

Н-28757

ЭСТОНСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЖИВОТНОВОДСТВА И ВЕТЕРИНАРИИ ИМ. А. МЕЛЬДЕРА

На правах рукописи

АБРАСКОВА Светлана Викторовна

УДК 636.085.7

**Действие химических консервантов
на микрофлору силоса и его качество**

06.02.02 — кормление сельскохозяйственных животных
и технология кормов

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

ТАРТУ 1997

Смысл и смыслование

Работа выполнена в Белорусском научно-исследовательском институте животноводства.

Научные руководители:

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор П. С. Авраменко

кандидат биологических наук Л. М. Постовалова

Официальные оппоненты:

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Л. Г. Боярский,

кандидат биологических наук М. Я. Лиху.

Ведущая организация — Латвийский научно-исследовательский институт животноводства и ветеринарии.

Защита диссертации состоится «26» ноября 1987 г. в часов на заседании специализированного совета К.122.01.01 по защите диссертаций при Эстонском ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательском институте животноводства и ветеринарии им. А. Мельдера.

Адрес института: 202400 Эстонская ССР, г. Тарту,
ул. Крейцвальда, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Эстонского НИИЖВ.

Автореферат разослан «22» октября 1987 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
кандидат

Э. О. Локк

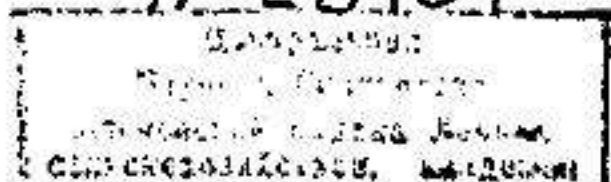
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. На данном этапе развития кормопроизводства химическое консервирование должно сыграть немаловажную роль в повышении качества кормов. Значимость вопроса становится более понятной, если учесть, что при существующих способах заготовки и хранения сilage низкого качества составляет 1/3 общего объема, а эффективность использования химических консервантов в практике заметно ниже фактической их возможности. Эта прогрессивная технология позволяет сохранить до 88-97% питательных веществ исходной массы, в результате чего улучшается их использование и повышается продуктивность животных.

Вместе с тем, рост производства силоса и объема использования химических консервантов создает ряд новых проблем. Сравнение эффективности консервирующих добавок затруднительно, так как ее принято оценивать по биохимическим показателям и питательной ценности уже готового силоса. Однако эти показатели чаще всего отражают условия сидосования, чем специфику влияния консерванта. При выборе лучших консервирующих соединений и разработке научно обоснованных норм внесения более объективным критерием их эффективности следует считать ингибирующее действие на микроорганизмы. Имеющиеся данные о бактерицидной (бактерио-, фунгицидной) и антибактериальной активности консервантов на микрофлору силоса противоречивы из-за разного методического подхода; не полно дана характеристика их антимикробного спектра и действия в экстремальных условиях.

На основе сравнительного анализа антимикробных свойств можно разрабатывать новые консерванты с более сильным ингибирующим действием, в первую очередь, на нежелательные микроорганизмы. Кроме того, возможно точное определение тех минимальных количеств

A-28757



консервирующего соединения, при которых достигается положительный эффект и снижение затрат с увеличением выхода корма. Чтобы решить вопрос об их надежности в разных условиях, в том числе и экстремальных, необходимо комплексное изучение эффективности консервантов в зависимости от дозы, pH, температуры, плотности микроорганизмов.

Цель и задачи исследований. Целью наших исследований было создание новой высокоэффективной консервирующей добавки для получения качественного силоса из трудносiloсуемых кормовых культур на основе изучения антимикробных свойств известных консервантов и использования математико-статистических методов.

В работе были поставлены следующие задачи:

1. Усовершенствовать методику определения ингибирующих свойств химических соединений.

2. Изучить антимикробное действие ациклических карбоновых кислот, карбоциклических соединений, консервантов сложного состава и обогатительной добавки мочевины в зависимости от pH, температуры среды и плотности микроорганизмов.

3. Разработать математическую модель, позволяющую определять оптимальные дозы внесения консервантов.

4. Предложить эффективный консервант, обладающий более сильным ингибирующим действием на нежелательные микроорганизмы.

5. Определить влияние консерванта нового состава на качество силосованных кормов из злаково-бобовых травосмесей.

6. Выяснить влияние препарата на переваримость и питательное достоинство силоса.

