ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ бюджетное ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИИ**

**ТЕМА «СИЛОСНЫЙ И СЕНАЖНЫЙ КОРМ»**

Ставрополь, 2023 г.

**Вопросы лекции**

1. **Преимущества заготовки и использования силосованного корма.**
2. **Микробиологические процессы, протекающие при силосовании.**
3. **Условия, необходимые для получения высококачественного силоса.**
4. **Химический состав, питательность силоса и его использование при кормлении животных.**
5. **Химический состав, питательность сенажа и его использование при кормлении животных.**

**1. ПРЕИМУЩЕСТВА ЗАГОТОВКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИЛОСОВАННОГО КОРМА**

**1.** Силос – корм, приготовленный из свежескошенной или подвяленной зелёной массы, законсервированной в анаэробных условиях органическими кислотами, образующимися в результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий или химическими консервантами.

Такой способ консервации позволяет сохранить питательные вещества и обеспечить долгосрочное хранение корма.

Преимущества силосованного корма:

1. Снижение потерь питательных веществ при заготовке.
2. Дешевый сочный корм в зимних рационах.
3. Относительная независимость от погодных условий при заготовке.
4. Лучшее использование огрубевших растений по сравнению с сеном.
5. Меньший объем емкостей для заготовки: 1м3 сена – 60–70 кг; сухого вещества – 53–62 кг, 1м3 силоса – 600–700 кг, сухого вещества – 180–50 кг

Принято считать, что история силосования берёт своё начало с середины 19-го века, когда в США была проведено производственное испытание нового корма, полученного из кукурузы при попытке сохранения зелёной массы (Уэлч Г.К., Мекдокс Дж.Н., Маккини У.Г., 1964). В то же время о использовании заквашенных кормов из зелёной массы злаков в кормлении коров в Ярославской, Ивановской и Костромской губерниях России сообщает Ивашкевич И.Ф. (1891).

**2. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ СИЛОСОВАНИИ**

Микробиологическая составляющая процесса силосования играет ключевую роль в его эффективности, так как именно микроорганизмы обеспечивают биохимические реакции, приводящие к образованию силоса. Силосование – сложный микробиологический процесс. Консервирующим фактором при этом служит молочная кислота, образующаяся в результате сбраживания сахаров. Поэтому главная задача при приготовлении силосованных кормов заключается в создании оптимальных условий для жизнедеятельности молочнокислых бактерий.

Основные микробиологические процессы при силосовании:

1. Заселение силосной массы: Силосная масса представляет собой благоприятную среду для различных микроорганизмов, включая бактерии, грибы и дрожжи. В процессе загрузки силосной массы в хранилище, происходит ее контакт с воздухом, что способствует заселению различными микроорганизмами.
2. Анаэробное брожение: После загрузки силоса и герметизации хранилища, доступ кислорода к массе прекращается, что создает условия для анаэробных микроорганизмов. Они начинают активно размножаться и осуществлять процесс брожения.
3. Образование кислот: Анаэробные бактерии в процессе своей жизнедеятельности образуют кислоты, такие как молочная, уксусная, пропионовая и масляная. Эти кислоты способствуют снижению рН силоса, что, в свою очередь, подавляет рост аэробных бактерий и препятствует гниению корма.
4. Подавление роста нежелательных микроорганизмов: Низкое значение рН и высокая концентрация кислот в силосе подавляют рост нежелательных микроорганизмов, таких как плесени, дрожжи и бактерии, вызывающие порчу корма. В результате силос сохраняется без потери питательных веществ и без риска возникновения болезней у животных.
5. Развитие молочнокислых бактерий: В силосе присутствуют молочнокислые бактерии, которые играют ключевую роль в процессе анаэробного брожения. Они способны производить большое количество молочной кислоты, обеспечивая быстрое снижение рН и создание благоприятных условий для хранения силоса. Кроме того, они подавляют развитие других видов бактерий, что дополнительно способствует сохранению качества силоса на протяжении длительного времени.
6. Разложение клетчатки и образование летучих жирных кислот: В процессе брожения происходит разложение клетчатки, которая содержится в силосной массе. Это приводит к образованию летучих жирных кислот, таких как уксусная и пропионовая. Эти кислоты играют важную роль в образовании аромата и вкуса силоса, а также в обеспечении его питательной ценности для животных.
7. Образование метана: В процессе анаэробного брожения образуются газы, такие как углекислый газ и метан.

