**1. Производство силоса.**

Искусство приготовления силоса как способ сохранения сочных кормов было известно тысячи лет, хотя сложные биохимические и микробиологические изменения, которые происходят при процессах силосования, стали понятны сравнительно недавно.

Силосование, или заквашивание, - способ консервирования зеленого корма, при котором растительную массу хранят во влажном состоянии в ямах, траншеях или специальных сооружениях - силосных башнях. Корм, более или менее спрессованный и изолированный от доступа воздуха, подвергается брожению, приобретает кислый вкус, становится мягче, несколько изменяет цвет (бурая окраска), но остается сочным.

Силосование имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами консервирования корма.

*Способы силосования*

1. холодный;
2. горячий.

* При холодном способе силосования созревание силоса идет при умеренном повышении температуры, доходящем в некоторых слоях корма до 40°С; оптимальной температурой считается 25-30 °С. При таком силосовании скошенную растительную массу, если нужно, измельчают, укладывают до отказа в кормовместилище, утрамбовывают, сверху как можно плотнее укрывают для изоляции от воздуха.
* При горячем способе силосное сооружение заполняют по частям. Зеленую массу на один - два дня рыхло укладывают слоем около 1-1.5 м. При большом количестве воздуха в ней развиваются энергичные микробиологические и ферментные процессы, в результате чего температура корма поднимается до 45-50°С. Затем укладывают второй слой такой же толщины, как и первый, и он, в свою очередь, подвергается разогреванию. Растения, находящиеся внизу и размягченные под влиянием высокой температуры, спрессовываются под тяжестью нового слоя корма. Это вызывает удаление воздуха из нижнего слоя силоса, отчего аэробные процессы в нем прекращаются и температура начинает снижаться. Так слой за слоем заполняют все силосохранилище. Самый верхний слой корма утрамбовывают и плотно прикрывают для защиты от воздуха. В связи с тем, что силосохранилище при горячем способе силосования обычно делают небольших размеров, на верхний слой силосуемого корма помещают груз. Разогревание растительной массы связано с потерей иногда значительной части питательных веществ корма. В частности, резко уменьшается переваримость белков. Поэтому горячее силосование не может считаться рациональным способом сохранения растительной массы. Общие потери сухих веществ корма при холодном силосовании не должны превышать 10-15%, во втором достигают 30% и более.

Холодный способ силосования наиболее распространен, что объясняется как сравнительной его простотой, так и хорошим качеством получающегося корма. Горячий способ силосования допустим лишь для квашения грубостебельчатых, малоценных кормов, которые после разогревания лучше поедаются скотом.

Британские фермеры убирают травы, пока они еще находятся в относительно ранней стадии роста, с высоким содержанием ферментируемых сахаров (водорастворимых углеводов - ВРУ) и низким содержанием волокон. Собирают ли культуру немедленно либо оставляют на поле вянуть несколько часов, зависит от погодных условий во время покоса, но в идеале фермер хочет закладывать на силос культуру с содержанием сухого вещества 25-30%. Во многих странах с умеренным климатом, таких как Великобритания, дожди поздней весной и ранним летом не всегда позволяют подсушить траву, и поэтому при силосовании трав, содержащих менее 25% СВ, всегда используются силосные добавки, чтобы достичь хорошей ферментации и уменьшить потери силоса. [15].

**2.Фазы созревания силоса.**

Рассмотрим динамику созревания силоса. Процесс квашения можно условно разбить на три фазы.

* Первая фаза созревания заквашиваемого корма характеризуется развитием смешанной микрофлоры. На растительной массе начинается бурное размножение разнообразных групп микроорганизмов, внесенных с кормов в силосное помещение. Силосование связано с накоплением в корме кислот, образующихся в результате сбраживания микробами-кислотообразователями содержащихся в растениях сахаристых веществ. Основную роль в процессе силосования играют молочнокислые бактерии, продуцирующие из углеводов (в основном из моно- и дисахаридов) молочную и частично уксусную кислоты. Данные кислоты имеют приятные вкусовые свойства, хорошо усваиваются организмом животного и возбуждают у него аппетит. Молочнокислые бактерии снижают реакцию среды корма до pH 4.2...4.0 и ниже. Накопление молочной и уксусной кислот в силосе обусловливает его сохранность, так как гнилостные и прочие нежелательные для силосования бактерии не способны размножаться в среде с кислой реакцией (ниже рН 4.5...4.7 ). Сами же молочнокислые бактерии относительно устойчивы к кислотам.

Обычно первая фаза брожения бывает кратковременной. Вначале захваченный атмосферный кислород в сырье используется растительными ферментами в еще дышащих растениях, но кислород вскоре кончается, и далее брожение происходит в анаэробных условиях. В это время молочнокислые бактерии, присутствующие вначале в небольшом количестве, начинают быстро размножаться до концентрации 109 -1010 клеток/г, используя сахара, освобожденные из разрушенных растительных клеток, как основной источник энергии.

* Во второй фазе - главного брожения - основную роль играют молочнокислые бактерии, продолжающие подкислять корм. Большинство неспороносных бактерий погибает, но бациллярные формы в виде спор могут длительное время сохраняться в заквашенном корме. В начале второй фазы брожения в силосе обычно преобладают кокки, которые позднее сменяются палочковидными молочнокислыми бактериями, отличающимися большой кислотоустойчивостью. При идеальных условиях рН стабилизируется на уровне 3.8 - 4.2, в зависимости от содержания сухого вещества, и силос эффективно консервируется за несколько недель. Однако, когда содержание СВ скошенной травы менее 25%, условия не идеальные, процесс консервации может пройти плохо, особенно если уровень ВРУ также низок (как часто бывает у трав, выросших в умеренном климате). Для нормального силосования нормальных кормов требуется неодинаковое подкисление, в зависимости от различного проявления буферных свойств некоторых составных частей растительного сока. [3].

*Буферные свойства.*

Механизм действия буферов заключается в том, что в их присутствии значительная часть ионов водорода нейтрализуется. Поэтому несмотря на накопление кислоты, реакция среды почти не снижается до тех пор, пока не израсходован весь буфер. В силосе образуется запас так называемых связанных буферами кислот. Роль буферов могут играть различные соли и некоторые органические вещества (например, протеины), входящие в состав растительного сока.

Для повышения в силосе содержания сырого протеина, а также улучшения ферментации корма в период закладки к массе добавляют мелассу, мочевину, соевый шрот. Мелкое измельчение стержней и оберток початков повышает на 30% поедаемость силоса. [1].

Более буферный корм для получения хорошего силоса должен иметь больше сахаров, чем менее буферный. Следовательно, силосуемость растений определяется не только богатством их сахарами, но и специфическими буферными свойствами. Основываясь на буферности сока растений, можно теоретически вычислить нормы сахара, необходимые для успешного силосования различного растительного сырья.

