

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
ГНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт кормов
им. В.Р. Вильямса"**

**ПРОВЕДЕНИЕ ОПЫТОВ
ПО КОНСЕРВИРОВАНИЮ И ХРАНЕНИЮ
ОБЪЕМИСТЫХ КОРМОВ
(методические рекомендации)**

Москва – 2008

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
ГНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт кормов
им. В.Р. Вильямса"**

**ПРОВЕДЕНИЕ ОПЫТОВ
ПО КОНСЕРВИРОВАНИЮ И ХРАНЕНИЮ
ОБЪЕМИСТЫХ КОРМОВ
(методические рекомендации)**

Москва – 2008

Проведение опытов по консервированию и хранению объемистых кормов (методические рекомендации). – М.: ФГУ РЦСК, 2008. - 67 с.

Методические рекомендации подготовлены авторским коллективом сотрудников ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса – головной научной организации по кормопроизводству

Авторы: доктора с.-х. наук – В.А. Бондарев, В.М. Косолапов, Ю.А. Победнов, А.А. Панов, Ю.Д. Ахламов; кандидаты с.-х. наук – С.А. Отрошко, В.В. Попов, В.М. Соколов, В.П. Клименко, А.А. Мамаев.

Методические рекомендации предназначены для научных сотрудников по кормопроизводству научно-исследовательских учреждений и вузов, а также руководителей и специалистов сельскохозяйственного производства всех организационно-правовых форм хозяйствования.

Редакционная коллегия: В.М. Косолапов, В.А. Бондарев, Ю.Д. Ахламов, Н.П. Насонова, Н.И. Георгиади

Методические рекомендации рекомендованы решением Ученого совета ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса Россельхозакадемии (Протокол № 9 от 14 июля 2008 г.)

Компьютерная верстка: Т.Г. Усольцева

1. ВВЕДЕНИЕ

Объемистые корма в виде силоса и сенажа приобретают все большее значение в кормлении высокопродуктивных лактирующих коров и откормочного скота. Повышение их качества, прежде всего по энергетической и протеиновой питательности, а также содержанию биологически активных веществ – неперемнное условие разработки новых и совершенствования существующих технологий силосования и сенажирования. Не утратило своего значения и сено, особенно в кормлении овец и лошадей.

Качество объемистых кормов при заготовке и хранении во многом определяется потерями питательных веществ, ибо теряются наиболее ценные из них. Поэтому одним из основных условий повышения их качества является обеспечение максимальной сохранности питательных веществ, особенно при разработке способов консервирования растительной массы. В связи с этим необходим детальный учет потерь питательных веществ на всех этапах приготовления, хранения и выемки кормов для скармливания.

В настоящих методических рекомендациях учет потерь (сохранности) питательных веществ предлагается начинать от скашивания растений и заканчивать выемкой полученного корма для скармливания. В процессе провяливания и сушке трав описываются методы по учету потерь питательных веществ при разных режимах скашивания растений и их обработке в процессе обезвоживания. Излагается особенность режима провяливания многолетних трав, соблюдение которого позволяет несколько повысить энергетическую питательность обезвоженной массы в сравнении со свежескошенной, а также излагается метод определения такой возможности. При прямом комбайнировании силосных культур (кукуруза, сорго и т.д.) определение потерь питательных веществ при скашивании и отходе зерна в неперевааренном виде животными рекомендуется проводить по другому методу.

При проведении опытов по силосованию и сенажированию в лабораторных, научно-производственных и производственных условиях излагаются особенности методов проведения учетов по определению сохранности питательных веществ и качества полученного корма по совокупным признакам – органолептическим показателям, содержанию продуктов брожения и основных питательных веществ, а также энергетической питательности. описываются способы хранения массы, емкости или сооружения для силоса и сенажа, их недостатки и преимущества, а также методы расчетов сохранности сухого вещества и отдельных питательных веществ, указывается измерительная аппаратура для контроля за процессом ферментации массы и метод ее использования, дан-

ные о степени защиты силоса (сенажа) от так называемой аэробной порчи при хранении и выемке. Это, прежде всего, сведения о наличии в контролируемом корме кислорода и углекислого газа.

Выделены в самостоятельную рубрику методы определения эффективности биологических и химических консервантов при силосовании и сенажировании трав с описанием возможности приготовления с их использованием силоса и сенажа, равноценных исходной растительной массе по энергетической и протеиновой питательности.

Для определения экономической эффективности разрабатываемых или совершенствуемых технологий приготовления силоса и сенажа, в том числе с использованием биологических и химических консервантов рекомендуются три основных схемы ее расчета. Они позволяют составить представление о том, в каких случаях получается наиболее полная и достоверная информация при оценке результатов исследований и минимум каких данных необходимо получить, чтобы подтвердить эффективность разрабатываемых (усовершенствуемых) технологий приготовления силоса и сенажа или отдельных приемов консервирования и механизированных способов обработки консервируемой массы.

При сушке трав на сено рассматриваются три основные технологии его приготовления – в прессованном виде (тюки и рулоны), рассыпного полевой сушки и с досушкой проявленной массы активным вентилированием. описываются методы определения сохранности сухого вещества и отдельных питательных веществ, а также специфичность проведения учетов с целью получения исходных данных для оценки эффективности разрабатываемых или совершенствуемых технологий приготовления сена из сеяных трав.

2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ (ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В РЕКОМЕНДАЦИИ)

Сухое вещество – сумма органических и минеральных веществ, содержащихся в консервируемых растениях и в полученных кормах. В натуральном корме выражается в процентном отношении массы сухого вещества (СВ,%) к массе корма или в весовых единицах (г, кг) по разнице между массой корма и содержащейся в нем воде.

Доброкачественность корма – пригодный к скармливанию корм, не оказывающий отрицательного влияния на состояние здоровья и продуктивность животных, а также качество полученной от них продукции.

Качество корма – это его доброкачественность при наличии элементов питания, обуславливающих его пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с нормами кормления.

Способ консервирования – обработка и воздействие на зеленую массу кормовых культур физическими, биохимическими, биологическими и другими способами в целях устранения или значительного ограничения развития в ней микроорганизмов, разлагающих высокоценные питательные вещества с образованием углекислого газа и воды, вредных или ядовитых соединений. Применительно к объемистым кормам, в основном, применяются три способа консервирования зеленой массы кормовых культур – сушка трав на сено, силосование и сенажирование.

Технология приготовления объемистых кормов – последовательность и точность в проведении работ, наиболее полно обеспечивающих соблюдение требований по режиму подготовки массы к консервированию и регулированию микробиологических процессов при ее консервировании и хранении полученного корма, а также максимально возможной сохранности питательных веществ и вкусовых свойств зеленых растений.

Надежность способа консервирования, технологии приготовления корма и консервирующих добавок – приготовление доброкачественного корма.

Эффективность технологии приготовления корма и консервирующих добавок – возможность получения доброкачественного корма при повышении сохранности питательных веществ и качества готового продукта при снижении или одинаковых прямых затратах на его приготовление в сравнении с базовыми показателями.

3. ВЫБОР СПОСОБА КОНСЕРВИРОВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОПЫТОВ

Выбор способа консервирования растительной массы обусловливается многими факторами. Во всех случаях необходимо учитывать особенность кормовых культур – качество и урожайность по фазам вегетации, физические свойства (содержание сухого вещества, полегаемость, облиственность и т.д.); погодные условия при уборке; использование готовых кормов и требования к их качеству в зависимости от продуктивности животных; надежность и консервирующую эффективность существующих и разрабатываемых способов консервирования; затраты труда, финансовых и материально-технических средств, в том числе на разработку новых машин и механизмов (приспособлений).

При выборе необходимого способа или способов консервирования наибольшего внимания заслуживают многолетние травы. Они, как растительное сырье, более полно соответствуют современным требованиям приготовления качественных объемистых кормов для высокопродук-

тивных животных. Эти требования, в основном, сводятся к повышению их энергетической питательности (более 10 МДж ОЭ в 1 кг сухого вещества) и концентрации сырого протеина не менее 14%. Поэтому, независимо от региона возделывания, многолетние травы подлежат скашиванию на корм в ранние фазы вегетации – бутонизация бобовых, выход в трубку злаковых, когда концентрация обменной энергии в 1 кг СВ не ниже 10,4 МДж ОЭ. Во всех регионах Нечерноземной зоны многолетние травы первого укоса в эти фазы вегетации, в большинстве случаев убираются на силос с использованием химических или биологических консервантов. Оценка эффективности применяемых препаратов при разработке или усовершенствовании технологий силосования ведется по консервирующему их действию, стоимости, удобству в обращении и возможности механизированного внесения.

В степной зоне, особенно в Нижнем Поволжье и Северном Кавказе, при уборке многолетних трав погода часто сухая и теплая. В результате травы на корню часто имеют влажность 70% и ниже. При использовании современных косилок, оборудованных приспособлениями (кондиционерами) для обработки растений при скашивании, обеспечивается быстрое (за 3-4 часа) их обезвоживание до влажности 55% и ниже и сокращение в 1,5-2 раза потерь питательных веществ. В этом случае травы предпочтительнее убрать на сенаж. При их сенажировании полученный корм, отличается повышенной концентрацией обменной энергии, в пределах 9,9-10,2 МДж. Поэтому сенажирование многолетних трав в этой зоне является наиболее перспективным способом их консервирования. При сенажировании также целесообразно использование полиферментных препаратов с целью повышения энергетической питательности полученного корма до 10,4-10,8 МДж ОЭ в 1 кг сухого вещества, но их применение не должно повышать стоимость производства корма в расчете на энергетическую питательность.

Способ консервирования путем силосования непрерывно совершенствуется применительно и к такой хорошо изученной культуре как кукуруза. Основное направление исследований по повышению качества кукурузного силоса состоит в повышении концентрации энергии в готовом корме и ее использовании животным. Для этого ведется селекция по созданию скороспелых гибридов при увеличении до 50% доли зерна по сухому веществу и совершенствуются способы нарушения целостности зерна путем дробления или плющения с целью максимального его использования в пищеварительном тракте животных

При постановке опытов по силосованию и сенажированию применяются три метода ведения исследований: лабораторный, научно-производственный и производственный.

Лабораторный метод исследований позволяет вести многовариантные опыты в поисках наиболее приемлемых решений по отдельным вопросам. Например, определение сравнительной надежности и консервирующей эффективности химических и биологических препаратов, рациональных пределов проявляния и способов измельчения консервируемой массы, оптимальных вариантов ее уплотнения и т.д. Только таким путем можно в короткий срок с минимальными затратами труда и средств выбрать 1-2 лучших варианта по обработке, консервированию и хранению растительной массы для проверки их при силосовании (сенажировании) в условиях производства. Проверка необходима потому, что в лабораторных опытах консервирование ведется в идеальных условиях и при их проведении исключаются такие нежелательные условия, как продолжительность закладки массы в кормохранилище, ее обсеменение гнилостными бактериями и другими вредными микроорганизмами, вытекание сока и т.д. При проведении опытов в лабораторных условиях можно получить лишь предварительные данные об эффективности или целесообразности применения технологического приема (степень измельчения растений, уровень их обезвоживания и т.д.) иногда и способа консервирования (силосование, сенажирование, химическое консервирование) растительной массы. Поэтому результаты лабораторных опытов о качестве полученного корма и сохранности питательных веществ всегда выше, чем в производстве.

Научно-производственный метод проведения исследований также обеспечивает возможность проведения многовариантных опытов, но более точнее имитирующих производственные условия силосования или сенажирования. Данные о качестве и сохранности питательных веществ следует считать также несколько завышенными. Необходимость в проведении опытов в научно-производственных условиях во многом обусловлена получением наиболее точных сведений о влиянии способов подготовки или обработки консервируемой массы, применения химических или биологических консервантов, продолжительности выемки и других факторов на качество полученного корма, определяемого по переваримости и усвояемости питательных веществ животными. При силосовании (сенажировании) в условиях производства очень сложно обеспечить одновременную закладку однородной массы по сравниваемым вариантам.

Производственный метод. Приготовление силоса и сенажа в условиях производства – конечная цель любого опыта для получения данных, характеризующих надежность процесса консервирования по регулированию микробиологических и биохимических процессов, обуславливающих доброкачественность, вкусовые и питательные свойства полученных кормов, а также сохранность питательных веществ. Одновременно

менно с этим, как правило, учитываются данные о надежности и удобстве применения механизированных способов закладки консервируемой массы и выемке готового корма, затратах труда, финансовых и материально-технических средств, в совокупности определяющих технико-экономическую эффективность приготовления силоса и сенажа в зависимости от типа кормохранилищ, вида кормовых растений и сроков их уборки.

При постановке опытов по силосованию и сенажированию в условиях производства приходится решать и отдельные вопросы по приготовлению и хранению кормов. Это обусловлено тем, что невозможно провести имитацию в лабораторных или в научно-производственных условиях силосования (сенажирования) отдельных технологических параметров закладки и хранения массы, а также факторов, обуславливающих сохранение качества кормов при выемке. К таким вопросам можно отнести определение сравнительной эффективности способов укрытия силоса (сенажа) в траншеях, самосогревание массы в зависимости от степени измельчения растений и интенсивности уплотнения, минимально допустимую аэрацию кормов при выемке из траншей, пластиковых мешков (рукавов) и т.д.

4. ПРОВЯЛИВАНИЕ И СУШКА ТРАВ

4.1. Определение скорости провяливания и сушки трав

Опыты по данному вопросу ведут, как правило, при разработке или усовершенствовании режимов обработки трав при скашивании, по определению скорости их обезвоживания в прокосах, валках и других формированиях, или при определении эффективности применения приспособлений (кондиционеров) для обработки скашиваемых растений, а также косилок разных конструкций. Иногда возникает необходимость в определении скорости влагоотдачи травами в разные фазы вегетации при одинаковом режиме их скашивания и провяливания. При проведении этих опытов используют несколько методов, выбор которых определяется задачами выполняемых исследований. Наиболее простой из них – мелкоделяночный. При его использовании выбирается выровненный по травостой участку поля, который разбивают на делянки площадью не менее 150 м². Каждая делянка соответствует одному варианту опыта. Перед скашиванием в трех-четырех местах каждой делянки травы срезают вручную на высоте 3-5 см в количестве 1,2-1,5 кг массы, в которой после измельчения определяют влажность экспресс-методом с использованием электронных или нагревательных влагомеров, а также высушиванием навесок при $t^{\circ}=100-105^{\circ}\text{C}$ до постоянного веса. До нача-

ла опытов сравниваются показатели влажности трав, определенной экспресс-методом с высушиванием. Из скошенных с каждой делянки растений отбирают средние пробы в количестве 3,0-3,5 кг, массу которых расстилают ровным слоем на решетках (1,5×1,5 м) из металлической или капроновой сетки, с размером ячеек не крупнее 6,0 мм. Затем решета укладывают на стерню для провяливания или сушки массы. Для определения экспресс-методом влажности скошенных растений в зависимости от погодных условий и намеченного уровня обезвоживания скошенной массы (60-70, 50-55, 40-45%) регулярно ведется ее взвешивание на решетках – через один, два, три и т.д. часа после начала провяливания. Скорость обезвоживания трав в динамике предварительно можно определять по первоначальной влажности скошенных растений, определенной экспресс-методом, и снижению их массы при провяливании, пользуясь следующей формулой: $\frac{M - M_1}{B} \cdot 100\%$; где М – количество массы,

уложенной на провяливание; M_1 – количество массы после провяливания; В – количество воды в массе, уложенной на провяливание. Например, для проведения учетов на каждое решето уложено 3 кг свежескошенной массы влажностью 80%. В этом количестве массы содержалось 2400 г воды ($80,0 \times 3 = 2400$) и 600 г сухого вещества (3000-2400 г). Через час обезвоживания вес провяливаемой травы снизился до 2,4, через 2 часа до 2,2 и 3 часа до 2,0 кг. Это означает, что за первый час испарилось 600 г воды (3000 – 2400 г), через 2 часа – 800 г и 3 часа – 1000 г. Следовательно, за первый час провяливания испарилось 25% воды ($\frac{3000г - 2400г}{2400г} \cdot 100\%$), второй час – 33,4% и третий – 41,7%. Но поскольку

убыль в весе при провяливании массы обусловлена также некоторыми потерями питательных веществ, то данные о количестве испаренной воды при таком расчете несколько завышаются. Поэтому, после окончания провяливания необходимо определить влажность массы высушиванием при $t^0 = 100-105^{\circ}\text{C}$ для уточнения данных о количестве испаренной воды. Среднюю пробу на влажность (0,5-0,6 кг) отбирают после взвешивания и перемешивания всего количества массы на каждом решете. В данном примере влажность массы через 3 часа провяливания составила 72%. Воды в ней осталось 1440 г ($\frac{2000г \times 72}{100}$), а не 1400 г (2000г – 600 г),

как это было определено по убыли массы при неизменном содержании в ней сухого вещества, равного 600 г. Следовательно, через 3 часа провяливания воды фактически испарилось на 40 г меньше (1440-1400), а количество испаренной воды составило не 41,7, а 40,0%.

Результаты определения скорости обезвоживания массы по данному методу имеют, как правило, предварительное значение и они в ос-

новном приемлемы лишь при сравнительной оценке эффективности способов обработки растений при скашивании и механизмов для скашивания, обработки и укладки массы на провяливание, при определении зависимости влагоотдачи от физического состояния трав и содержания в них питательных веществ, а также других факторов.

Определение скорости обезвоживания скошенных трав в условиях производства ведется по всему технологическому циклу приготовления объемистых кормов. Его особенность во многом определяется способами консервирования трав, наличием и типом кормоуборочной техники. Но во всех случаях проводится определение влажности скошенной массы в прокосах, валках и при ее подборе.

Для проведения опытов в условиях производства подбирают выровненный по травостоям участок, площадь которого определяется минимально необходимым количеством массы при подборе трав на силос и сенаж не менее 15 и 10 т, сено – 3,0 т (в сухом виде). При расчете требуемого количества исходной зеленой массы с последующим использованием полученных данных для определения площади опытного участка с учетом ожидаемой на нем урожайности травостоя, можно пользоваться усредненными коэффициентами перевода свежескошенной массы в провяленную или высушенную. Для провяленной силосуемой массы он примерно равен 2,0, сенажной – 3,6, высушенной на сено – 5,0. Следовательно, при проведении опытов по силосованию минимально необходимое количество зеленой массы должно составлять 30 т, по сенажированию – 36 т и сушке на сено – 15 т. При урожайности травостоя, например, 150 ц/га, площадь участка должна соответствовать 2,0; 2,4 и 1,0 га.

При проведении учетов ширину валка (прокоса) определяют измерением по крайним точкам основной массы срезанных растений в десяти местах каждой учетной делянки, повторность трехкратная. Среднюю высоту валков (толщину прокосов) определяют измерением расстояния от поверхности почвы до верхней части основной массы срезанных растений в местах определения ширины валка (прокоса). Погрешность измерений $\pm 1,0$ см, повторность трехкратная. Все средние значения округляют до первого десятичного знака.

Желательно иметь участок поля прямоугольной формы. Но во всех случаях не менее 100 м по длине, чтобы обеспечить маневренность уборочной техники. Сразу вслед за скашиванием трав по диагонали участка через равные расстояния отмечают не менее трех, на длинных загонах (1 км и более) – четырех мест для делянок по отбору проб для определения влажности свежескошенной массы и после ее провяливания или сушки. Делянки располагают по всей ширине прокоса или валка и не менее одного метра по длине. Затем в этих же местах после про-

вяливания отмеряют делянки для отбора проб на влажность. После формирования валков для сушки массы на сено первую пробу отбирают вслед за валкованием, последнюю – перед прессованием массы или ее подбором в рассыпном виде. Промежуточный отбор проб в валках проявляемой массы на силос и сенаж, в большинстве случаев необязателен, поскольку после формирования валки быстро (через 1,5-2 часа) подбирают. Но при отработке режима проявливания с использованием валкообразователей разных марок или при определении значения особенностей проявляемых трав и погодных условий также необходимо вести определение влажности массы и при ее проявливании в валках.

С каждой учетной делянки массу собирают на полог, перемешивают, затем из нее отбирают пробу в количестве 1,0-1,5 кг. Отобранную массу помещают в пакеты из полимерной пленки с последующей их доставкой в лабораторию на анализ.

Отбор проб для определения влажности силосуемой и сенажируемой массы, подобранной на укладку в сооружение, ведется не менее чем из трех автосамосвалов (тракторных прицепов) после их разгрузки. Для этого из разных мест сгруженной массы с каждого автосамосвала (прицепа) ее отбирают по 20-25 кг и перемешивают. После этого составляют среднюю пробу в количестве 1,0-1,5 кг.