7. Установить экономическую эффективность использования консерванта.

Положения, которые выносятся на элиту.

1. Сравнительный анализ антимикробного спектра ряда химических консервантов, в том числе производимых в республике (БК, АНБ).

2. Установление оптимальных доз внесения консервантов в зависимости от условий их использования.

3. Консервирующие свойства нового состава консервант-обогаителя и экономическая целесообразность его использования при силосовании однолетних трав.

Новизна исследований. Впервые изучено угнетающее влияние химических консервантов на основные группы микрофлоры силоса в различных условиях их действия (с учетом температур, рН среды и численности микроорганизмов). Предложена математическая модель, позволяющая прогнозировать эффективность консервантов в зависимости от их концентрации и условий внешней среды. На основе сравнения антимикробных свойств консервирующих соединений на разных стадиях созревания силоса разработан новый консервант комплексного действия для трудносилосуемых трав.

Практическая ценность. Рекомендован консервант-обоганитель для производства высококачественных кормов из трудносилосуемых трав. Предложена простая и доступная методика определения антимикробных свойств химических консервантов. Обоснованы оптимальные нормы внесения химических соединений.

Реализация результатов исследований. Работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ БелНИИ по теме: "Разработать систему приготовления высококачественных кормов, наиболее полно удовлетворяющих потребности животных в питательных веществах". Результаты исследований по оценке эффективности химических консервантов прошли проверку в совхозе "Птичь" Мокшанского района.

Публикации. По материалам диссертации опубликованы три печатные работы.

Апробация работы. Основные положения работы доложены, обсуждены и одобрены на IУ районной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов по современным проблемам с.-х. производства (г. Жодино, 1982); на научной конференции молодых ученых и аспирантов, посвященной 35-летию БелНИИХ (г. Жодино, 1984); на научно-методическом совещании Западного региона и Западного отделения ВАСХНИЛ (г. Каунас, 1986); на научно-практической конференции молодых ученых (г. Витебск, 1986); на расширенном заседании отдела технологии и качества кормов (г. Жодино, 1987).

Объем работы. Текстовая часть изложена на 144 страницах, содержит 39 рисунков, 16 таблиц. Список литературы включает 197 источников, в том числе 81 на иностранных языках.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для выполнения данной работы явились микробиологические исследования и технологические опыты, проведенные в условиях РПО "Племзлита" Белорусской ССР.

Для разработки консерванта комплексного действия на микроорганизмы оидсов изучали наиболее перспективные химические вещества следующей концентрации: муравьиную кислоту (ГОСТ 1706-78) - не менее 98%, пропионовую (ТУ 6-01-989-75) - не менее 99,2 и смесь этих кислот (1:1) - 98,6%; бензойную кислоту (ГОСТ 6413-67) - не менее 99,5%, фармакопейный бензоат натрия - 100%, Белорусский консервант (БК) (ТУ 46 БССР 67-85) - не менее 99% бензоата натрия и не более 0,9% п-толуилата; Вихер-раствор (фирма "Дармос") - 5% формалина, 30 - уксусной кислоты, 15 - антикоррозионных веществ и Вихер-кислоту - 20% муравьиной кислоты, 20 - формалина, 45 - сер-

ной кислоты, 15 - антискоррозийных веществ; консерванты-обога-
тели АБГ (ТУ 46 БССР 68-85) - не менее 22% муравьиной кислоты,
19-пропионовой, 30-34 - мочевины и АБВ 2 - не менее 25% муравьи-
ной кислоты, 20 - пропионовой, 10 - бензойной, 34 - мочевины и
11% воды; мочевины (ГОСТ 6691-67) - не менее 99,5%.

Объектом исследований служили наиболее типичные представители
каждой группы, важной для процесса силосования и сохранения кор-
ма: гнилостные (*Bacillus mesentericus*), масляно-кислые (*Streptococcus
butyriscus*), молочнокислые бактерии (*Lactobacillus plantarum*)
и дрожжи (*Naevocella anomala*). Исходя из литературных данных,
проводили исследования с тест-культурами следующих разведений:

L. plantarum - 10^6 , 10^7 , 10^8 ; *St. butyriscus* - 10^4 , 10^5 , 10^6 ;
Bac. mesenter. - 10^7 , 10^6 , 10^5 ; *Naev. anomala* - 10^7 , 10^6 , 10^5 .

