления корма. Еще одним условием применения длинной резки является хорошее уплотнение корма, наряду с необходимостью достаточного измельчения зерна. По мере увеличения длины резки уплотняемость силоса уменьшается.

Таким образом, рекомендации по силосованию следующие:

- Содержание сухого вещества (СВ): **28 - 35% для кукурузы, 30 - 40% - для травы**
- Равномерное измельчение, длина резки: **4 - 7 мм для кукурузы, < 4 см для травы**
- Достаточное измельчение зерна

1.3. Качество брожения

Качество брожения силоса также можно определять аналитическим путем. Важными пунктами являются показатель pH, кислоты брожения и доля аммиачного азота в общем азоте корма. Требования к качеству брожения силоса приведены в **таблице 1.3**. Цель заключается в обеспечении существенного сокращения количества масляной кислоты в силосе с незначительным распадом протеина. Это обеспечит небольшой распад веществ при силосовании и высокую питательность кормов. Резкое повышение содержания кислот брожения может привести к уменьшению уровня потребления корма. Еще одним фактором, ухудшающим потребление корма, являются различные продукты распада кормового протеина. Низкое содержание аммиачного азота является преимуществом. Что касается содержания уксусной и пропионовой кислот, то, с точки зрения распада питательных веществ, следует стремиться к их низким уровням. Для обеспечения аэробной стабильности силоса достаточным будет содержание этих кислот в количестве 2–3 % от сухого вещества. В целом нужно стремиться к аэробной стабильности с продолжительностью не менее 3-х дней.

Гигиенические характеристики и стабильность силоса определяются начальным содержанием вредных организмов, ходом брожения, уплотнением и способом извлечения силоса из хранилищ. Для улучшения этих показателей существует много способов, начиная от выращивания растений и сбора силосной массы, далее через технологии силосования вплоть до применения силосных консервантов. В последующих главах подробно рассматриваются эти способы. Они незаменимы при рентабельном, экологичном и ориентированном на потребности животных кормопроизводстве.

Таблица. 1.3. Ориентировочные показатели качества брожения

Показатель	Единицы измерения	Ориентировочная величина
Активная кислотность при 20–45 % СВ	pH	4,0–5,0
Содержание масляной кислоты	г/кг СВ	< 3
Содержание уксусной и пропионовой кислоты	г/кг СВ	20 – 30
Содержание аммиачного N	% от общего N	< 8
Аэробная стабильность	дни	> 3

1.4. Биологические основы брожения и биохимические процессы при силосовании⁷

Во время приготовления силоса питательная ценность консервированных кормовых растений в значительной мере сохраняется, а молочнокислые бактерии при отсутствии воздуха превращают углеводы в органические кислоты. Тем самым они снижают показатель pH, при котором инактивируются конкурирующие микроорганизмы и большинство ферментов. Процесс, как правило, происходит спонтанно, при условии соблюдения следующих требований:

- 1) достаточное содержание влаги;
- 2) достаточное количество пригодных для брожения сахаров;
(высокое соотношение С/БЕ)
- 3) бескислородная среда;
- 4) пригодные для силосования молочнокислые бактерии (МКБ).

В целом первые три цели достигаются с помощью растениеводческих и силосотехнических мер, таких как выбор сорта и стадии зрелости, степени подвяливания, а также правильного наполнения и укрытия.

В отличие от этого, естественная обсемененность лактобактериями (пункт 4) является неизвестной величиной и в настоящее время не определяется в короткие сроки на достаточном уровне, чтобы можно было определиться с их применением. Этот показатель колеблется в зависимости от вида и количества МКБ в широком диапазоне. Часто он сильно удален от возможного оптимума. Наряду с другими факторами, он требует целенаправленного улучшения. Для этих целей существуют силосные добавки, предназначенные как для улучшения процесса брожения, так и для повышения стабильности силоса при открытии и скармливании.

Нормальное протекание силосования с соответствующими процессами от заполнения хранилищ до момента их открытия делится на четыре фазы:

1) Аэробная фаза

Первая фаза проходит все еще под влиянием остаточного воздуха и продолжается на практике лишь несколько часов. Многочисленные на первых порах грибы и бактерии на кормовых растениях все еще ведут благоприятный для них в энергетическом отношении аэробный обмен веществ. Таким образом, создаются условия для массового размножения этих нежелательных для силосования микроорганизмов. При этом посто-

⁷ Günter Pahlow, Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft [FAL], Braunschweig-Völkenrode. (Гюнтер Пало, Институт растениеводства и озеленения, Федеральное научно-исследовательский институт сельского хозяйства [FAL], Браншвейг-Фелькенроде)

янно выделяется тепло, которое является четким показателем потерь. Поэтому доступ каждой последующей порции воздуха должен быть прекращен как можно скорее. Уже одна эта мера позволяет успешно подавить все зависимые от кислорода бактерии и большинство плесневых грибов. Эта фаза длится до тех пор, пока весь кислород в силосной массе не будет израсходован. Потом наряду с желательными продуцентами молочной кислоты сохраняют активность только те бактерии и дрожжи, которые могут существовать также и без кислорода, т.е. получают энергию за счет брожения.

В связи с этим важно сделать одно замечание, чтобы избежать распространенной ошибки консультантов. Тщательная трамбовка силосной массы применяется в первую очередь не для «выдавливания остаточного воздуха» из кормовой массы. Все еще присутствующее в порах в закрытых силосохранилищах остаточное количество кислорода и без того будет быстро потреблено путем дыхания и заменены двуокисью углерода (CO_2). Цель тщательной трамбовки в большей степени заключается в том, чтобы устранить все воздушные каналы в силосуемой массе. Благодаря этому в значительной мере удастся избежать дальнейшего проникновения кислорода, как при наполнении, так и позже при открытии силосохранилища. Непременным условием для этого является быстрая загрузка тонкими слоями и оптимальное уплотнение, а также немедленное накрытие пленкой или промежуточное укрывание при перерывах в заполнении. Наблюдаемые позже негативные последствия технических ошибок при обустройстве силосохранилища подробнее разъясняются во втором разделе. Упущения на этом этапе в будущем исправить нельзя. **Таблица 1.4⁸** демонстрирует, какие целевые показатели должны достигаться в результате уплотнения массы из различных видов кормов в силосохранилище в зависимости от содержания в них сухого вещества.

Таблица 1.4. Требования к уплотнению силоса в зависимости от содержания сухого вещества различных видов кормов

Вид корма	Содержание, СВ, %	Уплотнение, кг СВ/м ³	Содержание, СВ, %	Уплотнение, кг СВ/м ³
Трава	20	160	40	225
Люцерна	20	175	40	235
Цельнорастительная масса (ячмень)	35	230	45	260
Кукуруза (4–7 мм)	28	225	33	265
Измельченные колосья (ячмень)	45	400	55	440
Corn-Cob-Mix	55	400	60	480

2) Фаза основного брожения

Следующий этап силосования продолжается при температуре окружающей среды выше 15°C обычно не более недели. Растительная масса становится доступной для силосной микрофлоры. В начале этой фазы, при показателе pH на уровне около 6,5 все еще активны те группы микроорганизмов, которые могут размножаться и без наличия кислорода. Сюда относятся, прежде всего, энтеробактерии, клостридии, листерии, определенные виды *Bacillus* и дрожжи. Все они конкурируют с молочнокислыми бактериями

⁸ Honig, H. (1987): Influence of forage type and consolidation on gas exchange and losses in silo; p. 51-52 in: Summary of papers, 8th Silage Conference, Hurley (UK) (Хониг, Х. (1987): Влияние вида корма и степени уплотнения на газообмен и потери в силосохранилище; с. 51-52 в: Резюме научных статей, 8-я конференция по силосу, Харлей (Великобритания))

за, как правило, очень ограниченный растительный сахар. Кроме того, они вообще нежелательны из-за своих ядовитых или понижающих качество корма продуктов обмена веществ, такие как энтеротоксины, масляная кислота или спирты. Внешними признаками этих процессов является оседание кормовой массы и интенсивное газообразование. При этом покрывающая пленка часто надувается как воздушный шар, с образованием так называемого «газового колпака», свидетельствующего о качественном укрытии без повреждений. Кстати, не имеет смысла выпускать его содержимое, не говоря уже об откачивании. Более того, любой ценой следует избегать контакта с кожей и вдыхания содержимого, поскольку кроме возникающих при брожении CO_2 и азота в смеси могут содержаться также высокотоксичные нитрозные газы. Они образуются в анаэробных условиях, как правило, из содержащихся в растениях нитратов. Эти газы окрашены в коричневатый цвет, тяжелее воздуха и вследствие этого выходят наружу в нижней части покрывающих пленок или через самые низкие отверстия силосных башен. Даже через много часов они все еще могут иметь для человека и животного смертельное действие, так как растворяются в легких и превращаются в азотную кислоту, вызывая там тяжелые ожоги (отек легких). Их образование, как правило, ограничено сроком примерно от 5 до 7 дней. После этого, в случае необходимости, необходимо повторно натянуть пленку и вернуть на прежнее место придавливающий материал. При дальнейшем течении силосования нитрозные газы разлагаются на безвредные соединения и не влияют на кормовую ценность силоса. В период своего возникновения они даже угнетающе действуют на клостридий.

Определяющим фактором успешной консервации является то, чтобы в течение главной фазы брожения все еще находящиеся в значительном численном преимуществе нежелательные группы микроорганизмов, по возможности, были заменены кислотообразующими лактобактериями. Их продукты брожения, прежде всего, молочная кислота, а также, в зависимости от бродильного субстрата и типа обмена веществ, уксусная кислота эффективно подавляют всех бактериальных конкурентов. Сюда относятся также гигиенически вредные энтеробактерии и листерии. Одни только дрожжи выдерживают еще более низкие показатели pH, чем молочнокислые бактерии.

Наряду с обезвреживанием нежелательной микрофлоры кислоты брожения препятствуют также активности протеолитических ферментов растительного или микробного происхождения. Это не только способствует сохранению белка в силосе для жвачных животных, но и снижает образование щелочных, буферных веществ, таких как аммиак. Последние затрудняют быстрое подкисление, которое на этой стадии особенно важно. Лишь после успешного завершения главной фазы брожения силос можно применять в кормлении. При его очень раннем использовании, т.е. до окончания минимального периода силосования продолжительностью в 4 - 6 недель, существует угроза появления проблем со стабильностью в виде порчи еще незрелого силоса под воздействием воздуха. Также и новые силосующие добавки на основе гетероферментативных молочнокислых бактерий требуют соблюдения определённого промежутка времени в процессе силосования для создания надежного стабилизационного эффекта.

3) Фаза хранения

По мере снижения интенсивности процесса ферментации наступает фаза хранения. В готовых сброженных кормах на этот момент остаются активными только некоторые из наиболее устойчивых к кислотам ферменты. Они вызывают текущий, слабый распад резервных и структурных субстанций в кислом сегменте. Тем самым ферменты обеспечивают необходимое поступление легкосбраживаемых углеводов, что практически компенсирует неизбежные при длительном хранении потери сахара. На этой стадии силосования отмирает также большинство молочнокислых бактерий. Их ко-



личество уменьшается до всего лишь до 0,1 % максимальной популяции размером в один миллиард МКБ/г силоса, которая разрослась в первые дни главной фазы брожения. Как уже отмечалось, некоторые дрожжи также выдерживают этот период, правда, в состоянии покоя, а также такие виды как *Bacillus* и *Clostridium*, если условия среды позволяют им формировать защитные эндоспores. В силосе, имеющем достаточное количество сбраживаемого субстрата, эта стабильная фаза теоретически может длиться сколь угодно долго. Существенные изменения корма больше не проявятся до тех пор, пока не появится доступ воздуха. Однако это требует регулярного контроля и, в случае необходимости, немедленного ремонта пленок.

4) Фаза извлечения

После открытия силосохранилища для кормления воздух снова имеет свободный доступ к извлекаемой поверхности и лежащим за ней слоям силоса. Если показатели (таблица 1.4) уплотнения силосной массы были достигнуты, то в таком хорошо утрамбованном силосе отток газа ограничен технически возможным предельным показателем на уровне 20 л/ч/м². Высокая устойчивость против вытекания с учетом небольших остаточных объемов пор ограничивает проникновение кислорода в кормовую массу до 1 м в глубину нарезаемой поверхности. То есть, на такое расстояние кислород из воздуха в любом случае попадает, хотя и в небольшой, на уровне 0,5–1,0 %, но все же достаточной концентрации, чтобы снова стимулировать там рост микроорганизмов, находящихся в стадии покоя. Прежде всего, это касается дрожжей и спор или конидий определенных плесневых грибов, вызывающих нагревание и порчу силоса. Здесь важно отметить, что глубина проникновения атмосферного кислорода в критической концентрации может за короткий период увеличиться до 3–5 м, если на незащищенную, открытую нарезаемую поверхность будет дуть сильный ветер. Поэтому при обустройстве силосохранилища следует учитывать главное направление ветра. Такой же негативный эффект будут иметь все разрыхляющие силосную массу технологии извлечения, например, с применением грейфера или фронтального погрузчика, которые образуют глубоко проникающие воздушные каналы. Из них будет вытекать двуокись углерода и неизбежно проникать туда воздух.

Вследствие этого может развиваться рост плесени и повторное нагревание даже в тех частях силосной массы, которые будут извлечены лишь через несколько недель после возникновения нарушения. Отсюда логически следует вывод, что обнаруженные глубоко внутри силосохранилища очаги плесени, часто сферической формы и синеватого цвета, преимущественно *Penicillium roqueforti*, были, как правило, вызваны не так называемым «остаточным воздухом» при загрузке в силосохранилище, а недостаточным уплотнением при загрузке или же являются следствием технически неправильного извлечения корма. Появление плесени по всей площади, также и в нижних слоях силоса, могло быть вызвано одной уже только загрузкой корма на слишком большую высоту, из-за чего позже не было возможности доуплотнить его в достаточной мере прокатыванием и утрамбовыванием.

Описанные выше четыре фазы силосования характерны для стандартной ситуации с несущественными ошибками технологии силосования. Однако наряду с этим существует еще два распространенных дефекта силоса, требующие специального рассмотрения, поскольку они могут поставить под угрозу успех процесса консервирования. Эти дефекты обусловлены недостаточной силосуемостью исходного материала или технологическими ошибками.

1.5. Возможные дефекты силоса

Дефект силоса № 1

Если силосная масса содержит трудноферментируемые углеводы или если они недостаточно быстро сбраживаются молочнокислыми бактериями, то показатель pH силоса снижается недостаточно быстро и на недостаточную величину, чтобы обеспечить надежное хранение. Возникает неправильное брожение. Клостридии, особенно в загрязненных кормах, превращают уже образовавшуюся молочную кислоту – если речь идет о зеленом корме с высоким содержанием нитратов – в более слабую уксусную кислоту и – после уменьшения содержания нитратов – в масляную кислоту. В случае с бедным на нитраты зеленым кормом, а именно он в основном используется на практике для силосования, молочная кислота превращается непосредственно в масляную кислоту. При этом наблюдаются потери CO_2 . Часто неправильное брожение продолжается до тех пор, пока вся молочная кислота не будет потреблена. После этого, как правило, происходит распад белка под влиянием других видов клостридий. Их жизнедеятельность создает высокое содержание аммиака и может привести к полной порче силоса (рис. 1).

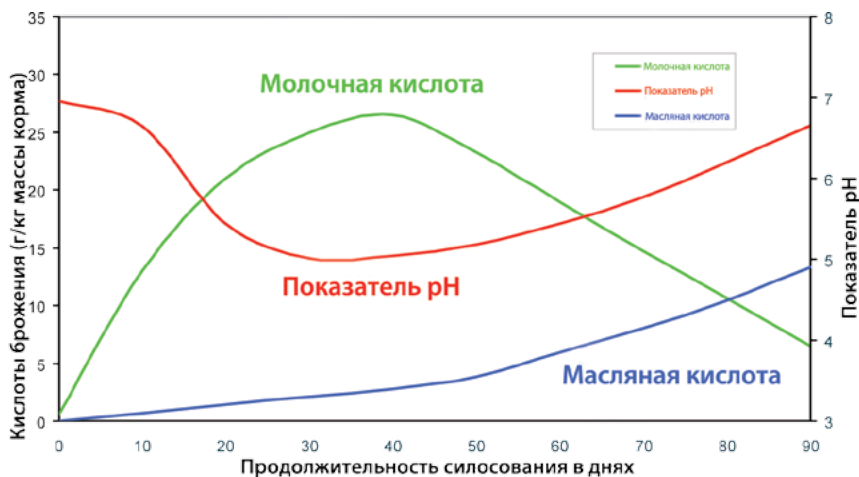


Рис. 1. Молочнокислое брожение в бедном на сахар влажном силосе

Однако, для силоса с относительно высоким содержанием сухого вещества этот риск проявляется сегодня все чаще, из-за снижения применения азотных удобрений, что привело к низкому содержанию нитратов в кормах. Лишь более высокое содержание нитратов даже при силосовании сильно загрязненных, содержащих клостридии кормов, обеспечивает достаточные концентрации нитритов и других продуктов распада, способных воспрепятствовать появлению неправильного брожения, вызываемого маслянокислыми клостридиями (рис. 2).⁹

Однако, этот зависимый от коэффициента сбраживаемости показатель в пределах между 1,3 и 5,8 г нитратов на 1 кг СВ во многих местах в Германии больше не достигается. Исправить ситуацию может применение соответствующих силосных консервантов, по возможности, в сочетании с прививанием. Однако здесь существуют технологические пределы из-за недостаточной уплотняемости при содержании сухого вещества 45 %.