Биохимические процессы при силосовании происходят под действием ферментов растительных клеток и разнообразных микроорганизмов, попадающих в силос с зеленой массой. В процессе силосования в массе, наряду с молочнокислым брожением, протекают уксусное, маслянокислое и спиртовое брожение, но в меньших количествах.

Бродильные процессы во время созревания силосов из сырья, богатого углеводами, при правильной технологии обусловлены преимущественным участием сообщества микроорганизмов, сбраживающих углеводы. Наряду с указанными двумя группами бактерий –гнилостными и молочнокислыми – в начальном периоде созревания такого силоса участвуют ещё и дрожжи. На сырье, богатом углеводами, при правильном режиме силосования не наблюдается длительного участия гнилостных бактерий, как это имеет место на сырье, богатом белком. Здесь гнилостные бактерии также начинают процесс и доминируют в течение 2-3 суток, а затем под воздействием нарастающего количества молочнокислых бактерий прекращают свою деятельность. При нарушении технологического режима силосования на этом сырье в наибольшей степени сказывается деятельность дрожжей и маслянокислых бактерий. Получаемый при этом силос характеризуется высокой кислотностью, большим содержанием уксусной и масляной кислот.

При силосовании сырья из злаковых растений пониженной влажности картина несколько иная. Здесь процессы протекают при температуре 54-60º под воздействием в основном только споровых гнилостных бактерий, характеризующихся высокой термостойкостью. В течение 15-20 суток, когда температура силоса держится в этих пределах, молочнокислые бактерии в процессе силосования не участвуют.

Таким образом, при холодном силосовании сочного растительного материала в роли доминирующей культуры по отношению к другим выступают молочнокислые бактерии. При горячем же силосовании начинают и заканчивают процесс гнилостные бактерии при незначительном участии молочнокислых. Эти бактерии относятся к анаэробам. В условиях же свободного доступа воздуха при силосовании идёт развитие газообразующих гнилостных бактерий наряду с маслянокислыми, что ведёт к порче корма.

Остановимся на краткой характеристике каждой из этой групп микроорганизмов, принимающих участие в процессе созревания силоса.

**Молочнокислые бактерии.** Они объединяются в большую группу микроорганизмов, характеризующуюся способностью вырабатывать в процессе своей жизнедеятельности молочную кислоту. Это бесспоровые, неподвижные, грамм-положительные палочки или кокки. Все виды молочнокислых бактерий по составу продуктов брожения делятся на две основные группы.

Первая—гомоферментативные формы (стрептококки и стрептобактерии), образующие при сбраживании сахаров молочную кислоту и следы побочных продуктов (небольшое количество летучих кислот, спирта и СО2.

Вторая—гетероферментативные формы (бета-кокки и бета-бактерии), образующие из сахаров наряду с молочной кислотой заметные количества уксусной кислоты, СО2, этилового спирта и других побочных продуктов брожения.

Молочнокислые бактерии сбраживают пентозы, гексозы и дисахариды, причем сбраживают они сахара избирательно. Гексозы (глюкоза, левулеза, галактоза) сбраживаются всеми молочнокислыми бактериями, а дисахариды (сахароза, мальтоза, лактоза) сбраживаются только некоторыми видами. Более ограниченное количество видов молочнокислых бактерий сбраживают пентозы (ксилоза, арабиноза) и единичные виды могут сбраживать полисахариды (декстрин, крахмал, инулин). Молочнокислые бактерии могут ассимилировать отдельные органические кислоты.

**3. Условия, необходимые для получения высококачественного силоса**

Процессы созревания силоса протекают по-разному в зависимости от ботанического состава зелёной массы, содержания в ней растворимых углеводов и протеина, её влажности. Так, например, сырьё, богатое белками, в отличие от сырья, богатого углеводами, силосуется при длительном участии в процессах гнилостных бактерий и при замедленном нарастании численности молочнокислых бактерий.

*В растительном сырье, используемом на силос, имеются моно– и дисахариды, а также пентозаны, дающие при гидролизе пентозы. Набор сахаров в силосуемом материале и их количество—это один из факторов, определяющих развитие молочнокислого брожения в силосе.*

Первым показателем изменения, происходящего в зеленой массе, сложенной в силосное сооружение, является повышение температуры, которое обусловлено дыханием растительных клеток и процессами брожения в силосуемой массе. Кислород, необходимый для нормального дыхания, они заимствуют из воздуха, остающегося в силосе. Чем больше воздуха остается в силосуемой массе, тем энергичнее идут окислительные процессы, тем сильнее разогревается силосуемая масса, и тем выше в ней потери питательные веществ.