Для установления оптимальных доз и сравнительного анализа ан-
тимикробных свойств химических консервантов с учетом условий их
действия использовали усовершенствованную методику Бена (1968).
В результате индикаторных опытов (по выходу биомассы тест-микро-
организмов) была модифицирована универсальная среда нового со-
става с заменой дефинитных ингредиентов бакто-триптона и мясного
экстракта (Lifco) и разработаны рекомендации для культивиро-
вания масляно-кислых бактерий.

Чистые культуры микроорганизмов выращивали до экспоненциаль-
ной фазы в селективной среде и оптимальных условиях для их роста
(Аристовская Т.В. и др., 1962). По истечении инкубационного пери-
ода проводили посев 0,01 мл культуральной жидкости в 6 мл пита-
тельного МСБ - бульона (Ж): пептон - 1; мясная вода - 1; дрож-
жевой экстракт - 0,5; глюкоза - 2; твин-80 - 0,1; фосфорнокислый
калий двузамещенный - 0,2; нитрат аммония двузамещенный - 0,2;
ацетат натрия - 0,5; сернокислый магний - 0,02; сернокислый мар-

ганец - 0,005. Стерильный раствор испытываемого консерванта (1 мл) определенной концентрации добавляли перед посевом микроорганизмов. Культуры инкубировали в термостате при температуре 27, 40 и 60°C и pH 6,2; 5,0; 4,2 в течение 24 ч. Учет жизнеспособных клеток проводили на спектрофотометре СР - 26 при 546 нм. Модификация метода для анализаторов заключалась в том, что пробы с 3 мл свежеприготовленной МНС - среды и 0,005 мл культуральной жидкости плотно закрывали фольговыми пробками и ставили в вакуумный шкаф.

Для определения бактерицидной (фунгицидной) концентрации химических консервантов из пробирок с отсутствием видимого роста делали посев в среду, не содержащую ингибирующее вещество. Через 24-48 ч отмечали ту наименьшую концентрацию, где посев не дал роста (Навашин С.М., Фомина Н.П., 1974).

Изучение влияния новой консервирующей добавки на качество силоса, приготовленного из трудноусвояемых травосмесей (вино-овсяно-райграсной и дально-райграсной в различной фазе развития бобового компонента), проводили в полупроизводственных условиях. Силосуемую массу закладывали в бетонированные емкости, рассчитанные на 1 т зеленой травы, без консерванта и с добавлением консервантов-обогащителей АПБ 1 и АПБ 2 в дозе 1,54%. При вскрытии силосных емкостей отбирали средние пробы и исследовали по схеме общего зоотехнического анализа (Лебедев П.Т., Усович А.Г., 1969; Мальчевская Е.Н., Миленькая Г.С., 1981). Качество силоса устанавливали по органолептическим и биохимическим показателям: активную кислотность (рН) - потенциометрически; органические кислоты (молочную, уксусную, масляную и пропионовую) - по Вигнеру и на газовом хроматографе "Вирухром"; концентрацию связанной молочной кислоты - по номограмме (Бедков Г.П., Чубинская А.А., 1967); титруемую кислотность - алколометрически; содержание аммиачного и амидного

азота - методом микродиффузии; содержание спирта - по Laube W., Weisbach K. (1963); аминокислоты - на аминокислотном анализаторе "Бекман".

Питательные достоинства приготовленных эластических кормов определяли в балансовых опытах на везухах породы преное живой массой 45-50 кг по общепринятой методике ВЛЖа и ВЛСХИЛ (1965). В ходе балансового опыта учитывали следующие показатели: количество заданного корма и его остатков, кала и мочи; химический состав средних проб корма, его остатков и продуктов обмена; переваримость опытуемых кормов, их питательность; баланс азота, кальция и фосфора по общепринятым методикам зоотехнического анализа. Содержание обменной энергии рассчитывали согласно рекомендациям (1985).

При определении экономической эффективности применения консервантов кормопротективные единицы рассчитывали на основании методических указаний по внедрению достижений науки, техники и передового опыта в сельскохозяйственное производство (1982).

Математико-статистическая обработка микробиологических исследований.