Из высушенной на сено массы также отбирают не менее 3 проб для определения ее влажности. При подборе сена пресс-подборщиками отделяется тюк (рулон), после сбора каждой трети высушенной массы. Тюк или рулон развязывают и из них в трех местах (равных по массе) берут около 3 кг сена, после перемешивания которого составляют пробу массой 0,8-1,0 кг. При подборе рассыпного сена большегрузными транспортировщиками-прицепами, отбирают одну пробу из каждой третьей части выгружаемой массы.

Определение влажности скошенных растений при проявливании и сушке целесообразно вести экспресс-методом и сушкой их при $t^{\circ}=100-105^{\circ}\text{C}$. Данные по определению влажности массы каждого варианта не следует обрабатывать математически, поскольку не исключается заметное различие в составе травостоя, а, следовательно, и его влажности. Их необходимо лишь суммировать для определения средней влажности.

4.2. Определение редукции и потерь питательных веществ при проявливании и сушке трав

Проявливание скошенных трав сопровождается сложными биохимическими процессами, протекающими в растительных клетках. Прежде всего, они связаны с окислением содержащихся в них сахаров и гидролизом белков до аминокислот с частичным их использованием в

качестве источника энергии. Вместе с тем, при определенных условиях проявляния в растениях снижается или полностью устраняется содержание вредных и ядовитых соединений, а также происходит гидролиз сложных труднопереваримых углеводов. В результате переваримость питательных веществ проявленной массы может быть несколько повышенной в сравнении со свежескошенной.

Из большой группы вредных и ядовитых соединений более подробно изучено превращение при проявлении растений, содержащихся в них тиогликозидов, нитратов и цианатов. Из последних наибольшего внимания заслуживает аллилизотиоционат, как сильное ядовитое вещество. В процессе проявляния тиогликозиды в основном распадаются до сероводорода, нитраты восстанавливаются с образованием окислов азота, преимущественно в виде двуокиси азота, аллилизотиоционат гидролизует до сернистого газа. Нитратов много содержится лишь в злаковых травах, выращиваемых при внесении азота в высоких дозах – 80 кг/га и выше. Контроль за содержанием этих соединений в проявленных растениях можно вести с использованием так называемых качественных реакций. Для обнаружения сероводорода используют окись свинца, окислов азота – реактив Грисса, нитратов – дифиниламин. Количественное определение этих соединений целесообразно вести лишь при появлении темной окраски растворов от воздействия на них указанными реактивами: сероводорода – серебристого цвета, окислов азота – ярко розового, нитратов – темно-синего. Основное количество тиогликозидов, нитратов и нитритов аккумулируется в стеблях. Поэтому анализ на содержание этих соединений нужно начинать со стеблей, отступив от среза 4-5 см. Для этого 2-3 мл реактива помещают в кислотоустойчивые емкости (фарфоровые или стеклянные чашки и т.д.), затем смачивают в нем, при слабом растирании анализируемые растения. При наличии в них испытываемых веществ реакция проявляется очень быстро, в течение одной 1 минуты. Газообразные соединения тиогликозидов и нитратов, а также алилизотиоционат обладают сильными бактерицидными свойствами, особенно в отношении нежелательных бактерий.

Определение возможности повышения переваримости питательных веществ проявленной массы трав в сравнении со свежескошенной ведется в опытах на взрослых валухах в соответствии с "Методическими рекомендациями по оценке кормов на основе их переваримости. – М., 1989." и другими методическими пособиями. В зависимости от цели опыта и обрабатываемого режима проявляния трав, метод отбора свежескошенной и проявленной массы для скармливания животным может несколько различаться. Если предусматривается определение переваримости питательных веществ в зависимости от способа обработки скашиваемых растений и проявляния обработанной массы в прокосах

разной конфигурации или в валках, то отбивается небольшой (около 0,5 га) участок поля, выровненный по травостою, длиной не менее 100 м. Сразу после скашивания на 3-4 делянках, расположенных по диагонали участка на равном расстоянии, берется с каждой из них по 70-80 кг свежескошенной массы, всего около 300 кг. После окончания провяливания на этих же делянках отбирается по 40-50 кг обезвоженной массы, всего 200 кг. Отобранная свежескошенная и провяленная масса помещается в полиэтиленовые пакеты (мешки) по 10-15 кг и помещается на хранение в холодильную камеру при температуре минус 2-4°C, чтобы устранить дыхание растительных клеток и развитие основного количества бактерий. Но в течение первых 6-8 часов масса должна охлаждаться при температуре минус 12-13°C. Охлаждение ее при температуре минус 15°C и ниже – нежелательно, так как может произойти кристаллизация минеральных веществ и вытекание сока при дефростировании. Вынимать массу из камеры следует не позднее 4-5 часов до скармливания с тем, чтобы свести к минимуму нежелательное влияние переохлажденного корма на развитие микрофлоры рубца.

Если целью опыта является определение переваримости питательных веществ в свежескошенных и провяленных травах с учетом работы уборочной техники и транспортных средств, то в этом случае выбирают поле или участок поля площадью не менее 3 га, на котором таким же образом размещают делянки и ведут отбор средних проб свежескошенной массы.

Но провяленная масса около 200 кг отбирается после ее подбора и измельчения не менее, чем с трех автосамосвалов или тракторных прицепов после их разгрузки.

При отработке режимов сушки трав на сено и проверке эффективности отдельных способов обработки скашиваемых растений – изминание (плющение), ворошение – вспушивание массы, формирование и разброс валков, подбор провяленной массы и прессование готового сена, в том числе с использованием разной кормоуборочной техники, теряются питательные вещества. Поэтому учеты и наблюдения при проведении опытов по определению скорости сушки скошенных растений часто сопровождаются их определением. Потери подразделяются на биологические и механические. Биологические потери обуславливаются дыханием и другими физиолого-биохимическими процессами, протекающими в растительных клетках, частично и развитием на скошенных растениях разнообразных микроорганизмов. Механические потери происходят в результате отрыва листьев в процессе обработки растений при скашивании – изминание или плющение стеблей, счесывание с них кутикулы, а также их обивания при подборе, ворошении, валковании и измельчении провяленной массы на силос и сенаж, прессовании и под-

боре рассыпного сена под действием рабочих органов кормоуборочных машин; оседание на стерню и развеивание мелких частиц провяленных и высушенных трав. Биологические и механические потери взаимосвязаны и в большинстве случаев определяются в сумме как общие полевые потери. Раздельное их определение имеет смысл лишь при изучении особенностей процесса обезвоживания скошенных растений или потерь от обивания листьев при воздействии на скашиваемые растения рабочих органов (кондиционеров). Учеты по потерям листьев от обрыва, как правило, ведутся в сочетании с опытами при определении скорости провяливания или сушки трав. Для этого с каждой учетной делянки (4-6) отбирают по 0,2-0,3 кг свежескошенной и провяленной (высушенной) массы, которую перемешивают и из нее составляют среднюю пробу около 0,3 кг. Если требуется определить только потери листьев от обрыва, то готовят пробу массой 0,30 кг из скошенных вручную растений в 3-4 местах участка поля на делянках площадью 0,25 м² (0,5×0,5 м). Листья отделяют от стеблей вместе с черешками. После взвешивания, их анализируют на содержание сухого вещества. Влажность определяют высушиванием навесок при $t^{\circ}=100-105^{\circ}\text{C}$. Потери питательных веществ устанавливают по разности сухого вещества в свежескошенной и провяленной (высушенной) массе.

В полевых опытах при определении потерь питательных веществ в процессе провяливания или сушки трав, без учета влияния технологических приемов обработки и обезвоживания скошенных растений или воздействия уборочных машин, в большинстве случаев ставится задача дать технологическую оценку отдельным видам и сортам трав или выявить особенности погодных условий, при которых наиболее часто ведется их уборка. Предложено несколько методических подходов определения потерь, но наиболее часто применяются три из них.

Первый метод основан на агротехническом полевом опыте. Для этого выбирают выровненный по травостой участку, который для каждого варианта опыта разбивается на делянки по 25-30 м² в четырехкратной повторности, располагаемых методом смещения (рис. 1).

При этом данные об урожайности трав с контрольных и опытных делянок, а также о количестве сухого вещества и содержащихся в нем питательных веществ принимаются равными. Однако это положение подтверждается математической обработкой данных об урожайности свежескошенной массы с контрольных делянок. Сбор зеленой и обезвоженной до разного уровня влажности массы ведут вручную для устранения воздействия на скошенные растения уборочных машин. Метод очень близко имитирует естественные условия провяливания (сушки) трав, но трудоемок, при этом требуется быстрое проведение работ.

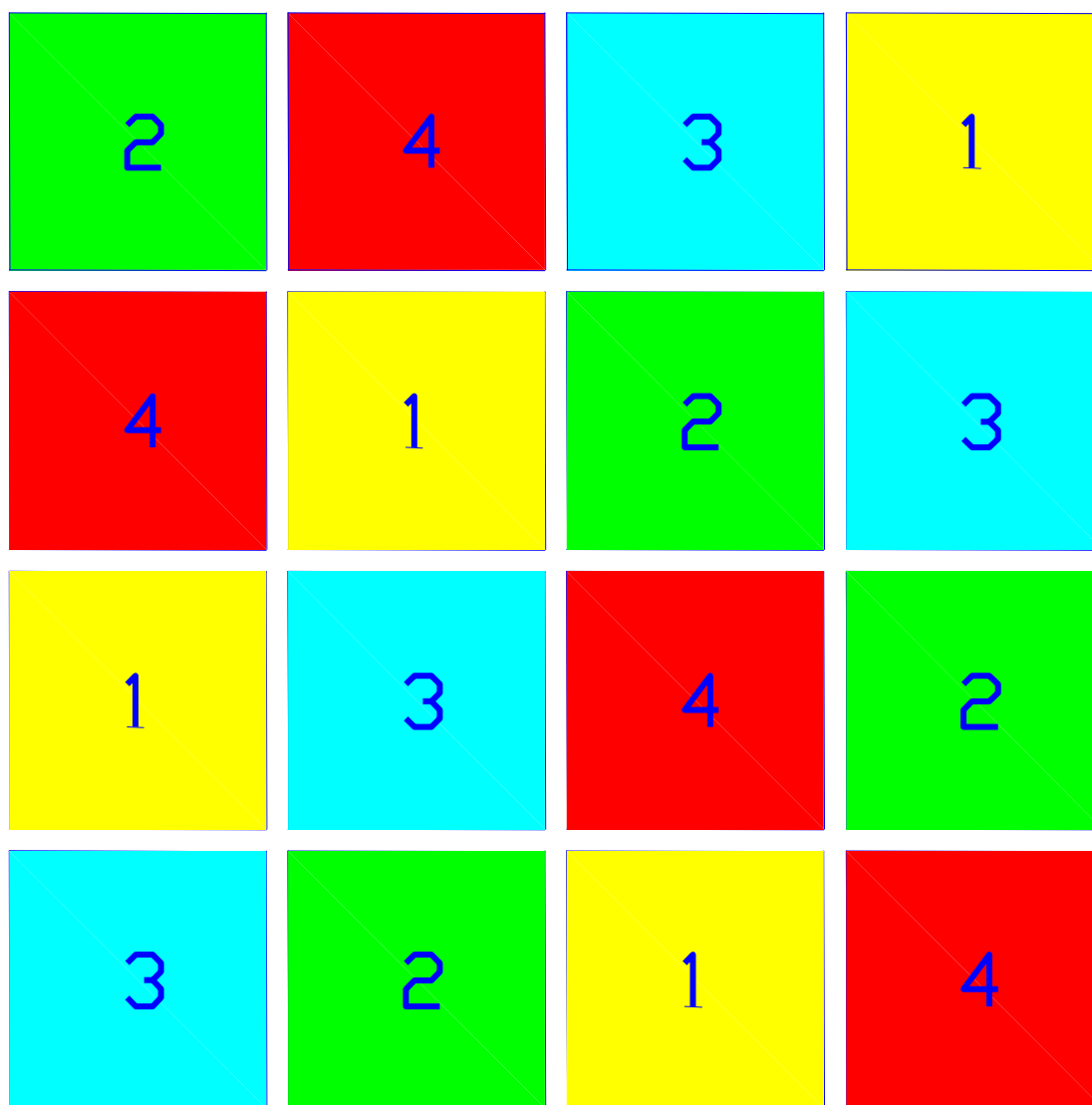


Рис. 1. Схема размещения учетных делянок при определении потерь питательных веществ в процессе провяливания скошенных трав

Второй метод заключается в том, что траву скашивают не менее чем с трех делянок площадью до 30 м², затем расстилают по стерне для провяливания или сушки. С каждой делянки берут средние пробы свежескошенной и обезвоженной массы для определения влажности и на химанализ. Масса пробы свежескошенной травы – 1,0-1,5 кг, провяленной – 0,5-0,6 кг. Выравненность травостоя по урожайности зеленой массы также подтверждается математически путем учета ее количества на каждой делянке. Потери сухого вещества определяют с каждой делянки, а так же, как средние, по вариантам опыта. Для определения содержания отдельных питательных веществ в исходной и обезвоженной массе готовят средние пробы в количестве 1,0-1,5 кг. При этом методе могут быть несколько завышенными потери в результате зависания мелких

вегетативных частей растений при расстилании скошенной массы на стерне.

Третий метод является по существу разновидностью второго. Его отличие состоит в том, что скошенную зеленую массу после учета ее количества расстилают на решета из мелкой сетки, которые укладывают на стерню в поле. Размер делянок небольшой – в пределах 4-5 м². Этот метод очень удобен, малотрудоемок и обеспечивает проведение многовариантных опытов, но достоверность информации о потерях снижается, так как искусственно улучшаются условия обезвоживания массы за счет повышения ее аэрации.

Указанными методами определяют лишь биологические потери питательных веществ. Однако во многих случаях они являются предварительными, поскольку в зависимости от вида трав, их облиственности, состояния стеблевой массы и других факторов обезвоживание массы в валках может быть иным, чем в прокосах, при равномерном ее распределении по стерне довольно тонким слоем.

При проведении полевых опытов по проявлению (сушке) трав иногда требуется определить потери питательных веществ в процессе формирования и подбора валков с использованием валкообразователей и подборщиков разных марок, максимально допустимых объемах в них массы. Технологические операции при выполнении этой работы почти те же, что и при отборе средних проб на влажность для определения скорости обезвоживания массы в валках. Отличие состоит в том, что в этом случае достаточно трех учетных делянок, которые можно располагать в одном ряду по участку. Сразу после формирования валков ведут отбор массы по всей их ширине и длине не менее двух метров. Массу отрубают вручную с помощью резак, затем после ее перемешивания составляют среднюю пробу в количестве 1,0-1,5 кг для определения влажности и проведения химанализ. Перед подбором валков на силос (сенаж) или сено, рядом с этим местом из соседнего валка, на такую же длину отрубают массу для составления средней пробы (1,0-1,5 кг) на влажность и химанализ. Потери сухого вещества и отдельных питательных веществ определяют по средним данным.

При оценке эффективности технологии приготовления объемистых кормов из трав, а также отдельных технологических регламентов их проявления и сушки возникает необходимость определения суммарных потерь питательных веществ по всему циклу обезвоживания и уборки скошенных растений. Эти данные необходимы, прежде всего, при технико-экономическом анализе разрабатываемых технологий, уборочных комплексов, иногда отдельных кормоуборочных машин. Для этого подбирают выравненный по травостой участку поля площадью не менее 2 га, если проводится одновариантный опыт. Перед скашиванием

растений учитывают урожайность травостоя методом учетных делянок по 4 м² каждая. Количество делянок на участке (или на каждом участке) должно быть не менее 6. Для составления средней пробы на влажность и химический анализ берут $\frac{1}{10}$ или $\frac{1}{20}$ часть скошенных трав с каждой делянки, после измельчения и перемешивания которых отбирают 1,0-1,5 кг массы.

Всю провяленную или высушенную до необходимой влажности массу подбирают с участка и взвешивают. Из измельченной массы на силос или сенаж средние пробы на влажность и химанализ готовят после разгрузки каждого второго или третьего транспортного средства. Для этого ее берут по 20-30 кг и после перемешивания путем последовательного деления на части составляют пробу в массой 1,0-1,5 кг. Результаты анализов относят к количеству массы, доставленной на момент отбора пробы.

Затраты труда от скашивания растений до подбора и транспортировки массы определяют по фактически отработанному времени трактористами-машинистами и шоферами, с учетом времени, необходимого для переезда уборочных машин и транспортных средств к месту работы. Учитывают прямые (непосредственные) и овеществленные затраты энергии. Прямые затраты определяют по фактически отработанному времени уборочных машин и транспортных средств, с учетом времени для их переезда к месту работы, и по нормативным данным о расходе горюче-смазочных материалов при выполнении работ. Овеществленные затраты энергии, связанные с использованием уборочных машин и транспортных средств, учитывают по нормативам.

4.3. Особенность методов оценки эффективности машин и механизмов при скашивании и обезвоживании трав

Оценка эффективности использования машин на скашивании, обезвоживании и подборе провяленной или высушенной массы, а также механизмов для обработки растений при скашивании, по внесению биологических и химических препаратов в консервируемую массу, доизмельчения зерна при уборке кукурузы и других зерновых культур в фазе восковой спелости, ведут по общим и частным (конкретным) показателям. Применительно к уборочным машинам к общим показателям относятся надежность и удобство в работе и ее качество, производительность, прямые и эксплуатационные затраты при их использовании. Частными (конкретными) показателями можно считать засорение массы почвой при скашивании трав, чистоту скашивания, потери при подборе и измельчении растений. Применяемые механизмы на скашивании и уборке кормовых культур специфичны по назначению, и каждый из

них, как правило, не имеет общих показателей для оценки эффективности.

Оценку машин на скашивании и обезвоживании трав необходимо вести с учетом развития и состояния растений. Для этого подбирают участок поля, на котором выделяют 10 учетных делянок площадью 0,25 м² (0,5×0,5 м), расположенных по его диагонали. На каждой делянке определяют (учитывают):

1. Фазу вегетации, визуально;

2. Высоту растений путем измерения расстояния от уровня почвы до наиболее высоко расположенной части на прямостоящих или выпрямленных растениях. Общее количество измерений – не менее 50. Затем полученные данные суммируются для определения средней высоты травостоя. При наличии полеглого травостоя измеряют высоту растений в естественном и выпрямленном положениях. Полеглость определяется как отношение разности измерений высоты растений в естественном положении к высоте растений в выпрямленном положении:

$$П_{пол} = \frac{L - L_1}{L} \cdot 100, \text{ где } L - \text{средняя высота растений в выпрямленном}$$

положении, см; L_1 – средняя высота растений в естественном положении, см.

Для определения густоты травостоя учитывают количество стеблей растений на учетных делянках и рассчитывают по формуле:

$$n_{тр} = \frac{n}{S} \text{ шт/м}^2, \text{ где } n - \text{количество растений на учетной делянке, шт;}$$

S – ее площадь, м².

Надежность машин в работе определяют по количеству поломок и затратами времени на их устранение, пригодностью к использованию на уборке кормовых культур в сложных ситуациях – полеглость и высокорослость растений, переувлажнение и засорение посевов толстостебельными сорняками, холмистость местности и т.д. Высоконадежными считаются машины и механизмы к ним, если продолжительность их работы без поломок соответствует техническим характеристикам заводоизготовителей, но при обеспечении удовлетворительного качества работ в сложных условиях. К поломкам не относятся техобслуживание, смена отдельных деталей и регулировка рабочих органов машин.

Оценку качества работ при скашивании трав и силосных культур (кукуруза, сорго, подсолнечник и др.) ведут по чистоте и полноте скашивания растений на заданную высоту и потерям отдельных частей растений. Высоту среза трав машиной, а также потери от повышенного скашивания растений определяют с помощью специальной рамки с внутренним размером 0,5×0,5 м. Рамку устанавливают по всей ширине захвата режущего аппарата трехкратно или четырехкратно на каждом

режиме работы машины. Стерню измеряют в выпрямленном положении в четырех-пяти местах по ее диагонали.

Обработку данных ведут методом математической статистики. Определяют среднее значение, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации, характеризующие равномерность высоты среза.

Для определения потерь от повышенного скашивания трав, срезаются все части растений, расположенных выше предусмотренной агротребованиями высоты их скашивания. Собранные части растений

взвешивают. Потери определяют по формуле $\Pi = \frac{g_n}{10S_n}$ ц/га; где g_n – масса, собранная с учетной делянки, г; S_n – площадь учетной делянки, м².

Потери в процентах к урожаю определяют по формуле: $\Delta\Pi = \frac{\Pi 100}{L} \%$;

где L – урожайность трав, ц/га. Полноту скашивания обычно учитывают по массе оставшихся после скашивания растений. Ее учеты часто ведутся одновременно с определением потерь. Для этого после скашивания растений по 3 прокосам или полосам длиной около 100 м замеряют площадь нескошенных трав в 3-4 местах поля с одновременным их скашиванием и определением полученной массы по весу.