Для силосования могут быть использованы следующие культуры**:**

1. Растения, специально высеваемые для приготовления силоса (кукуруза, подсолнечник, горох, люпин, бобово-злаковые смеси трав, африканское просо, суданка).

2. Дикорастущие травы, кроме вредных и ядовитых,

3. Ботва корнеплодов и картофеля.

4. Корнеклубнеплоды и бахчевые культуры.

5. Остатки технических производств {свекловичный жом, хлеб­ная и картофельная барда, картофельная мезга, виноградные выжимки).

Интенсивность молочнокислого брожения определяется наличием в сырье достаточного количества сахара *«сахарного минимума».* Для каждого вида растений существует свой сахарный минимум. Это процент сахара, необходимый для накопления в силосуемом сырье молочной кислоты в количестве, обеспечивающем смещение рН до 4,2 при данной буферной емкости.

Буферная емкость определяется как количество молочной кислоты, которое необходимо для подкисления массы до рН 4,2. Она выражается в граммах молочной кислоты на 1 кг или 100 г СВ и зависит от количества сырого протеина и минеральных веществ с щелочными свойствами.

Для определения величины сахарного минимума необходимо буферную емкость умножить на 1,7 (постоянный коэффициент распада сахара на образование 1г молочной кислоты).

В зависимости от сахарного минимума и фактического содержания сахара все растения разделены на три основные группы: легкосилосующиеся, трудносилосующиеся и несилосующиеся.

– К хорошосилосующимся относятся рстения, у которых содержание сахара выше необходимого сахарного минимума. Хорошо силосуются все злаковые растения, в том числе кукуруза, сорго, суданская трава, райграс, зеленый овес, злаково-бобовые смеси, подсолнечник, корнеклубнеплоды и их ботва, горох, рапс озимый.

– Трудносилосующиеся растения имеют ограниченный запас сахара, обеспечивающий только в идеальных условиях нормальное течение процессов молочнокислого брожения. К таким растениям относятся в первую очередь бобовые: донник, вика, люцерна, клевер красный и белый, люпин синий, осока, лебеда. Качество силоса из этих культур улучшается при добавлении к ним легкосилосующихся растений в соотношении 1:1 или при обогащении легкорастворимыми углеводами в виде мелассы, мучнистых кормов, вареного картофеля. Мелассу вводят в количествах не более 1,5-3% по массе, а картофель – 50 кг на 1 т силосуемой массы.

– У несилосующихся растений фактическое содержание сахара значительно ниже установленного минимума. К ним относят молодую пастбищную траву, рожь после колошения, сою, крапиву, лопух, люцерну в период бутонизации, ботву картофеля, арбуза, тыквы. Эти растения можно закладывать вместе с легкосилосующимися в соотношении 1:2.

Дополнительным элементом, позволяющим определить характер силосуемости растений, является также соотношение в силосуемой массе сахара и сырого протеина. Зеленая масса с сахаропротеиновым отношением более 0,7-1,5:1 силосуется хорошо; 0,5-0,7:1 силосуется плохо и менее 0,5:1 – не силосуется.

Но это деление условно и обосновано только при количестве СВ в сырье менее 25%, если же в сырье СВ 30-45%, то успешно силосуются растения и с высокой буферностью. Сахарный минимум может меняться от многих факторов (фаза вегетации, внесение удобрений и т.д.). В среднем содержание сахаров в зеленой массе при натуральной влажности должно быть не менее 1,5%.

**1. Скашивание и измельчение.** Растения на силос скашиваются в ранние фазы вегетации: злаки – отсутствие соцветий, бобовые – бутонизация, кукуруза – молочная, молочно-восковая спелость, подсолнечник – при цветении его третьей части.

Высота скашивания должна быть 5-7 см. Оптимальная влажность составляет 65-75%, при влажности сырья более 80%, массу необходимо провялить в течение 2-3 дней или смешать с более сухими компонентами. Это позволит повысить количество СВ и снизить потери питательных веществ за счет вытекания сока, снизит образование уксусной и масляной кислот. Измельчение способствует активизации молочнокислого брожения и важное условие для хорошего уплотнения массы. Степень измельчения может быть от 2 до 12 см и зависит от влажности сырья. Мелкотравную растительность с высокой влажностью не измельчают.

**2. Укладка и уплотнение.** Силосная масса закладывается в траншеи или силосные башни (подготовка). Непременное условие получения высококачественного корма – быстрая изоляция силосуемой массы от воздуха, поэтому траншея должна закладываться за 3-4 дня, то есть в день должен закладываться слой примерно 0,8 м. Масса должна быть плотно утрамбована, температура разогрева массы не должна превышать 38оС. Наличие площадки для разгрузки массы.