Обработку результатов микробиологических опытов по изучению антибиотических свойств химических консервантов при разных значениях pH (6,2; 5,0; 4,2) и температуре среды (27, 40, 60°C) проводили с помощью ЭВМ ЕС - 1036 по квадратично-регрессионной модели, которая получена нами на основе построения ряда функций и анализа показателей адекватности (F - критерий, R - коэффициент множественной корреляции, $Вост.$ - средняя квадратическая величина отклонений расчетных значений от фактических). Данная модель учитывает линейные и нелинейные эффекты факторов, а также их взаимодействие:

$$lg(Y + 1) = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_1^2 + a_5x_2^2 + a_6x_3^2 + a_7x_1x_2 + a_8x_1x_3 + a_9x_2x_3$$

где $1_{\Sigma} (Y + I)$ - логарифм числа микроорганизмов, илеток/мл;
 a_0 - свободный член уравнения; $a_1 - a_3$ - коэффициенты регрессии;
 x_1 - доза химических веществ, %; x_2 - кислотность, pH; x_3 - температура, °C.

Расчеты уравнений осуществляли с отсевом недостоверных коэффициентов по t -критерию Стьюдента. Полное уравнение включало 9 переменных, тогда как после отсева недостоверных коэффициентов регрессии получалось уравнение, отражающее зависимость выживаемости микроорганизмов от дозы внесения химических консервантов и условий их воздействия (pH и t°). Преобразуя полученные уравнения, рассчитывали оптимальные дозы внесения консервантов при определенном уровне кислотности и температуры.

Данные, полученные в обменных опытах, обрабатывали биометрически (Рокицкий П.Э., 1973).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

I. Сравнительное испытание антимикробных свойств химических консервантов

Экспериментальный и математико-статистический анализ микробиологических исследований ($n = 15000$) свидетельствует о том, что алифатические карбоновые кислоты (C_1-C_3) уже при pH 6,2 и температуре 27°C (первая фаза брожения) обладали высоким ингибирующим действием на патогенные микроорганизмы. Наибольшую антимикробную активность среди низших кислот имела муравьиная кислота. Она показала ярко выраженное специфическое действие на опоросодержащие бактерии: *St. butylicum* - 99% ингибирования и *Bas. thermantarctica* - 58%. Дрожжи вида *Camp. anomalus* были относительно устойчивы к ней при 0,2-0,3% концентрации, но при увеличении дозы внесения (0,5-0,6%) оставался всего 21% жизнеспособных клеток. Муравьиная кислота в такой же дозе сильнее (48% ингибиру-

вания), чем другие кислоты, подавляла *L. plantarum*.

Пропионовая кислота в дозе 0,6% показала хороший бактерио-фун-
гистатический эффект против гнилостных бактерий (58% ингибиро-
вания), дрожжей (56%), тогда как молочнокислые бактерии были более
толерантны (13% ингибирования).

С помощью квадратичной регрессионной модели, учитывая все усло-
вия действия муравьиной и пропионовой кислот, установлены их опти-
мальные дозы для консервирования однолетних травосмесей — соответ-
ственно 0,5 и 0,6%. При внесении такого количества муравьиной кисло-
ты можно избежать высоких потерь не только протеина, но и легко-
гидролизуемых углеводов. Для предотвращения процессов переключе-
ния корма достаточно 0,4% муравьиной кислоты.

Смесь муравьиной и пропионовой кислот (1:1) обладала более ши-
роким антимикробным спектром и сильным действием. Она в дозе 0,5%
эффективнее тормозила развитие дрожжей (76% ингибированная), чем
внесенные в этой же дозе муравьиная и пропионовая кислоты. В от-
ношении остальных групп ингибирующая способность смеси кислот была
также выше. Дальнейшее увеличение дозы (0,5% и более) не имело
смысла, так как между количеством клеток микроорганизмов (N) и
дозой внесения (X_1) установлена параболическая зависимость. Анали-
з степени частного воздействия отдельных переменных (дозы, рН
и температуры среды) позволял выявить более сильное влияние смеси
кислот на результирующий признак (численность клеток микрооргани-
змов) по сравнению с другими факторами. Ингибирующая активность сме-
си кислот особенно проявлялась в экстремальных условиях (темпера-
тура 40 и 60°C), когда погибали маслянокислые и молочнокислые
(100%), гнилостные бактерии (49,8%), а также дрожжи (78%).