⁹ Prof. Dr. Ehrengard Keiser, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin (Проф. д-р. Еренгардт Кейзер, Университет им. Гумбольдта, Берлин), Dr. Kirsten Weiss, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin (Д-р. Кирстен Вайс, Университет им. Гумбольдта, Берлин)

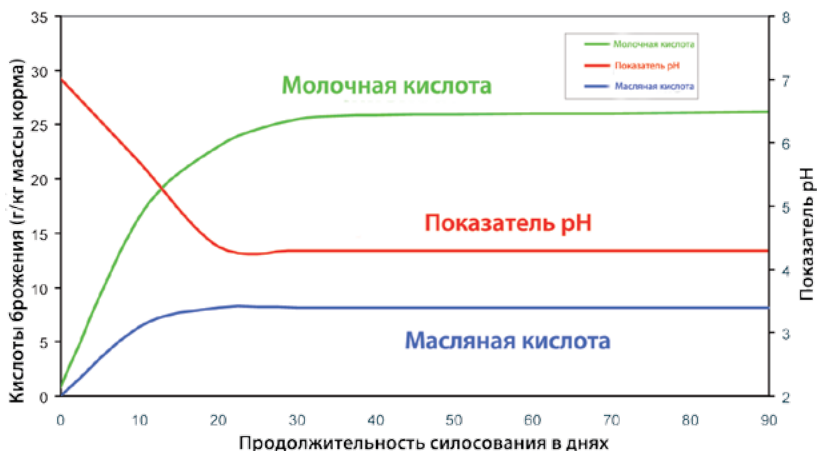


Рис. 2. Маслянокислое брожение в бедном на нитраты силосе, а также силосе из однолетних злаковых

Дефект силоса № 2

Этот дефект возникает в том случае, если влияние кислорода через затянувшийся период заполнения силосохранилища, задержку с укрытием или через негерметичность пленки приводит к критическим объемам обсемененности на уровне примерно 100000 дрожжевых клеток на грамм силоса. В этом случае последние, вследствие повторного, неограниченного доступа воздуха, размножаются почти молниеносно, и показатель обсемененности увеличивается в тысячи раз. При этом на фоне быстрого нагрева происходит распад защитных кислот брожения на двуокись углерода и воду. Поскольку это вызывает повторный рост показателя pH, сюда часто подключается еще и бактериальная порча. Возникшие в следствии этого кормовые потери в пострадавших партиях могут составлять ежедневно более 3 %. Такой размер потерь в хорошо закрытом силосохранилище может наблюдаться лишь после многомесячного хранения. Взаимосвязь между повышением температуры и потерями в зависимости от содержания сухого вещества в силосе приведены в **таблице 1.5**. Средний показатель на уровне 3,5 % ежесуточных потерь сухого вещества появляется в слабо привяленном силосе уже при умеренном повышении температуры на 15° С по сравнению с температурой окружающей среды¹⁰.

Таблица 1.5. Повышение температуры и потери нестабильного силоса с различным содержанием сухого вещества¹¹

Содержание СВ в корме (%)	Содержание СВ в корме (%)				
	5	10	15	20	25
Ежедневные потери СВ, %					
20	1,6	3,2	-	-	-
30	1,2	2,3	3,5	-	-
50	0,7	1,5	2,2	2,9	3,7

¹⁰ Honig, H. and M.K. Woolford (1976): Changes in silage on exposure to air; p. 76-87 in: Proceedings of a Conference on Forage Conservation in the 80's, Occasional Symposium No 11, 27-30 November 1979, Brighton (UK) (Хониг, Х и М.К. Вулфорд (1976): Изменения в силосе под воздействием воздуха; с. 76-87 в: Сборник Тезисов Конференции по консервированию кормов в 80-х, Периодический симпозиум № 11, 27-30 ноября 1979 г., Брайтон)

¹¹ Honig, H. and M.K. Woolford (1976): Changes in silage on exposure to air; p. 76-87 in: Proceedings of a Conference on Forage Conservation in the 80's, Occasional Symposium No 11, 27-30 November 1979, Brighton (UK) (Хониг, Х и М.К. Вулфорд (1976): Изменения в силосе под воздействием воздуха; с. 76-87 в: Сборник Тезисов Конференции по консервированию кормов в 80-х, Периодический симпозиум № 11, 27-30 ноября 1979 г., Брайтон)

Как стимуляторы аэробной порчи важнейшую роль играют дрожжи, разлагающие молочную кислоту, прежде всего в травяном силосе. На рис. 3 представлены последствия превышения вышеупомянутой критической плотности микроорганизмов на уровне 100000 дрожжевых клеток на грамм силоса на стадии извлечения. Рост показателя pH выше значения 5 в течение немногих дней свидетельствует о быстрой порче.¹²

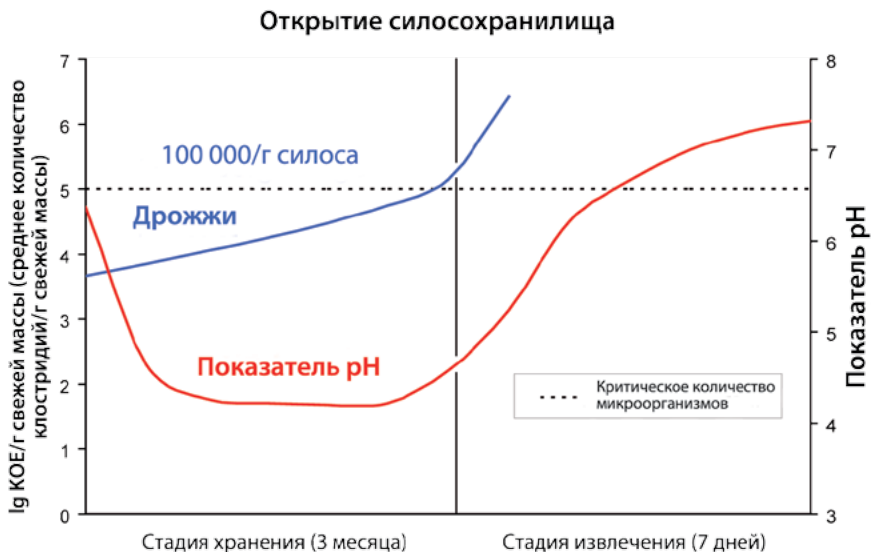


Рис. 3. Повторное нагревание, вызванное дрожжами

Кроме дрожжей были обнаружены, особенно в кукурузном силосе, уксуснокислые бактерии (*Acetobacter*) как стимуляторы аэробной нестабильности (рис. 4). Эта группа бактерий растет только в присутствии кислорода, зачастую используя присутствующий в сброженной кукурузной массе спирт как источник углерода. Сначала спирт окисляется до уксусной кислоты, что сопровождается выделением энергии. Поэтому показатель pH временно остается еще в глубоком сегменте. Однако после потребления спирта происходит распад временно образованной уксусной кислоты до двуокиси углерода и воды.

Поскольку при этом, конечно, заметно возрастает показатель pH, то потом может начаться также бурное размножение микроорганизмов, вредных брожению, менее устойчивых к кислотам, например, различных видов *Bacillus*. Они быстро приводят к большим потерям. Кстати, на практике вредящие брожению дрожжи и уксуснокислые бактерии часто встречаются вместе, так как концентрации уксусной кислоты, образованной за ограниченный период времени, в большинстве случаев недостаточно для угнетения грибковых возбудителей порчи. Эта взаимосвязь объясняет, почему, как правило, предотвращать повторное нагревание с помощью силосных консервантов в кукурузном силосе труднее, чем в травяном. В кукурузе добавки для надежного контроля проблемы должны иметь двойное действие — как против дрожжей, так и против вредных бактерий. Для этого предназначены силосные консерванты, которые либо как чисто химические

¹² Pahlow, G. (1991): Role of microflora in forage conservation; p. 26-36 in: Proceedings of a Conference on Forage Conservation towards 2000, Landbauforschung Völknerode, Sonderheft 123. (Палов, Г. (1991): Роль микрофлоры в консервировании корма; с. 26-36 в: Сборнике Тезисов: Конференции по консервированию кормов в преддверии 2000 г., Исследовательский центр Фолькенроде, Дополнительное издание №123.)

продукты включают в себя смеси активно действующих веществ, включая испытанные противогрибковые компоненты, такие как пропионат, или, как альтернатива, комбинируют вещества, такие как бензоат или сорбат, с хорошо окисляющими молочнокислыми бактериями. В глубоком сегменте pH тормозящий эффект органических кислот максимизируется. Раздельное применение позволяет исключить снижение активности бактериальных компонентов из-за контакта с химическими веществами.

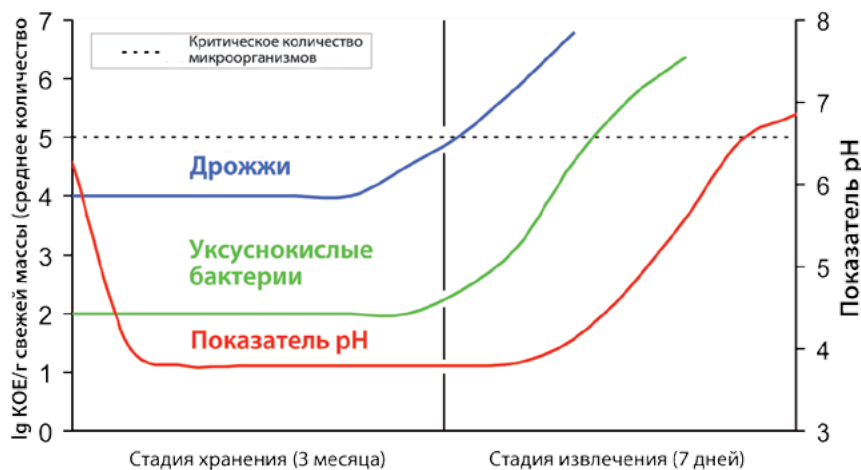


Рис. 4. Повторное нагревание, вызванное дрожжами и бактериями

1.6. Микотоксины и способы предотвращения их появления в силосе, сене и фуражном зерне¹³

Образование плесени в грубых кормах и фуражном зерне означает потерю питательных веществ, снижение их концентрации и сокращение потребления кормов. Именно последнее сводит на нет любое разумное и сбалансированное планирование кормовых рационов. Поэтому при каждом составлении рациона предпосылкой является безупречное гигиеническое состояние корма, т.е. прежде всего в рационе не должно быть заплесневелых кормов. Это обеспечивается, в частности, оптимальной консервацией кормов и их хранением. Однако, несмотря на это, таких случаев не всегда можно избежать. Что делать, если в корме обнаружены грибы плесени, какое влияние они могут оказать?

Встречаемость

В упрощенном виде можно провести разделение между полевыми грибами и амбарными грибами. Например, мокрая и холодная погода при заготовке травяного силоса с длительным пребыванием кормов на поле, аналогично, как и теплая, влажная погода осенью при сборе урожая кукурузы, увеличивают количество микроорганизмов и полевых грибов на корме. Наличие амбарных грибов в грубых кормах указывает на ошибки при консервации и хранении, которые, однако, могут иметь совершенно различные при-

¹³ Wolfgang Richter, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft [LfL], Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Poing-Grub (Вольфганг Рихтер, Ведомство по сельскому хозяйству Федеральной земли Бавария, Институт кормления и кормового хозяйства, Поинг-Груб)

чины. Плесневые грибы не могут расти в силосе без кислорода. Образование плесени связано с более высокими потерями сухого вещества и питательных веществ. Как более давние, так и новые исследования свидетельствуют, что токсинообразующие плесневые грибы таких видов как *Penicillium*, *Aspergillus* и *Monascus* можно найти в силосе, сене и фуражном зерне там, где начинается порча. В силосохранилище отдельные плесневые грибы в начале видимого образования плесени не различаются, поскольку их цветовые различия, как правило, можно распознать лишь на стадии более старых гнезд плесени, т.е. при массивном, длительном образовании плесени. Типичные сине-зелено-серые очаги плесени могут содержать преимущественно в увеличенном количестве *Penicillium roqueforti* и *Monascus ruber*, а типично красная плесень – в увеличенном количестве *Monascus ruber* и *Penicillium*. Это означает, что хотя доминирующие виды можно приблизительно распознать, здесь в основном речь идет о смешанных инфекциях. Под влиянием субстрата в кукурузном силосе, как тенденция, встречаются в увеличенном количестве *Penicillium roqueforti* и *Aspergillus fumigatus*, а в травяном силосе чаще *Aspergillus fumigatus* и *Monascus ruber*. Микробиологические исследования позволяют выявить степень поражения грибами, связанную с растущим количеством микроорганизмов (КОЕ/г СВМ; колониеобразующих единиц на грамм силосной массы) и показателями pH, а также снижением доли кислот брожения. Кроме того, на основе микробиологических исследований можно лучше оценить, с какими микотоксинами следует считаться.

Опасность плесневых грибов и их токсинов

В **таблице 1.6** с целью иллюстрации рисков для продуктивности и здоровья животных перечислены отдельные плесневые грибы и вызываемые ими последствия. Поскольку различные плесневые грибы могут встречаться одновременно, а количество и масса образованных продуктов грибкового обмена веществ (микотоксины) неизвестны, однозначно установить их прямую связь со снижением продуктивности и здоровьем животных невозможно. Для практиков важным является исследование лишь в части фузариозных токсинов «деоксиниваленол» и «зеараленон», поскольку по этим микотоксинам существуют ориентировочные показатели допустимого содержания, соблюдение которых согласно нынешнему состоянию знаний позволяет не опасаться отрицательного влияния на здоровье и продуктивность.

Таблица 1.6. Избранные микотоксины и их продуценты (плесневые грибы)

Плесневые грибы	Микотоксины	Последствия
<i>Aspergillus fumigatus</i>	Fumigaclavin, -lilin, -tin, Fumitoxine, Gliotoxin, Койевая кислота, Verruculogen, Fumitremorgene	Нарушение равновесия, летальные случаи
<i>Claviceps purpurea</i> (маточные рожки)	Ergotalkaloide*	Снижение молокоотдачи, отмирание тканей
<i>Fusarium graminearum</i> и.а.	Trichothecene, например, Deoxynivalenol, Nivalenol и др.	Меньшее потребление корма, отказ от корма, нервные нарушения
<i>Fusarium verticillioides</i>	Fumonisin***	Лошади: некроз ЦНС; свиньи: отек легких

Плесневые грибы	Микотоксины	Последствия
Monascus ruber	Monacoline	Негативное влияние на микрофлору рубца
	Citrinin	Повреждение почек
Pinicillium requefortin	Requefortin, PR-Toxin, микофеноловая кислота и др.	Снижение потребление корма, отказ от корма, нарушение репродуктивной функции, диарея
Pinicillium verrucosum	Ochratoxin, Citrinin	Повреждение почек

* Только при высокой доли ржи в концентратах, не учитывать в случае с зеленой рожью

** Еще мало исследовано

*** В климатических условиях Германии образование в кукурузе на зерно невозможно или возможно в незначительной степени

Снижение содержания микотоксинов в силосе, сене и фуражном зерне

Заражение кормов микотоксинами связано с появлением плесневых грибов. Плесневые грибы, особенно амбарные, указывают на порчу кормов. Все меры консервации и хранения направлены на то, чтобы настолько долго, насколько это необходимо или возможно, отодвигать во времени и сводить к минимуму потери при хранении. В последующих главах описываются эти возможности. Если удастся избежать развития плесени за счет соответствующих мер по консервации и хранению, риск образования микотоксинов можно исключить. В случае с полевыми грибами наряду с выбором сортов, менее подверженных воздействию фузариума, следует учитывать также севооборот (кукуруза) и меры по обработке почвы (без плуга). В случае с фуражным зерном очистка не только улучшает последующие меры по консервации, но и снижает содержание микотоксинов; правда, при наличии спорыньи в зерне это не действует или действует в ограниченной мере. В то же время имеющиеся на сегодняшний день результаты показывают, что свежесжатые злаки, особенно рожь и тритикале, должны скармливаться не ранее чем через три недели, при наличии спорыньи зерну лучше дать полежать полгода. Эксперименты с условиями хранения показали снижение содержания алкалоидов и токсичности комбинированных алкалоидов. Таким образом, возможные риски в связи с колебаниями содержания алкалоидов можно снизить, но лишь в рамках законодательных возможностей.

Максимальное содержание спорыньи выражается на зерно влажностью 12 % и составляет 1000 мг/кг. Это соответствует одному рожку в горсти зерна. При взятии проб следует учитывать, что больше рожков находится именно в верхнем слое. Перемешивание с более чистым зерном не допускается. Это касается и такого микотоксина, как афлатоксин. Однако в грубых кормах и фуражном зерне он не образуется, следовательно, в дальнейшем он рассматриваться не будет.

Вместе с тем, для таких микотоксинов, как зеараленон и деоксиниваленон существуют ориентировочные значения допустимого содержания в кормах для различных видов и групп животных (**таблица 1.7**). Для пищевых продуктов установлены конкретные показатели предельного допустимого содержания зеараленона и деоксиниваленола и их следует соответствующим образом соблюдать.

Численность эпифитной микрофлоры на кормовых растениях в целом колеблется от 0,1 до 100 млн. КОЕ/г корма естественной влажности, грибов - 0,01 - 1 млн. КОЕ/г. Не

исключено наличие еще большего количества микроорганизмов. В случае с дрожжами следует считаться с величинами порядка 10000-500000 КОЕ/г. Эпифитная заселенность молочнокислыми бактериями в зависимости от погодных условий и времени сбора урожая у травы составляет около 50000 КОЕ/г, зеленой массы кукурузы — около 200000 КОЕ/г. Из грибов особое значение имеют фузари, поскольку они могут образовывать микотоксины также и на траве. Для оценки сена — до появления более точных данных — можно пользоваться следующими рекомендациями (**таблица 1.8**).