**3. Укрытие массы.** Производится при помощи полиэтиленовой пленки, сверху все присыпается землей слоем 10 см. Перед заморозками массу утепляют соломой. Вскрывают траншею через 2 месяца.

**Силосование с применение консервантов.**

**2.** Присилосовании трудносилосующихся бобовых кормовых культур используют различные консерванты: органические кислоты (муравьиная, пропионовая, бензойная, сорбиновая, уксусная); минеральные кислоты (соляная, серная, фосорная) и их смеси в виде специальных препаратов.

Консерванты используются для того, чтобы быстро закислить массу, что подавит жизнедеятельность гнилостной и маслянокислой микрофлоры, не снижая жизнедеятельность молочнокислых бактерий. Использование консервантов снижает потери питательных веществ по сравнению с обычным силосованием в 2-3 раза.

Препараты можно вносить в процессе уборки трав и при закладке в хранилище. Вносят препараты при помощи компрессоров, насосов и др. приспособлений. Для равномерного распределения консерванта в массе в нижний слой вносят 75% рабочего раствора, в средний – 100%, в верхний – 125%.

Однми из новых предлагаемых препаратов являются **Биотроф, Биосиб и Феркон.**

– Биотроф – закваска, содержащая в своем составе молочнокислые бактерии, используется для силосования всех трав, включая кукурузу. Расход 1л на 15т зеленой массы.

– Биосиб – закваска, состоящая из молочнокислых и пропионовкислых бактерий. Рекомендована для силосования трав с одержанием СВ 25-40%, фуражного зерна повышенной влажности и корне-клубнеплодов. Расход на 1т массы 15мл с предварительной активацией или 50-70мл без активации.

– Феркон – полиферментный препарат, содержит комплекс ферментов, обеспечивающих гидролиз сложных углеводов (целлюлозы, гемицеллюлозы, пентозанов, пектиновых веществ) до глюкозы и других моносахаров доступных молочнокислым бактериям. Расход в виде водной суспензии 4 л на тонну.

Консерванты не рекомендуется применять при влажности исходно сырья более 75%, так как они будут вытекать с выделяемым соком

**4. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ПИТАТЕЛЬНОСТЬ СИЛОСА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ КОРМЛЕНИИ ЖИВОТНЫХ**

Все эти меры помогают сохранить питательные вещества в силосе. При правильной закладке потери составляют 15-20%, при нарушении – могут достигать 50%.

Доброкачественный силос из различных трав по своей питательности и биологической ценности почти не отличается от травы. Количество протеина, жира, клетчатки, минеральных веществ и каротина в силосе практически не изменяется. В 1кг силоса содержится 0,17-0,24 ЭКЕ (0,14-0,21 к.е.), 14-28г ПП и 10-28мг каротина. Уменьшается лишь содержание сахаров на 60-90% за счет образования органических кислот, которые по своим энергетическим свойствам незначительно уступают простым сахарам и легко усваиваются.

В свиноводстве и птицеводстве широко применяется комбинированный силос. Сырьем для его приготовления служат початки кукурузы, морковь, свекла, картофель, бахчевые, дробленое зерно и зерноотходы и т.д. В состав комбинированного силоса должно входить не менее 2-3 компонентов. Такой силос более богат протеином, углеводами, каротином и содержит меньше клетчатки. При заготовке компоненты подбираются так, чтобы оптимальная влажность сырья составляла 60-70%. Продолжительность закладки не более 2-3 дней. Корнеплоды, картофель, тыкву, кабачки, зеленую массу измельчают до частиц длиной 1-2см, для птиц – около 0,5см, а зерновые корма до состояния дерти.

Силос является одним из основных кормов в зимне-стойловый период. Для крупного рогатого скота он может занимать в структуре рациона 40-60-% по питательности. В зависимости от продуктивности коровам его дают 15-30 кг на голову в сутки, молодняку 0,5-18кг в зависимости от возраста, на откорме до 40кг.

Овцам, в зависимости от физиологического состояния и породы – от 0,6 и до 4 кг в сутки. Рабочим лошадям – 15-25 кг. Свиньям и птице скармливается комбинированный силос, в рационе свиней он может составлять 40-50% по питательности. Свиноматке в сутки дают примерно -5-6 кг, курам до 50 г в сутки

**5. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ПИТАТЕЛЬНОСТЬ СЕНАЖА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ КОРМЛЕНИИ ЖИВОТНЫХ**

Сенаж – это разновидность консервированного корма, получаемого из провяленных до влажности 40-55% многолетних и однолетних трав.