Буферность сока растений находится в прямой зависимости от количества в них белков. Поэтому большинство бобовых растений трудно силосуется, т.к. в них относительно мало сахара (3...6%) и много белка (20...40%). Прекрасная силосная культура - кукуруза, в стеблях и початках ее содержится 8...10% белка и около 12% сахара. Хорошо силосуется подсолнечник, в котором много белка (около 20%) , но и достаточно углеводов (более 20%). Приведенные показатели рассчитаны на СВ. [1].

В основном силосуемость связывают с запасом моно- и дисахаридов, дающих необходимое подкисление. Минимальное их содержание для доведения реакции среды корма до рН 4.2 может быть названа сахарным минимумом. Технически определить сахарный минимум несложно. Титрованием устанавливают необходимое количество кислот для подкисления пробы исследуемого корма до рН 4.2. затем определяют количество простых сахаров в корме. Допуская, что около 60% сахаров превращаются в молочную кислоту, можно рассчитать, хватает ли имеющегося сахара для должного подкисления корма [11].

Качество силоса во многих случаях не отвечает зоотехническим требованиям. Это обусловлено нарушением технологии силосования (длительное нахождение зеленой массы в поле, силосование перезревшей массы силосных культур, слабая утрамбовка при заполнении траншеи).

*Недостаточное уплотнение и*

*плохое укрывание силосных буртов.*

Приведенная причина может также привести к плохой консервации и большим потерям при силосовании из-за доступа воздуха (кислорода). В таких условиях значение рН 4.0 не достигается. Следовательно, могут быстро размножаться микроорганизмы, которые обычно ингибированы анаэробиозом. Энтеробактерии и *Clostridium*, которые ингибируются низкими значениями рН, будут способны расти и утилизировать молочную кислоту. Белок и остаточные ВРУ с последующей утратой пищевой ценности силоса. (рис. 1 и 2). Рост видов *Clostridium*, имеющий оптимум при рН 7.2, не ингибируется до тех пор, пока рН не упадет ниже 5.5. Следовательно, в плохо законсервированном влажном силосе они могут доминировать среди микрофлоры. Виды *Clostridium* предпочитают также более высокую влажность и силос с низким содержанием СВ. [16].

Сахаролитические виды, такие как *Clostridium tyrobutyricum,* используют ВРУ и молочную кислоту в процессе своего роста, и в силосе, который может изначально иметь низкую концентрацию молочной кислоты, неизбежно будет расти рН из-за наработки масляной кислоты, которая слабее, чем молочная.[13].

Протеолитические виды бактерий, такие как *С.sporogenes*, используют многие из аминокислот силоса, продуцируя преимущественно масляную кислоту и аммиак. Эти реакции меняют условия среды, усиливая развитие *С.spp.* Типичные реакции *С.spp* приведены ниже.

Типичные реакции клостридий, расщепляющих сахара:

глюкоза 🡪 масляная кислота + 2 СО2 + 2 Н2,

2 молочная кислота 🡪 масляная кислота + 2 СО2 + 2 Н2.

Типичные реакции протеолитических клостридий:

1. дезаминирование

лизин 🡪 уксусная кислота + масляная кислота + 2 NH3 ,

1. декарбоксилирование

глутаминовая кислота 🡪 γ - аминомасляная кислота + СО2 ,

1. окислительно-восстановительная реакция

аланин + 2 глицин 🡪 уксусная кислота + 3 NH3 + СО2.

Скармливание коровам, молоко которых идет на сыр, недоброкачественного силоса, подвергавшегося маслянокислому брожению, вызывает в сыре подобное брожение.

Также нежелательны в силосе и дрожжи. Обычно после начального быстрого размножения аэробные виды, такие как *Candidas spp*. и *Pichia spp*., «остаются в спячке» в анаэробных условиях, пока силос не откроют для кормления животных. Аэробная порча силоса на поверхности бурта может быть очень быстрой и приводить к полной потере питательности, сопровождаясь образованием диоксида углерода, воды и выделением теплоты, как видно из приведенных ниже типичных реакций дрожжей.

Анаэробиоз:

глюкоза 🡪 2 этанол + 2 СО2 + 64,7 кДж.

Потеря сухого вещества 100%, энергии 9%.

Аэробиоз:

глюкоза + 6 О2 🡪 6 СО2 + 6 H2O + 710,5 кДж.

Потеря сухого вещества и энергии - 100%.

Если анаэробные условия устанавливаются быстро, а достижение низкого рН запаздывает, то, помимо видов рода *Clostridium*, проблемы могут возникать также из-за дрожжей. Будучи устойчивыми к слабокислым условиям, анаэробные дрожжи, например *Torulopsis* *spp*., конкурируют с молочнокислыми бактериями за сахара, которые они превращают в этанол и диоксид углерода с потерей СВ и повышением температуры силоса. [8].

Следовательно, биологические добавки к силосу должны быть способны быстро начинать ферментацию и сохранять низкое значение рН в течении всего периода образования и сохранения силоса. Промедление может быть чревато потерей питательных веществ.

Вернемся к основным бактериям, участвующим в силосовании - молочнокислым бактериям. Среди молочнокислых бактерий силоса имеются кокки и неспорообразующие палочки: *Streptococcus lactis*, *S. thermophilus, Lactobacillus plantarum*, а из представителей второй - *L. brevis*. Эти микробы - анаэробы. На характере продуктов, образуемых молочнокислыми бактериями, сказываются не только биохимические особенности той или иной культуры, но и вид углеводов. В растительном сырье имеются пентозаны, дающие при гидролизе пентозы. Поэтому даже при нормально идущем созревании силоса в нем обычно накапливается некоторое количество уксусной кислоты, которая также образуется, как известно, некоторыми другими молочнокислыми бактериями из гексоз. Большинство молочнокислых бактерий живут при температуре 7...42 °С (оптимум около 25...30°С). Отмечено, что при разогревании до 60...65 °С в нем накапливается молочная кислота, которую продуцируют некоторые термотолерантные бактерии, например *Bacillus subtilis*.

* Третья фаза брожения корма - конечная - связана с постепенным отмиранием в созревающем силосе возбудителей молочнокислого процесса. К этому времени силосование подходит к естественному завершению.

О качестве силосованного корма можно судить по составу органических кислот, накопившихся при брожении (табл.1). [11].

Примерное соотношение кислот в силосе разного качества Табл.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Качество силоса | Реакция среды | Соотношение кислот |
| Очень хорошее | 4,2 и ниже | молочная - 60% и более,  уксусная - 40% и менее, масляная - 0% |
| Хорошее | 4.5 и ниже | молочная - 40-60 %,  уксусная - 60-40%, масляная - следы |
| Среднее | около 4.5 | молочная - 40-60%,  уксусная - 60-40%, масляная - до 0,2% |
| Плохое | выше 4.7 | молочная - мало,  масляная - значительно |
| Очень плохое | выше 5.5 | преобладают летучие кислоты, в том числе и масляная |

Для регулирования процесса силосования существует несколько приемов.