При уборке кукурузы и других толстостебельных культур на всей учетной площади собирают початки и другие крупные части растений – отрезки стеблей длиной свыше 15 см, обломки шляпок подсолнечника и т.д. Количество собранных остатков с учетных площадок пересчитывают на 1 га площади и фиксируют в килограммах на 1 га.

Оценка качества работы механизмов, устанавливаемых на уборочных машинах для обработки трав при скашивании, дробления или плющения зерна, внесения в силосуемую массу биологических и химических препаратов ведется, как правило, в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей по их эксплуатации. Вместе с тем следует отметить некоторые методические подходы при оценке работы механизмов, которые иногда не отражаются в инструкциях. Для обработки трав при скашивании механизмы, именуемые в настоящее время кондиционерами, имеют рабочие органы разных конструкций, но все они основаны на изминании и надкалывании стеблей. Поэтому при отборе средних проб для анализа скошенных растений на степень изминания стеблей массу не следует помещать в пакеты или мешки, во избежание дополнительного перелома стеблей. Отбор массы ведут также, как и при составлении средних проб для определения влажности и на химанализ, но растения укладывают в виде снопов с оборачиванием пленкой. Для разбора на фракции берут 1 кг массы, при этом учитывают и количество неизмятых частиц в виде мелких вегетативных побегов. При разборе массы по фракциям с разным количеством измятых стеблей идет частичное

испарение воды из растительных клеток, а также осыпание мелких частиц в виде крошек. Поэтому после разбора количество массы становится меньше 1 кг и определение долевого участия массы с разным количеством измятых стеблей следует вести с учетом общего количества по фракциям, а не 1 кг взятого для разбора.

Механизмы для дробления зерна (рекаттеры) устанавливают на кормоуборочных комбайнах, преимущественно при уборке кукурузы в фазе восковой спелости зерна, кормовых бобов и люпина. Отбор проб (не менее 4) для определения степени дробления зерна целесообразнее вести в момент его погрузки в транспортное средство на пол из полимерной пленки, в количестве 10-12 кг. Затем путем последовательного деления массы на части из нее составляют пробу около 2 кг. Зерно, раздробленное на частицы крупнее 5 мм, следует относить к целому, поскольку оно также плохо переваривается. В каждой из четырех и более отобранных проб отделяют все зерно от листостебельной массы, затем его делят по степени дробления на фракции – до 1,2,3,4 и 5 мм. Доля целого и измельченного зерна относится к общему количеству зерна и выражается в процентах.

Биологические и химические консерванты, а также другие добавки вносятся в силосуемую массу в основном в жидком (в растворенном или разведенном в воде) виде. Для этого применяют насосы-дозаторы, которые устанавливают на комбайнах для подбора и измельчения провяленных трав или прямого их кобальнирования. В инструкциях по эксплуатации насосов-дозаторов подробно указывается настройка дозирующих устройств для подачи препаратов в массу и проведение контроля за установленной дозой их внесения. Но при использовании насосов-дозаторов иногда возникает необходимость в определении равномерности распределения препаратов по массе, даже при внесении в установленной дозе. Эта работа наиболее просто и быстро может быть выполнена с использованием "красителей", из которых наиболее подходящим является нитрит натрия. Для этого он растворяется в воде и в виде 5%-ного раствора вносится в емкость для препаратов в количестве 28-30 л для последующей подачи в массу при ее погрузке в транспортное средство. В это время отбираются 3-4 пробы массы по 10-12 кг на пол из полимерной пленки. После перемешивания из нее отбирают пробу около 1,0 кг. Нитрит натрия обнаруживается с помощью реактива Грисса в виде качественной реакции и количественно. В последнем случае 5-6 г массы настаивают в 20-25 мл дистиллированной воды в течение 30 минут. После этого масса отфильтровывается и в фильтрате определяют содержание нитрита натрия удобным для работы методом. Равномерность распределения по массе нитрита натрия с помощью ка-

чественной реакцией можно судить и по интенсивности окраски полученного раствора: по слабому, среднему и ярко-розовому цвету.

Определение производительности машин на скашивании, провяливание и сушке трав, подборе и измельчении провяленной массы и уборке на силос свежескошенных растений, подборе сена в рассыпном и прессованном виде ведут по объему выполненной работы в единицу времени. Она исчисляется в час чистого времени или в час сменного времени. В первом случае берут короткий промежуток работы машины и с точностью до 1 секунды замеряют выполненный ею объем работ. На скашивании – га/час, на подборе с измельчением и прямом комбайнировании, прессовании сена – т/час. Производительность за час сменного времени определяют путем деления выполненного объема работ на общее время, затраченное на ее выполнение, считая время, необходимое на перемещение машин к месту работы. Она также указывается в га/час или т/час сменного времени.

При скашивании трав, особенно однолетних бобово-злаковых смесей, дисковыми (ротационными) косилками на легких супесчаных и влажных черноземных почвах или заливных лугах нередко имеет место сильное засорение скошенной массы землей. При использовании брусковых косилок загрязнение массы тоже не устраняется, поэтому при отработке отдельных режимов провяливания или сушки трав, а также при испытании косилок новых марок возникает необходимость в уточнении или установлении фактического загрязнения трав при скашивании. Загрязненность скошенной зеленой массы почвой с учетом ее наличия на растениях до скашивания (естественное загрязнение) определяют путем отмыва навески (около 1 кг) в воде с последующим фильтрованием, высушиванием и взвешиванием осадка. Погрешность взвешивания - $\pm 0,1$ г. Повторность опыта трехкратная. Для этого готовят пробы из растений, скошенных вручную, и из массы, скошенной и уложенной в прокося, испытываемыми машинами. Загрязненность зеленой массы почвой (K_3) в % вычисляют по формуле $K_3 = \frac{M_n}{M^1} \cdot 100$, где M_n – масса почвы после высушивания, г; M^1 – масса пробы, кг.

Степень загрязнения зеленой массы почвой при скашивании растений определяют по разности между технологической и естественной загрязненностью.

5. СИЛОСОВАНИЕ И СЕНАЖИРОВАНИЕ

5.1. Определение сахаро-буферного отношения в кормовых культурах

Отношение сахара к буферной емкости служит показателем способности кормовых культур к подкислению. Его определяют как частное от деления содержания сахара в силосуемых растениях на их буферную емкость. Оба указанных параметра выражают в процентах от их содержания в сухом веществе зеленой массы. Содержание сахара в силосуемых растениях определяют по методу Бертрона (см. Руководство по зоотехническому анализу кормов. – М., 1963). Буферную емкость – по методу А.А. Зубрилина (1947) или Ф. Вайсбаха (1992). По А.А. Зубрилина буферную емкость зеленой массы выражают количеством безводной молочной кислоты, израсходованной для ее подкисления до рН 4,0. Для этого используют 1 н (нормальный) раствор молочной кислоты.

Ход анализа. Навеску зеленой массы 10 г мелко измельчают, затем растирают в ступке и переносят в стеклянный бюкс с добавкой 8-10 мл дистиллированной воды. В смесь добавляют из бюретки 1 н раствор молочной кислоты для ее подкисления до рН 4,0, затем смесь отстаивают в течение 20-30 минут и снова определяют ее рН, если он окажется выше этого значения, то вновь добавляют по каплям кислоту, доводя кислотность до рН 4,0. Буферную емкость (Х) определяют по формуле: $X = \frac{K \times 0,09 \cdot 100}{H}$; где К – количество 1 н раствора молочной кислоты, пошедшей на подкисление массы до рН 4,0; 0,09 – количество молочной кислоты (г) в 1 мл 1 н раствора; Н – навеска корма, г.

По Ф. Вайсбаху анализ ведется путем медленного (в течение 30-60 мин) титрования молочной кислотой (0,1 Мол/л) лиофильно высушенной растительной пробы (1 г), смешанной с дистиллированной водой в соотношении 1:100, до рН 4,0.

При выполнении анализа следует предварительно установить поправочный коэффициент молочной кислоты. С этой целью 15 мл молочной кислоты (0,1 Мол/л) разбавляют 85 мл дистиллированной воды, затем титруют фиксированным раствором NaOH (0,1 Мол/л). Поправочный коэффициент молочной кислоты находят как частное от деления теоретически необходимого для ее титрования количества NaOH на фактически израсходованное его количество.

Пример: на титрование 15 мл молочной кислоты израсходовано 14,8 мл NaOH, Следовательно, поправочный коэффициент (К) молочной кислоты равен: $K = \frac{15}{14,8} = 1,013$.

Следующим этапом проведения анализа служит определение значения контроля. Для этого 100 мл дистиллированной воды титруют молочной кислотой до pH 4,0.

По Ф. Вайсбаху буферную емкость выражается через B и ее вычисляют по формуле: $B = TK \frac{90,08}{CB}$; где T – количество молочной кислоты, пошедшей на титрование пробы (за вычетом значения контроля); K – поправочный коэффициент молочной кислоты; CB – содержание сухого вещества в 1 г пробы.

5.2. Специфика отбора проб силосуемой и сенажируемой массы на микробиологический анализ

При проведении исследований по изучению процесса ферментации силосуемой и сенажируемой массы ведется ее анализ на содержание основных микроорганизмов или отдельных их видов. Интенсивность микробиологической деятельности при силосовании (сенажировании) оценивается по содержанию бактерий при укладке и в процессе консервирования массы. При отборе массы на анализ следует иметь в виду, что ее обсеменение кроме эпифитной микрофлорой, то есть содержащимися микроорганизмами на растениях до скашивания, происходит и другими их видами в процессе скашивания (подбора) и измельчения, транспортировки и разгрузки, особенно сильно вблизи животноводческих построек. Поэтому, когда анализу подвергается масса, закладываемая на хранение в то или иное сооружение, отбор средней пробы следует вести после ее укладки и прикатывания. В траншеях в 3-4 местах на глубину 5-10 см от ее поверхности по 2,0-2,5 кг в каждом месте, отобранная масса перемешивается на пологе из полимерной пленки и из нее берут среднюю пробу в количестве 1,0-1,5 кг. Затем через 1,0-1,5; 3,0-5,0; 12,0-15,0 суток в этих же местах с помощью пробоотборников ведут отбор уложенной в хранилище силосуемой (сенажируемой) массы для составления средних проб.

Микробиологический анализ силосуемой (сенажируемой) массы чаще всего проводят при постановке лабораторных опытов. В этих случаях отбор средней пробы исходной массы следует также вести после измельчения растений и укладки массы в сосуды для ее хранения. Но для составления пробы выемку массы следует проводить лишь из сосудов, в которые она заложена без всяких добавок – биологических или химических консервантов, сахаристых и белковых веществ и т.д. Для этого достаточно взять 0,5-0,6 кг массы которую после перемешивания использовать как среднюю пробу на анализ. Выемку силосуемой (сенажируемой) массы, в зависимости от целей опытов проводят в разные

сроки, но желательно в основные фазы ее ферментации – через 1,0-1,5; 3,0-5,0; 12,0-15,0 суток после закладки и при выемке. Особенность лабораторных опытов состоит в неудовлетворительном соотношении количества заложенной массы к ограждающим поверхностям сосудов. Поэтому необходима тщательная их герметизация. Но по разным причинам она не всегда надежно обеспечивается. В связи с этим для устранения или сведения к минимуму отрицательных последствий хранения массы при доступе к ней воздуха выемку из них силоса (сенажа) в каждом варианте опыта следует вести не менее чем из двух сосудов.

В зависимости от целей опытов определение родового и видового составов микроорганизмов при силосовании и сенажировании бывает разным. Однако во всех случаях определяется общее количество молочнокислых, гнилостных и маслянокислых бактерий. В свете современных представлений о процессе ферментации при силосовании и сенажировании объем анализов по определению количества и видов микроорганизмов должен быть расширен. Среди молочнокислых бактерий необходимо определять наиболее типичные гомоферментативные микроорганизмы, прежде всего *Lactobacillus plantarum*, и гетероферментативные – *Lactobacillus buchneri*. Ибо их количество и соотношение в ферментируемой массе является одним из важных показателей определения эффективности способов обработки и укладки на хранение силосуемой массы, использования внесенных в нее биологических и химических препаратов, сахаристых и других добавок. Из нежелательных бактерий, кроме гнилостных и маслянокислых, крайне необходимо определять наличие в силосуемой массе и микроорганизмов из семейства *Enterobacteriaceae* (энтеробактерий), относящиеся к кишечной группе бактерий. Они, в отличие от гнилостных и маслянокислых бактерий, обладают повышенной устойчивостью к кислой реакции среды (рН 4,3), активно сбраживают сахара, в основном до углекислого газа, и гидролизуют аминокислоты до аммиака. Эти бактерии быстро прекращают свое развитие в среде при активном размножении гомоферментативных молочнокислых микроорганизмов. Поэтому интенсивность и скорость прекращения жизнедеятельности энтеробактерий является надежным показателем желательного (регулируемого) микробиологического процесса при силосовании.

Сенажирование трав протекает при значительном увеличении осмотического давления в клетках провяленных растений. В результате слабой доступности содержащейся в них воды и растворенных в ней питательных веществ для большинства бактерий, прежде всего нежелательных, интенсивность ферментации резко снижена. Однако когда смытые с сенажа бактерии высеваются на обычные питательные среды, то они начинают активно размножаться на них. В результате получают-

ся искаженные данные об истинных микробиологических процессах при сенажировании. Чтобы это устранить в питательные среды для культивирования бактерий, находящихся на сенажной массе, необходимо вносить хлористый кальций в количестве 10% от массы питательной среды для создания в ней такого же осмотического давления как и в проявленной до влажности 55% и ниже зеленой массе.

5.3. Определение аэробной стабильности и порчи силоса

Эти два понятия связывают с отрицательным влиянием кислорода воздуха, содержащегося в силосуемой массе и в готовом силосе. Начальный процесс силосования часто называется аэробной фазой, которая очень кратковременна – 0,5-1,5 суток. Но в эту фазу начинают активно развиваться нежелательные аэробные и факультативные микроорганизмы – бактерии, дрожжи и плесени. После создания анаэробной (бескислородной) среды и интенсивного развития молочнокислых бактерий (фаза основной ферментации) деятельность многих из этих нежелательных микроорганизмов лишь затухает. При поступлении воздуха в силос в процессе его выемки или плохой герметизации, сохранившиеся жизнеспособные нежелательные микроорганизмы начинают активно размножаться. Многие из них, прежде всего дрожжи, активно используют для своего питания молочную кислоту, создавая тем самым благоприятные условия для развития гнилостных и других микроорганизмов, разлагающих белки до аммиака с выделением дурнопахнущих и вредных продуктов. Одновременно с этим используются для сбраживания оставшиеся моносахара, олигосахариды и крахмал с выделением вредных и неприятных по запаху соединений (ацетон и др.). В результате силос портится. Это процесс назван аэробной порчей силоса. Интенсивность и объем этой порчи помимо количества поступившего в силос воздуха и концентрации в нем кислорода, в значительной мере определяется сохранением жизнеспособности нежелательных бактерий, обуславливающих аэробную порчу силоса. Устранение их жизнедеятельности в фазу основной ферментации происходит не только под действием молочной кислоты и антител, выделяемых молочнокислыми бактериями, но и других факторов – фитонцидов растений, осмотического давления в растительных клетках, содержания и доступности легко усвояемых питательных веществ и т.д. Но как показали многочисленные исследования по этому вопросу, наибольшее влияние на подавление развития этой многочисленной нежелательной группы микроорганизмов могут оказывать добавки в виде химических и биологических препаратов. Степень снижения активности нежелательных микроорганизмов, портящих корм при поступлении в него воздуха, названа аэробной ста-

бильностью. Ее определение позволяет предсказать скорость и интенсивность аэробной порчи силоса, а, следовательно, и рациональный режим его хранения и выемки, обуславливающий снижение до минимума отрицательные последствия. Из всех видов силоса самой низкой аэробной стабильностью обладает силос из кукурузы в фазе восковой спелости зерна, а также ботвы сахарной свеклы. При поступлении в него воздуха качество его начинает снижаться уже через двое суток. Но аэробную стабильность при силосовании этих культур можно существенно повысить, а, следовательно, и устойчивость готового силоса к порче при поступлении в него воздуха в процессе выемки. Для примера на рис. 2 приведены данные Д.Р. Дейвиса с соавторами (2007) о скорости и степени самосогревания аэрированного силоса из кукурузы восковой спелости. Силос обычный (необработанный), а также с внесением биологического препарата на основе молочнокислых бактерий и ферментов, под названием Сил-Олл, и силос с этим же препаратом в смеси с бензойной кислотой закладывался в теплоизолированные цилиндрические емкости (100×150 мм) с отверстием для поступления в массу воздуха и выхода из нее углекислого газа. Заполненные емкости помещались в бокс при постоянной температуре, равной 20°C.

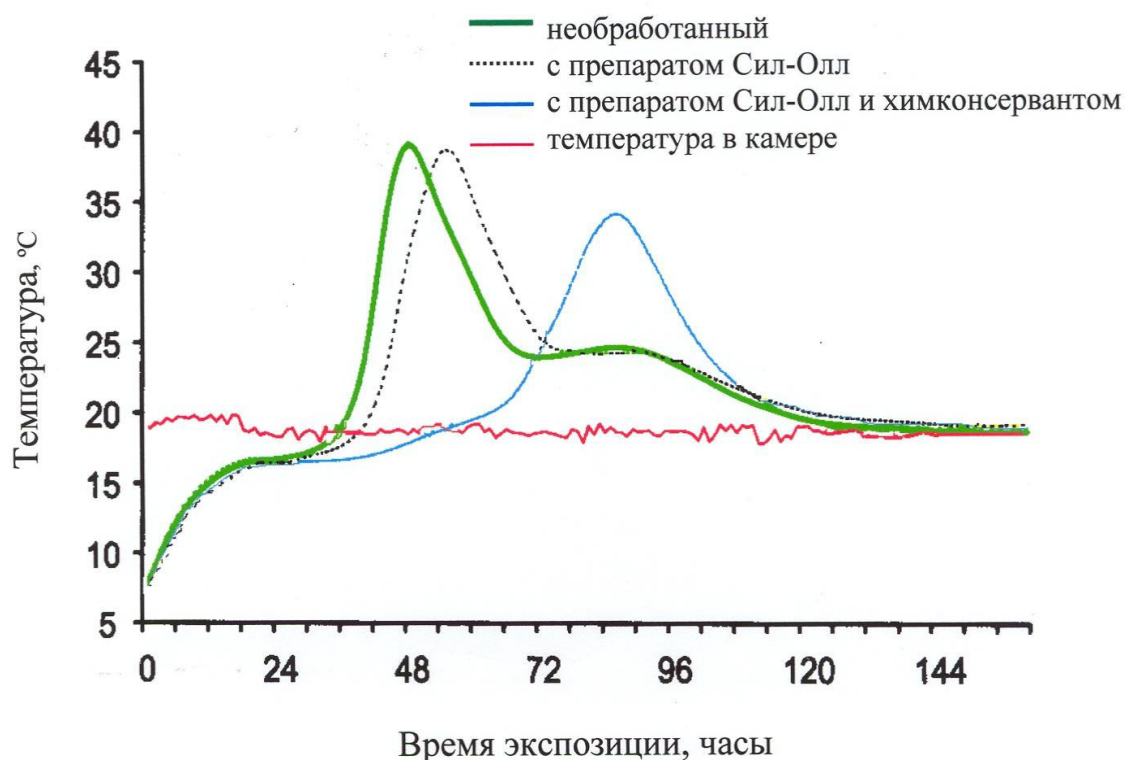


Рис. 2. Температурные профили при хранении силоса на воздухе

Начало самосогревания силоса, приготовленного с внесением смеси биологического и химического препаратов, отмечено на третьей

сутки, почти на двое суток позднее, чем силоса и обычного с биологическим препаратом, при заметно меньшей температуре (35 против 45°C). Это означает, что за счет применения консервирующих добавок можно практически полностью устранить аэробную порчу силоса при выемке.

При разработке технологий приготовления силоса и сенажа, особенно с использованием новых кормоуборочных машин, или способов хранения, а также консервирующих добавок представляют практическую значимость данные, о величине возможных потерь сухого вещества, как суммы питательных веществ, от аэробной порчи корма. Для их определения можно воспользоваться специальной методикой, описанной Г. Хонигом (1985). Она сводится к следующему.

Определение аэробной порчи. Система основана на линейной корреляции между повышением температуры и интенсивности выделения CO_2 , которая может быть трансформирована в потери сухого вещества (глюкозы) с помощью формулы дыхания. Факторы конверсии, указанные ниже, имеют отношение только к методу тестирования, примененному в данной работе. Более высокая степень изоляции и большее количество корма приведут к большему повышению температуры при одних и тех же потерях.

Сосуды. Однолитровые алюминиевые банки диаметром 100 мм, высотой 150 мм, обернутые пластиковой пленкой с отверстием в днище диаметром 10 мм и пенообразной смолой слоем 60 мм, изолированной в пленке, по бокам и по 30 мм сверху и внизу банки.