Он характеризуется невысокой кислотностью, хорошими вкусовыми качествами и диетическими свойствами. Сенаж отличается хорошей поедаемостью, усвояемостью и высокой питательностью.

В отличие от силоса консервирование сенажируемой провяленной зеленой массы происходит за счет физиологической сухости среды. В процессе провяливания повышается водоудерживающая сила растительных клеток, которая превышает сосущую силу большинства бактерий. При влажности 45...55% клетки растений удерживают воду с силой, которую не в состоянии преодолеть многие виды бактерий, в первую очередь на маслянокислые организмы и гнилостная микрофлора. При этом число молочнокислых бактерий возрастает более чем в 200 раз.

При заготовке сенажа в результате испарения свободной воды в растениях значительно повышается концентрация питательных веществ. С повышением содержания сухого вещества до 45% количество кормовых единиц, переваримого протеина и других питательных веществ повышается в 1,5...2,0 раза по сравнению с силосом.

Технология заготовки сенажа включает в себя те же самые операции, что и силосование. Обязательным условием здесь остается провяливание.

Для заготовки сенажа наиболее целесообразно использовать многолетние бобовые травы и бобово-злаковые смеси, т.к. силосуемость их не всегда удовлетворительная.

При вскрытии хранилища качество сенажа определяют по органолептическим показателям, обращая внимание на признаки порчи. Цвет хорошего сенажа должен быть серовато-зеленый, запах– ароматно-фруктовый.

Согласно ОСТа 23637-90 по химическим показателям сенаж подразделяется на 3 класса качества и неклассный.

В хорошем бобовом сенаже массовая доля СВ должна составлять в 40-55%, сырого протеина – 16-12%. В злаковом и бобово-злаковом сенаже соответственно– 40-60% и 14-10%. В любом сенаже первого класса качества не должно содержаться масляной кислоты, максимально допустимое количество масляной кислоты 0,2%.

Норма скармливания сенажа в зависимости от влажности и качества составляет:

– взрослому крупному рогатому скоту – 20-30 кг в сутки;

– молодняку до 12 месяцев – 10-12 кг;

– взрослым свиньям– до 6 кг;

– лошадям – до 5-8 кг, молодняку старше 1 года – 3-4 кг.

– овцам – 3-4 кг, молодняку 1-1,5 кг.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Что такое кормление, питание, корма, кормовые добавки и кормовые средства?
2. Как классифицируются корма?
3. Питательная ценность зеленых кормов, корнеплодов и бахчевых. Использование в кормлении животных.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Токарев, В. С. Кормление животных с основами кормопроизводства : учеб. пособие ; ВО – Бакалавриат, Специалитет. – Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019. – 592 с. – URL: http://new.znanium.com/go.php?id=1013694.
2. Фаритов, Т. А. Корма и кормовые добавки для животных : учеб. пособие ; ВО – Бакалавриат, Магистратура/Фаритов Т. А. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 304 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/210464.
3. Хазиахметов, Ф. С. Рациональное кормление животных : учебное пособие; ВО – Бакалавриат/Хазиахметов Ф. С. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 364 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/206411.
4. Кормление животных : метод. указания по выполнению курсовой работы для студентов заочной формы обучения направлений 36.03.02 – Зоотехния и 35.03.07 – Технология пр-ва и перераб. с.-х. продукции / сост.: В. И. Трухачев, Н. З. Злыднев, А. П. Марынич, А. М. Андрушко, И. Г. Сердюков ; СтГАУ. – Ставрополь: АГРУС, 2017.
5. Кормление животных : учебник для студентов вузов по направлениям: "Зоотехния" (бакалавриат) и "Ветеринария" (специалитет) : Т. 1/под общ. ред.: И. Ф. Драганова, Н. Г. Макарцева, В. В. Калашинкова ; МСХ РФ ; Рос. гос. аграрный ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева. – М.:РГАУ – МСХА, 2010. – 341 с.
6. Кормление животных : учебник для студентов вузов по направлениям: ""Зоотехния"" (бакалавриат) и ""Ветеринария"" (специалитет) : Т. 2/под общ. ред.: И. Ф. Драганова, Н. Г. Макарцева, В. В. Калашинкова ; МСХ РФ ; Рос. гос. аграрный ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева. – М.:РГАУ -МСХА, 2010. – 565 с.