На основании эмпирического и регрессионного анализа полученных
результатов установлено, что при использовании бензойной кисло-

ты и ее солей молочно-кислые бактерии сохранили жизнеспособными. В исходных условиях (рН 6,2 и температура 27°C) бензойная кислота проявляла высокий избирательный эффект на гнилостные (97% ингибирования) и масляно-кислые бактерии (60%). Доза внесения кислоты была 0,3%, хотя для *Bac. mesentericus* было достаточно 0,1%. Эффективность карбоциклических соединений зависела не только от дозы внесения, но в большей степени от других факторов и их взаимодействия. Для бензойной кислоты и ее солей при снижении рН было характерно резкое усиление активности против всех изучаемых микроорганизмов. При этом бензойная кислота и БК почти полностью подавляли дрожжи (95 и 97% ингибирования). Масляно-кислые бактерии в 4 раза сильнее ингибировались БК (94 против 24%). Число молочно-кислых палочек было в 5-13 раз меньше при действии этих соединений в среде с рН 4,2, чем с рН 6,2. При повышенной температуре (40 и 60°C) соли были более эффективны (100% ингибирования) против гнилостных и масляно-кислых бактерий, чем бензойная кислота. Она оказывала аналогичное действие против дрожжей, однако при снижении количества клеток гнилостных и масляно-кислых бактерий (с 10^7 до 10^6 и 10^3) проявляла бактерицидные свойства. Действие карбоциклических соединений превосходило даже органические низшие кислоты. Высокие бактериостатические (бактерицидные), фунгиостатические свойства БК, бензоата натрия и бензойной кислоты в экстремальных условиях действия позволяют рассматривать их как потенциальные ингибиторы аэробного разложения.

Обогащенная добавка мочевины обладала невысоким бактерио-, фунгиостатическим действием на *L. plantarum* - 1-6%, *Bac. mesentericus* - 13-27%, *Cl. butyricum* - 34-37% и *Neap. anomala* - 13-38%. С повышением кислотности и температуры ее ингибирующее действие усиливалось до 70-100%, особенно на дрожжи и гнилостные бактерии.

Корреляционно-регрессионный анализ подтвердил небольшую долю влияния самой мочевины на микроорганизмы. Ее эффект в значительной мере зависел от pH и температуры. Вероятно, в нашем случае подкисление среды и повышение температуры ускорили высвобождение NH_3 , вследствие чего антимикробная активность мочевины усиливалась.

Исследование антимикробного действия сложных составов доказало целесообразность использования нескольких консервантов в сочетании. Консерванты Вихер-состава превосходили действие составляющих ингредиентов (муравьиной кислоты) на 5-37% даже в экстремальных условиях, при которых наблюдалось ослабление их ингибирующей активности по сравнению с исходными. Как показал регрессионный анализ, снижение эффективности Вихер-консервантов можно объяснить влиянием высокой температуры.

2. Влияние консерванта-обогапителя АПБ 2 на микрофлору сызоса

С учетом особенностей влияния муравьиной, пропионовой, бензойной кислот, которые проявляли селективное антимикробное действие, и обогащательной добавки мочевины нами был разработан консервант комбинированного состава. Он включает перечисленные компоненты в соотношении 1:1:0,48:1,60.

Консервант-обогащатель АПБ 2 показал более высокое ингибирование (86%) дрожжевых клеток, чем отдельные ингредиенты. Он эффективнее ограничивал численность гнилостных - 99% и масляно-кислых бактерий - 99,7%. Если молочнокислые бактерии на первой стадии (pH 6,2 и температура 27°C) ингибировались на 15%, то при подкислении среды - на 91%. При повышенной температуре его ингибирующие свойства оставались высокими, а при низком pH он проявлял бактерицидное действие на масляно-кислые (pH 5,0; 4,2 и температура 40, 60°C) и максимальный бактериостатический эффект на молочнокислые бактерии. Дрожжи в этих условиях сильнее (95% ингиби-

рования) реагировали на внесение АПБ 2, чем муравьиной и пропионо-
вой кислот в раздельности. При снижении количества микроорганизмов
в 10 и 1000 раз (при меньшей обсемененности среды) по сравнению с
исходной численностью АПБ 2 достигал максимального бактериостати-
ческого (бактерицидного) и фунгиостатического действия.

Высокая антимикробная активность консерванта-обогапителя АПБ 2
объяснялась аддитивным действием всех веществ. Муравьиная и пропио-
новая кислоты избирательно действовали на микроорганизмы и понижа-
ли pH, что позволило в полной мере проявиться фунгиостатическим и
бактериостатическим свойствам бензойной кислоты и мочевины.