Газообмен. Газообмен обеспечивается за счет разницы удельного веса CO_2 , выделяемого в течение процесса, и окружающего воздуха. Диаметр отверстия является достаточным для необходимого газообмена, как показали сравнительные испытания на "Сопромате-системе" (компенсирование дефицита O_2 автоматически до необходимой потребности). Крышка банки должна быть пластиковой, чтобы не допустить чрезмерного высыхания верхних слоев материала.

Измерение температуры. Термопара (медная константа) соединяется со стоканальным автоматическим принтером. Измерение температуры ведется через 6 часовые интервалы с усреднением за сутки.

Базисная температура. Сосуды хранят в комнате или боксе с контролируемой температурой 20° С. Если в начале материал был холоднее, то требуется время для повышения его температуры до 20° С, после чего применяют изоляцию.

Количество закладываемой массы. 100 г сухого вещества является основным количеством закладываемой массы. Как только повышение температуры покажет линейную корреляцию в пределах от 60 до 130 г сухого вещества, данные могут быть откорректированы с учетом не-

больших отклонений. Если материал высокой плотности не заполняет объем, равный 1 л, то диск из пенообразной смолы с отверстием 12 мм вводят в качестве заменителя.

Расчет потерь. Содержание сухого вещества (%) является вторым фактором после величины заполнения, которое учитывают при трансформации повышения температуры в потери сухого вещества. Ниже-приведенная таблица построена на обширных сравнениях повышения температуры в описанной установке с одновременным определением CO₂.

Потери сухого вещества в день при повышении температуры на 1° C

а) Фактор F_{CB100} (при 100 г СВ, заполненный вес)

%	СВ, г									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,450	0,438	0,425	0,413	0,400	0,388	0,375	0,363	0,350	0,338
20	0,325	0,135	0,306	0,279	0,287	0,278	0,268	0,259	0,249	0,240
30	0,230	0,226	0,222	0,218	0,214	0,210	0,206	0,202	0,198	0,194
40	0,190	0,186	0,181	0,177	0,172	0,168	0,163	0,159	0,154	0,150
50	0,145	0,140	0,136	0,131	0,127	0,123	0,118	0,114	0,109	0,105
60	100									

б) Фактор F_{CB} (при колебании заполненного веса от 60 до 130 г)

$$F_{CB} = F_{CB100} \times \frac{100}{\text{сухое вещество в заполненном весе (г)}}$$

5.4. Закладка лабораторных и научно-производственных опытов, проведение учетов и наблюдений

Силосование (сенажирование) в лабораторных условиях можно вести в сосудах различной емкости, начиная с 0,5 л. Довольно широкое применение получило силосование и сенажирование массы в молочных стеклянных или толстостенных пластмассовых бутылках, емкостью 0,5-1,0 л. Они удобны в заполнении и герметизации массы. При их использовании можно также вести в динамике наблюдения за процессами брожения массы по выделяющимся газам при окислении, частично гидролизе, питательных веществ. Данные об интенсивности образования газов брожения и их количестве являются предварительными показателями о направленности процесса консервирования и биологических потерях питательных веществ при его течении. Бутылки емкостью 0,5-1,0 л пригодны для хранения силоса и сенажа с последующей оценкой качества полученного корма по биохимическим (кислоты, аммиак, витамины) и химическим показателям. Однако не следует вести определе-

ние сохранности (потерь) питательных веществ в процессе консервирования массы из-за малого ее объема. Одна из схем использования таких емкостей показана на рисунке 3.

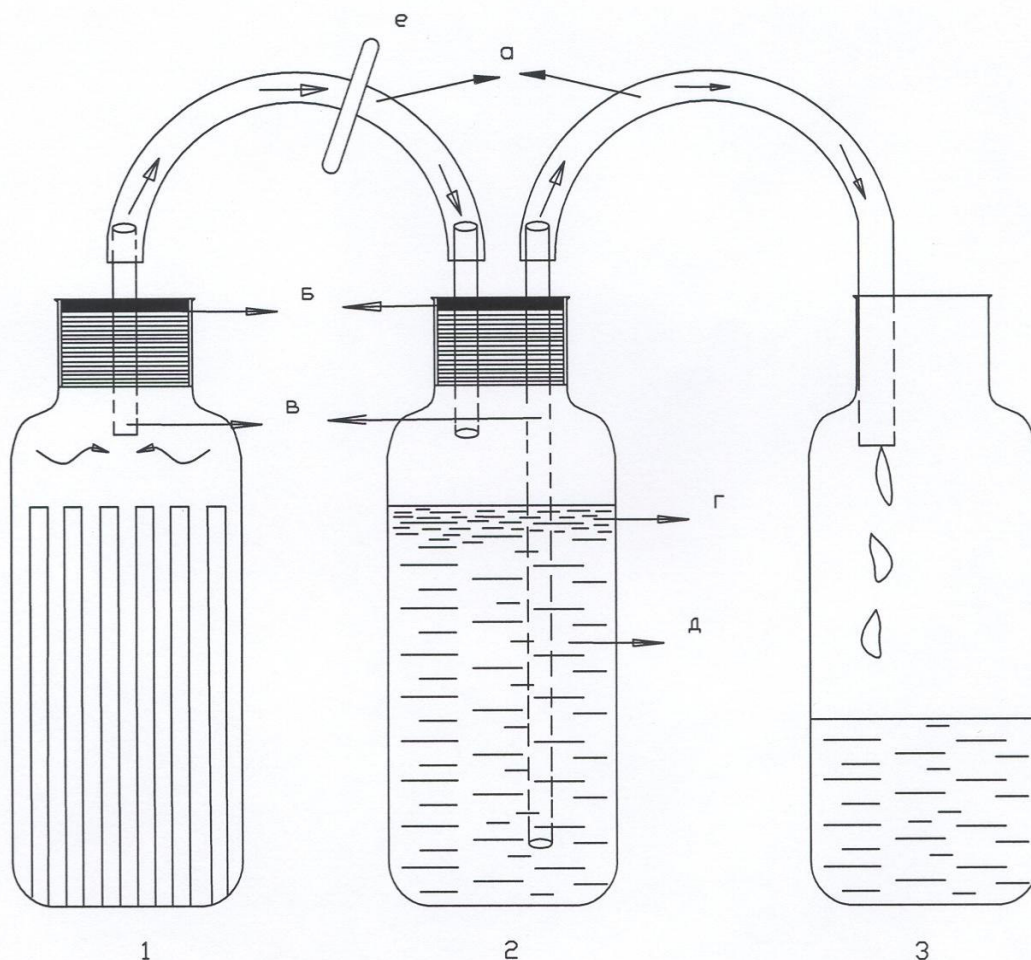


Рис. 3. Установка для учета выделенных газов брожения при силосовании: 1 - сосуд для силосуемой массы; 2 - сосуд для насыщенного раствора поваренной соли; 3 - сосуд для приема вытесненного раствора; а - резиновый шланг; б - резиновые пробки; в - стеклянные трубки; г, д - насыщенный раствор поваренной соли; е – зажим

Для тщательного укрытия массы и обеспечения свободного выхода газов брожения каждая бутылка закрывается резиновой пробкой с пропущенной через нее стеклянной трубкой, с внутренним диаметром 4,0-5,0 мм. Трубка на 20-25 мм должна выступать над торцами пробки. Для каждой бутылки по приему газов брожения готовится такая же вторая бутылка, также укрыта резиновой пробкой, но через нее проходят две стеклянные трубки. Одна точно так же, как и в первой бутылке, вторая – не доходя 1,0-1,5 см до дна, как показано на рисунке 3. Эту бутылку наполняют насыщенным раствором поваренной соли. И соединяют с помощью резинового шланга с бутылкой, заполненной силосуемой (сенажируемой) массой. Шланг оборудуют зажимом. Конец трубки бутыл-

ки с раствором соединяются с третьим сосудом, лучше всего в виде мерной колбы. При создании в процессе ферментации массы даже небольшого давления, газы брожения выдавливают из второй бутылки насыщенный раствор поваренной соли, объем которого равен объему выделенных газов. Он замеряется с точностью до 0,1 мл.

Процесс ферментации, особенно при силосовании массы, протекает наиболее интенсивно в первые двое суток. Поэтому замер вытесненного раствора следует проводить в эти дни не реже одного раза в сутки. Плотность укладки массы, с учетом ее измельчения, должна быть близкой к пределам уплотнения в условиях производства: свежескошенной массы трав, кукурузы и других силосуемых растений, влажностью 75-80% - в пределах 600 г/л; провяленной трав массы – 480-500 г/л, сенажной – около 400 г/л, при измельчении растений соответственно на 20-30 и 10-20 мм. Повторность каждого варианта опыта – трехкратная, но допустима и двукратная. Однако, в этом случае, если разница в показателях влажности между параллелями превышает 3 % в абсолютном значении, то их следует считать недостоверными. Бутылки с заложеной в них массой должны храниться в помещениях с температурой воздуха выше +15°C, в защищенном от дневного света месте. Срок хранения не ограничен. Однако к вскрытию емкостей можно приступить после прекращения образования газов брожения.

При необходимости определения потерь питательных веществ емкость сосудов должна быть более 10 л. В большинстве случаев для этих целей используются металлические сосуды цилиндрической формы, покрытые внутри кислотостойким лаком. Сосуды герметически закрываются металлической крышкой с болтовым прижатием к диску, приваренному к верхнему торцу сосуда (рис. 4). Крышка и диск оборудуются кислотостойкими, газонепроницаемыми резиновыми прокладками. В середине крышки вваривается металлический патрубок для установки клапана по сбросу избыточного давления газов или оборудования его резиновым шлангом с зажимом при проведении этой операции вручную.

Плотность укладки массы в зависимости от ее влажности и степени измельчения такая же, как и в молочных бутылках. Повторность вариантов, как правило, двукратная, но лучше трехкратная. Срок заполнения сосудов всех вариантов опыта – не более одного часа. Это вызвано необходимостью сохранения в исходной массе питательных веществ и воды в близких пределах от начала до окончания ее укладки в сосуды.

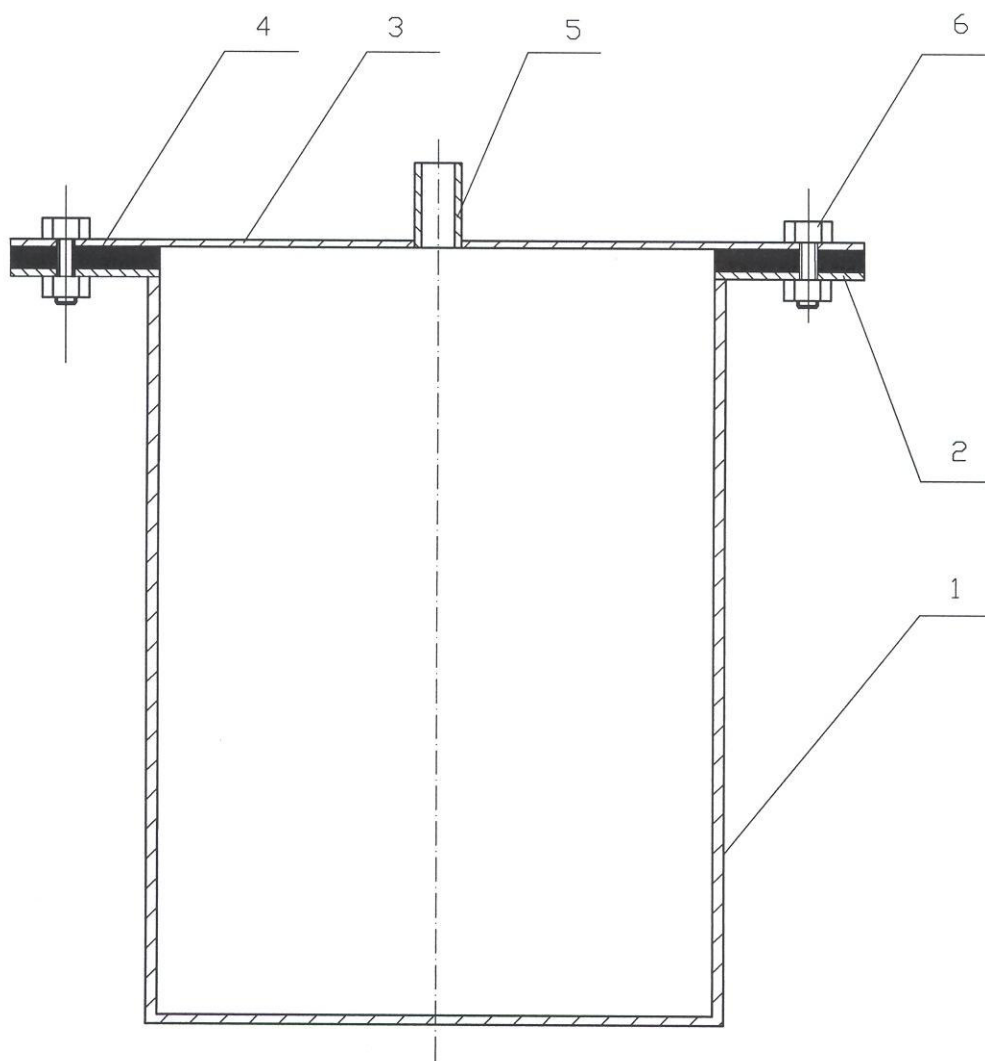


Рис. 4. Сосуд для хранения силоса или сенажа при предварительном определении потерь питательных веществ: 1 – боковая стенка сосуда; 2 – опорное кольцо; 3 – крышка; 4 – кислотостойкая, газонепроницаемая резиновая прокладка; 5 – патрубок для сброса избытка давления; 6 – болт крепления крышки

Сосуды взвешивают перед заполнением и после укладки в них массы. Чтобы уменьшить испарение воды массу, подготовленную к укладке, следует укрыть пологом из полимерной пленки. В начале укладки массы отбирают среднюю пробу на химанализ и для определения влажности. Сосуды с силосом (сенажом) хранятся в крытом помещении при температуре свыше $+15^{\circ}\text{C}$, не менее 1 месяца до вскрытия.

Полученный корм вынимают из сосудов на полог из полимерной пленки, взвешивают, перемешивают и отбирают среднюю пробу массой 1,0-1,5 кг. Определение количества сохранившегося корма путем взвешивания неразгруженного сосуда с последующим вычитанием массы сосуда до заполнения приводит к завышению данных о его сохранности. Поэтому это не следует практиковать.

Наиболее точные данные при проведении лабораторных опытов могут быть получены с использованием емкостей типа лабораторных приборов – счетчиков. Такие емкости были сконструированы и изготовлены во ВНИИ кормов. Они доступны практически всем научным учреждениям, занимающимся исследованиями по консервированию и хранению кормов. На рис.5 показана схема такой емкости. Она представляет собой два сосуда, вставленных один в другой. Наружный из толстостенного полимерного материала, внутренний из кислотостойкого нержавеющей металла. Между сосудами воздушная прослойка в качестве теплоизолирующего слоя. Верхние кромки сосудов герметически соединены за счет опорного диска, на котором крепится с герметическим укрытием массы металлическая крышка. Она оборудуется вводами для датчиков по измерению температуры массы, определению ее pH, замера количества газов брожения и их состава (сероводород, сернистый газ, двуокись азота, окись и двуокись углерода). Крышка оборудована также патрубками для установки дополнительных приборов, в частности манометра по сбросу избыточного давления, если не ведется учет газов брожения. Каждая емкость оборудована дистанционными термометрами, счетчиками выделенных газов брожения, которые показывают количество содержащихся в них сероводорода и сернистого газа, окиси и двуокиси углерода.

Для определения двуокиси азота емкость оборудуется отдельным прибором. Счетчики работают как в автоматическом режиме с регистрацией их показаний на бумажном носителе, так и при разовом включении. Объем внутреннего цилиндра, в который закладывается силос или сенаж, составляет 20 л. Это позволяет закладывать в него массу при разной плотности, так как полученного корма всегда достаточно для анализов, в том числе по определению переваримости питательных веществ методом *in vitro*. Особенность закладки в них силоса (сенажа) состоит в том, что при заполнении каждой емкости отбирается средняя проба по 1,0-1,5 кг на химанализ и для определения влажности закладываемой массы. Полученный корм вынимают на полог из полимерной пленки и после перемешивания составляют среднюю пробу такой же массой (1,0-1,2 кг). Для хранения емкостей нужно специальное помещение с устройством для установки измерительной аппаратуры. Температура в помещении должна быть плюсовой, но ее значение не регламентируется.

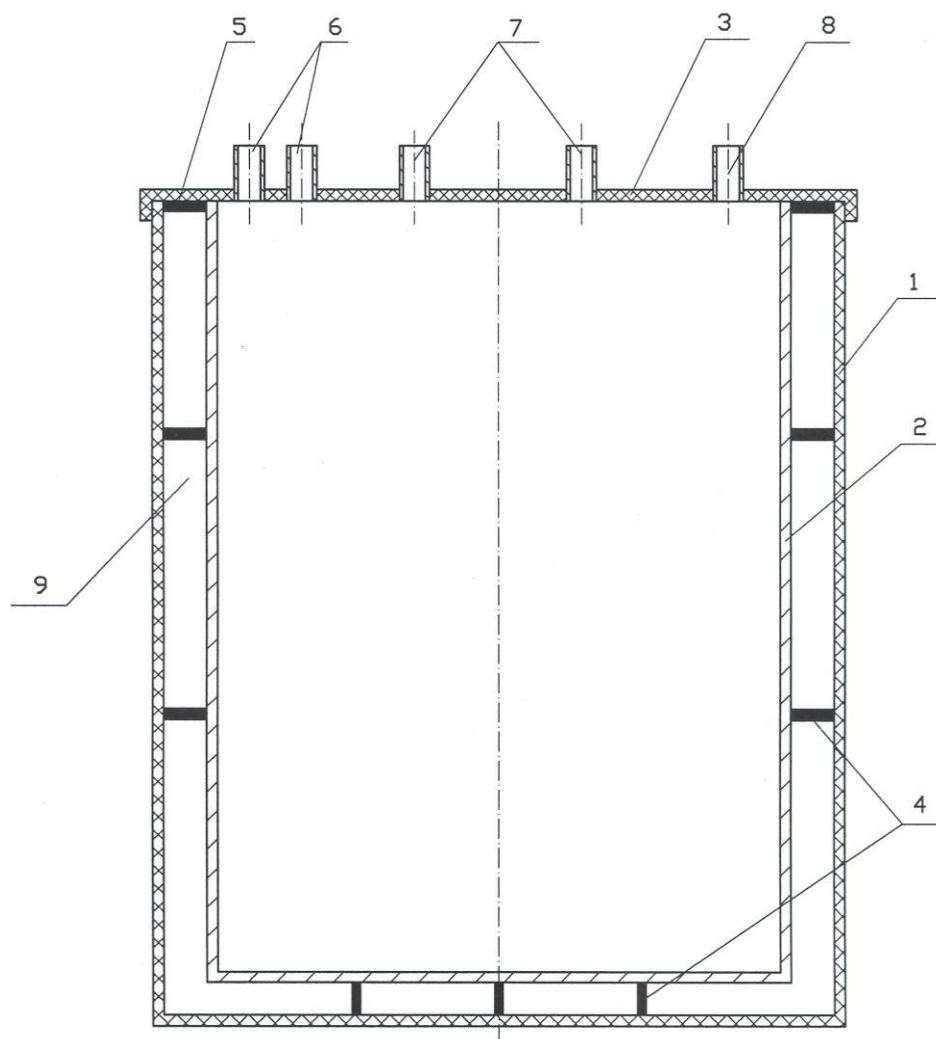


Рис. 5. Схема лабораторной емкости, оборудованной измерительной аппаратурой: 1 – стенка из полимерного материала; 2 – стенка из кислотоустойчивой нержавеющей стали; 3 – крышка емкости; 4 – опоры; 5 – опорный диск; 6 – ввод датчиков для измерения температуры и определения pH массы; 7 – патрубки для сброса избытка давления и ввода дополнительной аппаратуры; 8 – патрубок для соединения с аппаратурой по определению выделенных газов брожения и их состава; 9 – воздушная прослойка

В лабораторных условиях иногда приходится определить примерную плотность массы, а также выделение сока при ее самоосадке в зависимости от степени измельчения, влажности и физических свойств силосуемых (сенажируемых) растений. Для решения этого вопроса проведено множество опытов с использованием разных сосудов – металлических, гончарных, полимерных и даже стеклянных цилиндрической формы. Результаты испытаний показали, что диаметр таких сосудов должен быть в пределах 20-25 см, чтобы технически обеспечить давление, которое масса испытывает при хранении в сооружениях (120-250 г/см²). Но в таких емкостях возникает сильное сопротивление массы в результате ее трения со стенками при самоосадке. Поэтому нецелесооб-

разно применять сосуды диаметром меньше 20 см. Снижение эффекта трения массы о стенки при самоосадке можно достичь за счет применения сосудов с разным их диаметром по верхней кромке и днищу. Верхний диаметр должен быть меньше нижнего. Их соотношение примерно может быть как 1,0:1,15, при этом должна быть ограничена и высота заполнения сосудов массой, до 0,5-0,6 м. Сосуды с разным диаметром по верхней кромке и днищу можно сделать из листовой стали, лучше оцинкованной, толщиной не менее 1,0 мм с покрытием внутренних стенок кислотостойким лаком. Расчет требуемого давления на уложенную массу следует вести с учетом плотности ее укладки в кормохранилище. Столб массы высотой в 1 м, при плотности 500, 600, 700 и 800 кг/м³, создает давление на ниже уложенную массу соответственно 50, 60, 70, и 80 г/см², а двух и трехметровой высоты в 2-3 раза больше. Постоянное давление на уложенную в сосуды массу можно обеспечить за счет наложения на ее поверхность чугунных дисков, диаметр которых должен быть примерно на 2 см меньше. Наиболее целесообразная высота дисков в пределах 5 см, а масса – 12-15 кг (рис. 6). Самоосадка массы, как правило, идет неравномерно, в результате чего диски сдвигаются к стенкам сосудов. Чтобы свести к минимуму силу трения со стенками, диски желательно покрыть полимерной пленкой и смазать ее по их высоте трансформаторным или другим жидким маслом. Самоосадка массы идет наиболее интенсивно в первые трое суток после ее укладки. Поэтому, в этот срок ее следует фиксировать не менее двух раз в сутки. Для сбора сока днища сосудов оборудуют патрубками.