Как уже говорилось, на практике быстрое достижение анаэробных условий в буртах или ямах не всегда гарантировано. Непросто также достичь идеального содержания СВ в скошенной траве из-за погодных условий. Поэтому в течение долгого времени велись поиски химических средств, которые могли бы влиять на консервацию силоса.

**3.Силосные добавки.**

По их действию на процесс ферментации силосные добавки делятся на 2 основные группы: ингибиторы и стимуляторы ферментации. Ингибиторы- это кислотные добавки (серная и муравьиная кислоты) и консерванты (например, формальдегид и параформальдегид). Стимуляторы- это источники углеводов- патока и барда - или разнообразные добавки, такие как молочнокислые бактерии и ферменты.

*1.Ингибиторы ферментации.*

Опыты по кормлению показали, что силос с рН ниже 3.0 (значение легкодостижимое с помощью сильных неорганических кислот) был неприятным для животных, и даже если они его ели, вызывал ацидоз в рубце. Было вычислено количество кислоты, необходимое для достижения рН 3.6-4.0, более пригодного для питания животных, однако все еще ингибирующего некоторые вредные процессы ферментации. Хотя серная кислота и смесь серной и соляной кислот в качестве добавок были популярны во многих североевропейских странах, они постепенно вышли из употребления из-за коррозионного действия и возникновения проблем, связанных с использованием этих кислот.

Еще в двадцатые годы было предложено в качестве добавок использовать органические кислоты. Но разбрызгивание смеси муравьиной и соляной кислот по силосной массе не привело к успеху. Неудача была связана в основном с трудностью равномерного распределения кислоты в толще силосной массы, но с появлением специальных уборочных машин и накопительных фургонов стало возможным обрызгивать кормовую культуру муравьиной кислотой сразу после скашивания. В частности, использование добавок муравьиной кислоты стало промышленно доступной в 50-х годах. Хотя муравьиная кислота слабее неорганических кислот, она понижает значение рН ниже 4.0, если добавлять ее в концентрации, пропорциональной содержанию СВ. Муравьиная кислота обладает антибактериальной активностью за счет сочетания действия водородного иона и бактерицидности самой недиссоциированной кислоты. Хотя она действует ингибирующе на *Clostridium spp*., энтеробактерии и некоторые штаммы *Streptococcus spp*. и *Pediococcus spp.,* но при этом значении рН не полностью подавляет *Lactobacillus spp*. и, таким образом, некоторая микробная активность сохраняется. [8].

До создания специальных заквасок использовали главным образом химические консерванты (таблица 2), [4] , в состав которых входит от одной до трех органических кислот, являющихся также метаболитами пропионовых бактерий, правда, доля муравьиной кислоты превалирует в составе химических консервантов и очень мала в биологических.

Химические консерванты для силосов. Таблица 2

|  |  |
| --- | --- |
| Название | Состав, % |
| ВИК-1 | муравьиная кислота -27  уксусная кислота -27  пропионовая кислота -26  вода -20 |
| АИВ-2 | муравьиная кислота -80  ортофосфорная кислота - 2  вода -18 |
| ВИК-11 | муравьиная кислота -80  уксусная кислота -9  пропионовая кислота -11 |

Было обнаружено, что по мере возрастания концентрации муравьиной кислоты в силосе наблюдалось снижение уровня молочной и уксусной кислот, как и ожидалось, а также увеличивалась концентрация азота белка и ВРУ благодаря ингибированию протеолитической и дыхательной активности микроорганизмов. Однако использование муравьиной кислоты не всегда дает устойчивый эффект при силосовании.

Исследования устойчивости силоса, обработанного муравьиной кислотой, к воздействию кислорода показали, что некоторые дрожжи устойчивы к муравьиной кислоте и иногда вызывают аэробное брожение, как только бурты открывались для использования. До 50% муравьиной кислоты может быть потеряно в процессе силосования, и это также приводит к плохой консервации силоса. Однако промышленные препараты муравьиной кислоты еще достаточно широко используются в Великобритании и северной Европе. [1].

Уксусная, пропионовая и акриловая кислоты, в качестве добавок к силосу, оказались менее эффективными, чем муравьиная, для подавления ферментации. Кроме того, это слабые кислоты, и для достижения ингибирования ферментации их надо вносить в большом количестве, что означает неоправданные затраты.

Благодаря известным бактериостатическим свойствам формалин (40% водный раствор формальдегида) использовался как консервант еще в 30-х годах. Интерес к его использованию возродился, когда были опубликованы результаты изучения обработанной формальдегидом люцерны. Было обнаружено, что умеренные добавки формальдегида защищают растительные белки от микробной атаки в рубце. Однако при полевом применении его потери могут быть высоки из-за летучести, и даже в силосных ямах содержание формальдегида постепенно уменьшается вследствие разложения, так что через 100 дней остается только 20% исходного содержания. Это приводит к порче силоса из-за сочетания маслянокислого брожения по мере падения концентрации формальдегида и последующей аэробной неустойчивости при вскрытии. При применении больших концентраций возникают другие проблемы. Защита растительного белка умеренными концентрациями формальдегида может привести к тому, что при его высоких концентрациях микроорганизмы в рубце будут лишены доступного азота и погибнут, что ухудшит переваривание белка в толстом отделе кишечника. Также обнаружено, что «свободный» формальдегид может переноситься в молоко. [1].

Большая часть этих неприятностей исчезает, когда используют смеси формальдегида и муравьиной кислоты, которые эффективно уменьшают протеолиз и маслянокислую ферментацию и не мешают перевариванию белков, что приводит к увеличению содержания СВ в силосе.

*2. Стимуляторы ферментации.*

Добавки, которые активно стимулируют ферментационные процессы в силосе, используются уже много лет. Добавление патоки, как оказалось, увеличивает и содержание сухих веществ, и концентрацию молочной кислоты, с последующим уменьшением рН и ингибированием роста вредных микроорганизмов, однако этот уровень рН еще позволяет расти молочнокислым бактериям. Добавка патоки к культурам с низким содержанием ВРУ, таким как бобовые, была только тогда полезна, когда применялись относительно высокие дозы (около 40-50 г/кг и более). При таких дозах не все доступные углеводы превращаются в молочную кислоту лактобациллами, обычно присутствующими в силосе, и к концу ферментации сохранится довольно высокий остаточный уровень ВРУ. [1].

Последняя группа промышленных стимуляторов ферментации - это вещества, включающие молочнокислые бактерии и/или ферменты, известные в совокупности как микробные или биологические силосные добавки.

В таблице 3 представлены некоторые бактериальные закваски для силосования, которые разрабатывались в Институте микробиологии и вирусологии Казахстана. [7].