С помощью квадратичной регрессионной модели были получены сле-
дующие уравнения для *L.plantarum* (1), *Cl.butyriflavus* (2),
Bac.pasteuricus (3), *Penicillium* (4):

$$\lg(Y+1) = -18,4444 + 10,5308x_2 - 0,0183x_1x_3 - 1,1621x_2^2 + \\ + 0,0622x_2x_3 - 0,0050x_3^2 \quad (1).$$

$$R = 0,92; F_{\text{факт.}} = 33; F_{0,999} = 5,5; S_{\text{ост.}} = 1,10;$$

$$\lg(Y+1) = 1,7236 - 1,7292x_1 + 0,1139x_2^2 - 0,0005x_3^2 \\ R = 0,94; F_{\text{факт.}} = 76; F_{0,999} = 7,1; S_{\text{ост.}} = 0,59; \quad (2).$$

$$\lg(Y+1) = 4,1677 + 0,0668x_3 + 0,4984x_1^2 - 0,3414x_1x_2 + \\ + 0,0131x_1x_3 + 0,1045x_2^2 - 0,0179x_2x_3 \quad (3).$$

$$R = 0,85; F_{\text{факт.}} = 12; F_{0,999} = 5,1; S_{\text{ост.}} = 0,28;$$

$$\lg(Y+1) = 3,6700 - 1,2249x_1 + 0,9195x_2 + 0,3746x_1^2 - 0,0132x_2x_3 + \\ + 0,0005x_3^2 \quad (4).$$

$$R = 0,95; F_{\text{факт.}} = 52; F_{0,999} = 5,5; S_{\text{ост.}} = 0,22.$$

Полученные основные математико-статистические показатели сви-
детельствуют, что модели адекватны, и входящие в них факторы тесно
взаимосвязаны с исследуемым показателем y . Анализ парных коэффи-
циентов корреляции показывает достаточно сильное влияние АПБ 2 на
изучаемые микроорганизмы, но при этом его эффективность зависит от
сочетания других факторов (x_2 и x_3).

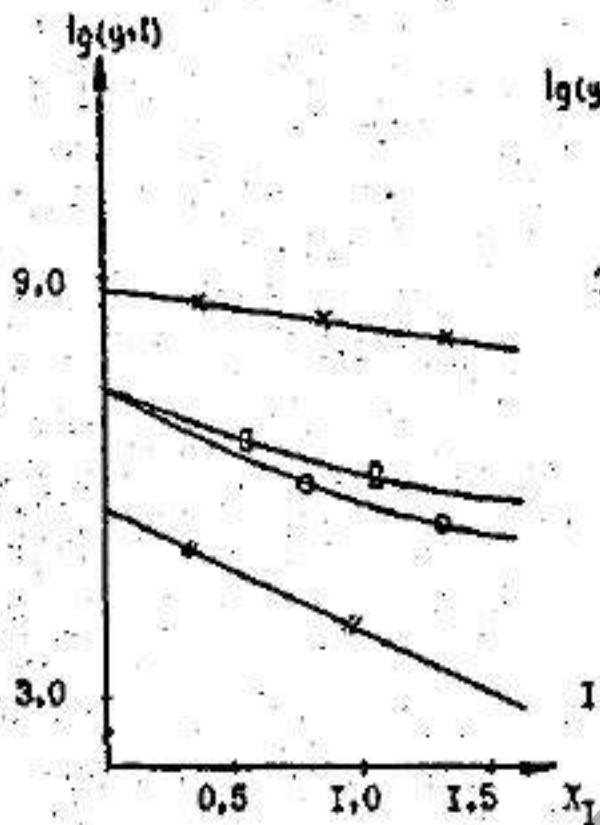


Рис. 1. Влияние АПБ 2 (рН 6,2, 27°C) на *B. mesentericus* (-x-) *Cl. butyricum* (-o-) *Mans alternata* (-v-) *Cl. butyricum* (-q-)