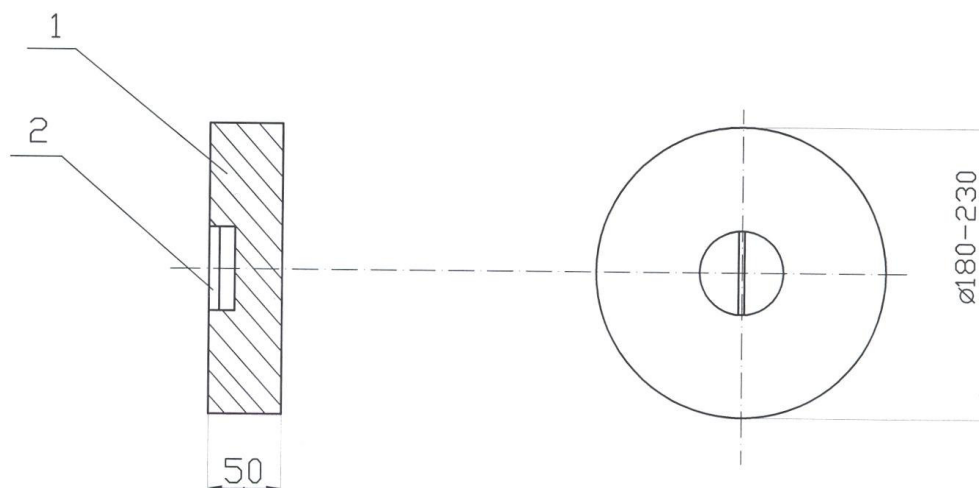


Рис. 6. Груз для уплотнения силоса (сенажа) в лабораторных сосудах: 1 – чугунный диск; 2 – рукоятка

Научно-производственные опыты, как правило, ведут в специальных помещениях, оборудованных емкостями для хранения силоса (сенажа) и механизмами для измельчения растений, уплотнения массы,

взвешивания исходного сырья и полученных кормов и т.д. Это так называемое стационарное место проведения опытов. Однако научно-производственные опыты иногда проводят в приспособленных помещениях и даже вне помещений.

Существует несколько систем стационарных сооружений, отличающихся друг от друга формой емкостей для хранения силоса (сенажа) и методами их заполнения, укрытия, хранения и выемки. Все они позволяют готовить указанные корма в количестве, достаточном для проведения опытов на овцах или молодняке крупного рогатого скота по определению переваримости питательных веществ, а также балансовых опытов.

Опыт эксплуатации разных систем показывает, что если предусматривается скормливание силоса взрослым валухам или ремонтному молодняку овец можно использовать емкости цилиндрической формы, полезный объем которых составляет в пределах $0,5 \text{ м}^3$. Высота таких емкостей должна превышать диаметр более чем в 1,5 раза. Хранить заполненные емкости с кормом предпочтительнее на поверхности пола помещения. Это облегчает и упрощает их оборудование температурными датчиками, зондами для отбора проб газа и другой измерительной аппаратурой. Емкости должны обеспечить устранение доступа воздуха в массу при хранении и обладать низкой теплопроводностью. Практика эксплуатации таких емкостей показывает, что этим требованиям наиболее полно отвечают емкости типа "пивных бойлеров". Они представляют собой два герметически сваренных стальных цилиндра, вставленных один в другой, с образованием воздушной прослойки для теплоизоляции. Надежность герметизации емкостей высокая. Их можно без реконструкции использовать для хранения силоса и сенажа, несколько изменив лишь оснащение измерительной аппаратурой на крышке емкостей. Однако вместимость емкостей, если имеется возможность по их изготовлению, целесообразно увеличить на 70-80 л. В настоящее время практикуется использование и одностенных стальных емкостей с разным укрытием заложенной в них массы.

При скормливании силоса (сенажа) молодняку крупного рогатого скота полезный объем емкостей составляет 5 м^3 и больше. Они готовятся в виде напольных цилиндров, устанавливаемых на специальные подставки для нижней их разгрузки, или в виде ям. По надежности герметизации массы преимущество имеют емкости в виде ям. По удобству загрузки и выемке они равнозначны. Первые имеют преимущество при выемке корма, вторые по закладке в них силосуемой (сенажируемой) массы. К тому же при использовании емкостей в виде ям более полно используется помещение. Стационарные сооружения всех систем оборудованы передвижными погрузочно-разгрузочными устройствами раз-

ных конструкций, но больше в виде кран-балок. Общая схема лабораторного корпуса такого типа, построенного во ВНИИ кормов, показана на рис. 7. Он, безусловно, нуждается в совершенствовании, особенно в оснащении современными емкостями для хранения силоса и сенажа, а также измерительной аппаратурой. Но конструкция сооружения и его планировка себя оправдала.

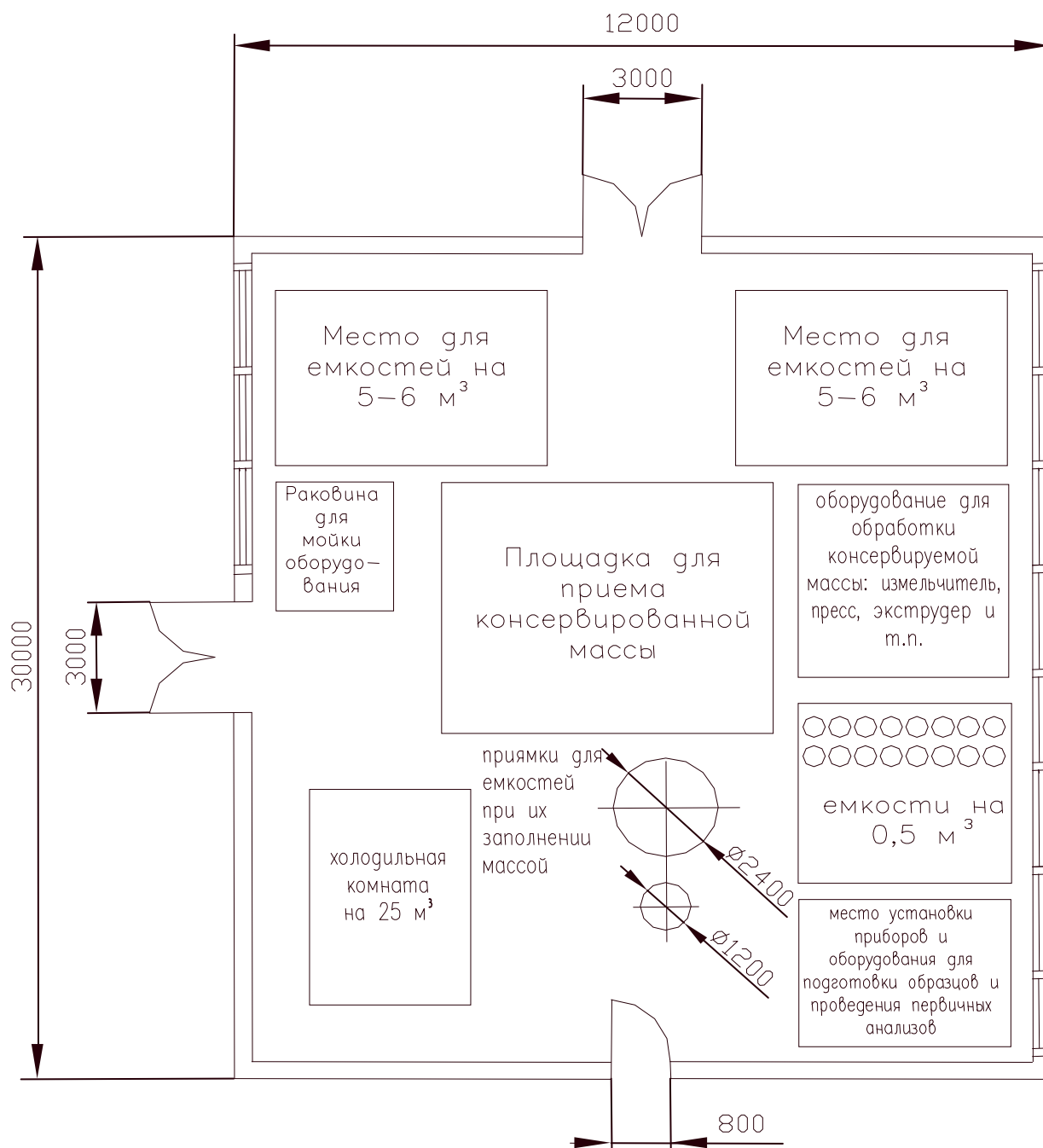


Рис. 7. Схема лабораторного корпуса для проведения экспериментальных работ по консервированию кормов (размеры в мм)

Загрузка емкостей — одна из ответственных операций, определяющих точность опыта. При использовании небольших емкостей (в

пределах 500 л) доставленную к месту укладки силосуемую или сенажируемую массу тщательно перемешивают, затем укрывают пологом из полимерной пленки, чтобы свести к минимуму испарение из нее воды. Всю закладываемую массу взвешивают и укладывают тонкими слоями при тщательном ее уплотнении, которое обычно создают с помощью металлического груза, массой около 500 кг. Груз представляет собой сваренный из толстых стальных листов круглой формы диск, диаметром на 3-4 см меньше диаметра емкостей, высотой около 30 см. Он должен обеспечивать давление на массу, как и уплотняющий ее в траншее гусеничный трактор, равное $650-700 \text{ г/см}^2$. Необходимая степень уплотнения контролируется количеством закладываемой массы и занятым ею объемом емкостей. При заполнении каждой емкости отбирают среднюю пробу уложенной массы в количестве 1,0-1,5 кг на химанализ и для определения ее влажности. Отбор массы для составления средней пробы начинают после того, как емкость будет заполнена примерно на 1/3. Для этого по мере заполнения емкости берут по 2-3 кг массы, которую помещают в пакет из полимерной пленки. После окончания загрузки емкости отобранную массу перемешивают и из нее составляют среднюю пробу. Количество заложенной массы определяют путем взвешивания емкостей до начала и после их заполнения. Загруженные емкости герметизируют, особенно тщательно одностенные, путем дополнительного укрытия в них массы полимерной пленкой и прижатием ее по всей поверхности сухим песком слоем 5-6 см. Затем емкости ставят на хранение при создании удобных проходов для их осмотра или оборудования измерительной аппаратурой. Срок хранения емкостей с силосом или сенажом не менее 2 месяцев.

При выемке весь корм взвешивают. Для определения его качества и сохранности (потерь) питательных веществ отбирают не менее трех проб на химанализ и влажность. Первую – вначале выемки, вторую в середине и третий перед окончанием. Если данные по влажности корма и содержанию в нем кислот, аммиака и других продуктов брожения близкие, то готовят одну пробу на химанализ после перемешивания трех отобранных.

Заполнение больших емкостей (5 м^3 и более) ведут таким же образом, но одновременно всех емкостей. Измельчение массы при подборе провяленных трав или прямом скашивании кормовых культур, можно вести только комбайнами, поскольку требуется много сырья. Закладывать в них силос (сенаж) можно не более, чем в трех вариантах. Всю закладываемую массу и готовый корм взвешивают. Из исходной массы берут одну среднюю пробу, готового корма при выемке – три, массой 1,0-1,5 кг. Вскрытие емкостей для скармливания полученного корма лучше всего вести при пониженной температуре окружающего воздуха

– не выше +4°C, чтобы не допускать сильной его аэрации и самосогревания. Если это исключается, необходима "защита" корма от аэрации. Ее можно вести за счет углекислого газа, подавая его в толщу массы на глубину 0,3-0,4 м от поверхности через каждые 2-3 суток выемки корма с помощью перфорированных игл. Во всех случаях после окончания разовой выемки корма емкости необходимо укрывать пологом из полимерной пленки.

В целях получения дополнительных данных о сохранности (потерях) питательных веществ при хранении силоса (сенажа) в больших емкостях целесообразно пользоваться контрольными пробами. Они представляют собой одну и ту же массу, заложенную в количестве около 1 кг в мешочки из мелкокапроновой сетки или марли, сложенной в 3 слоя. Для этого во время заполнения каждой емкости отбирают в пределах 10 кг массы, после перемешивания которой составляют среднюю пробу в пределах 1,0-1,5 кг на химанализ и для определения ее влажности, при этом одновременно заполняют все три мешочка. Затем их взвешивают и помещают в массу во время заполнения емкости, примерно после каждой трети ее объема. Верхнюю пробу следует заложить в поверхностном слое при укрытии ее массой слоем 3-5 см. Если закладка силоса (сенажа) ведется с внесением биологических или химических консервантов, протеиновых и других добавок, то отобранную массу для составления средней пробы взвешивают, затем ее перемешивают с испытываемым препаратом. Данные о содержании в исходной массе воды и питательных веществ, полученные при анализе средней пробы, относят к массе всех трех контрольных проб. После выемки их взвешивают, затем определяют содержание в силосе питательных веществ.

Контрольные пробы целесообразно уложить в консервируемую массу и при ее хранении в небольших емкостях (около 0,5 м³), особенно когда предусматривается выемка из них корма свыше 12 суток.

Эффективность силосования и сенажирования учитывают по нескольким показателям. При проведении лабораторных и научно-производственных опытов наиболее важными из них являются сохранность (потери) питательных веществ и качество полученного корма по содержанию кислот и аммиака, а также по его энергетической и протеиновой питательности. При расчете сохранности (потерь) питательных веществ определяют их наличие в весовых единицах (г, кг, т) в заложенной массе и в полученном корме. Сохранность сухого вещества и отдельных питательных веществ (сырого протеина, крахмала и т.д.) рассчитывают по соотношению их наличия в полученном корме и в исходной массе, потери – по разнице между их содержанием в исходной массе и полученном корме, отнесенной к исходной массе. Сохранность или потери выражают в процентах.

Точность расчета сохранности (потерь) сухого вещества и отдельных питательных веществ во многом зависит от метода определения влажности полученного корма. Существует несколько методов анализа силоса и сенажа на влажность. Высушивание навесок при $t^{\circ}=100-105^{\circ}\text{C}$ до постоянного веса, отгонка паров воды с растворителями (толуол и др.), сублимационная сушка и т.д.. Самым простым, удобным и дешевым является первый метод. Только он применяется в практике приготовления и оценки качества кормов, в большинстве случаев и в исследованиях по заготовке и хранению кормов. Но применительно к силосу и сенажу данный метод обладает неточностью, порой существенной. При сушке этих кормов практически полностью улетучиваются низшие жирные кислоты – уксусная, пропионовая, масляная, а также спирт и аммиак, частично теряется молочная кислота. Все они, особенно кислоты и спирт, обладают высокой энергетической питательностью. Поэтому сушка силоса и сенажа при $t=100-105^{\circ}\text{C}$ обуславливает искусственное снижение содержания в этих кормах сухого вещества. Для устранения недостатка этого метода определения сухого вещества в силосе и сенаже в мировой практике кормопроизводства введены поправки на летучие вещества. В нашей стране также утвержден национальный стандарт (ГОСТ Р 27548) на корректировку влажности силоса и сенажа, определенной высушиванием навесок при $t^{\circ}=100-105^{\circ}\text{C}$. Суть поправки сводится к снижению значения влажности на количество содержащихся в силосе (сенаже) летучих веществ..

Поправку к влажности силоса и сенажа, определенную высушиванием, как показали результаты опытов ВНИИ кормов, можно вести и по упрощенной схеме. Для этого ее значение снижается на содержащуюся в кормах уксусную кислоту в количестве 90% от ее наличия, и на молочную – в количестве 20%, если кислоты определялись химическим путем (метод Вигнера). При определении кислот на хроматографах, влажность силоса (сенажа) снижается только на количество содержащихся в нем летучих жирных кислот – уксусная, пропионовая, масляная. Например, влажность кукурузного силоса, определенная высушиванием, равнялась 72,5%. В силосе содержалось 2,48% молочной и 0,68% уксусной кислот, определенных по методу Вигнера. Следовательно, влажность силоса нужно уменьшать на 1,17% (0,56%+0,61%) и она составит 71,33%. Данные по корректировке влажности по упрощенной схеме очень близки к данным, полученным по полной схеме. Корректировка влажности силоса и сенажа, определенная высушиванием, на летучие продукты особенно необходима при определении переваримости питательных веществ этих кормов животными.

Сохранность сухого вещества определяется по формуле:

$$C = \frac{CB_{\kappa}}{CB_{\text{и}}} \cdot 100\%, \text{ где } C - \text{сохранность, \%}; CB_{\kappa} - \text{сухое вещество корма; } CB_{\text{и}}$$

– сухое вещество исходной массы. Потери сухого вещества, %:

$$П = \frac{CB_{\text{и}} - CB_{\kappa}}{CB_{\text{и}}} \cdot 100\%. \text{ Масса сухого вещества выражается в любых весовых}$$

единицах – кг, ц, т. Она исчисляется путем умножения исходной (заложенной) массы или полученного (сохраненного) в доброкачественном виде корма на концентрацию сухого вещества, скорректированную на летучие продукты применительно к силосу и сенажу. Например, в емкость уложено 1000 кг провяленного клевера лугового, влажностью 68,7%. Готового силоса получено 960 кг, влажностью 70,2%. В силосе содержалось 2,5% молочной кислоты и 0,5% уксусной. Поправка на влажность составляет 0,95% ($2,5\% \times 0,2 + 0,5\% \times 0,9$). Следовательно, влажность силоса следует считать равной 69,25%, а концентрацию в нем сухого вещества – 30,75%. Сухого вещества в заложенной массе содержалось 313 кг [$1000 \text{ кг} \times 313(100-68,7)$], в силосе – 295,2 кг ($960 \text{ кг} \times 30,75$). Таким образом, сохранность сухого вещества составит $\approx 93,9\%$, а потери соответственно – 6,1% ($100\% - 93,9$). При определении выхода (потерь) отдельных питательных веществ содержание их в сухом веществе исходной массы и полученном корме переводится в весовые единицы, затем ведется расчет по этим же формулам. К сухому веществу исходной силосуемой (сенажируемой) массы с внесением уксусной, пропионовой или молочной кислот, патоки, мочевины и других веществ, имеющих кормовую ценность, приплюсовывают сухое вещество, содержащееся во внесенных добавках, применительно к кислотам и мочедине полностью. Например, при силосовании провяленной люцерны влажностью 70%, внесено 0,5% смеси уксусной и пропионовой кислот, или 0,5 кг на 100 кг. Эти кислоты практически не содержат воды, а их объемная масса почти равна 1,0. Следовательно, на 100 кг массы внесено 0,5 кг кислот в расчете на сухое вещество. Общее количество сухого вещества в заложенной массе будет составлять 30,5 кг.