Таблица 1.7. Ориентировочные показатели допустимого содержания микотоксинов в кормах, мг/кг (88 % СВ)¹⁴

Животные	Зеараленон	Деоксиниваленол
Молодняк свиней	0,05	1,0
Свиньи на откорме и племенные	0,25	1,0
Крупный рогатый скот	0,25	2,0
Телята	0,5	5,0
Телки		
Дойные коровы		
КРС на откорме	-	5,0
Куры-несушки и бройлеры	-	5,0

Таблица 1.8. Ориентировочные показатели допустимого количества грибовых микроорганизмов в сене

Категория качества	Содержание, КОЕ/г	Зеараленон	Оценка
1	≤10 000	низкое	очень хорошее (высушенное под навесом)
2	>10 000 – <100 000	среднее	хорошее (высушенное в поле)
3	>10 000 – <1 млн.	повышенное – значительно повышенное	посредственное – плохое
4	>1 млн.	высокое – порча	очень плохое

Первой категории может соответствовать только сено из зеленой массы, рано скошенное и высушенное под навесом (горячим воздухом). В кормлении высокопродуктивных коров для обеспечения хорошей поедаемости корма и соответствующих показателей молочной продуктивности следует стремиться к заготовке сена именно такой категории. Это может быть реализовано не во всех случаях. Тогда допускается еще вторая категория. Потребление корма при этом может уже снижаться, но образование микотоксинов, которые могли бы негативно влиять на здоровье животных, еще не проявляется. Скашивание растений в раннюю фазу вегетации связано с более высоким содержанием в них сырого протеина по сравнению с поздней стадией. Поскольку есть доказательства того, что ранние сроки уборки вызывают появление ламинита у лошадей, сено для них заготавливают позже. Это автомати-

¹⁴ DLG-Mitteilungen 8/2000

чески увеличивает заселение растений грибами. Если к тому же и условия заготовки были не оптимальными (влажная погода с удлинённым периодом сушки) или сено было заложено слишком влажным, плесневые грибы размножаются в хранилище и их количество легко может превысить показатель 1 млн. В кормлении лошадей, в отличие от крупного рогатого скота, особенно молочного, на главном месте находится не обеспечение животных как можно большим количеством энергии из грубых кормов, а скармливание сена, не слишком сильно загрязнённого грибом. Повышенная микробная обсемененность грибами означает также усиленное пылеобразование. На сено, загрязнённое грибами и их спорами, лошади легко реагируют затруднением дыхания и бронхитом. Если такой корм используется длительное время, может возникнуть хронический бронхит, который у 30% животных не излечивается. После скармливания пораженного грибами сена наблюдаются также и колики. Во многих случаях солома подстилки также может быть поражённой грибами, в результате чего животное подвергается двойной угрозе. Случаи заболеваний появляются тем чаще, чем хуже условия содержания: слишком мало выгулов на свежем воздухе, внезапные нагрузки после длительного периода отдыха. Дальнейшими ошибками кормления являются резкая смена корма или избыточное количество концентратов. Поскольку для лошади грубые корма (пастбища, консервированные зелёные корма) являются основой полноценного кормления и тем самым — хорошего здоровья, качество их, как и в кормлении крупного рогатого скота, должно быть оптимальным.

Сено четвертой категории качества должно быть забраковано!

Таким образом, наличие плесневых грибов в кормах указывает на недостатки в процессах консервирования, хранения и гигиене кормов. Оценить риск снижения продуктивности и возможные негативные воздействия на здоровье животных сложно, а в большинстве случаев невозможно, поскольку при возникновении ущерба загрязнённый корм либо уже весь использован или же в нём содержатся сразу многие плесневые грибы и микотоксины и в различном количестве.

Учитывая вышеупомянутые риски для продуктивности и здоровья животных, на переднем плане находится сокращение потерь при консервации и хранении, а также предотвращение образования плесени в кормах.

Явно заплесневелые корма скармливать нельзя и от них нужно принципиально отказываться с целью защиты животных и здоровья потребителей!

Способы предотвращения образования микотоксинов в силосе

Ржавчинные грибы

На поверхности и внутри более высоких растений паразитируют ржавчинные грибы, особенно на зерновых злаковых, а также на луговых травах (рис. 5). Поражённые части растения-хозяина желтеют, слабеют и отмирают. Грибковый мицелий образует круглые или полоскообразные отложения спор, которые приводят к быстрому распространению ржавчинных грибов.

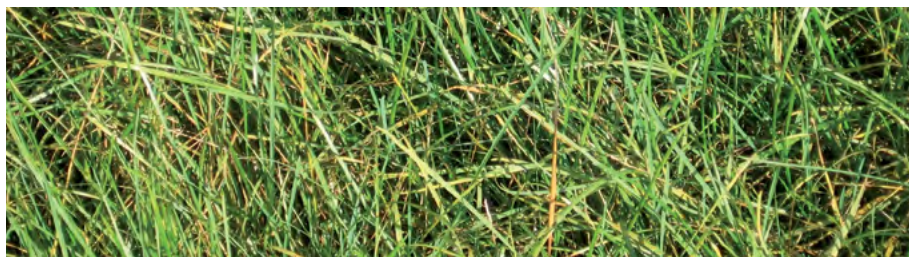


Рис. 5. Буро-ржавчинный налет на зеленых угодьях позднего лета

При ржавчинном налете на луговом корме или кормах с пахотных земель массив необходимо как можно быстрее скосить, а лучше — заsilосовать. Благодаря этому можно рассчитывать на меньшее загрязнение атмосферного воздуха спорами. Пока неизвестно, происходит ли распад токсинов при ферментации в силосохранилище. При появлении нарушений здоровья необходимо немедленно заменить корма. Перенесенные отравления приводят к длительному снижению продуктивности. Кроме того, все другие составляющие рациона должны быть безупречны в гигиеническом плане.

Головневые грибы

Пузырчатая головня кукурузы вызывается грибом (*Ustilago maydis*), который в Мексике считается деликатесом «huitlacoche». В англоязычных странах его называют «corn smut» или «мексиканский трюфель». Появление пузырчатой головни связано с началом возделывания культуры кукурузы. Грибные споры сохраняют жизнеспособность более десяти лет, при этом как новые, так и старые вызывают заражение растений почти в равной степени. Инфекционное заражение кукурузы затрагивает только ткани растения, которые все еще способны к делению, то есть, находятся на стадии роста. В основном, это соответствует периоду после появления всходов и достижения высоты 40 см. Поэтому кукурузные пузырьки появляются не только на початках, но также могут образовываться и на других частях растения (рис. 6).



Рис. 6. Пузырчатая головня на кукурузе:

- 1- свежая инфекция на початке; 2 - более давняя инфекция на початке;
3 - инфекция на основании кукурузного растения

Инфекции способствует наплыв шведских мух, и особенно стимулируют ее развитие высокие температуры. Не все инфекции приводят к образованию головни. Им способствуют стрессовые для растений условия, такие как, например, длительная засуха. Все еще способная к делению ткань при наличии достаточного количества воды после засухи пытается компенсировать отставание в росте. При этом в больших количествах образуются головневые пузырьки.

Опыты по кормлению

В ранних исследованиях, проведенных на молочных коровах с использованием полностью пораженного кукурузного силоса, было установлено значительное снижение его питательной ценности: по чистой энергии — на 18 % и по переваримому протеину — на 27 %. Негативного влияния на потребление корма и здоровье животных не констатировалось. Вместе с тем, в пораженном силосе было обнаружено повышенное содержание стимулирующих порчу грибов, что дает основание делать вывод о его низкой аэробной стабильности. Эксперимент с бычками на откорме показал, что силос, на 10–15 % пораженный пузырчатой головней, никаких проблем у них при скормливании не вызвал.

Силосуемость

Исследования¹⁵ показали различия в содержании питательных веществ между силосной кукурузой, пораженной и не пораженной пузырчатой головней. Содержание сухого вещества снизилось с 36,9 до 32,8 %, а безазотистых экстрактивных веществ — с 61,8 до 58,5 %. Пузырчатая головня, из-за распада углеводов, вызывает относительное увеличение содержания сырого протеина (с 9,6 до 11,6 %) и сырого жира (с 3,0 до 3,7 %). Содержание сырой клетчатки и сырой золы изменялось незначительно. Однако указанные изменения не отразились на показателях качества брожения силоса, за исключением содержания аммиака, которое с увеличением степени пораженности повышалось от 0,04 до 0,08% корма натуральной влажности и тем самым свидетельствовало о распаде белка. В силосе, пораженном пузырчатой головней, который заготавливался как с силосующими добавками, так и без них, при брожении были зафиксированы более высокие потери газа, чем в незагрязненном (таблица 1.9).

Таблица 1.9. Потери газа в силосе, пораженном пузырчатой головней кукурузы (ПГК), с применением силосующих добавок (СД), % от сухого вещества

Длительность силосования, дней	Без ПГК, без СД	Пораженный ПГК (100%), без СД	Без ПГК, с СД	Пораженный ПГК (100%), с СД
51	4,6	5,1	4,3	4,9
100	5,5	6,0	5,2	5,6

При поражении кукурузы пузырчатой головней уменьшается аэробная стабильность силоса. Непораженный силос был на один день дольше стабильным, чем силос с пузырчатой головней. Это различие удалось выровнять применением силосных консервантов.



Рис. 7. Кукурузный силос в лабораторных силосохранилищах

(слева — без, справа — с поражением пузырчатой головней кукурузы)

В опытах, проведенных в лабораторных силосохранилищах (рис. 7), изучалось, способна ли ферментация нарушить способность головневых спор к прорастанию. После этого в силосе не было найдено проросших головневых спор, хотя по результатам

¹⁵ Hubert Spiekers, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft [LfL], Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Poing-Grub (Губерт Шпикерс, Ведомство по сельскому хозяйству Федеральной земли Бавария, Институт кормления и кормового хозяйства, Поинг-Груб)

отдельно проведенных, специфических исследований, незначительный показатель прорастания все еще фиксировался (8 из 2,6 млн. спор). Уменьшение показателя прорастания могло бы стать поводом для более раннего сбора урожая с целью снижения уровня зараженности спорами в последующие годы, особенно в сильно пораженных массивах в период до раскрывания головневых пузырьков.

Таким образом, проблема пузырчатой головни в последнее время ограничивается лишь отдельными случаями, а не эпидемиями, как это случалось ранее. Эти отдельные случаи очень сильно зависят от специфичности инфекционного механизма. Долговечность спор пузырчатой головни кукурузы в почве является постоянным источником инфекции, которая может стимулироваться погодными условиями и нашествием насекомых, однако угнетается в процессе силосования. В частности, растения, рост которых был замедлен засухой, сильнее подвержены заражению. Это и сейчас наблюдается в некоторых областях. Незначительное поражение пузырчатой головней (< 20 %) не влияет на потребление корма и концентрацию в нем питательных веществ. Но когда поражается каждое растение (100 %), снижается содержание чистой энергии и усиливается распад белка в корме. Растущая популярность круглогодичного однотипного кормления требует стабильного силоса в летний период. Согласно более ранним исследованиям, при поражении кукурузы пузырчатой головней аэробная стабильность готового силоса снижается. Поэтому при высокой пораженности пузырчатой головней рекомендуется применение силосующих добавок, которые согласно с классификацией DLG¹⁶ по спектру действия относятся к группе 2 (таблица 1.10).

Таблица 1.10. Классификация силосующих добавок¹⁷

Группа добавок	Рекомендации по применению	Активные компоненты
Группа 1: Улучшение процессов брожения		
1а для трудносилосующихся кормов	Содержание сахара <1,5 %; содержание СВ <20 %	Кислоты и их соли, которые обеспечивают и оптимизируют процессы брожения
1b для среднесилосующихся кормов	Содержание сахара –1,5-3 %, содержание СВ 20-25 %	Кислоты, молочнокислые бактерии, ферменты, которые оптимизируют процессы брожения
1с для легкосилосующихся кормов	Содержание сахара >3 %, содержание СВ >30 %	Молочнокислые бактерии, ферменты, которые оптимизируют процессы брожения
Группа 2: Повышение стабильности при доступе воздуха		
	Кукуруза на силос >25 % СВ, провяленные травы, влажное зерно	Специфически действующие антигрибковые средства, угнетающие развитие дрожжей и плесневых грибов
Группа 3: Уменьшение выделения силосного сока		
	Низкое содержание СВ	Абсорбирующие или структуроудерживающие средства
Группа 4: Особого действия		
4а увеличение потребления корма		В сочетании с группами 1,2,3

¹⁶ Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft (DLG) (Немецкое сельскохозяйственное общество)

¹⁷ по DLG

4b повышение переваримости		Молочнокислые бактерии, соли
4с повышение молочной и откормочной продуктивности		Молочнокислые бактерии, ферменты
Группа 5		
5а угнетение размножения клостридий в силосе		Соли

Температурные повреждения, кукуруза без початков, высокая температура силосуемой массы

Засуха 2003 года не везде привела к ранней уборке кукурузы на силос и к снижению ее урожайности. Силосование кукурузы производилось при очень высоких температурах (рис. 8) и, отчасти, слишком высоком содержании сухого вещества. Вследствие высокой суммы температур, силосная кукуруза созрела на несколько недель быстрее, и в регионах с недостаточным обеспечением влагой ее пришлось убирать соответственно или раньше, или уже слишком сухой. К этому добавилось неполное образование или отсутствие кочанов, что привело к слишком низкому содержанию крахмала и высокому содержанию сахара.



Рис. 8. Изменение температуры в силосохранилище в засушливом 2003 году. При температуре силосуемой массы свыше 40°C — медленное охлаждение.

Выводы

Первый вывод, который можно сделать, исходя из биологических основ силосования, заключается в том, что молочнокислые бактерии могут функционировать в диапазоне температур от 5 до 50°C с оптимумом в зоне 25–40°C. Отсюда следует, что образование молочной кислоты и снижение показателя pH в силосуемой массе происходит также и при высоких температурах.

Недостаточное образование початков дает основание ожидать высокого содержания сахара в силосуемой массе. В сочетании с повышенной ее температурой предполагается быстрое развитие дрожжей. Последние могут, правда, значительно медленнее, и дальше размножаться под герметичным укрытием. Затем, при открытии силосохранилища и наличии достаточного количества бродильных субстратов

(остаточные сахара, молочная кислота), может произойти очень быстрое нагревание места отбора силоса. Если же сроки уборки урожая сложатся так, что урожай будет собран слишком поздно и вследствие этого плотность силосного монолита будет очень низкой, следует ожидать увеличения участков повторного нагрева в зоне его нарезания, прежде всего в последующие весну и лето. С другой стороны, при сухой погоде происходит меньшее поражение вредными микроорганизмами и тем самым уменьшается риск повторного нагрева.

Учитывая это, в одном из опытов, проведенных в условиях лабораторных силосохранилищ, изучалось, какие параметры брожения подходят для кукурузы, поврежденной засухой и при высоких температурах ферментации, и рекомендовано ли здесь применение силосных консервантов.

Установлено, что силосование при очень высоких температурах приводит к снижению содержания молочной и уксусной кислот, что вызывает низкую аэробную стабильность (сохранность) силоса. Все это усугубляется недостаточной степенью уплотнения силосной массы, обусловленной высоким содержанием сухого вещества. Еще больше проблема обостряется при раннем открытии силосохранилищ и неудовлетворительном их укрытии.

Благодаря применению силосующих добавок, которые по классификации DLG относятся к группе 2, улучшающих аэробную стабильность, можно уменьшить негативное влияние повышенной температуры в виде повторного нагрева. Особенно хорошо должны подходить химические консерванты.

Наиболее эффективными мерами для предотвращения повторного нагрева силоса является высокая уплотненность и достаточно глубокий фронт продвижения при отборе, соответственно максимально быстрое использование нестабильного силоса. Все другие меры связаны с увеличением затрат труда и средств, которые к тому же не дают полной гарантии достижения желаемого результата.

Повреждение кукурузы на силос градом

В опытах по силосованию изучалось влияние града на степень повреждения силосной кукурузы. Оказалось, что силосуемость ухудшается по мере увеличения степени повреждения и переноса силосования на более поздние сроки. При оптимальной технике силосования степень повреждения градом сначала не оказывает никакого влияния на силосуемость кукурузы и качество брожения. Оно ухудшается независимо от степени повреждения при силосовании в более поздние сроки. Аэробная стабильность силоса при оптимальной технике силосования фактически не зависит от повреждения градом и срока закладки, и в целом это влияние очень незначительное. Но аэробную стабильность можно существенно улучшить применяя химические силосные консерванты, независимо от степени повреждения и сроков силосования. Применение биологических силосующих добавок для улучшения аэробной стабильности силоса дает удовлетворительный результат только при уборке в оптимальные сроки и при незначительных повреждениях, но не при больших повреждениях и поздних сроках. Это особенно должно учитываться предприятиями, которые ведут свою деятельность, придерживаясь принципов по охране окружающей среды и экологии. Полное повреждение урожая делает его использование невозможным (рис. 9), а степень поврежденности кочана можно оценить лишь без его обертки (рис. 10). При незначительных повреждениях на момент цветения и до достижения молочной зрелости, чтобы засилосовать кукурузу, не стоит ждать более 3-4 недель, поскольку в початках и на других пораженных местах быстро распространяются плесневые грибы (фузариум).



Рис. 9. Ущерб от града: уровень повреждения 100 %



Рис. 10. Оценка уровня поврежденности кукурузного кочана

1.7. Агрономические мероприятия влияющие на качество брожения¹⁸

В первую очередь, растениеводческие мероприятия направлены на исходный материал, так как только его высокое качество позволяет заготавливать высококачественный силос. Он должен иметь как можно лучшую пригодность для силосования. То есть, наряду с химическими, решающее значение в получении положительного результата, имеют физические свойства исходного материала (например, содержание воды, уплотняемость, скорость высыхания) и обсемененность микроорганизмами. Приоритетная цель заключается в приготовлении силоса без масляной кислоты при минимальных потерях и без снижения качества. Для приготовления такого анаэробно стабильного силоса, желательна хорошая силосуемость зеленой массы. Ее правильная оценка является существенной предпосылкой для успешного силосования.