Бактериальные закваски для силосования. Таблица 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | Место создания | Штаммы | Силосуемые растения |
| АМС “Казахсил” | Институт микробиологии и вирусологии АН Казахстана | *Streptococcus lactis diastaticus (сухой)* | Трудносилосуемые (бобовые, злаковые, травосмеси, тростник) |
| ПКБ | “” | *Propionibacterium shermanii* | Высокосахаристые, легкосилосуемые (кукуруза, подсолнечник) |
| ПМБ | “” | *Lactobacterium pentoaceticus* | Солома и грубостебельчатые остатки растений |
| Смешанные закваски: АПП (АМС, ПКБ, ПМБ) | “” | *Str. lactis diastaticus, P. shermanii, L.pentoaceticus* | Кукурузная солома |
| Силамп (АМС, ПКБ) | “” | *Str. lactis diastaticus, P. shermanii* | Легкосилосуемые, высокосахаристые |
| АПП (АМС, ПМБ) | “” | *Str. lactis diastaticus, L.pentosus* | Многолетние и однолетние с соломой, бобовые. солома |

**4. Роль молочнокислых бактерий в силосных добавках.**

Качество естественной ферментации силоса сильно зависит от числа и типа молочнокислых бактерий, присутствующих в фураже во время закладки силоса. Из четырех родов молочнокислых бактерий, связанных с силосом (*Lactobacillus, Pediococcus, Streptococcus, Leuconostoc*), со временем в силосной микрофлоре начинают доминировать *Lactobacillaceae*. На ранних стадиях, когда установился анаэробиоз, кокки быстро размножаются благодаря их норме реакции на кислотность (рН 6.5-5.0 с оптимумом 5.5), хотя некоторые педиококки могут выживать при рН 4.0 из-за их более высокой толерантности к кислоте. [1]. Когда рН падает ниже 5.5 начинают преобладать лактобациллы, и это положение сохраняется на протяжении всего периода консервации. Обнаружено, что процесс силосования начинается гомоферментативными лактобациллами, такими как Lactobacillus plantarum и L. curvatus, а к концу 75-95% лактобацилл представлены гетероферментативными видами, преимущественно L. buchneri и L. brevis. Это объясняется тем, что гетероферментативные лактобациллы более устойчивы к уксусной кислоте, которую они также производят. Показано также, что может иметь место сдвиг от чисто молочнокислого к смешанному брожению, включающему реферментацию молочной кислоты под действием некоторых гомоферментативных бактерий вследствие нехватки субстрата. [12].

В районах с умеренным климатом, где содержание сахара в фураже может быть низким, потребность молочнокислых бактерий в ВРУ силоса может опережать их поступление, и тогда может произойти изменение в схеме ферментации в сторону доминирования гетероферментативных молочнокислых бактерий. Значимость этих естественных схем ферментации иллюстрируется следующими реакциями *Lactobacillus spp*.. [12].

Реакции гомоферментативных молочнокислых бактерий:

глюкоза, фруктоза 🡪 2 молочная кислота,

арабиноза, ксилоза 🡪 молочная кислота + уксусная кислота.

Потери сухого вещества не происходит. Потери энергии незначительно.

Реакции гетероферментативных молочнокислых бактерий:

глюкоза 🡪 молочная кислота + этанол + СО2

Потери сухого вещества 20%, энергии 1,7%.

Рост гетероферментативных *Lactobacillus spp*. в силосе ведет к образованию этанола и диоксида углерода с последующей потерей СВ и энергии.

*Селекция штаммов при разработке силосных добавок.*

Выбранные виды молочнокислых бактерий с целью включения их в силосные добавки должны:

1. Быстро расти и быть способными к быстрому доминированию над местной силосной микрофлорой;
2. Быть гомоферментативными и, таким образом, производить молочную кислоту из доступных ВРУ;
3. Быть устойчивыми к кислоте, по крайней мере, при рН 4.0;
4. Быть способными сбраживать гексозы, пентозы и фруктаны;
5. Не производить декстраны и никак не воздействовать на органические кислоты;
6. Обладать способность к росту при температуре до 50 °С.

Некоторые штаммы *Lactobacillus plantarum* обладают всеми этими свойствами, и потому этот вид был выбран для включения в биологические силосные добавки. Однако, т.к. *Lactobacillus spp*. медленно растут, пока рН силоса не упадет до 5.0, продукт редко состоит исключительно из них. Обычно еще добавляют *Pediococcus* или *Streptococcus spp*., т.к. эти виды активны при рН 5.0 - 6.5 и, следовательно, отражая естественный ход ферментации, кокки будут доминировать на ранних стадиях силосования, а при рН ниже 5.0 они будут подавлены гомоферментативными *Lactobacillus plantarum*.

*Дополнительные требования к микробиологическим добавкам*

Любая бактериальная силосная добавка помимо селектированных штаммов молочнокислых бактерий должна содержать достаточное число жизнеспособных бактерий, чтобы они могли доминировать в местной микрофлоре при добавлении в скошенную траву не менее 105 -106 бактерий на 1 г травы. Когда биологические силосные добавки и инокуляты только стали использоваться для силосования, в них было такое количество жизнеспособных бактерий, которое успешно обеспечивало силосование. Если корма содержали достаточное количество пригодных к ферментации сахаров, они силосовались без трудностей. Но с другой стороны зеленые корма (особенно выращенные в районах умеренного климата), могут иметь низкое содержание ВРУ (менее 8-20% от СВ), и биологические добавки, содержащие только молочнокислые бактерии, не всегда обеспечивают хорошую ферментацию из-за истощения допустимых сахаров прежде, чем может быть достигнуто удовлетворительное значение рН. Кроме того, наблюдалась тенденция использовать добавки, когда содержание СВ было менее 25%, и в сочетании с тем, что содержание ВРУ было также низким, эти первые инокуляты были неспособны препятствовать вторичной клостридиальной ферментации. Когда на силос закладывали смешанный фураж - райграсс и клевер или другие бобовые, например люцерну - результаты были еще хуже. Бобовые создают лучшую буферную среду, чем другие травы, за счет высокого содержания органических кислот и белка, и поэтому в присутствии бобовых для достижения необходимого рН требуется , чтобы бактерии производили больше молочной кислоты- задача почти не достижимая, если обе культуры были влажными и с низким содержанием ферментируемых сахаров.

Стало ясно, что необходим способ повышения содержания ферментируемых сахаров в самих кормах, так как , хотя растительные ферменты способны медленно производить некоторое добавочное количество ВРУ путем гидролиза гемицеллюлоз до пентоз, есть еще большой неиспользованный источник потенциально ферментируемых сахаров внутри неразрушенных растительных клеток. Количество и тип углеводов, присутствующих в травах, зависят от вида трав, погоды в период роста и способов культивации. Большая часть углеводов в траве может быть разделена на структурные углеводы, состоящие из лигнина и целлюлозы, и запасные углеводы, которые включают ферментируемые сахара (рис.3).В травах умеренного пояса волокна обычно составляют 30-40 % от СВ, основные запасные углеводы, фруктаны и гемицеллюлозы-5-7 % от СВ, истинные ферментируемые сахара -около 10 % от СВ (это глюкоза, фруктоза, сахароза).У бобовых основной запасной углевод- крахмал.[17].