Оценку качества полученного силоса (сенажа) по активной кислотности, содержанию кислот и отдельных питательных веществ, в основном, сырому протеину и сырой клетчатке, можно вести по стандартам. Но в них не предусматривается оценка эффективности разрабатываемых или усовершенствуемых технологий, а также консервантов по наличию в полученном корме аммиака. Между тем, только его наличие свидетельствует об интенсивности гнилостных процессов и маслянокислого брожения, при которых белки распадаются до аммиака. Однако фактические данные о его содержании в полученном корме не отражают истинного процесса гнилостного распада белков, поскольку их со-

держание в исходной растительной массе бывает разным. Более полное представление об интенсивности гнилостных процессов показывают данные о содержании азота аммиака к азоту сырого протеина в полученном корме. Это отношение выражается в процентах. Принято считать, что силос (сенаж) из высокопротеиновых (18% и более) трав имеет хорошее качество, если в нем отношение азота аммиака к азоту сырого протеина не превышает 10%. Применительно к этим кормам с пониженным (11-16%) и низким (10% и менее) содержанием сырого протеина оно будет меньшим, приблизительно 8 и 7%. Отношение азота аммиака к азоту сырого протеина корма особенно наглядно свидетельствует об эффективности применения консервантов не только химических, но и биологических. Определение соотношения несложно.

Например, в силосе влажностью 75% содержание аммиака было равно 0,068%, а сырого протеина в сухом вещества – 17%. Следовательно, в сухом веществе силоса содержание азота аммиака составило 0,222 г ($\frac{0,068 \text{ г} \times 100\% \times 14}{25\% \times 17}$); где 0,068 г аммиака в 100 г силоса натуральной влажности; 14 – атомный вес азота; 17 – атомный вес аммиака. В 100 г сухого вещества силоса сырого протеина содержалось 170 г, а азота – 2,72 г. Отсюда отношение азота аммиака к азоту силоса будет составлять около 8,4% ($\frac{0,222 \text{ г} \times 100\%}{2,72 \text{ г}}$).

Опыты по определению переваримости животными питательных веществ силоса и сенажа следует вести в соответствии с официальными методиками.

5.5. Проведение опытов в условиях производства

5.5.1. Выбор способа хранения и типа кормохранилища

Все способы хранения и типы кормохранилищ для силоса и сенажа должны обеспечивать надежную защиту массы от доступа воздуха при ее хранении и выемке. Но, кроме этого главного требования, выбор способов хранения и типов кормохранилищ определяется рядом других важных показателей. В нашей стране основным типом хранилищ для силоса и сенажа являются наземные траншеи. Их преимущество состоит в возможности закладки массы в неограниченном количестве при надежной механизации ее разравнивания и уплотнения с использованием универсальных машин (уплотняющие гусеничные тракторы, бульдозеры и навесные волокуши), невысокая стоимость и потребность в площади для строительства. Недостатки траншей – большая открытая поверхность уложенной массы и сложность ее защиты от доступа воздуха

при хранении и выемке. Этот основной недостаток траншей в значительной мере снижается за счет использования полимерных пленок для укрытия кормов при хранении и определенного режима их выемки. Положительных сторон при эксплуатации траншей больше, чем отрицательных. Поэтому они нашли широкое применение. При определении рациональных размеров траншей необходимо учитывать следующие показатели:

1. Использование емкости, то есть заполненность хранилища силосуемой (сенажируемой) массой, которая составляет при длине траншей 30 м около 75%, 40 м – 82%, 50 м – 85%;

2. Объемная масса укладываемых измельченных растений. Она во многом определяется степенью их измельчения и влажностью. При использовании существующих кормоуборочных комбайнов для подготовки массы на силос и сенаж, в среднем можно считать, что применительно к кукурузе в фазе восковой и молочно-восковой спелости объемная масса находится в пределах 800 кг/м^3 , однолетних бобово-злаковых смесей – 750 кг/м^3 , провяленных бобовых трав – 800 кг/м^3 , злаковых – 660 кг/м^3 , сенажа соответственно 600 и 500 кг/м^3 ;

3. Максимальная вместимость траншеи. Она определяется в основном продолжительностью выемки, которая не должна превышать 1,5 месяца;

4. Ширина и длина траншей должна быть такой, чтобы обеспечить ежедневную выемку корма по всей площади их поперечного сечения слоями толщиной не менее 30 см силоса и 50 см сенажа;

5. Выход силоса (сенажа) от заложенной массы можно учитывать только при условии тщательного укрытия массы с поверхности полимерной пленкой. Он составляет приблизительно 88% применительно к силосу из кукурузы и сорго восковой спелости и трав влажностью 60-70%, а также сенажа. При закладке более влажной массы выход снижается до 83 и 80%, если содержание воды в силосуемых растениях составляет, соответственно 71-74 и 75-79%.

6. Стоимость строительства в расчете на 1 м^3 хранилища. Этот показатель сильно колеблется. Затраты на строительство траншей почти обратно пропорциональны их ширине, чем она больше, тем ниже стоимость хранилища. Однако это не определяющий показатель выбора оптимального размера траншей.

Хранилища башенного типа в настоящее время применяются незначительно. Это в основном обусловлено сложностью выемки из них корма, частично и малой пригодностью для порционной загрузки. Однако башни не утратили своего значения для приготовления силоса и сенажа на крупных фермах и животноводческих комплексах, поскольку выемку кормов можно вести одновременно из 2-3 башен. Поэтому во-

прос своевременного и бесперебойного обеспечения животных кормами решается удовлетворительно. Но в башнях более надежно изолируется масса от воздуха, а при их разгрузке не возникает проблемы сохранения качества силоса и сенажа. Порча их от аэрации исключается. В результате этого выход силоса и сенажа в башнях несколько выше и составляет 90-92%. Несколько выше (тенденция) и качество кормов по содержанию питательных веществ и их переваримости. Минимально допустимая влажность силосуемой массы равняется 65%, в районах с длительными отрицательными температурами окружающего воздуха – 60%.

В нашей стране в последние годы стали применять хранение силоса и сенажа под пленками – спрессованных неизмельченных трав в рулонах и тюках, а также мелкоизмельченных растений в мешках (рукавах) от 5 до 160 т. Хранение спрессованной в рулоны и тюки неизмельченной травы нашло широкое применение на мелких фермах. Это, в основном, обусловлено возможностью проведения дробной и мелкопорционной заготовки корма (до 1,5 т) и устранением проблемы снижения качества корма при скармливании. Но этому способу хранения также присущи недостатки – большой расход (1,10-1,25 кг/т) дорогой пленки, необходимость ежедневного измельчения массы перед скармливанием и невысокая плотность спрессованных растений. Поэтому не ведется прессование трав влажностью ниже 30%.

Укладка измельченной массы в мешки (рукава) ведется с помощью прессовальной камеры и направляющего устройства подачи (задвижки) уплотненной массы в мешок (рукав). Существует несколько систем машин по уплотнению и укрытию массы. Но принцип прессования и подачи (задвижки) спрессованной массы в мешок (рукав) остается практически одинаковым. Во всех случаях используется прессовальная камера, представляющая собой шестиугольник, нижняя грань которого примерно в 2 раза больше верхней грани. Плотность массы, спрессованной и задвинутой в мешок (рукав), составляет 350-550 кг/м³. При оценке этого способа хранения следует иметь в виду, что для герметизации массы используется эластичная, стабилизированная к воздействию солнечных лучей и перепаду температур, светонепроницаемая белая пленка, толщиной не менее 0,15 мм. Ее расход во многом определяется количеством заложеной массы. Он колеблется от 250 до 320 г, в среднем 300 г в расчете на 1 т массы. Пленка также дорогая. В мешок (рукав) не рекомендуется закладывать массу влажностью выше 70% и ниже 45%. В первом случае из-за опасности соковыделения и его скопления у основания массы, во втором – слабого уплотнения. Выемка корма может вестись с перерывами, при значительно меньшей его аэрации в сравнении с траншеями. Силос и сенаж укладываются в мешки

(рукава) в большинстве случаев ведется вблизи ферм на асфальтированных или бетонированных площадках. Но рекомендуется ее вести и в полевых условиях. Однако в некоторых регионах Российской Федерации это рискованно из-за сильного повреждения пленочного покрытия перелетной птицей и грызунами.

По зарубежным данным выход корма в рулонах под пленкой такой же, как и в траншеях с укрытием массы пленкой, а измельченной спрессованной массы в мешках (рукавах) – как в башнях.

5.5.2. Учеты и наблюдения при закладке, хранении и выемке силоса и сенажа

Наиболее сложными и длительными по времени являются учеты по определению выхода корма, сохранности (потерь) сухого вещества и отдельных питательных веществ при силосовании или сенажировании, особенно в траншеях. Применительно к способам хранения массы к траншеям, башням и в мешках (рукавах) существует два метода проведения этих учетов. По первому методу – закладка в силосуемую (сенажируемую) массу контрольных проб в процессе заполнения сооружений или мешков (рукавов), по второму – учет путем взвешивания закладываемой массы и готового корма с определением содержания сухого вещества и отдельных питательных веществ. Более прост в исполнении первый метод, но при его использовании не учитываются отходы испорченного и непригодного к скармливанию корма у кромок стен (в траншеях), от плесневения и гнили с поверхности и промерзания. Второй способ лишен этих недостатков. Но при выемке корма в зимнее время при минусовых температурах несколько завышаются показания автовесов в отношении фактической его массы. В результате иногда получаются искаженные данные в том отношении, что количество вынутого силоса (сенажа) бывает равным количеству заложенной массы. Поэтому проведение учетов по второму методу следует вести в том случае, когда корма будут выниматься при плюсовой температуре окружающего воздуха.

Контрольные пробы в производственных опытах готовят несколько большей массой – 4-5 кг и не менее 6. В траншеях – 3 пробы укладывают в середине наклонной плоскости, 3 – в середине по их длине и ширине и 3 (если предусматривается 9 проб) – на расстоянии 0,5-0,6 м от боковых стен. В каждом месте пробы укладывают на поверхности уплотненной массы, но для устранения разрыва мешочка гусеницами уплотняющего трактора делается для них углубление с последующей присыпкой с поверхности массой. Остальные 2 пробы укладывают, на расстоянии 0,5-0,6 м от днища траншей и в средней части по высоте слоя

уложенной массы (рис. 8). В процессе уплотнения и самоосадки сило-
суемой (сенажируемой) массы пробы иногда смещаются. Поэтому для
более быстрого их обнаружения массу целесообразнее помещать в
цветные мешочки. Во всех случаях фиксируется расположение проб от-
носительно длины и высоты траншей, а также расстояния от стены.

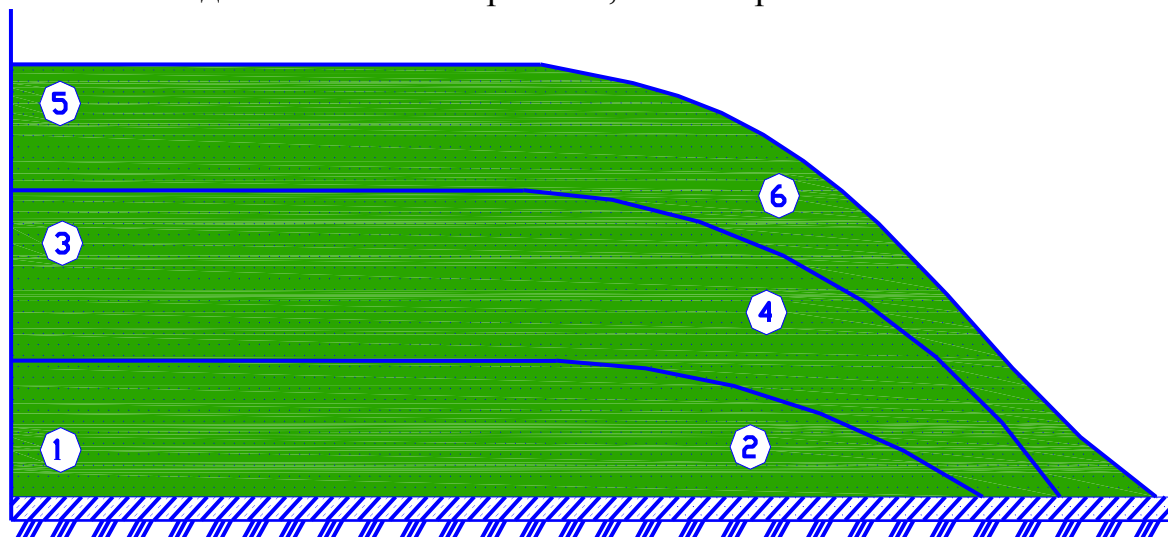


Рис. 8. Схема укладки контрольных проб при заполнении траншеи

В башнях по три контрольных пробы закладывают в двух или
трех плоскостях по их высоте. В каждой плоскости в центре башни, на
расстоянии 0,5 м от стены и в середине между этими пробами. В любых
случаях три пробы укладываются на глубине 0,5 м от поверхности уп-
лотненной массы. Если предусматривается заложить 9 проб, то 3 из них
в середине по высоте, а

три на высоте около 3 м от днища; когда 6 проб, то остальные три
на высоте 9-10 м от днища в том же порядке, как и в верхнем слое.

В мешки (рукава) контрольные пробы можно укладывать перед
окончанием их заполнения. Для этого на несколько минут прекращается
работа прессовальной камеры, чтобы уложить мешочки в спрессован-
ную массу на ее выходе из шлюза. Пробы размещают на глубину 0,3-0,4
м от поверхности массы с последующим ручным ее доуплотнением.

Порядок составления контрольных проб, учет количества зало-
женной массы и полученного корма, подготовка средних проб на хима-
нализ и для определения влажности исследуемого материала тот же, что
и в научно-производственных опытах.

Сохранность (потери) сухого вещества и отдельных питательных
веществ определяют по средним данным в каждой плоскости попереч-
ного сечения, то есть по трем пробам. Но данные, полученные при ана-
лизе контрольных проб, заложенных в середине по длине и ширине
траншеи, относятся к массе вынутого силоса (сенажа), равной 90% от

общего количества того или другого корма; когда укладываются 9 проб, то 80%.

При втором методе определения сохранности (потерь) питательных веществ учет количества заложенной на хранение массы ведется взвешиванием ее в каждом транспортном средстве. При этом ежедневно отбирается не менее 3 средних проб массой по 1,0-1,5 кг на химанализ и влажность. Для этого берут 80-100 кг массы после разгрузки 3-4 транспортных средств. Отобранную массу тщательно перемешивают и после последовательного деления ее на части составляют среднюю пробу. В течение дня берут не менее 3 проб через 1,5-2,0 часа после начала укладки массы на хранение, не позднее чем через час после обеденного перерыва и за 1,5-2,0 часа до окончания работ. Результаты анализов по определению влажности и химического состава относят к массе, заложенной на момент отбора средней пробы. После окончания работ определяют общее количество заложенной силосуемой (сенажируемой) массы и содержание в ней сухого вещества, с последующим определением в нем отдельных питательных веществ. В таблице 1 показан пример обработки данных по учетам, проведенным при закладке в траншею провяленной злаково-бобовой смеси.

1. Обработка учетных данных при закладке силоса в траншею

№ средних проб	Концентрация сухого вещества в массе, %	Заложено массы, т	Сухого вещества в массе, т	Содержание			
				сырого протеина, %	сырого протеина в заложенной массе, %	сырой клетчатки, %	сырой клетчатки в заложенной массе, т
1	31,5	158	47,88	15,34	7,34	25,1	12,02
2	29,9	168	50,23	15,07	73,54	24,5	12,31
3	32,2	174	56,03	15,85	8,88	24,3	13,62
4	34,4	140	48,16	16,01	7,71	25,2	14,14
5	34,2	159	55,97	16,03	8,97	25,3	14,16
6	36,3	160	58,08	15,72	9,13	24,8	14,40
7	30,8	145	44,66	15,48	6,91	24,7	11,03
8	31,2	180	56,16	15,55	8,73	24,9	13,98
Итого:	32,4	1278	417,17	15,63	65,21	24,85	103,66

При выемке весь корм также взвешивают и проводят отбор средних проб массой 1,0-1,5 кг на химанализ и для определения его влажности. В зависимости от интенсивности выемки, отбор средних проб ведется через 5-7 суток, не менее 6 раз. Средние образцы составляют не

позднее 1,5 часов после выемки. Для этого из разных мест поперечного сечения траншей или потока выгружаемой массы из башен и рукавов (мешков), берут около 50 кг корма, после тщательного перемешивания которого составляют средние пробы.

Результаты определения сухого вещества и отдельных питательных веществ относят также к количеству корма, вынутого на момент отбора средних проб. Расчет определения выхода готового корма, содержания в нем сухого вещества и отдельных питательных веществ тот же, что и при закладке исходной массы. После этого рассчитывается выход корма, сохранность (потери) сухого вещества и отдельных питательных веществ. К примеру, в указанной выше траншее готового силоса получено 1121 т, в нем содержалось 354,6 т сухого вещества и 57,7 т сырого протеина. Следовательно, выход силоса составил 87,7% ($\frac{1121m}{1278m} \cdot 100\%$), сохранность сухого вещества – 85,1% ($\frac{354,6m}{471,17m} \cdot 100\%$), потери – 14,9% ($\frac{471,17m - 354,6m}{471,17m} \cdot 100\%$), сохранность и потери сырого протеина, соответственно $\approx 88,5\%$ и 11,5%. При обработке результатов химанализов и их обсуждении следует иметь в виду, что в процессе ферментации как силосуемой, так и сенажируемой массы практически не происходит потерь сырой клетчатки и сырой золы. В результате содержание в процентах этих веществ в сухом веществе кормов всегда выше, чем в исходной массе. Но это относительное их увеличение за счет потерь легкобразимых углеводов и протеина. По относительному увеличению содержания сырой золы в силосе и сенаже иногда рекомендуется определять потери сухого вещества, но это очень неточный метод. Однако при силосовании и сенажировании с применением отдельных препаратов в виде полиферментных композиций или ферментов в сочетании с бактериальными культурами может протекать процесс гидролиза сложных труднопереваримых углеводов, в том числе целлюлозы, вследствие чего в сухом веществе готового корма сырой клетчатки содержится столько же или чуть меньше, чем в сухом веществе исходной массы. Такие данные следует считать достоверными.

5.5.3. Особенности методов контроля условий хранения и выемки силоса и сенажа

Основным условием успешного сохранения силоса и сенажа является быстрая и тщательная изоляция массы от воздуха. В процессе укладки этих кормов степень аэрации массы контролируют по ее температуре. При большом поступлении воздуха идет сильное самосогревание массы, в результате дыхания растительных клеток и развития аэробных

термофильных бактерий. Ее самосогревание в пределах 30°C свидетельствует о повышении поступления воздуха. Критический предел самосогревания массы, выше которого резко возрастают потери питательных веществ и сильно снижается качество полученного корма, равняется 36°C. Самосогревание массы до 30°C устраняется за счет толщины ежедневно укладываемого слоя массы. При заполнении траншеи силосуемой массой она должна быть не менее 0,8 м, сенажируемой – 1,0 м, при загрузке башен и заполнении мешков (рукавов) – 4 м. Во время укладки массы измерение ее температуры обычно ведется с помощью ртутных термометров (типа почвенных), помещаемых в заостренные металлические трубы диаметром 1/2 дюйма, в заостренный конец которых заливается трансформаторное масло. При хранении и выемке кормов температура измеряется с помощью дистанционных датчиков. Но при размещении по уложенной в хранилище массе датчики нельзя собирать вместе, так как на них зависает масса при самоосадке, что иногда приводит к созданию пористого слоя, особенно в верхнем (боковом) слое. Провод каждого датчика нужно укладывать отдельно с напуском (около 1 м) между поверхностью массы и покрытием (пленка или стена). Но перед выводом через покрытие провода собираются в шнур и место их вывода тщательно герметизируется.

Периодичность и продолжительность измерения температуры корма при хранении и выемке определяется целями опыта. Плохая или недостаточная изоляции кормов, особенно сенажа, от воздуха фиксируется по тем же показателям повышения температуры, что и закладываемой массы. Но при самосогревании сенажа свыше 55°C происходит, как правило, его самовоспламенение. Поэтому в случае самосогревания сенажа до 45°C и более, необходимы меры по его спасению: дополнительное укрытие или закачка в толщу массы углекислого газа.