¹⁸ Heidi Jänicke, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion, Dummerstorf (Хайди Еника, Земельное научно-исследовательское учреждение сельского и рыбного хозяйства федеральной земли Мекленбург-Форпommern, Институт животноводства, Думмерсторфф)

Обусловленная химическим составом пригодность корма к силосованию называется силосуемостью. Критериями ее являются содержание сухого вещества (СВ) и отношение сахара к буферной емкости (С/БЕ), которые обобщаются в коэффициенте сбраживаемости (КС), рассчитываемому по формуле $КС = СВ [\%] + 8 С/БЕ$. Отношение С/БЕ характеризует способность зеленого корма образовывать кислоты. Кроме того, для силосуемости зеленого корма особое значение имеют содержание нитратов и обсемененность корма спорами клостридий. Минимальный уровень сухого вещества ($СВ_{мин}$) (степень проявливания), необходимый для получения стабильного силоса, будет тем выше, чем ниже отношение С/БЕ и содержание нитратов в силосной массе, и наоборот. В случае с загрязненным кормом (повышенный уровень обсемененности клостридиями) $СВ_{мин}$ в любом случае дополнительно возрастает. Таким образом, условия для приготовления стабильного силоса будут тем лучше, чем больше сахара содержится в зеленом корме, при благоприятном относительно показателя КС содержании нитратов (1,3-5,8 г NO_3 на 1 кг СВ), и чем менее загрязнен зеленый корм.

Силосуемость особенно зависит от вида и сорта растений (таблица 1.11), внесения азотистых удобрений, фазы вегетации на момент уборки (включая количество укосов), а также от погодных условий, загрязнения, засоренности, болезней растений, содержания нитратов, обсемененности микроорганизмами. На эти факторы отчасти невозможно повлиять. Поэтому коэффициент сбраживаемости является не постоянной величиной для определенного вида кормовых растений, а относительно вариативной, причем проводится принципиальное разделение видов на легко- и трудно силосуемые (таблица 1.11).

Таблица 1.11. Показатели сбраживаемости кормовых растений

Корм	СВ, %	Сахар, г/кг СВ	Буферная емкость, мг МК*/кг СВ	Отношение С/БЕ (2:3)	КС*
Райграс					
- свежий	20	173	52	3,3	47
- проявленный	35	173	52	3,3	62
Другие злаковые травы					
- свежие	20	92	55	1,7	33
- проявленные	35	92	55	1,7	48
Клевер красный					
- свежий	20	115	69	1,7	33
- проявленный	35	115	69	1,7	48
Люцерна					
- свежая	20	65	74	0,9	27
- проявленная	35	65	74	0,9	42
Кукуруза на силос					
- молочная спелость	22	230	35	6,6	75
- восковая спелость	30	110	32	3,4	58
Бобы кормовые	15	145	49	3,0	39

Корм	СВ, %	Сахар, г/кг СВ	Буферная емкость, мг МК/кг СВ	Отношение С/БЕ (2:3)	КС
Овес (зеленая масса)	20	130	40	3,3	46
Рожь (зеленая масса)	16	135	56	2,4	35
Капуста кормовая	16	290	66	4,4	51
Люпин сладкий	15	115	46	2,5	35
Ячмень					
- яровой, целое растение	43	63	41	1,5	55
- озимый, целое растения	42	55	32	1,7	56

* КС - коэффициент сбраживаемости; МК – молочная кислота

Отношение С/БЕ является проверенным критерием для оценки пригодности кормов к силосованию, однако может значительно колебаться в зависимости от условий.

На момент закладки в силосохранилище практик, как правило, не имеет в своем распоряжении необходимых данных для характеристики силосуемого сырья, за исключением легкоопределяемого содержания сухого вещества. Поэтому оценка может быть осуществлена лишь с помощью, если таковые есть в распоряжении, показателей опытных данных, полученных от информационных и исследовательских служб за максимально приближенное время. С учетом этого, для обеспечения качества следует, наряду с достижением оптимального содержания сухой массы, планировать применение силосующих добавок.

Мероприятия в области растениеводства прекрасно подходят для улучшения качества брожения, часто без дополнительных затрат труда или увеличения расходов. Как бесплатные факторы они хорошо используются для обеспечения качества при силосовании кормов.

1.7.1. Зеленые угодья

Считается, что при выращивании кормов необходимо сделать все возможное, чтобы в исходном материале для силосования было высокое содержание сахара, низкая буферная емкость, достаточно высокое содержание нитратов и небольшой уровень обсемененности клостридиями. Цели и меры по этому поводу обобщены в **таблице 1.12.**

Принципиально рекомендуется создавать и сохранять растительные массивы с райграсовым травостоем, так как райграс по сравнению с другими травами характеризуется более высоким содержанием сахара. Для вновь создаваемых зеленых угодий следует воспользоваться рекомендациями по региональным травосмесям и сортам, издаваемыми компетентными аграрными учреждениями, чтобы для определенной местности и использования выбрать соответствующие виды и сорта растений. Кроме того, уже чисто по экономическим соображениям следует сделать все возможное для обеспечения длительного использования массивов. Например, шлейф-борона, прикатка и подкашивание после выпаса принадлежат к стандартам ухода за зелеными угодьями. При подсеве трав относительно выбора сортов дей-

ствуют те же рекомендации, что и для вновь создаваемых угодий, причем обязательно следует учитывать нестабильное для райграса расположение, например, его пригодность к использованию в болотистой местности.

Уход, внесение удобрений и способ использования имеют решающее влияние на плотность дернины. Она должна быть максимально высокой, чтобы минимизировать занесение грязи. В целом действует правило избегания как недостаточного, так и избыточного обеспечения массивов питательными веществами. Поэтому существует ориентация на возмещающее внесение удобрений (замена взятых питательных веществ).

При удобрении жидким навозом следует в первую очередь стремиться к оптимальному внесению (сроки, количество, распределяющая техника), причем следует учитывать последствия для пригодности к силосованию. Поздние укусы с годами вызывают разрыхление дернины и увеличение нагрузки со стороны сорняков. Чрезмерное внесение N-удобрений также приводит к рыхлости дернины.

Большая доля сорняков, как правило, увеличивает буферную емкость зеленой массы. Важным является сбалансированное внесение удобрений с учетом веществ, влияющих на буферность. Значительному увеличению буферной емкости способствует чрезмерное внесение азотистых удобрений, которые одновременно обуславливают низкое содержание сухого вещества и тем самым затрудняют его получение в заданных рамках. Подобные последствия получаются при слишком раннем скашивании, когда корм еще очень богат сырым протеином, что в любом случае вызывает увеличение буферной емкости.

Следует отметить, что скашивание не следует проводить при содержании сырой клетчатки в сухом веществе ниже 21 %, поскольку на этой стадии в зеленой массе еще слишком много сырого протеина. С другой стороны, содержание сырой клетчатки при скашивании не должно превышать 23 % СВ, если заготавливать энергетически высококачественный силос, а также потому что при высоком содержании сырой клетчатки могут возникнуть проблемы с уплотнением в силосохранилище. И, наконец, следует попытаться организовать технические ресурсы к моменту наступления оптимального срока скашивания таким образом, чтобы рекомендуемое содержание сухого вещества было достигнуто за максимально короткий период. Чтобы насколько возможно максимально сократить неизбежные потери в поле, стадия проявляющаяся должна быть короткой.

Даже если низкое содержание нитратов ($< 1,3$ г/кг СВ) нежелательно для процесса силосования, поскольку образующиеся из них нитриты подавляют активность клостридий, тем не менее, внесение N-удобрений не должно быть направлено на увеличение содержания нитратов. Содержание нитратов повышается прямо-пропорционально внесению N-удобрений, правда, при очень больших, неприменяемых на практике, дозах. Увеличение содержания нитратов сопровождается снижением содержания сахара, что нежелательно. Опять же, при совпадении неконтролируемых условий даже при нормальном хозяйствовании возможны очень высокие показатели нитратов. Таким образом, с низким их содержанием, меньше $1,3$ - $5,8$ г $\text{NO}_3/\text{кг}$ СВ в зависимости от величины КС, несомненно, следует считаться не только в условиях экстенсивного ведения хозяйства. Органическим фермерским хозяйствам (производящих экологически чистые продукты) влиять на содержание нитратов почти не возможно.

Таблица 1.12. Мероприятия по улучшению качества брожения травяного силоса

Цель	Агрономические мероприятия	Уборочные и силосо-технические мероприятия
Высокое содержание сахара в силосной массе — создание и поддержание травостоев, богатых райграсом	Постоянное способствование сохранению доли райграса (высокостойкого) путем: • комбинирования хозяйственных мероприятий (уход, сбалансированное удобрение, ориентированные на способ использования) • посева и в случае необходимости пересева в соответствии с рекомендациями по районированию травосмесей и сортов	• Быстрое провяливание (широкая укладка, подготовка валков) • Применение силосуемых добавок (добавление субстрата)
Уменьшение буферной емкости - предупредить избыток сырого протеина	Снижение буферной емкости за счет: • внесения N-удобрений, соответствующего месторасположению и способу использования (например, в случае удобрения жидким навозом) • сбалансированного внесения всех питательных веществ (по мере выноса) • защиты массивов от забурьявания	• Оптимальный срок скашивания (не слишком рано, т.е. не $< 1/1$ сырой клетчатки) • Применение силосуемых добавок
Высококачественный исходный материал — закрытая дернина	Достижение и сохранение высокой плотности дернины путем: • сохранения трав, ценных с кормовой точки зрения хозяйства (особенно райграса) с одновременной минимизацией нежелательных видов (недопущение забурьявания) • предупреждение повреждений дернины (например, перемещение транспорта и выпас только при нормальной влажности почвы) • выбора сортов с доказанной высокой плотностью дернины • предпочтения сенокосно-пастбищного использования одностороннему (кошение или выпас) • избегания избыточного внесения N-удобрений, использования только для сенокосения, позднего кошения (разрыхление дернины)	Предупреждение повреждения дернины путем: • соответствующего выставления рабочей глубины • тщательной и полной уборки площадей • передвижение транспорта лишь в случаях, когда нет угрозы повреждения дернины

Таблица 1.12. Мероприятия по улучшению качества брожения травяного силоса (продолжение)

Цель	Агрономические мероприятия	Уборочные и силосо-технические мероприятия
Минимизация загрязнения корма – уменьшить попадание с почвой микроорганизмов, образующих масляную кислоту	• Высокая плотность дернины • Боронование площадей для устранения буртов над норами грызунов, а также — при потребности — для равномерного распределения удобрений (десинкрустация дернины) • Создание и сохранение несущей способности почвы и по возможности ровной поверхности для обеспечения езды без повреждений дернины • Контроль ущерба от мышей (установка перекладин для хищных птиц)	• Установка рабочих органов на минимальную высоту 5-7 см (кошение, ворошение, переворачивание, подборка) • Скашивать не мокрой травостой (на сыре прилипает меньше грязи) • Применение силосующих добавок
Минимальное содержание нитратов (почти не управляется)	• Внесение N-удобрений быстро, насколько это возможно после использования, и в необходимых количествах	• Применение силосующих добавок
Оптимальное содержание сухого вещества (30-40%) и высокая равномерная степень уплотнения		• Оптимальный срок скашивания • Быстрое провяливание • Своевременное скирдование (с достаточной влажностью) • Длина измельчения < 4 см, равномерное на-полнение (толщина слоя около 30 см) • Применение силосующих добавок
Увеличение доли и эффективности полезных молочнокислых бактерий		• Применение силосующих добавок (молочнокислые бактерии) • Гомогенное распределение силосующих добавок в силосной массе • Быстрое заполнение силосохранилища при сильном уплотнении • Качественное укрытие (силосохранилище герметично укрывать непосредственно после закладки и уплотнения)



Вместе с тем, лишь при благоприятных условиях можно получить, за счет одного только проявлявания, стабильный травяной силос. Для достижения целей приготовления силоса, основательно рекомендуется применение силосующих добавок. Этим самым будет учтен тот факт, что на момент закладки силоса показатели, характеризующие исходный материал, доступны в неполной мере и для обеспечения качества следует предусмотреть применение силосующих добавок как неотъемлемой части технологии. Как видно из таблицы 1.12, для этого нередко находится много причин, причем выбор силосных консервантов будет зависеть от достигнутой степени проявлявания. Во избежание нехватки бродительного субстрата необходимо использование сахаросодержащих добавок (в комбинации с культурами микроорганизмов). При этом, необходимо учитывать условия силосования.

1.7.2. Кукуруза

В технологи выращивания следует предусмотреть все меры, которые обеспечат равномерное, достаточное созревание массивов до оптимального содержания сухого вещества в целом растении на уровне 30-35 %. На этой стадии содержимое кукурузных зерен будет иметь консистенцию от восковой до мучнистой (30 % СВ в целом растении) и до спелости, когда зерно еще может резаться ногтем (35 % СВ в целом растении). Соответственно, содержание сухого вещества составит примерно 55-60 % в зерне или 50-55 % — в початках.

Это предполагает, следуя температурным требованиям кукурузы — вместе с тем при подходящей густоте массива — достаточно ранний посев с целью оптимального использования вегетационного периода. Предварительные решения принимаются на стадии выбора сорта, и, как и последующие процедурные шаги, должны быть согласованы с условиями хозяйства. Например, чрезмерное удобрение, как правило, вызывает задержку созревания. Чтобы реализовать оптимальный для сбора урожая период, полезными будут региональные прогнозы и определение фазы созревания. В комбинации с наблюдением за собственными массивами и оценкой фазы спелости эти указания, появляющиеся, как правило, еженедельно, окажут ценную помощь. Рекомендуется также для предварительной оценки процесса созревания работа методами суммарных температур. Выбор сорта основан на том, что при быстром созревании других частей растения и при низкой доле початков диапазон СВ от 28 до 30 % в целом растении рекомендуется как благоприятный для сбора урожая, в то время как при высокой доле початков и медленном созревании других частей растения (например, сорт «stay-green») оптимальным считается скорее диапазон 33-35 % СВ. Слишком раннее скашивание содержит в себе угрозу выделения сока при брожении.

Относительно отклонений от рекомендуемых сроков сбора урожая следует отметить следующее:

1. Поздняя уборка увеличивает риск повторного нагрева силоса, так как содержание сухого вещества в этом случае будет выше, чем рекомендуется. Это затруднит уплотнение, кроме того, следует опасаться недостаточного усвоения жвачными целого зерна. Массивы, пораженные морозом или грибом в зоне кочана, должны немедленно быть собраны. Поля без початков или с низким их содержанием следует убирать как можно раньше.

2. Высота среза решающим образом влияет на содержание питательных веществ и энергии. При высоком срезе, по сравнению с обычным, урожайность массы снижается, но возрастает содержание сухого вещества и крахмала, кроме того, увеличивается переваримость и энергетическая ценность за счет увеличения доли початков в собранном урожае.

II. Технология и менеджмент силосования

Менеджмент силосования охватывает подготовку кормоуборочной техники, подготовку соответствующих силосных сооружений, наблюдение за погодой с целью определения сроков уборки урожая, а также логистики и организации процесса силосования с последующим укрытием и обеспечением сохранности силоса. С увеличением масштаба производства и поголовья скота, все большее значение приобретают услуги фирм-подрядчиков по сбору урожая зеленой массы на силос. Это, как правило, позволяет небольшим фермерским хозяйствам снизить производственные затраты, используя при этом преимущества современных технологий консервирования кормов. Однако, независимо от формы организации процесса силосования, целью должно стать получение силоса максимально возможного оптимального качества. Ниже излагаются основные правила производственных технологий силосования для трех важнейших видов силоса: травяного, кукурузного и из однолетних злаковых.

2.1. Общие основы силосования¹⁹



Рис. 11. Система силосования²⁰

Целью экономически эффективного, безотходного процесса заготовки и хранения силоса, вплоть до его скармливания, является производство высокоэнергетического корма с отличным качеством брожения без вторичной ферментации и плесневения. Силосы с низким качеством брожения поедаются менее охотно и, вследствие высокого содержания патогенной микрофлоры (клубничии, листерии, дрожжи и плесневые грибы), оказывают негативное влияние на здоровье животных и качество молока. Решающим моментом является обеспечение полного контроля качества от поля до поедания корма на кормовом столе.

Для того чтобы обеспечить наивысшее качество, необходимы высококачественный травостой, его скашивание в оптимальную фазу вегетации, профессиональное силосование и управление процессом выемки силоса из силосохранилища на основе лучших практических рекомендаций (рис. 11). В процессе силосования главная роль принадлежит максимально быстрой и основательной герметизации, поскольку молочнокислое брожение происходит только в анаэробных условиях. Исходя из этих предпосылок, разработан комплекс технологических требований по заготовке и консервированию растительной массы.

¹⁹ Johannes Thaysen, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein / Andrea Wagner, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (Йоганнес Тайзен, Сельскохозяйственная палата Федеральной земли Шлезвиг-Гольштейн / Андреа Вагнер, Рейнский университет им. Фридриха Вильгельма, Бонн).

²⁰ Zimmer, E. (1971): Factors affecting silage fermentation in silo. International Silage and Research Conference, Washington, p. 58-78. (Циммер, Е. (1971 г.): Факторы, влияющие на силосование в силосохранилищах. Международная конференция по силосу и исследованиям. Вашингтон, с.58-78)

2.1.1. Возможные потери при силосовании и пути их предотвращения

Силосование означает преобразование растительных сахаров в консервирующую кислоту в условиях отсутствия доступа воздуха. Этот процесс связан с неизбежными потерями сухих веществ и энергии. Если сюда добавляется еще этап подвяливания травы, то возникают дополнительные потери, связанные с дыханием растений и обламыванием листочков. Оптимальное осуществление технологии силосования на этапе скашивания зеленой массы предполагает, что время нахождения травы в поле, вместе с продолжительностью заполнения силосохранилища, не превышает 24 часа. После закладки, при тщательной герметизации силосуемой массы, потери энергетической питательности корма, по сравнению с зеленой массой, сравнительно невелики и составляют в среднем 0,2 МДж (от 0,1 до 0,3) чистой энергии лактации (ЧЭЛ) на 1 кг СВ. Если же скошенная трава дольше находится в поле и/или увеличивается продолжительность заполнения и герметизации силосного хранилища, то это приводит к масляно-кислому брожению в массе и к существенному снижению питательности корма – на 0,5 – 0,6 МДж ЧЭЛ /кг СВ.