В последние несколько лет появились силосные добавки второго поколения, включающие различные смеси ферментов, способные гидролизовать многие из обычно неподдающихся запасных полисахаридов до гексоз и пентоз, которые могут быть усвоены гомоферментативными молочнокислыми бактериями. Структурные углеводы остаются нетронутыми, так как лигнин и целлюлозу трудно эффективно гидролизовать при нормальных условиях, существующих в силосе. Скорость целлюлазных реакций мала , и поскольку эти ферменты требуют для эффективного гидролиза повышенной температуры и большого времени, реально они мало полезны. Однако есть много выделенных из грибов доступных гемицеллюлаз и амило-глюкозидаз, которые могут производить быстрый гидролиз гемицеллюлозных компонентов неструктурных углеводов в травах с низким содержанием СВ при температуре и рН, существующих в силосе при обычных условиях.

Поэтому в качестве биологических консервантов кормов используют микорм, амилолитические, целлюлозолитические и комплексные цитолитические ферментные препараты. Ведущее место при этом занимают неочищенные ферментные препараты грибного происхождения и микорм. Так, добавление в закладываемый силос 2% кукурузных стержней, обогащенных белково-ферментным комплексом, способствует молочнокислому брожению, значительному повышению содержания молочной кислоты и получению силоса высокого качества, а введение 0,5-1% амилоризина Пх в смесь люцерновой травы и сырого картофеля - улучшению соотношения молочной и уксусной кислот (81,6: 18,4 и 85,9:14,1%), отсутствию масляной кислоты и получению биологически ценного комбинированного силоса. Добавление в закладываемую смесь (картофель - 50%, измельченные початки кукурузы без обверток - 25%, отава люцерны - 25%) глюкаваморина Пх в количестве 5 кг/т способствует улучшению соотношения молочной и уксусной кислот (85,2:14,8%), сокращению потерь СВ в 3 раза. [2].

В связи с включением подобных ферментов в биодобавки к силосу важно отметить, что гексозы и пентозы, получающиеся в результате их деятельности, должны соответствовать ферментативным способностям молочнокислых бактерий в силосе. Тогда как С6 -сахара используются всеми гомо- и гетероферментативными лактобациллами, пентозы могут быть использованы лишь относительно небольшим числом лактобацилл. Из травяного силоса были изолированы штаммы *L.plantarum,* которые могут утилизировать также и пентозы, и эти штаммы должны использоваться вместе со смесью энзимов, которые продуцируют пентозы. Продукция пентоз особенно полезна, так как оба типа утилизирующих пентозы гомо- и гетероферментативных штаммов лактобацилл выделяют уксусную и молочную кислоты без потерь СВ или энергии.

Последние из появившихся биологических добавок- те, которые содержат только ферменты. Целлюлолитические и гемицеллюлолитические ферменты, содержащиеся в этих продуктах, превращают запасные полисахариды травы в гексозы и пентозы , которые затем используются молочнокислыми бактериями, обычно присутствующими в силосе. Однако, как уже говорилось ранее, в большей части натурального силоса имеется тенденция к размножению гетероферментативных молочнокислых бактерий с последующей потерей СВ из-за образования этанола и диоксида углерода. Следовательно, превращение ВРУ в молочную кислоту с помощью чисто ферментативных добавок менее выгодно энергетически, чем если включаются гомоферментативные молочнокислые бактерии. Если ферменты, присутствующие в этих добавках, также производят пентозы, как и гексозы,С5 -сахара не могут быть утилизированы из-за того , что пентозоусваивающие молочнокислые бактерии в естественных силосах встречаются относительно редко.

Следовательно, кажется целесообразным включать гемицеллюлолитические ферменты, так и гомоферментативные молочнокислые бактерии в биологические добавки к силосу, чтобы перекрыть все возможные сочетания условий силосования. Добавки, которые содержат гомоферментативные молочнокислые бактерии, только тогда будут хорошо работать, когда имеется достаточная концентрация ВРУ для поддержания их пищевых потребностей, и , тем самым, будет достигнуто низкое значение рН и стабильная ферментация. Однако в силосах с низкой концентрацией ВРУ эти бактерии израсходуют все питательные вещества задолго до того, как будет достигнуто стабильное значение рН, и, таким образом, они не будут способны ингибировать рост клостридиальных бактерий. С другой стороны, добавки, содержащие только ферменты, рассчитаны на наличие естественных, преимущественно гетероферментативных молочнокислых бактерий, способных производить достаточное количество кислоты для понижения рН.

Хотя ВРУ может быть достаточно благодаря гидролитической активности ферментов, гетероферментативные молочнокислые бактерии менее энергетически эффективны, чем гомоферментативные, что приводит к потере питательных веществ. Если фураж при закладке на силосование также содержит мало эндогенных молочнокислых бактерий, период, необходимый для того чтобы значение рН снизилось достаточно для ингибирования других микроорганизмов, может затянуться на несколько дней - время достаточное для того, чтобы вредные микроорганизмы начали влиять на процесс ферментации. Однако, добавляя гемицеллюлолитические ферменты одновременно с гомоферментативными молочнокислыми бактериями, можно преодолеть оба этих затруднения.

*Пропионовые бактерии в силосовании.*

Из свежих трав пропионовые бактерии не выделялись, а из силосов выделялись, но в очень небольшом количестве, поэтому их истинное участие в силосовании в природных условиях сильно нивелировано. При внесении пропионовых бактерий (ПКБ) в силосуемые растения, прежде всего с высоким содержанием сахаров (кукуруза), получили корм более высокого качества, чем в контроле (без внесения ПКБ). Он имел низкую кислотность, был обогащен витаминами В2 и В12, пропионовой кислотой и не подвергался плесневению. [5].

В результате скармливания такого силоса в течении 3 месяцев повысилась яйценоскость птиц, выводимость цыплят, сохранность молодняка животных, в крови которых увеличивается содержание каротина и снижается содержание аммиака [4]. В одном грамме бакконцентрата “Казахсил” ПКМ содержится 109 жизнеспособных клеток, и в 1 тонну силосуемой массы рекомендуют вносить 1,5 г препарата. Особенно высокий эффект (см. таблицу 3) достигается при использовании одновременно трех бакконцентратов: ПКБ, АМС, ПМБ (пентозосбраживающие молочнокислые бактерии).

**4. Ферментные препараты при силосовании.**

*Ферментные препараты при силосовании бобовых трав.*

Бобовые травы относятся к категории трудносилосуемых или вообще несилосуемых растений. Ферментные препараты не только силосуют корма, но и обогащают их легкопереваримыми питательными веществами.