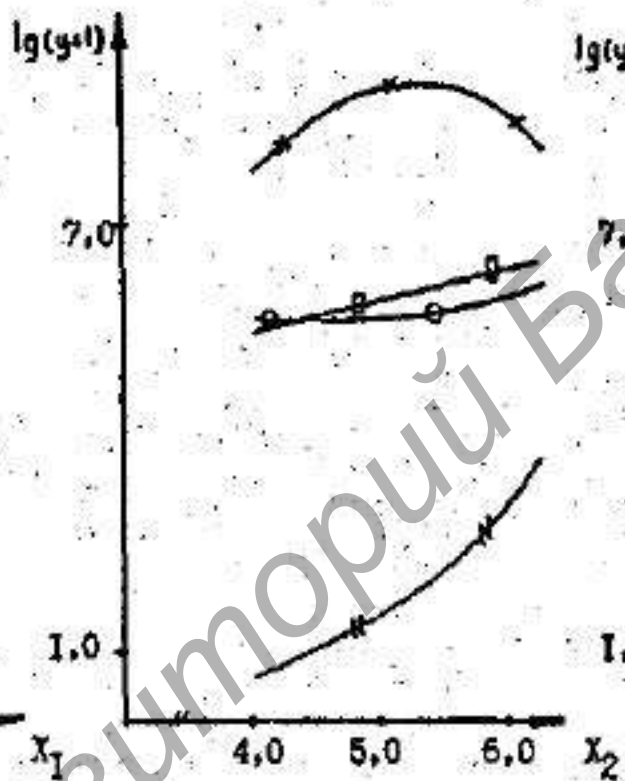


Рис. 2. Влияние рН на микроорганизмы при внесении АПБ 2 (1,54%).

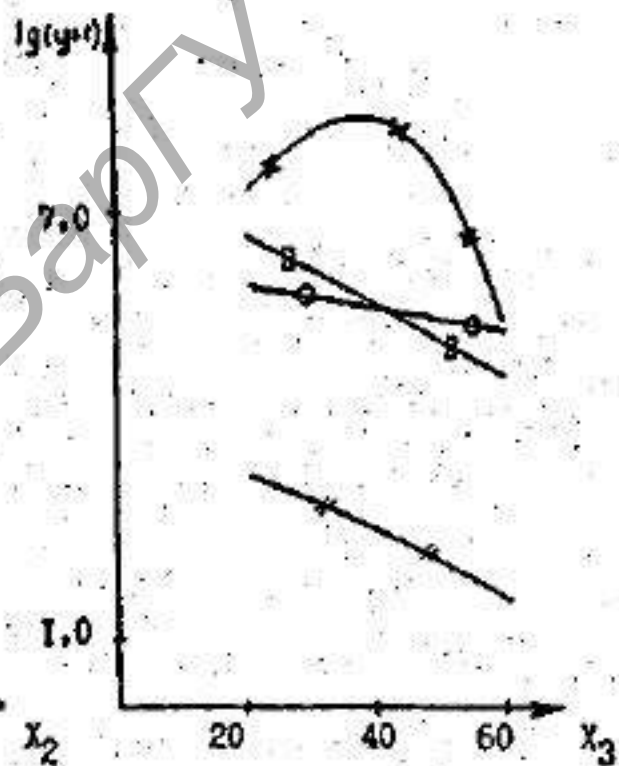


Рис. 3. Влияние температуры на микроорганизмы при внесении АПБ 2 (1,54%).

Как следует из рис. 1-3, графически отражающих парные зависимости yx_1 , yx_2 и yx_3 (рН 6,2; температура 27°C), значительное ограничение количества клеток микроорганизмов отмечается при 0,77% АПБ 2, но при повышении его концентрации наблюдается дальнейшее их снижение. Поэтому оптимальной дозой следует считать 1,54%.

3. Эффективность использования консерванта-обогапителя АПБ 2 при силосовании бобово-злаковых травосмесей

Установленные высокие антибактериальные свойства консерванта-обогапителя АПБ 2 в микробиологических опытах послужили основой для проверки его консервирующих свойств при приготовлении силоса из вико-овсяно-райграсной и люпино-райграсной травосмесей. Заложены в емкости силос с АПБ 2 и АПБ 1 в дозе 1,54% и без консервантов различаясь по органолептическим и биохимическим показателям. Его антидотная кислотность была ниже 4,2, но люпино-райграсный силос без консервантов имел более высокие значения рН (4,20-4,31).