Если влажность силосуемого сырья не превышает порог вытекания сока, т.е. менее 28 – 30 % СВ, то будут возникать дополнительные потери за счет образования силосного сока в зависимости от степени измельчения массы или, соответственно, высоты слоя закладки в силосохранилище. В зависимости от типа брожения, продолжительности хранения, а также от техники и частоты выемки корма и от степени вторичной ферментации, возникают дополнительные потери. Это ухудшение питательной ценности корма вследствие применения низкосортной техники силосования не может быть компенсировано ничем. Оптимизация технологии – это единственная возможность минимизировать снижение питательной ценности корма в процессе силосования. В ниже следующих таблицах и рисунках дана количественная оценка наиболее существенных потерь.

Потери от фазы голодного обмена в период нахождения массы в поле снижаются при увеличении содержания сухого вещества (рис. 12) и сильно зависят при этом от температуры. При очень высоких температурах в период скашивания потери от усыхания составляют свыше 0,3% сухого вещества в час, в результате сокращается поступление субстрата для осуществления качественного молочнокислого брожения.

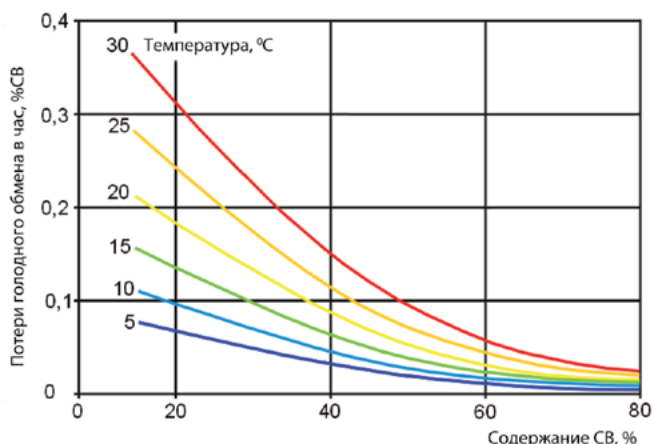


Рис. 12. Потери "голодного обмена" в полевую фазу²¹

²¹ Honig, H. (1991): Reducing losses during storage and unloading of silage. Proceedings European Grassland Federation, in: Forage Conservation towards 2000, Landbauforschungs Völknerode, Sonderheft 123, p. 116-128. (Хониг, Х. (1991 г.): Сокращение потерь при хранении и выемке силоса. Труды Европейской федерации сенокосных угодий, в: Силосование в перспективе 2000 г., Исследования по земледелию, изд-во Фелькенроде, специальный выпуск 123, с. 116-128.)

Потери чистой энергии в период консервирования обуславливаются различными причинами (**таблица 2.1**). Они возникают вследствие остаточного «дыхания» растительной массы или, соответственно, вторичной ферментации в пределах от 5 до 12 % и они являются неизбежными с технической точки зрения. Потенциалы для сокращения потерь находятся в полевой фазе и фазе хранения. Разброс колебаний этих потерь составляет 6 – 40 %.

Таблица 2.1. Потери чистой энергии при силосовании²²

Причина	Оценка	Потери чистой энергии, %
Остаточное дыхание	неизбежный	1–2
Сбраживание / ферментация	неизбежный	4–10
Потери сока при брожении	зависит от процесса	0–7
Потери в поле	зависит от процесса	1–5
Неправильное брожение	возможно избежать	0–10
Аэробное повреждение	возможно избежать	0–10
Повторное нагревание	возможно избежать	0...10

Не менее важной является оценка потерь в период хранения, которые зависят от плотности силоса в силосохранилище (**табл. 2.2.**). С увеличением плотности силоса потери сухого вещества могут быть уменьшены в два раза. Но они все-таки составляют минимум 10 %.

Таблица 2.2. Потери сухого вещества кукурузного силоса через 180 дней хранения в зависимости от степени уплотнения (трамбовки)²³

Плотность силоса кг СВ / м ³	160	220	260	290	350
потери СВ в %	20	17	15	13	10

2.1.2. Оптимизация уплотнения силоса

Уплотнение силосов оказывает непосредственное влияние на процессы брожения и стабильность при хранении, поскольку недостаточное уплотнение способствует свободному проникновению кислорода в силосохранилище через открытую поверхность забора. Количество поступающего воздуха и глубина проникновения в массу корма определяются величиной пор и воздушных каналов. Это способствуют росту таких нежелательных микроорганизмов, как дрожжи и плесневые грибки, и приводят к вторичному нагреванию силосов (**табл. 2.3.**). Исходя из этого, было определено²⁴ минимальное качество уплотнения, которое характеризуется газообменом не более 20 л/(м²*высоту) (**табл. 2.4.**), что следует считать стандартным значением.

²² Zimmer, E. (1967): Nährstoffverluste bei der Vergärung von Futterpflanzen, I. Mitteilung: Der Einfluss der Siloform auf die Höhe der Verluste. Das wirtschaftseigene Futter 13, S. 271-286. (Циммер, Е. (1967 г.): Потери питательных веществ при силосовании кормовых культур, 1-е издание: Влияние формы силосохранилища на размер потерь. «Das wirtschaftseigene Futter», № 13, с. 271-286)

²³ Ruppel, K. A., R. E. Pitt, L. E. Chase and D. M. Galton (1995): Bunker Silo Management and its relationship to Forage Preservation; in Dairy Farms. Journal Dairy Science, Vol. 78, №1. (Руппель К.А., Р.Е. Питт, Л.Е. Чейз и Д.М. Галтон (1995 г.): Силосохранилища бункерного типа. Менеджмент и его значение в консервировании объемистых кормов на молочных фермах. Journal Dairy Science, т. 78, № 1.)

²⁴ Honig, H. (1987): Influence of forage type and consolidation on gas exchange and losses in silo, p. 51-52, in: Summary of Papers, 8th Silage Conference, Hurley, (UK). (Хониг, Х. (1987 г.): Влияние типа силоса и плотности трамбовки на газообмен и потери в силосохранилище, стр. 51 – 52, в: Резюме статей, 8-я конференция по силосу, Харли (Великобритания)

Таблица. 2.3. Уплотнение, концентрация дрожжей и аэробная стабильность травяного силоса²⁵

	Расщепляющие соль молочной кислоты дрожжи (Среднее количество клостридий / г свежей массы)	Аэробная стабильность (дни)
Очень хорошая плотность, 100 % изоляция от доступа воздуха	3,0	6,3
Очень хорошая плотность, с доступом воздуха	4,1	5,7
Плохое уплотнение, с доступом воздуха	6,1	3,3

Таблица 2.4. Минимальные требования к уплотнению (кг СВ/м³) при газообмене не более 20 л / (м²*высоту)²⁶

Вид корма	Содержание СВ (%)	Плотность хранения (кг СВ / м ³)
Трава	20	160
15 мм теоретической длины резки	40	230
Люцерна	20	180
15 мм теоретической длины резки	48	240
Кукуруза	28	230
4 – 7 мм теоретической длины резки	33	270
Силос из однолетних злаковых измельченный	35 45	230 260
Корнаж	55 60	400 440

Зачастую, в верхних слоях и по краям горизонтальной силосной траншеи показатели по уплотнению превышают минимально допустимые. В результате этого здесь приходится считаться со вторичным нагреванием массы. Потери питательных веществ по краям от поверхности до глубины 1 метр могут в два раза превышать потери питательных веществ внутри силосохранилища.

Вторичная ферментация кукурузного силоса, вызванная дрожжами и плесневыми грибами, вследствие высокой калорийности и постоянного притока сахаров может приводить к существенным потерям. Исследования взаимосвязи между плотностью трамбовки и глубиной проникновения воздуха в открытый слой кукурузного силоса показывают, что при плотности трамбовки 120 кг СВ/м³ воздух проникает в силосную массу на глубину 50–100 см. При плотности 270 кг СВ/м³ глубина сокраща-

²⁵ Kleinmans, J. (1996): Einfluss von Verdichtung und Luftzutritt auf Hefekeimzahlen und die aerobe Stabilität (Mittelwerte aus 10 Versuchen mit Grassilage. Pioneer Silagelabor). (Кляйнманс, Й., (1996 г.): Влияние уплотнения и доступа воздуха на количество дрожжевых бактерий и аэробную стабильность (средние значения по 10 экспериментам с травяным силосом, Силосная лаборатория компании «Пioneer»))

²⁶ Honig, H. (1987): Influence of forage type and consolidation on gas exchange and losses in silo, p. 51-52, in: Summary of Papers, 8th Silage Conference, Hurley, (UK). (Хониг, Х. (1987 г.): Влияние типа силоса и плотности трамбовки на газообмен и потери в силосохранилище, стр. 51 – 52, в: Резюме статей, 8-я конференция по силосу, Харли (Великобритания))

ется до 15–20 см (**таблица 2.5**). Снижение плотности трамбовки силоса более чем на 30 кг СВ/м³ по сравнению с оптимальным значением является недопустимым с точки зрения финансовых потерь из-за порчи силоса и повышенной склонности к вторичной ферментации.

Таблица 2.5. Глубина проникновения воздуха в кукурузный силос в зависимости от плотности трамбовки²⁷

Плотность трамбовки, кг СВ/м ³	120	150	180	210	240	270
Глубина проникновения воздуха, см (от – до)	50–100	45–80	30–60	25–40	20–30	15–20

В качестве уборочной техники для заготовки кормов применяются кормоизмельчители, самозагружающиеся прицепы и сенные пресс-подборщики (для заготовки рулонов и прямоугольных тюков), использование которых непосредственно связано с технологией силосования. Самонагружающийся прицеп и транспортное средство, прицепленное к кормоизмельчителю, перевозят собранный урожай к силосохранилищу (согласно технологии), где подвяленный зеленый корм уплотняется в наземном силосохранилище или силосном рукаве. При технологии силосования с помощью пресс-подборщика тюк может быть, сразу же после прессования, обернут в силосную плёнку и тем самым загерметизирован. В то время как при технологии применения кормоизмельчителей и самонагружающихся прицепов, собранная масса герметизируется лишь в конце уборки и закладки корма, то при технологии заготовки в тюках и рулонах изоляция от доступа воздуха осуществляется сразу после прессования. Процесс сбраживания в этом случае наступает раньше и поэтому следует ожидать сокращения потерь в результате согревания. Таким образом, параметры качества силоса напрямую связаны с применяемой технологией заготовки.

2.1.3. Организация оптимальной трамбовки в горизонтальной силосной траншее



Рис. 13. Закладка на хранение и трамбовка горизонтальной силосной траншеи

В горизонтальной силосной траншее уплотняющее давление создается трактором-тягачом или колесным погрузчиком в процессе проезда через силосную массу. Эффективность прикатывания зависит от максимально возможного прикатывающего давления. Это прикатывающее давление зависит, в первую очередь, от контактного давления по площади (кг/см²), действующего через покрывки уплотнительного транспортного средства на слой силосной массы. Изменить контактное да-

вление по площади можно путём регуляции нагрузки на колеса, через вес трактора-тягача, а также через давление в шинах и площадь опоры шин.

Основные правила трамбовки в горизонтальных силосных траншеях:

- Давление в шинах 2 – 3,5 атм./см². (Для минимизации площади опоры шин и усиления удельного давления следовало бы отказаться от сдвоенных шин и отдавать предпочтение узким шинам).
- Максимальная толщина слоя 30 см. (При большей толщине трамбовочное усилие транспортного средства по глубине слоя может оказаться слишком незначительным).

²⁷ Losand, B. (2003): Maissilagequalität in der Milchkuhhaltung. MAIS, № 1, 31. Jahrgang, S. 16-18. (Лозанд, Б. (2003 г.): Качество кукурузного силоса при содержании молочного скота. Журнал «Маис» (кукуруза), № 1, 31-й год выпуска, с. 16-18). Исправлено и дополнено.

• Скорость укатывания 4–6 км/час. (Низкая скорость движения увеличивает продолжительность уплотняющего воздействия и тем самым снижает эластичность измельченной массы).

- Проезд по измельченной массе несколько раз (не менее трех).
- Затраты времени на уплотнение: 2–3 минуты на тонну зелёной массы.
- На одно уплотняющее транспортное средство (при достаточном весе) не более 15–20 т СВ (травы) или, соответственно, 20–25 т СВ (кукуруза) закладки в час.

С организационной точки зрения эти рекомендации по уплотнению связаны с производительностью уборочной техники. Чем выше производительность уборки, тем выше требования к организации работ на силосохранилище, чтобы реализовать указанные рекомендации по уплотнению.

Геометрия силосохранилищ, в принципе, сориентирована на величину забора массы, которая в зимнее время должна составлять 1,5 м в неделю, а в летнее время – 2,5 м в неделю. В узких силосохранилищах и одновременно при высокой производительности заготовки следует закладывать два силосохранилища, обеспечивая параллельную закладку и уплотнение, и, соответственно, работу двух укатывающих транспортных средств. При достаточно большом поголовье скота и высокой производительности заготовки рекомендуется строить силосохранилища шириной минимум 7–8 м, позволяющие осуществлять быстрое заполнение и интенсивное уплотнение. Не следует превышать высоту заполнения в 4 метра. Длина силосохранилищ в принципе может свободно варьировать. В зависимости от производительности силосозаготовки и грузоподъемности транспорта, рекомендуется применять различные виды техники для укатывания и различные технологии (**таблица 2.6**). С увеличением производительности заготовки силоса увеличивается как количество транспортных средств, так и количество укатывающей техники, и ее общий вес. Новое поколение кормоизмельчителей параллельно обслуживает всегда более одного силосохранилища. И чаще всего в наличии недостаточно уплотнительной техники, способной оптимально утрамбовывать такие большие объемы кукурузной силосной массы.

Расчет необходимого веса для укатывания и уплотнения зависит от скорости закладки массы в силосохранилище. Действует золотое правило: скорость подвоза в хранилище свежей зеленой массы в тоннах в час, деленная на 4, соответствует минимальному весу трамбуемой техники при использовании силосоуборочных комбайнов. Так, например, производительность закладки в 50 т/час требует минимум 12,5 т веса для трамбования. При использовании самонагружающегося прицепа действует множитель 3. Кроме того, рекомендуется подбирать количество уплотняющих транспортных средств в зависимости от производительности на скашивании:

Силос из злаковых трав: 1 уплотняющее транспортное средство при производительности скашивания и подвоза 15–20 т СВ/час.

Кукурузный силос: 1 уплотняющее транспортное средство при производительности скашивания и подвоза 20–25 т СВ/час.

Горизонтальные силосные траншеи с укрепленными стенками силосохранилища обеспечивают преимущество по сравнению с открытым силосным буртом. С одной стороны, они позволяют обеспечить более качественную герметизацию, а с другой стороны, они обладают меньшей поверхностью силосохранилища и тем самым меньшим количеством проблемных зон. Уплотнение крайних зон в силосохранилищах со скошенными стенками (так называемые силосохранилища Траунштейна) менее проблематично.

Таблица 2.6. Производительность на скашивании, измельчении и транспортировке кукурузного силоса, а также требования к организации трамбовки²⁸

(Условия: урожай силосной массы кукурузы: 100 ц СВ/га, 30–35% СВ, около 50 м³/га силоса, степень измельчения 6–10 мм, уплотнение 250–270 кг СВ/м³. Средняя емкость транспортного средства 30 м³, грузоподъемность 18 т.)

Кормоборочный комбайн	Производительность	Пропускная способность транспорта (кол-во прицепов) при отдаленности силосной ямы от поля в км	Процесс и техника трамбовки			
			1 силосная траншея	2 силосные траншеи	Силосное хранилище большого объема	
Тип	т / час	га / час	до 3	до 5	до 8	
Средняя скорость (км/час)			25	30	35	Трактор-трамбовщик
300-500 к.с. (6-8 рядный)	55-90	1,2-2,0	2-3	3	3-4	1 шт (14 т, 200 к.с., 1,6-2 бар, с задвижкой и/или распределителем) 2 шт (11 т, 200 к.с., 1,6-2 бар, с задвижкой и/или распределителем)
>500 к.с. (8-12 рядный)	90-135	2-3	3	4-5	4-6	2 шт (14 т, 200 к.с., 1,6-2 бар, с задвижкой и/или распределителем или колесным погрузчиком 14 т, 3,5 бар) 2 шт (14 т, 200 к.с., 1,6-2 бар, с задвижкой и/или распределителем или колесным погрузчиком 14 т, 3,5 бар + К700 + виброкаток)

²⁸ Prauser, J. (2003). Maisensilage – Wer bezahlt, der bestimmt. Lohnunternehmen, Sept. 2003, S. 16-20 (Тайсен, Й. (2003 г.). Уборка кукурузы. Кто платит, тот и определяет. «Лohnunternehmen», сентябрь, 2003 г. с. 16-20)

2.1.4. Герметизация и уплотнение тюков в форме рулонов или параллелепипедов

При силосовании в тюках используются прессы для рулонов и параллелепипедов различных размеров. Рекомендуются к применению также режущие механизмы на прессах, которые позволяют повысить уплотняемость силосной массы. Прессы для тюков в виде параллелепипедов герметизируют лучше, чем прессы для круглых тюков, и поэтому являются более предпочтительными. Для приготовления подвяленного силоса с содержанием сухой массы 35–45% рекомендованная плотность составляет 220 кг СВ/м³. Эта величина была достигнута в исследованиях с содержанием сухой массы 35–50 % на тюках в форме параллелепипедов. На рулонах удавалось достигать плотности всего 150–170 кг СВ/м³. В некоторых экспериментах при внешней герметизации с применением 6 и 8 слоев пленки при различном силосуемом сырье в силосах не удавалось достичь достаточной изоляции от воздуха.