Это целловиридин, пектофоетидин, целлолигнорин, глюковомарин и др. В условиях Узбекистана при силосовании зеленой люцерны применялся ферментный препарат- целловиридин - Г3Х (рН 3.9 - 4.1, температура 37 °С, активность 3000 ед./кг). Он обеспечил гидролиз целлюлозы, гемицеллюлозы, пектиновых веществ до моносахаридов (этот процесс очень важен для бобовых, т.к. в них содержится мало сахаров и много белковых веществ - а значит, они плохо силосуются).

В результате образования достаточного количества сахара появляются благоприятные условия для развития молочнокислых бактерий. Значительно уменьшается количество бесполезно теряющегося аммиачного азота, что положительно влияет на сохранение протеина (достигает 78-80%). Под влиянием ферментных препаратов в корме увеличивается содержание белков, аминокислот, которые повышают биологическую ценность корма.

*Технология силосования зеленой люцерны с помощью*

*ферментного препарата целловиридина.*

Скошенную и измельченную зеленую массу без провяливания перевозят, взвешивают на автовесах и укладывают в бетонированную траншею слоями толщиной 40-50 см.. Траншея должна быть заранее очищена и дезинфицирована.

Фермент вносят послойно из расчета 2 кг на 1 т силосуемой массы. Этот ферментный препарат имеет порошкообразную структуру и обладает высоким консервирующим свойством. Его надо разбрасывать равномерно по всей поверхности каждого слоя, затем утрамбовывают.

Заполнять траншею силосуемой массой надо быстро - в течение 4-5 дней. Необходимо использовать бетонированные траншеи емкостью 800-1000 т силоса и обеспечивать ежедневную закладку не менее 160-200 т зеленой массы.

Заполненную траншею укрывают полиэтиленовой пленкой, затем землей с толщиной слоя около 10-15 см.

Силос будет готов к скармливанию через 15-20 дней.

Готовый силос имеет влажность 76-78%, рН 4.1 - 4.3. В одном килограмме силоса из зеленой люцерны 0.22 - 0.24 к.е. [[1]](#footnote-1)\* , 35-38 г переваримого протеина. [9].

Таблица 4

Химический состав силоса из зеленой люцерны в абсолютно сухом состоянии, %

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Зеленая люцерна | Силос | Динамика содержания питательных веществ, % |
| Протеин | 16,6 | 16,03 | 96,38 |
| Азот | 2,65 | 2,57 | 96,09 |
| Жир | 2,13 | 3,56 | 162,43 |
| Клетчатка | 34,04 | 31,39 | 91,25 |
| Зола | 9,8 | 10,8 | 110,09 |
| Кальций | 1,57 | 1,59 | 102,26 |
| Фосфор | 0,29 | 0,43 | 148,48 |
| Каротин, мг | 48 | 42 | 87,5 |

Тем самым, потери питательных веществ, особенно протеина и каротина, были минимальными.

Если 1 кг АСВ зеленой люцерны принять за 100, то в силосе из зеленой люцерны потери протеина составят 3.62%, каротина 12.5%.

Продолжение хранения в течение 6 месяцев приводит к потери влаги на 5-6%, следовательно, увеличивается содержание сухого и органического вещества, в том числе протеина и кальция. Наблюдается некоторое снижение содержания жира, клетчатки и фосфора. Поедаемость силоса из зеленой люцерны по сравнению с кукурузным силосом повышается на 15-20%.

*Варианты опытов силосования различных культур*

*(кукуруза, люцерна) с применением силосных добавок.*

При разработке технологии получения препаратов силосных бактерий в качестве сырья используют отходы молочной промышленности: подсырную, творожную и казеиновую сыворотки и пивную дробину. Солодовые ростки, ржаная и гороховая мука используются в гидролизованном виде при помощи кислот или ферментативным путем.

При анализе развития микробиологических процессов в силосе (таблица 5) [10], приготовленного в природных условиях, выяснено, что при спонтанном процессе брожения (контрольные силосы) очень интенсивно росли гнилостные бактерии, в частности в силосе из отавы люцерны, в связи с чем их количество на 7 сутки выросло до 680 млн. на 1 г. В результате бурного развития аммонификаторов в силосе из бобовых замедлилось обогащение молочнокислыми бактериями; в силосе из кукурузы оно было очень интенсивным. В контрольном силосе, приготовленном из отавы люцерны, всвязи с замедлением молочнокислого брожения в конце опыта наблюдались маслянокислые бактерии (титр 103 ). Вследствие сильного роста аммонификаторов контрольный силос из бобовых при органолептической имел неприятный запах распада белков. При применении препаратов силосных бактерий - промышленной подсырно-сывороточной закваски, биомассы силосных бактерий и культуры с высоким титром силосных бактерий - рост молочнокислых бактерий во всех видах силоса был интенсивным, но в силосе из отавы люцерны рост их был значительно медленнее. В результате активного молочнокислого брожения падение рН во всех вариантах опыта было более высоким, в связи с чем рост гнилостных бактерий тормозился раньше, чем в контрольном силосе без добавок. В силосе из отавы люцерны при внесении биологических добавок рос молочнокислых бактерий, несмотря на небольшое количество углеводов, происходил интенсивнее, чем в контрольном силосе из этого же сырья. Следовательно, при применении добавок рост гнилостных бактерий замедлялся, что способствовало сохранению в силосе углеводов, необходимых для молочнокислого брожения. В силосах, заправленных биологическими добавками, уже с первых дней доминировали *L. plantarum* , всвязи с чем закваски, с точки зрения более экономичного использования углеводов, имели огромное значение.

**6. Производственные рекомендации.**

При выращивании бактерий в ферментерах производство педиококков и стрептококков гораздо дешевле, чем молочнокислых бактерий. Они не так привередливы в пищевых потребностях, как лактобациллы, растут в ферментерах до большей плотности, лучше выдерживают лиофилизацию и более стабильны при обычных условиях хранения на ферме. Выбор кокков для включения их в продукт должен диктоваться их способностью быстро размножаться в ограниченно аэробных и анаэробных условиях и достигать рН ниже 5.0 быстро, так чтобы клостридии и другие портящие силос микроорганизмы не смогли размножаться.