Более точным показателем степени изоляции силоса и сенажа от воздуха при хранении и выемке является наличие в толще этих кормов кислорода и углекислого газа. При соблюдении режима укладки массы при всех способах хранения, содержащийся между измельченными частями растений кислород воздуха полностью используется при окислительных процессах в растительных клетках и в результате жизнедеятельности аэробных микроорганизмов. Образующийся при этом углекислый газ вытесняет из массы азот воздуха. В результате в массе после ее укрытия не содержится кислорода, а концентрация углекислого газа превышает 75%. Поскольку идеального укрытия заложенной массы не бывает, особенно в траншеях, то в процессе хранения идет диффузия газов между силосом (сенажом) и окружающим воздухом. Углекислый газ хотя и медленно, но проникает через покрытие в окружающее пространство, а его место занимает воздух. При снижении концентрации

углекислого газа в толще силоса до 50-55% начинает проявляться нежелательное влияние проникшего кислорода воздуха. При постоянном его наличии в пределах 0,2% отмечается начало окисления молочной и увеличения содержания уксусной кислоты. При повышении концентрации кислорода до 2%, окисление молочной кислоты усиливается, вследствие чего ее содержание становится таким же или чуть меньше, чем уксусной. Но при этом не изменяется активная кислотность (рН) корма, неизменным остается содержание в нем аммиака и каротина, как наиболее легкоокисляющегося соединения. Содержание углекислого газа также снижается, но остается относительно стабильным на уровне 35-40%. При повышении содержания кислорода свыше 2%, начинается окисление уксусной кислоты и образование масляной, увеличивается концентрация аммиака и начинает повышаться рН. При увеличении содержания кислорода до 6%, силос практически портится. В нем очень много (до 1% и более) накапливается масляной кислоты (при полном ее отсутствии в начальный период хранения), существенно повышается рН и наличие аммиака, интенсивно окисляется каротин. При этом, примерно вдвое, повышаются биологические потери питательных веществ. Содержание углекислого газа несколько снижается, но стабилизируется на уровне 30% за счет его образования при окислении питательных веществ. Процесс аэрации силоса, хранившегося в траншеях, в основном протекает в полуметровом-метровом поверхностном слое, но при увеличении содержания в нем кислорода до 6%, начинается интенсивное проникновение воздуха и в нижние слои, что обуславливает дальнейшее снижение качества корма.

Детальных опытов по определению отрицательного влияния аэрирования сенажа при хранении не проведено. Однако результаты опытов с силосом могут быть взяты за основу при оценке эффективности и надежности способов его изоляции от воздуха при хранении в разных сооружениях с учетом особенностей укрытия в них заложенной массы.

Датчики для отбора проб газа из толщи силоса и сенажа в динамике можно установить только при хранении этих кормов в траншеях или мешках (рукавах). В башнях происходит сильная самоосадка заложенной массы (до 4-5 м) и ее смещение. В траншеях в одном месте желательно устанавливать три датчика – один на поверхности массы, другой – на глубине 0,5-0,6 м в середине по ширине, третий – на расстоянии 0,5 м от стены сооружения. В мешках (рукавах) достаточно два датчика – один между пленкой и поверхностью массы, другой в ее толщине – 0,6-0,7 м в середине по высоте. Датчики целесообразно устанавливать не менее, чем в двух местах по длине траншеи или мешка (рукава). Для отбора проб газа в толще корма надежнее всего использовать перфори-

рованные алюминиевые трубки с навинченным заостренным наконечником. Верхний конец трубки соединяют с резиновым шлангом из кислотостойкой резины. Для отбора проб газа с поверхности массы целесообразнее также использовать эти же шланги. Вывод шлангов через пленку должен быть тщательно изолирован.

Отбор проб газа при выемке силоса и сенажа ведется, главным образом, при отработке режимов, обеспечивающих до минимума отрицательное влияние аэрирования кормов. В траншеях – в 3-4 местах на поперечном срезе корма, в башнях – на глубине 1,0-1,5 и 2,0 м от поверхности до начала выемки. Режим выемки можно считать приемлемым, если повышение содержания кислорода в местах измерения не будет увеличено на 1,0 и 0,5% соответственно в первой и третьей точках.

5.5.4. Определение эффективности применения биологических и химических консервантов, азотистых, сахаристых и других добавок при силосовании и сенажировании

Принципы консервирования растительной массы, как уже отмечалось, различаются между собой. Поэтому складывается разная ситуация с применением консервантов и добавок, предназначенных для повышения качества корма, а также его сохранности. Имеющиеся в настоящее время экспериментальные данные по этому вопросу показывают, что при сенажировании нецелесообразно использовать химические консерванты, биологические препараты на основе бактериальных культур, сахаристые добавки в виде патоки и свекольной пульпы из-за низкой их эффективности. Так, сокращение биологических потерь от добавки химпрепаратов незначительное – в пределах 3% (абсолютные величины), а от бактериальных препаратов, как правило, не бывает. Незначительна разница и в качестве полученного корма по содержанию продуктов брожения и питательных веществ, или она отсутствует вообще. Использование сахаристых и азотистых добавок при заготовке сенажа также нецелесообразно, поскольку содержание сахара в сенажируемой массе не влияет на успешное ее сохранение и в ней, в большинстве случаев, достаточно содержится сырого протеина – 14-23%. При сенажировании трав существенной эффективностью могут обладать лишь ферменты, относящиеся к группе гидролаз. В этом случае происходит глубокий гидролиз труднопереваримых сложных углеводов до моносахаров, в основном глюкозы, в результате чего происходит повышение переваримости сырой клетчатки, жира и БЭВ, а сухое вещество полученного корма может иметь такую же энергетическую питательность, как и исходная масса, но в том случае, если сенаж готовится из трав, проявленных до влажности выше 45%. Ферментативные процессы в расти-

тельных клетках при созревании сенажа направлены, в основном, на гидролиз запасных питательных веществ. Однако в массе влажностью ниже 45% их интенсивность резко снижается в результате недостатка воды. При сенажировании заслуживает внимания лишь разработка препаратов в целях существенного повышения переваримости и использования животными питательных веществ полученного корма.

Консервирующие препараты применяются, главным образом, при силосовании. Способы их внесения рассматривались выше. Из других добавок иногда применяется патока при силосовании люцерны, эспарцета и других высокобелковых трав. Но из-за высокой дозы ее внесения – около 30 кг на 1 т массы, и необходимости разбавления водой в соотношении 1:3, обработку силосуемой массы раствором патоки можно вести только после укладки ее в траншеи слоями 20-25 см путем орошения опрыскивателями всех марок. Поэтому силосование бобовых трав с применением патоки ведется крайне редко.

Оценку эффективности применения добавок при силосовании целесообразно рассматривать лишь применительно к консервантам. Основными показателями при проведении оценки следует считать три фактора. Первый из них – это возможность получения доброкачественного, то есть пригодного к скармливанию корма из высокобелковых и энергонасыщенных культур при максимальной урожайности и высоком содержании биологически активных веществ. К этим культурам, прежде всего, относятся люцерна, эспарцет, клевер луговой второго укоса, донник и другие многолетние бобовые травы в фазе бутонизации, однолетние бобовые травы – вика озимая и яровая, конские бобы, чина в фазе лопаток или в начале зеленой спелости зерна. Вторым важным фактором является повышение сохранности питательных веществ и качества корма по их содержанию, а также по положительному действию силоса при скармливании животным, при снижении прямых затрат в расчете на единицу энергетической питательности или полученной животноводческой продукции. К третьему фактору можно отнести получение корма равноценного исходной растительной массе по энергетической и протеиновой питательности и обеспечения тем самым полноценного питания высокопродуктивных животных.

Все добавки должны быть экологически чистыми, безопасными для животных и работающих с ними людей.

Доброкачественность силоса, как с добавками, так и без них, оценивается по органолептическим показателям, содержанию продуктов брожения, питательных и вредных веществ, поедаемости и по его влиянию на состояние здоровья животных.

При органолептической оценке доброкачественный силос (сенаж) характеризуется отсутствием плесени или следов гнили, приятным аро-

матным запахом фруктов или квашенных овощей, быстро исчезающим с рук при растирании небольшой порции. Долго сохраняющийся на руке неприятный запах свидетельствует о наличии в корме масляной кислоты и продуктов гнилостного распада белков. Скармливание такого силоса (сенажа) допускается лишь после детальной его оценки на содержание масляной кислоты и аммиака. Запах свежее испеченного ржаного хлеба или меда свидетельствует о сильном самосогревании массы при хранении. Корм с таким запахом целесообразно подвергнуть скармливанию опытным животным для определения усвояемости азота, поскольку в сильно самосогревшейся силосуемой (сенажируемой) массе происходит глубокая коагуляция белков, использование азота которых резко снижается.

Доброкачественный силос и сенаж имеют зеленовато-желтый или оливковый цвет с различными оттенками, и только из клевера лугового – коричневый. В тоже время коричневый и темно-бурый цвет силоса (сенажа) из других культур свидетельствует о сильном самосогревании массы. Силос из высокосахаристых растений (кукуруза до фазы восковой спелости зерна, сорго, суданская трава и др.) нередко имеют светло-желтый цвет иногда с преобладанием желтого оттенка. Это свидетельствует о переокислении силоса (рН 3,7 и менее). Его поедаемость животными снижается.

В доброкачественном силосе (сенаже) измельченные частицы стеблей, листьев и других частей растений хорошо различимы. Мажущаяся консистенция корма является показателем его порчи и он не подлежит скармливанию. Зеленый цвет силоса, главным образом из высокобелковых бобовых трав, указывает на слабое его подкисление и наличие в нем нежелательных продуктов брожения. Перед скармливанием его необходимо детально проанализировать на их содержание.

К продуктам брожения, наиболее полно характеризующим доброкачественность корма и эффективность применения консервантов при силосовании, относят масляную кислоту, аммиак и этиловый спирт. Масляная кислота сама по себе, как известно, не только безвредна, но и необходима организму жвачных животных. Она образуется в рубце в большом количестве. Но в процессе силосования и сенажирования сбраживание углеводов в масляную кислоту сопровождается образованием в достаточно большом количестве вредных (альдегиды) и нежелательных веществ (изобутиловый спирт и др.) с одновременным разложением белков, которое протекает с образованием опасных для животных амидов и аммиака. К тому же они придают корму зловонный запах. Сама масляная кислота тоже имеет горький вкус и неприятный запах, передающийся молоку. В результате вкусовые и технологические свойства молока резко снижаются. В обычном (без консервантов) доброка-

чественном силосе и сенаже содержание масляной кислоты допускается не более 0,5% в расчете на сухое вещество. В силосе с консервантами она должна отсутствовать или содержаться не более 0,3%, когда масса силосуется с использованием препаратов на основе бактериальных культур.

Допустимые пределы содержания аммиака в силосе и сенаже, как уже указывалось, наиболее точно следует определять по отношению его в расчете на азот к азоту сырого протеина корма. В силосе с консервантами из бобовых высокопротеиновых трав, аммиака должно содержаться не более 9%, из других растений – на 1-2% ниже (абсолютные единицы). Данные о повышенном содержании аммиака в силосе (сенаже) находятся в тесной связи с наличием в кормах масляной кислоты. Корм с содержанием азота аммиака к азоту протеина в пределах 15% и наличием в нем свыше 1% масляной кислоты считается недоброкачественным. Скармливание его животным приводит к значительному снижению их продуктивности.

Этиловый спирт определяется только в силосе. Как питательное вещество, он не считается вредным для животных. Но потребление его в больших количествах нежелательно. Содержание этилового спирта следует рассматривать, прежде всего, с позиции нерационального сбраживания глюкозы дрожжами, при котором половина ее переходит в углекислый газ и воду. Поэтому оценка эффективности консервантов при силосовании сахаристых растений должна сопровождаться определением содержания этилового спирта в полученном корме.

Определение влияния консервантов на сохранность питательных веществ и качество полученного в условиях производства силоса по совокупным показателям можно вести, в основном, в двухвариантных опытах – контрольном и опытном. Это обусловлено, главным образом, сложностью обеспечения закладки однородной массы по химическому и ботаническому составу. Оптимальное проведение опытов – это одновременная закладка массы на силос в контрольном и опытном вариантах. Но такая возможность предоставляется не часто. В большинстве случаев она ведется раздельно. При этом следует учитывать, что срок прохождения кормовыми культурами, особенно многолетними травами, в оптимальные фазы вегетации кратковременный – от 8 до 12 суток. Поэтому продолжительность уборки культур для закладки каждого варианта опыта не должна превышать четверо суток. Закладку массы в обоих вариантах опыта желательно вести в небольших количествах – в пределах 500-600 т в траншеях и 70-80 т в мешках (рукавах). В башнях проведение таких опытов практически исключается из-за необходимости их догрузки спустя 3-4 недели после первой укладки массы.

Выбор полей или отдельных их участков по выравненности травостоя – неперенное условие проведения таких опытов. Порядок проведения учетов по определению количества заложенной массы и вынутаго корма, отбора средних проб на влажность и химический анализ, обработки данных и их анализа тот же, что и при обычном силосовании. Продолжительность разгрузки (выемки) силоса из одной траншеи или мешка (рукава) не должна превышать 1,5 месяца. Поэтому, если предусматривается длительное скармливание силоса животным, то силос в каждом варианте должен быть заложен в две емкости.

Контрольным вариантом может служить обычное силосование (спонтанное заквашивание) проявленных трав, относящихся к трудно и легко силосующимся растениям, а также силосных культур. При заготовке силоса из несилосующихся культур, главным образом высокопротеиновых трав, контрольным вариантом может быть сенажирование, как наиболее эффективный способ получения из них корма наивысшего качества при наименьших потерях питательных веществ, или силосование с ранее проверенным консервантом. Обычное силосование (контрольный вариант) бобовых трав можно вести в том случае, если содержание в них сырого протеина не превышает 18% в расчете на сухое вещество, а влажность снижена до 60-65%. Силосование массы с более высоким содержанием сырого протеина и влажностью выше 65% связано с риском порчи корма.

Силос, приготовленный из проявленных высокопротеиновых несилосующихся и трудносилосующихся (клевер луговой первого укоса, люцерно-злаковые смеси и др.) культур, помимо общего анализа на содержание отдельных питательных веществ, целесообразно оценить по наличию в нем содержания аминокислот, так как при внесении в консервируемую массу некоторых химических консервантов происходит увеличение количества аминокислот, особенно незаменимых – критических (лизин, метионин, триптофан), в сравнении с исходной массой.

При силосовании свежескошенных растений влажностью 75% и выше не следует применять химические консерванты из-за возможности вытекания их с соком.

Завершающим этапом определения эффективности применения консервантов при силосовании являются опыты по скармливанию полученного корма животным. Они также ведутся по общепринятым методикам.

Исследования по разработке препаратов и технологий приготовления с их использованием силоса и сенажа, равноценных исходной растительной массе по энергетической и протеиновой питательности, целесообразно вести с ферментами в виде их композиций (целлюлаз, амилаз, пектиназ и т.д.) или в сочетании с бактериальными культурами.

Только в этом случае обеспечивается глубокий гидролиз сложных труднопереваримых углеводов, прежде всего гемицеллюлоз и пектиновых веществ до глюкозы, снижение содержания нейтральнодетергентной и особенно кислотдетергентной клетчатки, и повышение тем самым переваримости сырой клетчатки, сырого жира и сырых безазотистых экстрактивных веществ. При проведении этих исследований необходима постановка опытов по скармливанию валухам исходной зеленой массы, используемой для приготовления силоса, на переваримость питательных веществ. Определение ее энергетической и протеиновой питательности по содержанию сырых питательных веществ неприемлемо по причине сильной вариабельности справочных коэффициентов об их переваримости.

Методика отбора исходной зеленой массы для скармливания и проведения опытов на валухах та же, что и при отработке режимов провяливания трав. Исходную зеленую массу и приготовленные из нее силос и сенаж необходимо подвергнуть более полному анализу. Дополнительно на содержание целлюлозы, гемицеллюлоз, пектиновых веществ, пентозанов и лигнина. Одним из надежных показателей высокой эффективности испытываемого препарата является снижение содержания сырой клетчатки и повышение наличия сырого протеина в полученном корме в сравнении с исходной зеленой массой. При получении таких данных в отдельных случаях можно не проводить опыты по скармливанию силоса (сенажа) животным. Но они крайне важны для завершающего и полноценного определения эффективности результатов силосования.

5.5.5. Подготовка силоса и сенажа к скармливанию

Наиболее полная информация об эффективности разрабатываемых или совершенствуемых технологий приготовления силоса и сенажа, а также применения добавок в виде консервантов, протеина, сахаристых и биологически активных веществ может быть получена при скармливании кормов животным. В зависимости от целей, методы проведения опытов разные. Наиболее простой из них – определение переваримости питательных веществ для расчета энергетической питательности полученного корма. Во многих случаях этих данных достаточно при сравнительной оценке технологий приготовления силоса (сенажа) или способа консервирования трав путем силосования и сенажирования растений разных фаз вегетации. В опытах по определению переваримости питательных веществ, силос и сенаж скармливаются животным, как правило, в качестве единственного корма при даче минеральной подкормки. Но при разработке перспективных технологий силосования и

сенажирования, особенно с использованием биологических и химических консервантов и других добавок, необходимо проведение сложных зоотехнических и физиолого-биохимических опытов. В них определяют не только энергетическую и протеиновую питательность, но и влияние скармливаемых кормов на продуктивность животных и качество получаемой от них продукции, на состояние здоровья. Эти опыты следует проводить в комплексе со специалистами в области кормления, физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных. Во всех случаях следует руководствоваться официальными методиками проведения опытов по этим дисциплинам.

При определении энергетической питательности кормов, которая ведется, как правило, на взрослых валухах, отбирают наиболее типичную массу силоса и сенажа, которая в большинстве случаев сосредоточена в середине по длине траншеи, мешка (рукава) или по высоте столба массы в башне. При определении места начала отбора корма следует учитывать ежедневную толщину его выемки. Если толщина выемки силоса составляет 30-40 см силоса, а сенажа около 50 см, то соответственно за 3,5-4 и 5-5,5 м до середины длины траншеи, мешка (рукава) и на 1,0-1,5 м выше средней части столба массы в башне, поскольку выемка из них корма ведется более тонким слоем, к тому же в нижней части корм имеет повышенный объемный вес.

Силос (сенаж) для скармливания отбирают ежедневно. В траншеях по всей площади поперечного сечения берут 100-120 кг корма, после перемешивания которого на пологе из полимерной пленки, готовят суточные дачи в расчете на 1 голову животных, а также составляют средние пробы на химанализ и влажность, массой 1,0-1,5 кг. Но влажность корма определяют и до начала скармливания (за 1-2 суток) для обеспечения нормированного питания животных. При наличии холодильных камер, в которых обеспечивается постоянная минусовая температура в пределах минус 3-4°C, суточные дачи корма целесообразнее хранить в них.

Суточные дачи силоса (сенажа) из башен, мешков (рукавов) отбирают на месте поступления массы из хранилища для последующей ее раздачи. Поскольку выемка кормов ведется фрезерными или шнековыми погрузчиками по всей площади сечения, то они хорошо перемешиваются.

При постановке сложных зоотехнических опытов, до начала скармливания силоса (сенажа), отбирают средние пробы на химический анализ и для определения влажности кормов с целью предварительной оценки их энергетической питательности, а также содержания в них основных питательных веществ – протеина, клетчатки, БЭВ, жира, золы. Но это можно сделать лишь в траншеях и в некоторых мешках (рукавах)

при наличии в них клапанов для сброса давления газов или ввода измерительной аппаратуры. Отбор проб ведется с помощью пробоотборников на глубину 1,5-2 м от поверхности. При невозможности отбора средних проб (в башнях, мешках) ориентировочную влажность силоса можно считать на 2,5-3% (абсолютные величины) выше в сравнении с исходной массой, а сенажа – на 5%. В начале скармливания в первые трое, а затем через 5-7 суток в последующий период силос и сенаж взвешивают для определения поедаемости и содержания в нем питательных веществ. Эти данные необходимы для корректировки рационов и учета израсходованных кормов. При их взвешивании отбирают средние пробы также массой 1,0-1,5 кг на химический анализ и влажность. Во всех опытах на влажность, определяемую высушиванием навесок при $t=100-105^{\circ}\text{C}$, делается поправка на летучие продукты силоса и сенажа (ГОСТ Р 52838-2007 Корма. Методы определения сухого вещества). Определение содержания сырой клетчатки должно вестись с озолением корма (ГОСТ Р 52839-2007 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации).

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СИЛОСА И СЕНАЖА

При определении экономической эффективности применения разработанных технологий приготовления силоса и сенажа, в том числе с использованием вновь предложенных консервантов и других добавок, целесообразно руководствоваться специальными методиками по экономическим вопросам. К их числу, например, можно отнести "Методику определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники и изобретений. – М.: Россельхозиздат, 1984". В данной методике многое изменилось, но остались неизменными методические подходы к определению (выбору) основных показателей для экономической оценки научно-исследовательских работ, к которым с полным основанием относится и работа по освоению и использованию в производстве технологий приготовления силоса и сенажа по совокупным показателям. Так, себестоимость зеленой массы кормовых культур предлагается рассчитывать по прямым затратам на семена, горюче-смазочные материалы, оплате труда с учетом амортизационных отчислений при использовании техники и на ее ремонт, а также производственных затрат, связанных с обслуживанием работ по возделыванию кормовых культур, и общехозяйственных расходов. В методике указывается, как правильно, проводить эти расчеты.

Применительно к силосованию и сенажированию кормов при расчете экономической эффективности их приготовления за основу могут быть взяты рассмотренные ниже факторы эффективности вновь разработанных или усовершенствованных технологий с использованием справочных или фактических данных о сохранности и энергетической питательности кормов, приготовленных по базовым технологиям, стоимости консервантов и других добавок, рыночной стоимости кормов и т.д.