2.1.5. Герметизация в силосных рукавах

При применении технологии с использованием рукавов зеленая масса хранится в пленочном рукаве (толщина плёнки не менее 200 микрон, в зависимости от диаметра рукава). Характерным является отсутствие необходимости в каких-либо строениях и сравнительно небольшая поверхность забора, что позволяет достигать существенного продвижения фронта выемки.

При использовании прессы для рукава зеленая масса проходит потоком через прессовальные механизмы (ротор, шнек) в пленочный рукав, который должен размещаться на твердой поверхности (**таблица 2.7**). С увеличением массы возрастает и давление в рукаве. В результате возникает сила, которая сдвигает рукавный пресс вперед. Эта сила воздействует на регулируемую тормозную систему прессы, и таким образом регулируется давление внутри рукава.



Рис. 14. Укладка и трамбовка с помощью прессы для пленочного рукава

Таблица 2.7. Ёмкость силосного рукава в зависимости от его диаметра и вида силосуемой массы

Диаметр рукава, м	Объем наполнения (тонн на погонный метр)		
	сенаж, кукурузный силос 30 % СВ	прессованный жом сахарной свеклы 22 % СВ	влажная плющенная кукуруза 70 % СВ
1,65	1,4	1,5	1,6
1,95	1,7	1,8	1,9
2,40	3,3	3,5	4,3
2,70	3,8	4,1	4,9
3,00	4,6	5,0	6,0

Контроль давления осуществляется через манометр. Давление прессы контролируется наблюдением за растяжением пленки на определенных точках замера (растяжение пленки на 10–15 %). В зависимости от вида корма, содержания сухого вещества и типа по-

верхности после замера растяжения необходимо выставить определенное (техническое) давление (в пределах от 20 до 120 кг/см²), для того, чтобы затормозить механизм и тем самым косвенно создать давление прессования.

Например, давление торможения приходится снижать, если агрегат работает на сырой земле (поскольку вследствие высокого сопротивления грунта автоматически повышается давление прессования). Производительность этих агрегатов зависит от диаметра рукава, и указывается заводом-изготовителем, в зависимости от силосуемой массы, в пределах от 25–70 т/час (диаметр рукава 2,40) до 150–300 т/час (диаметр рукава 3,60 м).

2.1.6. Методы проверки уплотнения силосной массы в хранилище

Для контроля уплотнения могут быть произведены замеры плотности по окончании силосования с помощью блочной силосорезки, или с помощью бура-пробоотборника.

Блочная силосорезка

На уже открытых буртах кукурузного или травяного силоса с помощью блочной силосорезки можно произвести определение плотности. Из определенной зоны силосохранилища (на краю или же в центре) изымается блок корма с помощью блочной силосорезки, после чего он измеряется и взвешивается методом дифференцированного взвешивания на передвижных весах. При этом необходимо следить за тем, чтобы блочная силосорезка заполнилась равномерно, а блок обладал гладкой поверхностью среза, чтобы можно было определить размеры (длина – ширина – высота), необходимые для расчета объема. Дополнительно, с целью определения объемного веса в кг СВ/м³, необходимо измерить содержание сухого вещества в силосе. По плотности можно судить о качестве трамбовки.

Бур-пробоотборник на поверхности среза

Простым практическим методом оценки качества уплотнения силосов является горизонтальное бурение поверхности среза буром-пробоотборником. При этом, с помощью специального бура-пробоотборника из силоса изымается определенная проба. Объем изъятой пробы рассчитывается по глубине просверленного отверстия (измеряется мерной линейкой) и диаметру (режущая кромка бура). Объем и вес пробы позволяют определить плотность силоса (в кг свежей массы/м³). После определения содержания сухого вещества в силосе (ручной метод по таблице органолептической оценки, скоростная, циркуляционная сушилка, микроволновая печь или сушильный шкаф) производится перерасчет плотности в кг СВ/м³.

Для быстрой оценки плотности может быть использован также график, показанный на рисунке 15. Если бурение производится постоянно на глубину 45 см, а содержание сухого вещества силоса или уже известно, например, по имеющимся данным анализа, или определяется оценочным методом, то на основании этих данных можно оценить плотность силоса.

Аналогично тому, как это было при исследовании методом блочной силосорезки, при определении уплотнения буром-пробоотборником в стандартном силосохранилище следует учитывать, что место изъятия пробы также влияет на результат. В центральной части силосохранилища можно ожидать, как правило, более высоких значений, чем в краевой зоне. Поэтому рекомендуется брать пробы, как в центре, так и по краям.

Результаты исследований плотности указывают на возможность совершенствования техники трамбовки. При идеальной геометрии силосохранилища и оптимальной технике трамбовки различия между центральной и краевой зоной должны быть относительно невелики. По сравнению с блочной силосорезкой в недостаточно уплотненных силосах бур-пробоотборник недооценивает величину плотности, поскольку при взятии пробы силос частично вытесняется буром, и отобранный образец не является репрезентативным. Эта оценочная погрешность компенсируется формулой. Путем перерасчета значений можно определить плотность, на которой будут базироваться дальнейшие рекомендации.

Поскольку усилия на взятие пробы сравнительно незначительны, можно повторить замеры в различных местах поверхности забора. Это позволяет, с одной стороны, повысить точность измерений, а с другой стороны, сформулировать предложения относительно возможностей оптимизации.

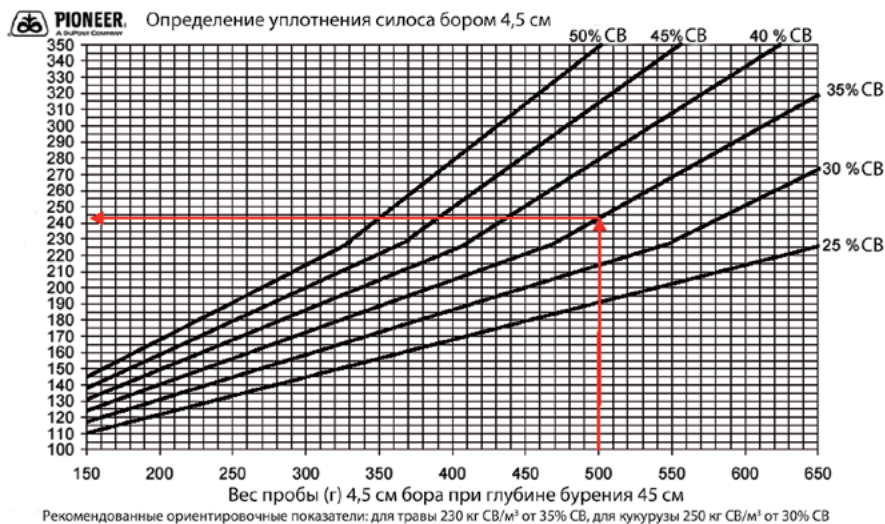


Рис. 15. Определение плотности силоса при известном значении сухого вещества.
 При массе пробы 500 г с содержанием сухого вещества 35% в этом примере плотность составляет свыше 240 кг CB/м³²⁹

Общие практические рекомендации по проведению трамбовки в силосохранилище обязательны к соблюдению. Успешность же трамбовки можно измерить и оценить лишь по окончании силосования. Для того, чтобы оперативно повлиять на уплотнение в течение всей технологической цепочки заготовки кормов и их силосования на более ранней стадии, необходимо располагать оперативными данными по содержанию сухого вещества, длине измельчаемого материала (например, о проценте частиц с избыточной длиной) и о связанной с этим плотности. Внедрение системы поточных непрерывных измерений с помощью сенсорных устройств на силосоуборочных агрегатах – это первый важный шаг. Однако пока что не проводятся необходимые мероприятия в ходе принятия решений по оптимизации уплотнения, которые следовало бы увязывать с результатами поточных измерений. Отсутствуют также соответствующие инструменты контроля, которые сигнализировали бы об успешности уплотнения непосредственно во время трамбовки. Здесь необходимо проводить дополнительные исследования.

2.1.7. Техника выемки

Повышение механизации раздачи кормов послужило поводом к разработке различных систем и техник выемки. Техника выемки влияет на вторичное нагревание в основном через степень разрыхления силосной массы в зоне отбора. Возникающие в результате этого потери представлены в **таблице 2.8.**

²⁹ Kleinmans, J., B. Ruser, G. Oetjen, J. Thaysen (2005): Silodichte einfach überprüfen. Neue Methode zur Bestimmung der Gutverdichtung in Fahrtilos. Neue Landwirtschaft 9, S. 66-68. (Кляйнманс, И., Б. Рузель, Г. Оетъен, И. Тайсен (2005 г.). Простая проверка герметичности силосохранилищ. Новый метод определения уплотнения массы в горизонтальных силосных траншеях. Журнал «Новое сельское хозяйство», № 9 с. 66-68)

Таблица 2.8. Потери сухого вещества по причине воздействия воздуха во время выемки силоса³⁰

Степень разрыхления корма	Потери СВ (%) при интервале выемки, дней			
	1	2	3	4
Извлечение монолитом	0,1	0,4	0,7	1,3
Извлечение с разрыхлением	0,5	1,5	2,5	3,5

В опытах с фрезой и фронтальным погрузчиком оказалось, что при использовании фрезы начало вторичной ферментации в силосе может растягиваться на целые дни, в то время как при выемке с помощью фронтального погрузчика уже через один день отмечалось более интенсивное образование CO_2 . При исследованиях по изучению влияния техники выемки на аэробную стабильность травяного и кукурузного силоса производились замеры на 20 см в глубину от поверхности забора с целью выявления вторичного разогрева под воздействием воздуха в течение 20 часов (**таблица 2.9**). При использовании фрезы вторичная ферментация начиналась чаще всего на глубине 20 см от поверхности забора. Повышение температуры на 3,7°C за 20 часов в кукурузном силосе уже является достаточно высоким, чтобы отнести данный силос к категории нестабильного.

Таблица 2.9. Рост температуры в течение 20 часов после выемки, определённый в точках замера на глубине 20 см от поверхности забора³¹

Техника выемки	Повышение температуры в °C	
	травяной силос (35% СВ)	кукурузный силос (35% СВ)
Фрезерный измельчитель	1,4	1,4
Грейферный ковш	2,5	3,1
Силосопогрузчики на основе системы Silokamm	0,9	2,9
Блочная силосорезка	1,8	1,2
Режущий щит с подвижными ножами	1,1	1,6
Режущий щит со стационарно закрепленными ножами	0,5	1,8
Фреза	1,9	3,7

В нестабильных силосах решающим фактором является величина поверхности забора, сдвигание при выемке и плотность трамбовки. Задача состоит в том, чтобы оптимизировать эти факторы уже при силосовании. Однако техника выемки

³⁰ Thaysen, J. (2001): Silage kühl halten. dlz, Heft 7, S. 86-88. (Тайсен, Й. (2001 г.): Сохранять силос холодным. dlz, №7, стр. 86-88)

³¹ Steinhöfel O., M. Pahlke, B. Feuerborn (2005): Überraschungssieger. Vergleich Entnahmetechnik. dlz 12/2005, S. 72-77. (Штайнгёфель О., М. Пальке, Б. Фойерборн (2005 г.): Поразительный победитель. Сравнение техники выемки, dlz 12/2005 г., с.72-77)

может наряду с этим также быть причиной проникновения воздуха в силосохранилище³². Влияние разных техник выемки на разрыхление и вторичную ферментацию в силосной массе проявляется только при хорошем уплотнении и герметизации (точки критического контроля!). Даже более чистая выемка с помощью блочной силосорезки не способна компенсировать несоблюдение технологии при закладке силоса на хранение.

2.1.8. Скорость продвижения фронта выемки

При выемке силоса кислород проникает в силосную массу, тем самым стимулирует размножение дрожжей и плесневых грибов, выживших во время хранения. Исследованиями было установлено, что при еженедельной выемке менее, чем на 1 м в 45 % буртов проявлялся повторный разогрев; зато при еженедельной выемке более 1 м он отмечался лишь в 29 % буртов. При оптимальной трамбовке кислород проникает в монолит силоса на глубину приблизительно 1 м, т.е. при выемке 1 м в неделю силос подвергается целую неделю воздействию воздуха. При увеличении в два раза скорости продвижения фронта выемки резко сокращается риск размножения дрожжей и плесневых грибов, поскольку сокращается время воздействия воздуха. В этой связи становится очевидной необходимость приведения в соответствие величины выемки к поголовью скота или, соответственно, к расходу силоса, поскольку при слишком незначительном сдвигании зона повторного разогрева начинает «гулять по силосохранилищу». Чтобы получить некую общую картину для сравнения, на рисунке 16 рассчитана площадь поверхности забора, пересчитанная на поголовье 100 коров. При одинаковом поголовье средняя температура возрастает с увеличением площади поверхности забора, поскольку меньшее сдвигание при большей поверхности забора означает более продолжительное время воздействия воздуха.

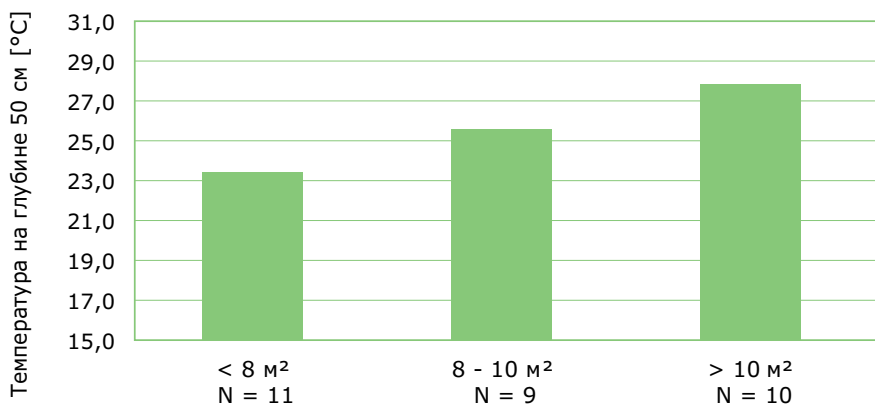


Рис. 16. Температура на глубине 50 см в зависимости от площади поверхности забора в расчете на 100 коров³³

Размер площади поверхности забора уже предопределён к началу выемки силоса, поэтому эта величина должна планироваться ещё при закладке бурта. Необходимая скорость продвижения фронта выемки составляет 1,0–1,5 м в зимнее время и 2,0–2,5 м летом. Повышение скорости продвижения фронта выемки возможно только за счет

³² Steinhöfel O., M. Pahlke, B. Feuerborn (2005): Überraschungssieger: Vergleich Entnahmetechnik. dlz 12/2005, S. 72-77. (Шрайнгёфель О., М. Пальке, Б. Фойерборн (2005 г.): Поразительный победитель. Сравнение техники выемки, dlz 12/2005 г., с.72-77)

³³ Weiss, K. und F. Spreter (2004): Am falschen Ende gespart. Landwirtschaftsblatt Weser-Ems, Heft 19, S. 24-26. (Байс К. и Ф. Шпретер (2004 г.): Экономия не с той стороны. «Landwirtschaftsblatt Weser-Ems», № 19, с.24-26)

повышения доли силоса в рационе или за счет увеличения поголовья (скармливание всем производственным группам продуктивных животных, молодняку, скоту на ферме, соседним предприятиям). Другая возможность состоит в том, чтобы одновременно засилосовать травяной и кукурузный силос в одном силосохранилище, чтобы таким образом добиться большей величины суточной выемки. При высоком содержании сухого вещества, недостаточной трамбовке, плохо измельченном сырье с высоким содержанием клетчатки, воздух способен проникать в монолит силоса на очень большую глубину и приводить к быстрому размножению дрожжей. Цепь реакций, запущенную таким образом, чаще всего невозможно прервать даже путем увеличения выемки.

2.2. Силосные сооружения, строительство силосохранилищ и их герметизация³⁴

Сооружение в виде горизонтальной траншеи, соответствующее современным требованиям, должно обеспечивать хранение силоса без существенных потерь и благоприятные условия для хозяйствования. Помимо этого, оно должно отвечать требованиям охраны окружающей среды и водоемов. При этом несущественно, идет ли речь о силосной площадке или о силосохранилище со стенками.

2.2.1. Требования к оптимизированному силосному сооружению

- Заезды и выезды перед силосохранилищами должны быть укреплены во избежание нежелательного заноса в силос песка и грязи.
- Следует продумать также пространства для перемещения большегрузных транспортных средств, трамбовочных и распределительных тягачей, которые не должны покидать забетонированные площадки. Для этого необходима маневровая платформа шириной не менее 8 м.
- По бокам должна оставаться достаточная площадь для утяжеления краев пленок. Это препятствует поступлению воздуха со стороны и доступу грызунов (крыс, мышей).
- Поверхностные воды с пленки и чистой забетонированной поверхности должны стекать отдельно друг от друга (т.е. силосную площадку следует разделить на водоотводные сегменты).
- Сточные воды с места забора силоса и с места загрузки прицепа-кормораздатчика считаются загрязненными и должны собираться и храниться отдельно.
- Свойства бетона должны допускать легкую очистку, в том числе щеткой, приводимой в действие от тягача.
- Сторона выемки по возможности не должна быть с наветренной стороны.
- Силосное сооружение должно иметь возможность удлинения и расширения в стороны.
- Для того чтобы иметь возможность натянуть силосную плёнку через стену, целесообразно обеспечить расстояние до соседнего силосохранилища в пределах 1 м и более. Промежуток заполняется или морозостойчивым гравием, или оборудуется в виде стационарного стока для дождевой воды.