Еще более важен выбор штаммов *Lactobacillus plantarum* . В идеале выбранный штамм должен происходить из естественных условий, т.е. из хорошо законсервированного травяного силоса; быть способным к быстрому размножению, чтобы доминировать в силосной микрофлоре; производить много молочной кислоты и быть устойчивым к значению рН , по крайней мере, 4.0. Помимо этих основных условий штаммы *Lactobacillus* должны утилизировать пентозы также, как гексозы, особенно, если гемицеллюлолитические ферменты, производящие пентозы, включены в конечный продукт. Другими словами, ферменты и молочнокислые бактерии в продукте должны дополнять друг друга. Необходим очень строгий контроль за сохранением ферментативной активности *Lactobacillus spp*. При использовании штаммов с высоким выходом молочной кислоты конечный выход бактериальной биомассы неизменно ниже, чем у штаммов с низкой продукцией кислоты, вероятно, из-за слабых изменений проницаемости и устойчивости бактериальной клеточной стенки. Для сохранения пигментации при оптимальном для роста значении рН обычно важна нейтрализация щелочью, но необходимо постоянно следить за концентрацией молочной кислоты в ростовой среде, чтобы предотвратить в дальнейшем уменьшение выхода бактерий из-за выделения токсичных метаболитов. Следовательно, необходима оптимизация условий роста при производстве штаммов *Lactobacillus spp*., которые были выбраны за специфические благоприятные характеристики, такие как образование молочной кислоты. Поскольку дальнейшие потери происходят на этапах изъятия из ферментера и лиофилизации, необходим тщательный выбор криопротекторов, а также долговременные испытания на сохранность для выяснения жизнеспособности бактерий в товарных продуктах при хранении.

**7. Эффективность биодобавок к силосу**

Долговременный мониторинг эффективности некоторых биологических добавок к силосу “в поле”, проведенный английским фермерским хозяйством, отражен в таблице 6 [18 ] , где даны средние результаты примерно 400 анализов силоса (преимущественно травяного) за трехлетний период. Они показывают, что биодобавки могут быть существенной помощью при ферментации, особенно в условиях низкого содержания СВ. Оба показателя - и рН, и содержание аммонийного азота - отражают категорию “очень хороший” ферментации, при этом необходимо отметить, что эти анализы обладают “негативным” отклонением, поскольку фермеры используют добавки только тогда, когда ожидаются плохие условия ферментации (например, низкое содержание СВ). Учитывая это, полученные результаты особенно обнадеживающие.

*Влияние азотных удобрений*

Из таблицы 6 видно, что в 1985 году наблюдались несколько повышенные значения рН и содержания аммонийного азота и вдвое больший коэффициент вариации по содержанию аммонийного азота по сравнению с предыдущими годами. Такие результаты объяснимы влиянием холодной и дождливой погоды на большей части территории Великобритании. На рисунке 4 показаны результаты анализа силоса и газожидкостной хроматографии летучих жирных кислот для трех различных “типов” силоса. Рисунок 4 а - типичный пример прекрасной ферментации при низком содержании СВ с хорошим сохранением питательных веществ. На рисунке 4 б показан, наоборот, пример типичного “маслянокислого” силосного профиля с высоким рН и содержании аммонийного азота и с пиком масляной кислоты. В этом случае трава была оставлена на поле на 6 дней из-за продолжительного дождя. а потом все-таки собрана. В довершении всего был плохо заложен бурт: уплотнение фуража и закрытие бурта были недостаточными. Поэтому плохие результаты неудивительны. Однако результаты, представленные на рисунке 4 в, нетипичны. Фермер, получивший такой анализ, будет убежден, что его силос должен подвергнуться вторичной ферментации. Судя только по результатам стандартного анализа, это следует из значения рН 4.7 и содержания аммонийного азота 19%. Однако кривая газожидкостной хроматографии опровергает это предположение, так как на ней не обнаруживается следов масляной кислоты. Это не частный случай, т.к. в 1985 г., особенно в очень влажных силосах, были зарегистрированы сходные результаты анализов. Оказывается, это не связано с силосными добавками, поскольку это явление наблюдалось в необработанных силосах, а также в силосах с добавлением патоки, кислот и биодобавок. Общим во всех этих случаях было то, что травы были скошены и заложены на силос сразу после подкормки азотными удобрениями, иногда через 2-3 недели после внесения удобрений. При холодной дождливой погоде растения не успели превратить эти нитраты в свои белки, и, таким образом, в силосной массе был избыток нитратов вне и внутри растений.

Высокий уровень нитратов в силосной массе может влиять на последующую ферментацию. Содержание ВРУ в траве отрицательно коррелирует с уровнем нитратов, использованных для подкормки растений, из-за быстрого роста травостоя. При содержании общего азота в образцах, превышающем 100 г/кг, видимо, молочнокислые бактерии силоса не способны понижать рН до уровня, достаточного для подавления активности клостридий из-за ограниченного количества субстрата. Однако результаты, приведенные на рисунке 4 в, показывают, что и вторичная ферментация в таких условиях не идет [17].

Впоследствии было обнаружено, что при умеренно кислой среде в силосе нитраты будут быстро исчезать, превращаясь в аммиак через промежуточные продукты распада - нитриты. Затем образовавшийся аммоний постепенно поднимает рН до уровня, при котором может начаться активная жизнедеятельность клостридий (рН 5.0), в результате чего начинается “неправильная” ферментация силоса. Некоторые виды клостридий и некоторые штаммы молочнокислых бактерий могут даже утилизировать сами нитраты, так что в это время вторичная ферментация может быть быстрой. Однако известно, что нитриты будут ингибировать рост клостридий, и, следовательно, даже при высоких значениях рН масляная кислота может не выделяться.

Содержание нитратов может оставаться на высоком уровне в течении всего периода консервации силоса. Следовательно, если нитраты медленно, но непрерывно превращаются в нитриты в течении длительного времени, рост клостридий может быть полностью остановлен, несмотря на то, что рН при этом около 5.0. Это может быть причиной ситуации с силосом, показанной на рисунке 4в, проба которого была взята через 3 месяца после закладки.

Деградация нитратов в силосе может ингибировать рост *Clostridium spp*. путем временного накопления нитритов и газообразного азота, даже несмотря на то, что выделяющийся аммоний противодействует подкислению и поднимает рН до уровня, при котором активность клостридий может иметь место. [14]

Следовательно, хотя уровень аммонийного азота достигает 19% от общего азота (рисунок 4в), то есть достаточен для повышения рН до 4.7, все же вторичная ферментация не идет, так что разумно предположить, что большая часть этого аммонийного азота образовалась вследствие разложения нитратов, а не из-за протеолитической активности бактерий рода *Clostridium*. Если в конце концов образуется еще больше аммония, рН может подняться еще выше, до точки, где даже нитриты не способны ингибировать активность клостридий. Если начнется вторичная ферментация, и образуется масляная кислота, трудно определить, был ли избыток нитратов начальной причиной проблемы, до тех пор пока силос не будет последовательно проанализирован. Поэтому влияние нитратов на ферментацию силоса нуждается в дальнейшем изучении.