При проведении в условиях производства научных исследований по силосованию и сенажированию, нередко исключается проведение зоотехнических опытов по скармливанию кормов или допускаются ошибки, а также неточности в проведении учетов и наблюдений по выходу кормов и сохранности (потери) питательных веществ. Однако и в этом случае не исключается экономическая оценка эффективности применения разработанных технологий приготовления силоса и сенажа. В связи с этим целесообразно рассмотреть несколько вариантов ее проведения.

Вариант 1. Проведено силосование провяленного клевера лугового первого укоса в фазе бутонизации с испытываемым биологическим препаратом в виде полиферментной композиции без определения влияния корма на продуктивность животных. Базовой технологией (контрольный вариант) в опыте было обычное силосование провяленной массы. Результаты учетов по силосованию и опыта по скармливанию силоса контрольного и опытного вариантов показали соответственно: сохранность сухого вещества 82 и 90%, энергетическая питательность 1 кг сухого вещества 0,80 и 0,90 корм. ед., содержание сырого протеина в 1 кг сухого вещества 168 и 172 г (или 16,8 и 17,2%). На приобретение и внесение препарата затрачено 780 рублей в расчете на 1 га посева клевера. Урожайность зеленой массы клевера равнялась 200 ц/га, ее влажность – 80%. Средняя влажность уложенной на силос провяленной массы составила 67,5%. С 1 га ее было собрано около 12 т. Препарат, стоимостью 300 рублей за 1 кг, вносился в дозе 200 г на 1 т провяленной массы. В расчете на 1 га было внесено 2,4 кг препарата стоимостью 720 руб. Еще 60 рублей составили затраты на его внесение. Схема расчета по определению экономической эффективности силосования клевера с использованием испытываемого биологического препарата приведена в таблице 2. Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности силосования клевера с использованием испытываемого биологического препарата.

Если не представится возможность определить энергетическую питательность полученных кормов, то расчет экономической эффективности можно провести с использованием литературных данных об энер-

гетической питательности силоса из проявленной массы клевера в фазе бутонизации. Но в контрольном и опытном вариантах она должна быть одинаковой. Для данного опыта, взяв ее равной 0,80 корм. ед. в 1 кг

**2. Схема расчета экономической эффективности силосования клевера
лугового первого укоса в фазе бутонизации с испытываемым
биологическим препаратом**

Показатели	Единица измерения	Вариант опыта	
		контрольный	опытный
Урожайность зеленой массы	ц/га	200	200
Средняя влажность зеленой массы	%	80,0	80,0
Содержание сухого вещества в зеленой массе	ц/га	40,0	40,0
Сохранено сухого вещества в кормах	%	82,0	90,0
Содержание сухого вещества в кормах	ц/га	32,8	36,0
Энергетическая питательность 1 кг сухого вещества кормов	корм. ед	0,81	0,90
Кормовых единиц в кормах	ц/га	26,3	32,4
Содержание сырого протеина в сухом веществе кормов	%	16,8	17,2
Сырого протеина в кормах	ц/га	5,5	6,2
Затраты на приобретение и внесение препарата	руб./га	-	780
Рыночная стоимость 1 ц корм. ед. в кормах	руб.	180	180
Стоимость корм. ед. в полученных кормах	руб./га	4734	5832
Рыночная стоимость 1 ц сырого протеина	руб.	500	500
Стоимость сырого протеина в полученных кормах	руб./га	2750	3100
Общая стоимость корм. ед. и сырого протеина в кормах	руб./га	7484	8932
Стоимость корм. ед. и сырого протеина в кормах за минусом затрат на приобретение и внесение препарата	руб./га	7484	8152
Стоимость корм. ед. за минусом затрат на препарат	руб./га	4734	5098
Прибыль в сравнении с контролем по стоимости корм. ед. и сырого протеина	руб./га	0	678
Прибыль в сравнении с контролем по стоимости корм. ед.	руб./га	0	364

сухого вещества, получается, что затраты на использование препарата окупаются (табл. 3) за счет повышения сохранности корма.

В случае допущенных ошибок при проведении учетов при силосовании и сенажировании в контрольных вариантах опытов данные о сохранности сухого вещества, его энергетической питательности и содержанию сырого протеина можно извлечь из литературных (справочных) сведений по этим показателям базовых технологий заготовки кормов из основных видов трав в оптимальные (рекомендуемые) фазы вегетации. Для примера они приведены в таблице 4.

Вариант 2. Проведено силосование люцерны первого укоса в фазе бутонизации. В опыте определялась эффективность силосования люцерны с применением того же биологического препарата. Контрольным

3. Схема расчета экономической эффективности силосования проявленного клевера лугового первого укоса в фазе бутонизации с испытываемым биологическим препаратом

Показатели	Единица измерения	Вариант опыта	
		контрольный	опытный
Урожайность зеленой массы	ц/га	200	200
Средняя влажность зеленой массы	%	80,0	80,0
Содержание сухого вещества в зеленой массе	ц/га	40,0	40,0
Сохранено сухого вещества в кормах	%	82,0	90,0
Содержание сухого вещества в кормах	ц/га	32,8	36,0
Энергетическая питательность 1 кг сухого вещества кормов	корм. ед	0,80	0,80
Содержание кормовых единиц в кормах	ц/га	26,2	28,8
Содержание сырого протеина в сухом веществе кормов	%	16,8	17,2
Содержание сырого протеина в кормах	ц/га	5,5	6,2
Затраты на приобретение и внесение консерванта	руб./га	0	780
Рыночная стоимость 1 ц корм. ед. в кормах	руб.	180	180
Стоимость корм. ед. в полученных кормах	руб./га	4716	5184
Рыночная стоимость 1 ц сырого протеина	руб.	500	500
Стоимость сырого протеина в полученных кормах	руб.	2750	3100
Общая стоимость протеина и корм. ед. в кормах	руб.	7466	8284
Стоимость корм. ед. и сырого протеина в кормах за минусом затрат на препарат	руб.	7466	7504
Прибыль	руб./га	-	38
Повышение выхода с 1 га: кормовых единиц сырого протеина	ц/га	-	2,6
	ц/га	-	0,7

вариантом служило сенажирование и силосование с использованием химконсерванта на основе муравьиной кислоты. Средняя влажность проявленной люцерны равнялась 64,8%. Урожайность зеленой массы составила 186 ц/га, ее влажность 78,2%. Проявленной массы собрано 11,6 т/га. Сухое вещество при сенажировании сохранилось на 86,0%, химическом консервировании – на 89,9%, при силосовании с испытываемым препаратом – на 90,2%, энергетическая питательность 1 кг сухого вещества была равна соответственно – 0,81, 0,93 и 0,95 корм. ед., содержание сырого протеина – 18,9; 19,5 и 19,8%. При силосовании люцерны препарат вносили в дозе 300 г на 1 т. На массу с 1 га (11,6 т) его внесено 3,5 кг, стоимостью 915 рублей. С учетом затрат на внесение,

при использовании препарата израсходовано около 1000 рублей в расчете на 1 га убранный люцерны.

Экономическая эффективность силосования люцерны с испытываемым биологическим препаратом в сравнении с сенажированием и силосованием с применением химконсерванта была существенной даже

4. Сохранность сухого вещества и энергетическая его питательность, концентрация сырого протеина в кормах из основных видов трав (справочные данные ВНИИ кормов)

Показатели	Ед. измерений	Виды трав			
		клевер луговой	кле-вер+злаки	лю-церна	люцер-на+кострец безостый
Сохранность сухого вещества:					
- силосование обычное	%	78	79	-	-
- сенажирование		80	80	81	81
Энергетическая питательность 1 кг СВ:					
- силос	корм. ед.	0,80	0,79	-	-
- сенаж		0,81	0,80	0,81	0,81
Содержание сырого протеина:					
- силос обычный	%	16,8	13,5	-	-
- сенаж		16,7	13,4	18,6	15,0

без учета влияния этого силоса на продуктивность животных (таблица 5). При его скармливании животным она была значительно выше, что было выявлено в опыте с лактирующими коровами первого отела на четвертом месяце лактации. Скармливание велось лишь силоса, приготовленного с химическим консервантом (контрольный вариант) и испытываемым биологическим препаратом (опытный вариант). Силос скармливался в сбалансированных рационах при даче животным контрольной и опытной групп в одинаковых количествах – в сутки 10,7 и 10,8 кг в расчете на сухое вещество, натуральной влажности – 18 кг. Но поедаемость силоса в сутки с биологическим препаратом была несколько выше – 10,2 кг против 9,7 кг. Результаты опыта приведены в таблице 6.

Вариант 3. Расчет экономической эффективности технологий или способов консервирования по влиянию полученных кормов на продуктивность животных без учета данных о сохранности сухого вещества и его энергетической питательности, при обязательном определении содержания в них сырого протеина и сырой клетчатки, а также проведения силосования (сенажирования) по обычной технологии (контрольный вариант опыта без добавок). В этом случае доля силоса (сенажа) контрольного варианта по энергетической питательности, которая берется по таблич-

ным (справочным) данным, должна составлять не менее 40%. Выход силоса (сенажа) также учитывается по справочным данным, равным для обоих вариантов опыта. В таблице 7 приведены результаты опыта с лактирующими коровами по определению эффективности приготовления

5. Схема расчета экономической эффективности силосования люцерны в фазе бутонизации с применением биологического препарата

Показатели	Единица измерения	Вариант опыта		
		сенажирование	Силосование с	
			хим-консервантом	с биологическим консервантом
Урожайность зеленой массы	ц/га	186	186	186
Средняя влажность зеленой массы	%	78,2	78,2	78,2
Содержание сухого вещества в зеленой массе	ц/га	40,5	40,5	40,5
Сохранено сухого вещества в кормах	%	86,0	89,9	90,2
Содержание сухого вещества в кормах	ц/га	34,8	36,4	36,5
Энергетическая питательность сухого вещества кормов	корм. ед./кг	0,81	0,93	0,95
Кормовых единиц в кормах	ц/га	28,2	33,8	34,7
Содержание сырого протеина в сухом веществе	%	18,9	19,5	19,8
Сырого протеина в кормах	ц/га	6,6	7,1	7,2
Рыночная стоимость 1 ц кормовых единиц	руб.	180	180	180
Стоимость корм. ед. в полученных кормах	руб./га	5076	6084	6246
Рыночная стоимость 1 ц сырого протеина	руб.	500	500	500
Стоимость сырого протеина в кормах	руб./га	3300	3550	3600
Затраты на приобретение и внесение консервантов	руб./га	0	1490	1000
Общая стоимость корм. ед. и сырого протеина	руб./га	8376	9634	9846
Стоимость корм. ед. и сырого протеина за минусом затрат на приобретение и внесение консервантов	руб./га	8376	8214	8846
Прибыль от применения консерванта	руб./га	0	0	470-632

силоса из кукурузы в фазе восковой спелости зерна с использованием биологического препарата на основе бактериальных культур.

Указанные схемы расчета экономической эффективности технологий приготовления силоса с использованием химических и биологических препаратов не следует рассматривать как рекомендации. Они лишь показывают о возможных методах использования экспериментальных данных и проведения ее расчета.

6. Экономическая эффективность люцернового силоса, приготовленного с биологическим препаратом, при скармливании лактирующим коровам

Показатели	Единица измерения	Группа коров	
		контрольная (силос с хим-консервантом)	опытная (силос с био-препаратом)
Потребление коровами сухого вещества силоса	кг/сут.	9,7	10,2
Энергетическая питательность сухого вещества силоса	корм. ед./кг	0,93	0,95
Потребление 1 коровой в сутки	корм. ед	9,02	9,69
Среднесуточный удой коров	кг	21,2	22,6
Затраты корм. ед. в скормленном силосе на 1 кг молока	корм. ед./кг	0,43	0,42
Затраты на препараты (стоимость + внесение)	руб./га	1420	1000
Затраты на препараты в расчете на корм. ед. в полученных кормах	руб./ц	42,0	28,8
Затраты на препараты при скармливании силоса в расчете на 1 кг молока	руб.	0,13	0,12
Окупаемость затрат при заготовке силоса с биологическим препаратом	%	0	30

Примечание: данные о содержании кормовых единиц в полученных кормах взяты из таблицы 4, пункт 7.

7. Экономическая эффективность скармливания лактирующим коровам силоса из кукурузы в фазе восковой спелости зерна с биологическим препаратом

Показатели	Единица измерения	Вариант опыта	
		контрольный (без добавок)	опытный (с био-препаратом)
Коров в группе	голов	12	12
Продолжительность опыта	сутки	125	125
Среднесуточный удой молока на 1 корову	кг	19,5	20,7
Валовый надой молока от 1 коровы	кг	2438	2588
Затраты силоса на 1 корову в сутки	кг	34,5	33,9
Затраты силоса за весь период опыта	ц	43,1	42,4
Получено дополнительно молока за период опыта	ц	0	1,5
Стоимость дополнительно полученного молока	руб.	-	1200
Затраты на приобретение и внесения препарата	руб.	0	72,0
Прибыль в расчете на 1 корову	руб.	0	1128

Примечание: Стоимость препарата на 1 т силосуемой массы 10,8 руб., затраты на внесение – 15% от его стоимости, всего 12,4 руб. Выход силоса 86% (справочные данные). Затраты на препарат в расчете на 1 т силоса ≈ 17 руб. $(12,4:0,86)$

7. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫХОДА, СОХРАННОСТИ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И КАЧЕСТВА СЕНА

Определение выхода сена, сохранности сухого вещества и отдельных питательных веществ является завершающим этапом работ, начиная от скашивания трав, заканчивая подбором массы. Выход прессованного и рассыпного сена полевой сушки ведется путем его взвешивания с заранее установленной площади, не менее 1 га. При досушке сена активным вентилированием масса подбирается повышенной влажности. Чтобы обеспечить более точный учет количества полученного сена проявленную массу с небольшой учетной площади (1-5 га) лучше всего уложить в начале формирования штабеля досушиваемого сена, или при его завершении. Отделить закладываемую массу от остальной прочной крупной сеткой (20×20 мм) из полимерного материала. По окончании сушки отделенную массу взвесить и отобрать из разных мест не менее трех проб около 1 кг на химический анализ и для определения влажности. Результаты, как среднее их значение, отнести ко всей высушенной массе. Но наиболее точные данные о количестве готового сена получают при досушке их в сушильных камерах с последующей укладкой на хранение в сарай. Технология и режим такой досушки отработана во ВНИИМЖе. Из досушенного сена в камере в процессе его взвешивания также отбираются 3 пробы на химический анализ и для определения влажности.

Из высушенного в поле прессованного или рассыпного сена отбирают не менее 3 проб, примерно по одному из одной третьей, одной четвертой и т.д. партии. Рассыпного – после его разгрузки из транспортных средств, из тюков – в центре по длине, на $\frac{1}{4}$ часть длины и отступя 5-8 см от их торца. Для составления одной пробы используется не менее 2 тюков. Отбор проб из рулонов ведется не ранее 10 дней после их формирования, из одного рулона – одна проба. Чтобы сохранить облиственность сена, из рулона вырубается $\frac{1}{4}$ его часть. Затем при аккуратном разборе из отрубленного сена составляется проба массой 1 кг путем ее отбора в 4-5 местах с последующим перемешиванием. В отобранных пробах сена определяют содержание сухого вещества и питательных веществ. Данные анализов усредняют и относят ко всей учетной массе сена.

Сохранность сухого вещества и отдельных питательных веществ при заготовке сена выражают в процентах и рассчитывают по отношению их массы в полученном сене и в скошенной траве на учетном заго-не (участке). Пример, сухого вещества в скошенной на сено зеленой массе содержалось 49,5 ц, в собранном сене, массой 50 ц и влажностью 17,5% – 41,9 ц. Следовательно, сохранность сухого вещества составила

82,9% ($\frac{41,3 \text{ ц}}{49,8 \text{ ц}} \cdot 100\%$). Также рассчитывают и выход отдельных питательных веществ.

Оценку качества сена ведут по отраслевым стандартам (ОСТ 10243-2000 Сено. Технические условия). Но при оценке эффективности технологий или отдельных технологических приемов важно иметь данные об энергетической питательности полученного корма, которая не учитывается в стандартах. Ее значение для сена, приготовленного по новым технологиям, будет существенно выше, чем по базовым. Энергетическую его питательность можно определить в опытах на валухах. Отбор опытной партии сена (около 100 кг) наиболее целесообразно провести при определении количества высушенного сена путем его взвешивания. Исключение составляет лишь сено, спрессованное в рулоны. В этом случае и следует брать не менее 3 рулонов для отбора указанного количества массы. Затем каждый рулон разрубается на две половины или вырубается $\frac{1}{4}$ его часть с последующим отбором сена на скормливание.

Опыт по скормливанию сена валухам также ведется в соответствии с официальными методиками по определению энергетической питательности объемистых кормов, в том числе грубых, к которым относится и сено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зубрилин А.А. Научные основы консервирования зеленых кормов. – М., М.: Огиз-Сельхозгиз, 1947. – 391 с.
2. Зафрен С.Я. Методические указания о проведении опытов по силосованию кормов / С.Я. Зафрен, Н.В. Колесников, В.А. Бондарев, Л.И. Николаева, Я.Ю. Шнитовский . – М.: Изд-во "Колос". – 1968. – 32 с.
3. Лоза Г.М. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений / Г.М. Лоза, Е.Я. Удовенко, В.Е. Вовк, О.Е. Омельченко, Е.А. Смолинский, М.В. Безгина, Г.И. Попов, М.М. Боровский, В.П. Сергиевский // МСХ СССР. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 104 с.
4. Григорьев Н.Г. Методические рекомендации по оценке кормов на основе их переваримости / Н.Г. Григорьев, Е.С. Воробьев,

А.И. Фицев, А.В. Гарист, Н.П. Волков, В.А. Тащилин, В.В. Попов и др. // ВАСХНИЛ. – М., 1989. – 44 с.

5. Weissbach F. Bestimmung der Puffenrapazität. Braunschweig-Völrenrode, 1992. – 3 s.

6. Honig H. Determination of aerobic deterioration. Braunschweig-Völrenrode, 1985. – 2 s.

7. Бондарев В.А. Методика полевых опытов по проявлению и сушке трав на сено и сенаж / В.А. Бондарев, А.А. Панов // РАСХН. – М., 1994. – 12 с.

8. Победнов Ю.А. Теоретические основы силосования проявленных трав // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения. – М., 2002. – С. 456-468.

9. David R. Davies, Rhum Fychan and Raymond Jones, Aerobic deterioration of silage: causes and controls / Nutritional Biotechnology in the Feed and Food industries. – USA. – 2007. – С. 227-239.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ.....	3
2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ (ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В РЕКОМЕНДАЦИИ).....	4
3. ВЫБОР СПОСОБА КОНСЕРВИРОВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОПЫТОВ.....	5
4. ПРОВЯЛИВАНИЕ И СУШКА ТРАВ	8
4.1. Определение скорости провяливания и сушки трав	8
4.2. Определение редукции и потерь питательных веществ при провяливании и сушке трав.....	11
4.3. Особенность методов оценки эффективности машин и механизмов при скашивании и обезвоживании трав	17
5. СИЛОСОВАНИЕ И СЕНАЖИРОВАНИЕ.....	22
5.1. Определение сахаро-буферного отношения в кормовых культурах	22
5.2. Специфика отбора проб силосуемой и сенажируемой массы на микробиологический анализ.....	23
5.3. Определение аэробной стабильности и порчи силоса.....	25
5.4. Закладка лабораторных и научно-производственных опытов, проведение учетов и наблюдений.....	28
5.5. Проведение опытов в условиях производства.....	41
5.5.1. Выбор способа хранения и типа кормохранилища	41
5.5.2. Учеты и наблюдения при закладке, хранении и выемке силоса и сенажа.....	44
5.5.3. Особенности методов контроля условий хранения и выемки силоса и сенажа	47
5.5.4. Определение эффективности применения биологических и химических консервантов, азотистых, сахаристых и других добавок при силосовании и сенажировании	50
5.5.5. Подготовка силоса и сенажа к скармливанию.....	55
6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СИЛОСА И СЕНАЖА.....	57
7. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫХОДА, СОХРАННОСТИ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И КАЧЕСТВА СЕНА	64
ЛИТЕРАТУРА	65

**ПРОВЕДЕНИЕ ОПЫТОВ ПО КОНСЕРВИРОВАНИЮ
И ХРАНЕНИЮ ОБЪЕМИСТЫХ КОРМОВ
(методические рекомендации)**

Подписано в печать 18.09.2008 г. Формат издания 60х84/16
Бум. тип. усл. печ. л. 2,8 Тираж 200 экз. Заказ № 138

ФГУ РЦСК
Т. 700-08-7 Л 700-14-05. 700-13-40
111621, Москва, ул. Оренбургская, 156, ком. 100-103