2.2.2. Выбор размеров для силосохранилища

Минимальная ширина

Трамбовочное транспортное средство должно, начиная с первого завезённого прицепа, работать по возможности непрерывно. Минимальная ширина силосохранилища в 7 м позволяет осуществлять параллельно выгрузку и трамбовку. Если же уплот-

³⁴ Johannes Thaysen, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein / Hansjörg Nussbaum, Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf. (Йоганнес Тайсен, Сельскохозяйственная палата Федеральной Земли Шлезвиг-Гольштейн / Ханс-Йорг Нуссбаум, Научно-учебный центр Аулендорф).

няющий тягач или колесный погрузчик при разгрузке кормоуборочного транспорта вынужден стоять в очереди за пределами силосохранилища, тем самым сокращается время для проведения трамбовки. Аналогичная картина получается, если собранный урожай выгружается перед силосохранилищем и лишь распределяется трамбовщиком (колесным погрузчиком). Силосные сооружения, закрытые с задней стороны, приводят к снижению производительности трамбовки. Силосохранилище оборудовано лучше, если кормоуборочная техника может заезжать через рампу сзади вверху и выгружаться в сторону передней части силосохранилища. Подъездная рампа, а также силосохранилище, закрытое сзади наполовину или на одну треть (косая или прямая перегородка в конце) облегчают сквозной проезд. Без рампы, заполненные транспортные средства вынуждены заезжать вверх на монолит кормовой массы.

Геометрия стен

Во избежание проникновения дождевой воды в приготовленный силос и его порчи выгодно, если после заполнения силосохранилище будет заполнено полностью или даже с некоторой горкой. Тогда силосную плёнку можно растянуть за пределы края силосохранилища. Наиболее тщательную, герметичную для воздуха и воды изоляцию силоса обеспечивает такая форма стены хранилища, при которой высота стенки уменьшается в сторону выемки силоса. Невыгодными являются прямо стоящие стенки прямоугольной формы, при которых после заполнения впереди и сзади возникают незаполненные углы, так называемые «ослиные уши».

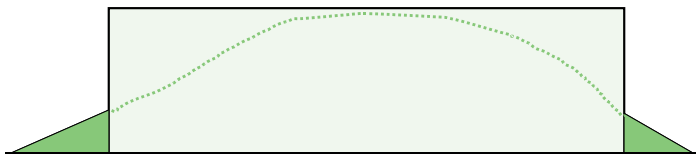


Рис. 17. Невыгодная геометрия стен

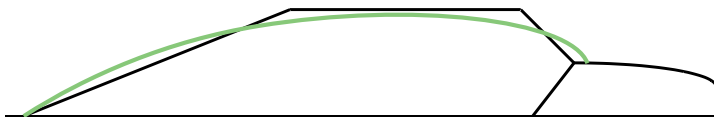


Рис. 18. Оптимальная геометрия стен

Стена: устанавливать косо или прямо?

Прямые вертикально стоящие стены облегчают выемку силоса с помощью блочной силосорезки, силосопогрузчика на основе системы Silokamm или фрезерного погрузчика. Силос может быть изъят почти полностью. При косо поставленных стенах (угол приблизительно 15–200) после выемки остается боковой клин, который приходится загружать вручную или ковшом фронтального погрузчика. Для обеспечения оптимального брожения мы должны оптимизировать уплотнение, что подчёркивает преимущество косо поставленных стен. Следовательно, высшей целью является оптимизация уборки урожая и трамбовки, даже с учетом трудностей при выгрузке.

Минимальная длина

Даже при использовании самого тяжелого транспортного средства для трамбовки, остаются плохо уплотненные слои, если свежеподвезенный слой корма слишком толстый, т.е. более 20–30 см. Гнездообразно или слоисто появляющаяся плесень свиде-

тельствует об этом при выемке силоса. Поэтому целесообразной является минимальная длина силосохранилища в 30–35 м, чтобы слой, равномерно распределенный по всему монолиту силоса, оставался ниже критической высоты в 30 см. Это оправдывает применение силосораспределителя. Чем выше грузоподъемность прицепа, обслуживающего косилку, тем, следовательно, большей длины должно быть силосохранилище.

Высота силосохранилища

Чем выше выстраивается стена силосохранилища, тем дешевле обходится при равной площади созданное сооружение для силоса. Однако если в связи с высокими стенами не достигается минимальной выемки 1–1,5 м в неделю в зимнее время, или, соответственно, 2–3 м в неделю летом, то это может вызвать повторное нагревание. Высота стенок (или высота бурта) должна, следовательно, рассчитываться не по стоимости строительства, а по минимальной величине сдвига при выемке. По количеству поголовья, количеству поедаемого корма (кг СВ/животное в день), содержанию разных видов силоса в рационе и весу силоса (кг СВ/м³) может быть рассчитана недельная потребность в силосе (м³/неделя) (**таблица 2.10**). Если разделить эту потребность на минимальную величину сдвига при выемке (м/неделя), то можно получить максимальную площадь среза (м²), рассчитываемую так же и для плоских курганов. Тогда по этому значению можно определить через ширину силосохранилища максимальную высоту стен. Отсюда следует, что при скормливании силоса в летнее время и при более значительном минимальном сдвиге должны сооружаться более узкие и прежде всего более низкие силосохранилища, или же летние силосохранилища могут заполняться лишь частично (**таблица 2.11**).

Таблица 2.10. Расчет оптимальной высоты стен силосохранилища

1.	Животные (дойные коровы, молодняк) × потребность в силосе (кг СВ/голова в день) × 7 дней = потребность в силосе (кг СВ/неделя).
2.	Потребность в силосе (кг СВ/неделя) ÷ объемный вес (кг СВ/м ³) = (м ³) силоса/неделя
3.	(м ³)силоса/неделя ÷ минимальная скорость продвижения фронта выемки (м/неделя) = площадь среза (м ²)
4.	Поверхность среза (м ²) ÷ ширина силосохранилища (м) = высота силосохранилища (м)

Таблица 2.11. Важнейшие параметры силосохранилищ с точки зрения качества ферментации и обеспечения аэробной стабильности

1.	Поперечная площадь и, следовательно, ширина и высота силосохранилища определяется по количеству поголовья и исходя из потребности в силосе для кормового рациона.
2.	Минимальная скорость продвижения фронта выемки от 1–2 м/неделю в зимнее время или, соответственно, 2–3 м/неделю летом.
3.	Минимальная ширина 7 м для параллельного трамбования и выгрузки.
4.	Минимальная длина 30–35 м, следовательно, при высоко габаритных прицепах-подборщиках свежее выгруженный слой не должен превышать 20–30 см.
5.	Косо стоящие стены облегчают трамбовку и улучшают ее качество.

6. Геометрия стен, приспособленная к виду силосохранилища со стеной, снижающейся к началу силосной траншеи, для того, чтобы иметь возможность натянуть силосную пленку поверх края.
7. Средней высоты рампа на стороне загрузки (задняя часть силосохранилища).
8. Желоб для стекания силосного сока на маневровой платформе, а не в самом силосохранилище.
9. Расстояние до соседнего силосохранилища 1 м.
10. Силосохранилища следует возводить на укрепленных дорогах.

Прочие параметры

Желоб для силосного сока в настоящее время обычно оборудуется на стороне выемки перед силосохранилищем, поперечно, во избежание доступа кислорода в силос. Эта опасность появляется тогда, когда желоб находится посередине силосохранилища, а сифон, необходимый в таком случае, или вообще отсутствует, или заполняется силосными сточными водами. Углекислый газ, образующийся при брожении, существенно тяжелее воздуха, в результате чего он может вытекать из силосохранилища, за ним устремляется кислород, который может приводить к появлению грибков или к повторному разогреву. Полы силосохранилища должны иметь уклон 1–2 % в направлении выемки силоса.

Особенности силосования в наземном силосохранилище (кургане)

В силосохранилищах наземного типа (силосные сооружения на неукрепленной поверхности) ни в коем случае нельзя повторять форму горизонтальной силосной траншеи. В противном случае кромки кургана будут утрамбовываться слишком круто и, следовательно, недостаточно. Курган должен закладываться плоско, да еще и таким образом, чтобы обеспечить поперечную трамбовку. Сама площадь забора должна соответствовать количеству скота, чтобы продвижение фронта выемки корма в любом случае превышало минимальные заданные значения (см. выше). Поэтому, наземные силосохранилища нуждаются в большей площади и, в связи с большей поверхностью, – в большем количестве силосной пленки, чем сооружения в виде горизонтальной силосной траншеи. Стандартом должно быть, например, укрепление основания грунтовой пленкой, чтобы исключить загрязнение корма и перемещение силосного сока. Поскольку улавливание силосного и дренажного сока сопряжено со значительными затратами, содержание сухого вещества должно обязательно составлять минимум 30%. Помимо этого, существуют специфические параметры относительно водо-охранного регламентирования (расстояние до водоемов и водосборных коллекторов, запреты на строительство сооружений в водо-охраных зонах и т.д.).

Технический уход за силосохранилищами

Силосные и дренажные соки, а также кислотосодержащие и консервирующие добавки разъедают бетонные конструкции. При недостаточной толщине бетона, его низком качестве и непрофессиональном изготовлении бетонных конструкций, возникают не только строительные дефекты, но и брак при силосовании. В результате этого открывается доступ воздуха к силосу. Поэтому, технический уход за силосохранилищами является неотъемлемой частью обеспечения качества силосования.

В пристеночной зоне можно применять битум, дисперсии, полиуретан и эпоксидные смолы в качестве отделочных материалов. Битумные материалы, с точки зрения материальных затрат, являются наиболее выгодными, однако их следует обновлять ежегодно. То есть, чем меньше стены подвергаются механическому воздействию (техника для выемки силоса!), тем дольше может быть использована краска с долговечностью в

несколько лет и больше. Это хоть и обходится дороже, но позволяет снизить ежегодные трудовые затраты. То же самое относится и к напольным покрытиям в силосохранилищах. Здесь в качестве защитного слоя применяется усиленный слой бетона (дополнительно 6 см), литой или укатываемый асфальт (3,5 см).

2.2.3. Герметизация силоса

В основе принципа консервирования при силосовании, наряду с быстрым сбраживанием, большую роль играет герметичная изоляция. Чем быстрее после последней загрузки и после последующей трамбовки создается герметичная изоляция с помощью силосной плёнки, тем более благоприятные условия создаются для ферментации.

Риск образования плесени и повторного разогрева, таким образом, сокращается. Одновременно тщательная герметизация препятствует проникновению дождевой воды.

Это же касается и силосования для биогазовых установок, на которых практикуется альтернативная герметизация, например, покровная зерновая культура. Несмотря на хозяйственные преимущества, с точки зрения потерь и сохранения качества корма от этого вида герметизации следует отказаться.

2.2.3.1. Требования к силосным плёнкам из полиэтилена

Силосные плёнки почти исключительно изготавливаются из полиэтилена различных цветов (белый, черный, зеленый, черно-серый, черно-белый) шириной 4–16 м, толщиной 100–200 мкм и в трех классах качества (стандарт, качественный, протестированный DLG³⁵). Рекомендуется применять пленки, прошедшие испытание в DLG, несмотря на их несколько более высокую цену, поскольку они прошли независимое испытание, в частности, на структуру материала, плотность, прочность на разрыв, растяжение и газопроницаемость, а также на кислотоустойчивость и стойкость к старению при использовании для заготовки силоса. Помимо этого, обращается внимание на содержание продуктов регенерации и физиологическую безопасность. Некоторые силосные плёнки, прошедшие испытание в DLG, имеют прослойку, содержащую регенераты. При использовании силосных плёнок, не прошедших испытание в DLG, следует уделить особое внимание вышеназванным характеристикам.

Окрашивание

Силосные плёнки чаще всего окрашивают в чисто белый или чисто черный цвет. В двухцветных пленках верхняя часть белая, нижняя сторона черная или же зеленая.

Прозрачные пленки не подходят для герметизации силоса, поскольку они не устойчивы к ультрафиолету и со временем теряют необходимую газонепроницаемость. Они могут быть использованы только в качестве подкладки.

Белые пленки отражают часть солнечного излучения и тем самым снижают разогрев корма под пленкой. Герметизация силосохранилищ белой пленкой допускается там, где она подвергается прямой инсоляции (облучению солнцем) и уплотнена, например, песком или брезентом, не по всей поверхности.

Черные пленки приобретают свой цвет за счет добавления сажи. Они характеризуются высокой стабильностью по отношению к ультрафиолетовому излучению (устойчивостью к изменениям погодных условий).

Зеленые пленки. Под зеленой пленкой силос разогревается почти так же, как под черной пленкой. Поскольку стабилизация от ультрафиолетового излучения зеленых пленок более дорогостоящая и сложная, цена такого рода пленки выше. Однако их зеленый цвет при определенных обстоятельствах с оптической точки зрения не так резко бросается в глаза.

Многослойные пленки состоят из верхней пленки белого цвета и нижней пленки черного цвета, которые крепко прикреплены друг к другу. Таким образом, предпри-

³⁵ <http://www.dlg.org/home-ru.html>

нимается попытка сочетать преимущества белой и черной пленки. Благодаря нижней черной пленке обеспечивается почти полная изоляция от проникновения света. При сопоставимой цене с высококачественными пленками, окрашенными в черный цвет, их можно рекомендовать к применению.

Рекомендация

С точки зрения цвета пленки, рекомендуется использовать черную пленку даже тогда, когда непосредственно под черной пленкой температура повышается до более высокого значения, чем под белой пленкой (например, в разгар лета до 600С по сравнению с 450С). Поскольку повышенная температура проникает внутрь силоса лишь максимально она 10–15 см и, кроме того, никак не влияет на его качество, ее применение возможно и при более длительных сроках хранения (например, для травяного силоса первого укоса). Для силоса в круглых рулонах, в соответствии с результатами исследований, проведенных в Швеции, рекомендуют применять преимущественно белые растягивающиеся пленки.

2.2.3.2. Виды силосных плёнок

В таблице 2.12 приведены сравнительные данные по основным видам силосных плёнок и по наиболее востребованным вспомогательным материалам для укрытия силосохранилищ.

Таблица 2.12. Виды, назначение и технические параметры силосных плёнок, а также вспомогательных материалов для укрытия силосохранилищ

Виды	Целевое назначение	Габариты, толщина	Примечание
1	2	3	4
Подкладочная пленка	В качестве вакуумной пленки под накрывающими пленками, не допускает повторный разогрев и образование плесени	Поставляется любой длины и ширины, толщина – 40–50 микрон	Следует всегда применять под покрывающей пленкой
Силосная пленка	Защита от ультрафиолетового излучения, и осадков, препятствие газообмену	Поставляется любой длины и ширины, толщина – 120–200 микрон	При толщине слоя до 150 микрон
Мультипленка	Обеспечивает герметизацию, препятствует газообмену, имеет утяжеляющий эффект, используется многократно	Поставляется любой длины, ширина 6 м, толщина – 500 микрон	Вес 475 г/м ² Предполагает применения подкладочной пленки
Тканевая пленка	Обеспечивает герметизацию, препятствует газообмену, имеет утяжеляющий эффект, используется многократно	Поставляется любой длины, ширина 6 м, толщина – 500 микрон	Вес 650 г/м ² Требует применения подкладочной пленки
Краевая пленка	Защита стенок, герметизация силоса у стен силосохранилища	Поставляется любой длины, ширина – 2–6 м, толщина – 120–200 микрон	Предотвращает проникновение дождевой воды при достаточном уклоне по сторонам силосохранилища

1	2	3	4
Растягивающаяся пленка или пленка в рулоне	Применяется для рулонов или квадратных тюков	Рулонные пленки шириной 50–75 см, толщиной 25 микрон	Рекомендуется обращать внимание на клеящиеся свойства, эластичность и свилеобразования
Силосный рукав	Заполнение силосными прессами различного типа и действия	Диаметр – 1,20–4,20 м, длина 30–150 м (гибкий), толщина – 17–250 микрон (в зависимости от диаметра), вместимость – 40–1000 т	Предназначен для всех кормов, следить за подпочвой, защищать рукава, хранится до 24 месяцев
Напольная пленка	Применяется для курганов, отводит силосные сточные воды	Поставляется любой длины и ширины, 200– 500 микрон	Применяется при содержании сухой массы < 30 %
Защитная ткань, сетка, брезент	Отягощение силосной пленки, защита от механических повреждений и воздействия ветра	Поставляется любой длины и ширины	Вес, начиная с 200г/м; цвета: зеленый или черный. Обязательно применяется для защиты сооружений и для силоса в тюках
Силосные мешки с гравием	Отягощение весом содержимого гравия	0,25 * 1,20м или 0,25 * 1,00м	Заполняется гравием зернистостью 2–8 мм
Транспортерные ленты Диски от старых шин	Отягощение покрытия Предотвращение скольжения силосных мешков с гравием	10 м	Преимущество перед старыми шинами – отсутствие воды при использовании
Клеящие ленты	Ремонт пленки, укрепление стенок	Длина – 10 м, ширина – 10 см	Использование при укладывании тюков: предотвращение образования плесени.

2.2.3.3. Укрытие силосохранилища

Независимо от вида силосной плёнки, при укрытии силосохранилищ с прочными стенами, плёнка должна протягиваться за боковые стены (рис. 19.). Тем самым не допускается попадание в силос дождевой воды и, следовательно, кислорода. Таким образом, можно избежать появления загнивших, заплесневевших углов силоса. Косо стоящие стены и боковой вал из земли способствуют совершенствованию этого способа сохранения качества.

В силосных сооружениях, как с прочными стенами, так и без, в принципе, должна использоваться одна подкладочная и одна силосная пленка (рис. 20). Эта основная конструкция может быть скомбинирована с силосной защитной тканью или сеткой в качестве третьего слоя. Отслужившие свой срок транспортерные ленты или брезенты с грузовых автомобилей как альтернатива могут также послужить в качестве защиты от ветра и механических повреждений. При более толстых пленках (мультипленка или тканевая пленка), от защитной ткани можно отказаться. Однако от ежегодного обновления подкладочной пленки отказываться не рекомендуется.