**Список использованной литературы.**

1. Авраменко П.С., Постовалова Л.М. Производство силосованных кормов. Минск.: Урожай, 1984. - 110 c.
2. Бакай С.М. Биотехнология обогащения кормов мицелиальным белком. - К.: Урожай, 1987.- с.133-135
3. Боярский Л.Г. Технология приготовления силоса. - М.: Агропромиздат, 1988. - с.13-20.
4. Домрачева Г.И., Кононов Ю.В., Майданюк А.Э. Влияние пропионовокислых бактерий на качество силоса, рост и развитие молодняка животных // Научн. тр. Сиб. научно иссл. Ин-та с.-х. животных. Омск, 1970. №15. с.173-177.
5. Ильина К.А., Беседина С.Ф. Влияние *Propionibacterium shermanii* на состав органических кислот в силосе // Тр. Ин-та микр. и вирусол. АН Каз.ССР. 1966 Т.9 с.29-35
6. Клаар Я. И. Технология производства препарата силосных бактерий (*L.plantarum*) и их применение для силосования. - Таллин, 1961.- 32 с.
7. Коноплев Е.Г., Щербаков Л.А. Применение комплексной закваски пропионовокислых бактерий и дрожжей при силосовании кукурузы // Изв. АН СССР. Сер.Биол. 1970. №1 с.142-144.
8. Мак-Доналд П. Биохимия силоса: пер. с англ. М.: Агропромиздат, 1985.
9. Методические указания по силосованию зеленой люцерны с помощью ферментного препарата целловиридина и скармливанию её животным / под ред. В.М. Бегрина и др. - Ташкент: МСХ УзССР, 1982. - 11 с.
10. Рекомендации по силосованию зеленых кормов с использованием закваски молочнокислых бактерий / Отделение ВАСХНИЛ по нечерноземной зоне РСФСР. Ярославский НИИ животноводства и кормопроизводства. Произв. управл. с.-х. Ярославского облисполкома; Сост.: Н.В. Колесников, Т.Ф. Ерофеева.- Ярославль, 1982.- 10 с.
11. Теппер Е. З. и др. Практикум по микробиологии/ Е. З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1993. - с.149.
12. Шлегель Г. Общая микробиология: пер. с нем. / под ред. Е. Н. Кондратьевой. - М.: Мир, 1987. - 566с.
13. Edwards R. A., McDonald P //Fermentation of Silage-a Review/McCullough M. E. (ed.). Iowa: National Feed Ingredients Association, 1978. P. 29.
14. Spolstra S F // Grass and Forage Sci. 1985 V. 40. P.1-10
15. Sprague M. A.//Proc. 12th Grassl. Conf., Moscow. 1974. V. 3. P. 651.
16. Weissbach F., Schmidt L., Hein E.// Proc. 12th Grassl. Conf., Moscow. 1974. V. 3. P. 663.
17. Woolford M. K. The Sillage Fermentation. Microbiology Series, V. 14. New York: Marcel Dekker, 1989.

***Приложения***

млн., наличие маслянокислых бактерий в виде титра на 1 г зеленой массы).

Таблица 3

1 - молочнокислые бактерии; 2 - гнилостные бактерии; 3 - маслянокислые бактерии.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | Время, прошедшее после закладки силоса (в сутках) | | | | |
| Варианты опыта | Группы бактерий | В исходном материале | 1 | 3 | 7 | 30 | 60/75 |
| Силос из кукурузы  (контроль, без добавок). | 1  2  3  рН | 0,062  1,2  10 3  - | 31  180  104  6 | 560  220  104  4,7 | 930  3  103  4,3 | 560  0,35  102  4,23 | 230  0  0  4,18 |
| Силос из кукурузы с подсырно-сывороточной закваской силосных бактерий | 1  2  3  рН |  | 43  6,5  103  45,6 | 920  32  102  4,3 | 1320  4,5  10  4 | 610  0  10  3,9 | 315  0  0  3,82 |
| Силос из кукурузы с биомассой силосных бактерий | 1  2  3  рН |  | 54  26  104  5,7 | 810  12,5  10  4,4 | 1249  4,1  10  4 | 980  0  10  4 | 250  0  0  3,88 |
| Силос из отавы люцерны  (контроль, без добавок). | 1  2  3  рН | 0,022  1,55  104  - | 0,05  41  104  5,98 | 1,45  490  105  5,8 | 28  680  105  5,73 | 90  9  105  4,75 | 5,5  1,4  103  4,74 |
| Силос из отавы люцерны с подсырно-сывороточной закваской силосных бактерий | 1  2  3  рН |  | 2,9  38  104  5,96 | 210  130  103  5,5 | 330  40  103  5,2 | 190  2,8  10  4,54 | 8,8  1,2  10  4,46 |
| Силос из отавы люцерны с биомассой силосных бактерий | 1  2  3  рН |  | 3,7  28  104  5,86 | 96  170  104  5,67 | 380  18,5  103  5,4 | 170  7,3  10  4,58 | 2,5  0,4  10  4,52 |
| Силос из отавы люцерны, содержащий большое количество клеток силосных бактерий. | 1  2  3  рН |  | 3,6  36  104  5,92 | 120  210  104  5,7 | 310  24  104  5,48 | 60  6,4  102  4,61 | 9  0,3  10  4,57 |

Анализ 400 проб травяного силоса, отобранных в течении 1983-1985 гг. и отражающих состояние Таблица 6

приблизительно 300 000 т силоса, обработанного биологическими добавками.[[2]](#footnote-2)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | 1983 | | | | 1984 | | | | 1985 | | | |
|  | М | Δ | σ | V | М | Δ | σ | V | М | Δ | σ | V |
| Содержание сухого вещества, % | 22,85 | 4,580 | 20,970 | 20,00 | 21,70 | 4,430 | 19,640 | 20,40 | 20,74 | 3,830 | 14,690 | 18,48 |
| рН | 4,01 | 0,296 | 0,088 | 7,40 | 3,98 | 0,329 | 0,108 | 8,26 | 4,16 | 0,527 | 0,277 | 12,37 |
| Доля аммонийного азота, % от общего | 7,17 | 3,023 | 9,140 | 42,20 | 7,68 | 3,920 | 15,380 | 51,00 | 9,84 | 8,259 | 68,219 | 83,94 |
| Содержание сырого протеина, % | 14,14 | 2,880 | 8,300 | 20,40 | 16,00 | 2,560 | 6,550 | 16,00 | 15,32 | 2,505 | 6,277 | 16,355 |
| Метаболическая энергия, МДж/кг | 9,73 | 0,479 | 0,299 | 4,90 | 10,30 | 0,542 | 0,2940 | 5,30 | 9,86 | 0,492 | 0,242 | 4,99 |
| Концентрация переваримого протеина, г/кг | 81,70 | 19,99 | 399,69 | 24,50 | 107,00 | 20,950 | 438,90 | 19,60 | 101,77 | 21,690 | 470,65 | 21,32 |

М - значение величины, Δ - допустимое отклонение, σ - дисперсия, V - коэффициент вариации, %

1. \* к.е. - кормовая единица - количество питательных веществ, эквивалентное по питательности 1 кг овса и приводящее к образованию в теле жвачного животного 150 г жира. [↑](#footnote-ref-1)
2. М - значение величины, Δ - допустимое отклонение, σ - дисперсия, V - коэффициент вариации, % [↑](#footnote-ref-2)