Рис. 19. При оптимальном укрытии силоса подкладочная и силосная пленка протягиваются над стеной силосохранилища, и отягощаются по краям без швов и рубцов с помощью силосных мешков.

Рис. 20. Использование подкладочных пленок должно стать стандартной технологической процедурой



Рис. 21. Силосные мешки с гравием применяются в качестве уплотняющего средства, и должны укладываться на расстоянии 5–8 м. Хорошее укрытие сопровождается образованием пленочного колпака для бродительных газов, который со временем исчезает. Прокалывать его строго запрещается.



Рис. 22. Во избежание повторного разогрева в зоне выемки силоса укрытие должно быть открыто настолько, насколько производится забор в единицу времени. Организация перекрытия из силосных мешков с гравием поперек поверхности забора позволяет не допустить появления так называемого «насоса для кислорода и двуокиси углерода».



Рис. 23. Силосные сооружения из тюков должны защищаться силосными защитными тен-тами по всей территории размещения для предотвращения повреждения животными.

III. Оценка качества ферментации³⁶

Качество ферментации силоса является показателем успешности его консервирования путём молочнокислого брожения, и оценивается на основании вида и количества нежелательных продуктов брожения, которые можно обнаружить в силосе. Речь идет, в первую очередь, о содержании уксусной и масляной кислоты, причем под «масляной кислотой» подразумеваются все нежелательные кислоты, образующиеся в связи с масляно-кислым брожением силоса. В определенной степени показатель pH указывает, насколько интенсивно проходило образование кислот.

В системе оценки качества силосования главная задача состоит в том, чтобы на основе продуктов ферментации в силосе охарактеризовать состояние, при котором достигается наилучшая консервация. Иными словами, необходимо оценить показатели анаэробно стабильного силоса. Силос превращается в анаэробно стабильный тогда, когда в процессе дальнейшего хранения больше не происходит никаких преобразований веществ, в результате чего силос в анаэробных условиях становится пригодным для хранения.

В ходе широких исследований было доказано, что аэробная стабильность силоса достигается тогда, когда после окончания брожения содержание уксусной кислоты составляет менее или равняется 3,0 % в сухом веществе (СВ) и при этом не обнаруживается масляной кислоты или, если обнаруживаются лишь следы масляной кислоты. В таком силосе в процессе дальнейшего хранения не происходит разложения молочной кислоты и тем самым никакого дальнейшего разложения питательных веществ. Он соответствует поставленной цели по качеству и поэтому может быть оценен максимально высокой отметкой («отлично»).

Относительно хорошим качеством обладает силос, содержащий весьма незначительное (не более 0,5 %/СВ) количество масляной кислоты (МК) при содержании уксусной кислоты не более 3,0 %/СВ. В этом случае речь идет о силосе, в котором вследствие отсутствия нитратов в зеленой массе, к началу ферментации параллельно с молочнокислым, происходило незначительное масляно-кислое брожение. Но при этом масляная кислота исчезает в процессе дальнейшей ферментации. В этом случае получается силос, который при очень незначительном содержании масляной кислоты, является анаэробно стабильным.

В силосах, характеризующихся как «отличные» и «хорошие», в процессе консервации происходит лишь незначительная потеря питательных веществ, независимо от времени хранения в герметичных силосохранилищах.

Для определения анаэробно нестабильных силосов необходим дифференцированный учет всех стадий нежелательного разрушения питательных веществ. Силос становится анаэробно нестабильным тогда, когда происходит разложение молочной кислоты. Как результат, в процессе хранения происходит потеря других питательных веществ. При оценке аэробной нестабильности силоса следует учитывать наличие или отсутствие нитратов в зелёной массе.

³⁶ Herausgeber: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft – Ausschuss für Futterkonservierung. Издательство: Немецкое сельскохозяйственное общество – Комитет по силосованию кормов. Bearbeitet von: Prof. Ehrengard Kaiser, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin (Проф. Эренгард Кайзер, Берлинский университет им. Гумбольдта, Берлин); Dr. Kirsten Weiss, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin (Д-р. Кирстен Вайс, Университет им. Гумбольдта, Берлин); Dr. Hans-Jörg Nussbaum, Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf (Д-р. Ганс-Йорг Нуссбаум, Образовательно-научный центр, Аулендорф); Dr. Kirsten Kalzendorf, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg (Д-р. Кирстен Калцендорф, Сельскохозяйственная палата Федеральной земли Нидерзаксен, Ольденбург); Günter Pahlow, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft [FAL], Braunschweig (Гюнтер Пало, Федеральное научно-исследовательский институт сельского хозяйства [FAL], Брауншвайг); Prof. Dr. Hans Schenkel, Universität Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim (Проф. Д-р. Ганс Шенкель, Университет Гогенхайм, Штутгарт-Гогенхайм); Prof. Dr. Frieder Jörg Schwarz, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Freising-Weihenstephan (Проф. Д-р. Фридер Йорг Шварц, Научный центр Вайнштефан, Фрайзинг-Вайнштефан); Dr. Hubert Spiekers, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft [L.L.], Pong (Губерт Шпикерс, Ведомство по сельскому хозяйству Федеральной земли Бавария, Институт кормления и кормового хозяйства, Поинг-Груб); Manfred Sommer, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Hannover (Манфред Зоммер, Сельскохозяйственная палата Нидерзаксен, Ганновер); Dr. Walter Staudacher, DLG e.V., Frankfurt am Main (Д-р. Вальтер Штаудахер, Франкфурт на Майне); Johannes Thaysen, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Osterröndfeld (Йоганнес Тайсен, Сельскохозяйственная палата Федеральной Земли Шлезвиг-Гольштайн, Остеррөнфельд)

Если силосная масса содержала нитраты, то разложение молочной кислоты всегда приводит к образованию уксусной кислоты (пока нитраты продолжают находиться в силосе). В такого рода силосах содержится уксусная кислота в количестве более 3%/СВ. Масляная кислота начинает образовываться после достижения определённого уровня содержания уксусной кислоты, и после разложения нитратов.

И, наоборот, при отсутствии нитратов в силосуемой зеленой массе во время расщепления молочной кислоты появляется не уксусная, а масляная кислота. В этом случае блокируется биохимический путь образования уксусной кислоты. Поэтому, анаэробно нестабильные силоса, заготовленные из зеленой массы, не содержащей нитраты, характеризуются более или менее высоким содержанием масляной кислоты при содержании уксусной кислоты в пределах $\leq 3,0$ %/СВ. Таким образом, анализируя соотношение масляной и уксусной кислоты в готовом силосе, можно дифференцировано вывести все стадии прошедшей микробной ферментации независимо от химического состава зеленой массы. Кроме того, соотношение масляной и уксусной кислоты характеризует и анаэробную стабильность силоса.

Это означает, что оценка качества брожения силосов и тем самым оценка успеха силосования может производиться лишь по содержанию масляной и уксусной кислоты и по их соотношению. Она позволяет весьма дифференцированно оценить все стадии ферментации питательных веществ после достижения анаэробной стабильности, начиная с разложения молочной кислоты, а также сопутствующие процессы деградации. Дополнительные показатели для оценки качества ферментации не являются обязательными.

Для оценки качества брожения часто привлекаются также показатели содержания аммиака и pH в сухом веществе. Как показали последние, более широкие исследования, оба эти показателя не являются обязательными критериями для оценки качества брожения. Если их использовать в качестве единственного критерия оценки качества брожения, то появляется даже риск ошибочной оценки.

Содержание аммиака в силосе может быть производным от различных N-содержащих соединений (протеин, аминокислоты, нитраты и т.п.) в зеленой массе, разлагающихся в процессе брожения. Поэтому, высокое содержание аммиака в силосе не является однозначным индикатором разложения протеина или, соответственно, аминокислот во время силосования. К тому же, содержание аммиака в силосе обуславливается химическим составом силосуемой массы. Однако, следует исходить из того, что при содержаниях аммиака более 10 % N от общего содержания N мы имеем дело с плохо законсервированными силосами. Правда, это можно определить и по содержанию масляной и уксусной кислоты. Однако, по низким уровням содержания аммиака < 10 % $\text{NH}_3\text{-N}$ в общем количестве N вряд ли можно сформулировать однозначные выводы относительно качества брожения. Здесь могут быть в наличии как очень хорошо законсервированные силоса, так и силоса, где произошло существенное разложение сухого вещества. Следовательно, содержание аммиака можно учитывать для оценки качества сбраживания лишь условно.

Аналогичные выводы можно сделать и по отношению к показателю pH в силосе. Хотя, при силосовании речь идет в основном о консервировании за счет заквашивания, показатель pH, заложенного на хранение силоса, лишь в незначительной степени позволяет судить об оценке качества брожения и, тем самым, о степени преобразования веществ, происходивших при силосовании, и о степени потери питательных веществ при ферментации. Незначительная взаимосвязь между показателем pH силоса и качеством брожения объясняется, с одной стороны тем, что степень скисания силоса определяется не только содержанием молочной кислоты, но и другими веществами силоса, которые возникли в результате других преобразований, и накоплением органических кислот. С другой стороны, последние исследования показали, что эффект консервирования при

силосовании возникает не только за счет заквашивания, но и дополнительно за счет других ингибирующих факторов для микроорганизмов, действующих при силосовании. Несмотря на это, быстрое заквашивание за счет образования молочной кислоты в начале ферментации является важным критерием успеха силосования.

Выводы

Качество брожения силосов может быть точно определено и дифференцировано, на основе анализа содержания и соотношения масляной и уксусной кислот. Привлечение показателя pH в систему оценки обладает лишь дополнительным информационным значением. Поэтому, он учитывается при оценке лишь в относительно незначительной степени. Оценка, разработанная по шкале Немецкого сельскохозяйственного общества (DLG-ключ), указывает не только на качество брожения. Она применяется также для оценки питательности силоса, прогноза его влияние на качество молока и расчётов возможного уровня потребления корма. Рабочая группа DLG по разработке системы оценки силосованных кормов, опираясь на широкие исследования Берлинского университета им. Гумбольдта и многочисленные испытания в различных учебных заведениях и исследовательских институтах, а также на основе банка данных DLG по консервантам и силосуемым добавкам разных категорий, продолжила усовершенствование существующей шкалы оценки.

Новая система оценки применима на практике ко всем силосам из зеленого корма. При тестировании консервантов в рамках «Знака Качества DLG» в силосе и в дальнейшем определяется максимально возможное количество параметров, чтобы определить способ действия испытуемого консерванта и эффект от его действия в сравнении с контрольными замерами.

Примечание

Следует учитывать, что качество брожения охватывает не все аспекты оценки качества силоса. Всесторонняя оценка качества силоса включает расчёт калорийности по содержанию питательных веществ, а также оценку уровня добровольного поедания. Продолжаются исследования по разработке общей системы оценки качества силоса, в которую должна быть также включена стабильность корма в свежем виде после вскрытия силосохранилища (аэробная стабильность).

Шкала оценки Немецкого сельскохозяйственного общества (DLG-ключ)

для определения качества брожения силосов из зеленых кормов на основе химических исследований (февраль 2006)

Шкала оценки может быть применена для оценки силосов из зеленого корма любого вида (силосы из травы, бобовых растений, зерновых культур, возделываемых на зеленый корм; целых растений кукурузы и зерновых культур, крестоцветных растений и свекольной ботвы), независимо от способа силосования, от содержания сухого вещества и от применения химических или биологических консервантов. Для оценки силоса из измельчённых кукурузных початков, зерна повышенной влажности, корнеплодов и побочных продуктов пищевой промышленности растительного происхождения (прессованный жом, пивная барда и т.п.) она может быть применена только в том случае, если речь идет о сброженных силосах. Применение по отношению к щелочным силосам вообще исключается.

Предметом оценки является положительный результат консервирования при приготовлении силосов (положительный результат силосования). Для этого используются признаки процесса брожения и разложения питательных веществ в процессе

консервации, которые могут быть определены в силосе. Результаты оценки качества брожения, предоставляют важную информацию относительно масштабов потерь питательных веществ и снижения калорийности, сохранности силоса в силосохранилище в анаэробных условиях, а также косвенно, при определенных обстоятельствах относительно ожидаемого ухудшения поедания корма, и рисков снижения продуктивности и ухудшения состояния здоровья животных.

В принципе, оценку качества брожения можно было бы проводить по сохранившимся или образовавшимся питательным веществам, содержащимся в силосной массе, например, по сахару, крахмалу, протеину, аминокислотам или молочной кислоте. На практике, однако, оказалось, что качество брожения может быть определено надёжнее по содержанию нежелательных продуктов разложения. Как показали многочисленные исследования, проводившиеся последнее время в Берлинском университете им. Гумбольдта (Берлин), качество брожения может быть определено надёжно и дифференцированно, в сущности, по содержанию и взаимоотношению между масляной и уксусной кислотой. Измерение показателя pH хоть и дает чаще всего некоторую дополнительную информацию, однако значимость этого показателя существенно снизилась по сравнению с предыдущей системой оценки. В новой системе оценки можно также отказаться от такого показателя, как доля аммиачного азота в общей массе азота, который использовался ранее. Так как цель, которую мы преследуем при этом - выявить степень разрушения протеина - уже в достаточной мере может быть достигнута путём оценки содержания масляной кислоты. Ниже представлен новый метод оценки. Он предусмотрен исключительно для апробации. Содержание масляной и уксусной кислоты, а также показатель pH оцениваются по балльной системе, и по общему количеству баллов определяется общий итог.

Система оценки не действует по отношению к заплесневелым, загрязненным или испортившимся силосам.

Таблица 3.1. Оценка содержания масляной и уксусной кислоты

Содержание кислоты			
масляной		уксусной	
МК в % СВ	баллы	УК в % СВ	баллы
0 - 0,3	90	до 3	0
> 0,3 - 0,4	81	> 3 - 3,5	-10
> 0,4 - 0,7	72	> 3,5 - 4,5	-20
> 0,7 - 1,0	63	> 4,5 - 5,5	-30
> 1,0 - 1,3	54	> 5,5 - 6,5	-40
> 1,3 - 1,6	45	> 6,5 - 7,5	-50
> 1,6 - 1,9	36	> 7,5 - 8,5	-60
> 1,9 - 2,6	27	> 8,5	-70
> 2,6 - 3,6	18		
> 3,6 - 5,0	9		
> 5,0	0		

Таблица 3.2. Как учитывать показатель pH

ниже 30 % СВ		30 – 45 % СВ		выше 45 % СВ	
pH	баллы	pH	баллы	pH	баллы
до 4,0	10	до 4,5	10	до 5,0	10
> 4,0 – 4,3	5	> 4,5 – 4,8	5	> 5,0 – 5,3	5
>4,3 – 4,6	0	>4,8	0	>5,3	0
> 4,6	-5				

Таблица 2.3. Оценка

Общее количество баллов	Качество брожения	
(сумма; см. табл. 2.1 и 2.2)	Оценка	Оценка
... 100 – 90	1	очень хорошо
... 89 – 72	2	хорошо
... 71 – 52	3	требует улучшения
... 51 – 30	4	плохо
< 30	5	очень плохо

Дополнительные аспекты качества

Следует обратить внимание на то, что качество брожения представляет лишь один из аспектов качества силоса. Представленный метод оценки на основании содержания и соотношения масляной и уксусной кислоты, а также показателя pH, нужно всегда дополнять некоторой сенсорной оценкой на основании шкалы органолептической оценки, разработанной также DLG. Она служит не только как дополнительный критерий, но и позволяет распознать не учтенные при химическом анализе, но, возможно, имеющиеся в корме гигиенические недостатки, такие как поражение, плесенью, вторичная ферментация дрожжевыми грибами или бактериальная ферментация (гниение). В дальнейшем желательно проводить оценку сохранности силосов в свежем виде после извлечения из хранилища (аэробная стабильность), но для нее в настоящее время пока отсутствуют соответствующие рекомендации.

Таким образом, оценка качества брожения расширяет понимание кормовой ценности силоса, оцениваемой на основе содержания питательных веществ и калорийности, а также, в случае необходимости, других важных для оптимизации рациона показателей питательной ценности корма (усваиваемый сырой протеин, структурный показатель и т.д.).

Проведение балльной оценки по уравнениям регрессии

Для обработки результатов исследований с помощью компьютера рекомендуется определять числа баллов (ЧБ) по следующим уравнениям.

Число баллов по содержанию масляной кислоты:

ЧБ = - 29, 985 Ln(x) + 53,982; x = содержание масляной кислоты
(диапазон значимости от 0 до 90 баллов)

Число баллов по содержанию уксусной кислоты:

ЧБ = - 59, 158 Ln (x) + 63,256, где x – содержание уксусной кислоты
(диапазон значимости от 0 до – 70 баллов)

Число баллов по показателю pH:

Область применения для силосов $\leq 30\%$ СВ		
до pH 4,0	10 баллов	
> pH 4,0 – 4,6	баллы по формуле F1 или F2	
> pH 4,6	- 5 баллов	
F1: ЧБ = $186,9 + 4,827 \times 2 - 63,645 \times x$	x = показатель pH	
F2: ЧБ = $10 - 25(x - 4,0)$		

Область применения для силосов от 30 до 45% СВ		
до pH 4,5	10 баллов	
> pH 4,5 – 4,8	баллы по формуле F3 или F4	
> pH 4,8	0 баллов	
F2: ЧБ = $658,2 + 23,81 \times 2 - 63,645 \times 2 - 251,19 \times x$	x = показатель pH	
F3: ЧБ = $10 - 33,3(x - 4,5)$		

Область применения для силосов > 45% СВ		
До pH 5,0	10 баллов	
> pH 5,0 - 5,3	баллы по формуле F5 или F6	
> pH 5,3	0 баллов	
F5: ЧБ = $789,76 + 23,81 \times 2 - 275 \times x$	x = показатель pH	
F6: ЧБ = $10 - 33,3(x - 5,0)$		