В консервированном силосе, приготовленном из травосмесей (фаза цветения и зеленого боба вики и люпина), содержание сухого вещества было на 1,12-2,63 и 3,23-4,52% выше, чем в контрольном (табл. 1). Корм был визуально более сухим, на дне бетонированной емкости не обнаруживалось силосного сока. Это объясняется способностью ислекуды консерванта-обогапителя к комплексобразованию с водой. Содержание сырого протеина в вико-овсяно-райграсном и люпино-райграсном силосе в обеих фазах увеличивалось на 10,56-18,00% (с АПБ 2) и на 9,68-19,13% (с АПБ 1). Сохранность сахара в консервированном силосе была в 2 раза выше по сравнению с контрольным, т.е. его расход на микробиологические процессы значительно снижался. Внесение консервантов угнетало образование спирта. Особенно эффективным было его снижение (в 2 раза) в консервированном АПБ 2 силосе (фаза цветения вики, люпина и зеленого боба люпина):

I. Показатели качества силоса из однолетних травосмесей, % в сухом веществе

Показатели	Силос					
	фаза цветения бобового компонента			фаза зеленого боба		
	без кон-	с	с	без кон-	с	с
	серванта:	АПБ I:	АПБ 2:	серванта:	АПБ I:	АПБ 2:
	Вика-свес-райграс					
pH	3,60	3,70	3,93	4,00	3,69	3,82
Сухое вещество	15,72	16,55	17,94	21,73	23,64	22,85
Сырой протеин	12,43	27,92	30,43	10,87	30,00	21,43
Сахар	0,93	1,67	1,85	1,93	2,40	2,20
Спирт	6,64	4,72	3,36	2,61	2,24	5,44
Масляная кислота, % к сумме кислот	0	0	0	0	0	0
	Люпин-райграс					
pH	4,20	4,03	4,00	4,31	4,20	4,14
Сухое вещество	17,06	21,18	20,29	17,07	20,56	21,99
Сырой протеин	19,81	29,69	32,81	17,44	27,44	30,37
Сахар	2,32	5,61	4,47	1,77	2,93	3,35
Спирт	7,74	5,19	3,94	6,26	4,86	4,09
Масляная кислота, % к сумме кислот	0	0	0	2,03	0	0

Консервированный силос имел благоприятное соотношение молочной и уксусной кислот, но образование молочной кислоты тормозилось (55,85-69,12 против 89,32-94,15%). В люпино-райграсном силосе (фаза зеленого боба лядина) была обнаружена масляная кислота - 2,03% от суммы всех кислот. В образцах, консервированных АПБ 2 и АПБ 1, она отсутствовала.

В результате исследований установлено, что в силосе без консервантов шел протеолиз, причем более глубокий в корме, заготовленном в фазе зеленого боба. Распад азотистых веществ составлял 15-40%. В консервированных силосах процент распада был в 2-3 раза ниже, особенно с АПБ 2 (табл. 2). Внесение мочевины в состав консерванта не увеличивало содержание аммиачного азота. Самым низким (0,062%)

2. Содержание азотных веществ в силосе из однолетних травостоев, % в сухом веществе

Силос	Общий азот	Белковый	Небелковый			Аминокислотный азот, % к общему	Растворимый азотистых веществ, %
			Аминокислотный	Амидный	Азотный		
Вика-овес-райграс (фаза цветения вика)							
Без консерванта	1,55	0,92	0,095	0,173	0,602	4,77	22
с АЛБ 1	4,46	1,91	0,075	0,146	2,329	2,00	8
с АЛБ 2	4,87	1,40	0,082	0,156	3,232	1,70	8
Вика-овес-райграс (фаза зеленого боба вика)							
Без консерванта	1,74	1,05	0,135	0,224	0,331	7,76	34
с АЛБ 1	4,34	1,39	0,105	0,206	2,639	2,40	12
с АЛБ 2	3,25	1,26	0,119	0,219	1,652	3,60	17
Люпин-райграс (фаза цветения люпина)							
Без консерванта	3,17	1,72	0,098	0,308	1,044	3,10	15
с АЛБ 1	5,09	2,34	0,131	0,462	2,137	2,57	12
с АЛБ 2	5,48	2,32	0,062	0,356	2,712	1,13	6
Люпин-райграс (фаза зеленого боба люпина)							
Без консерванта	2,79	1,25	0,256	0,545	0,737	5,25	40
с АЛБ 1	4,65	2,71	0,201	0,592	1,147	4,32	20
с АЛБ 2	5,04	1,77	0,165	0,455	2,655	3,27	16

она была в люпино-райграсном силосе (фаза цветения люпина) с АЛБ 2. Содержание белкового азота в консервированном силосе было на 0,01-0,09% выше, чем в исходной массе, и на 0,21-1,46%, чем в контрольной. Аминокислотный консервированный силос имел количественное преимущество на 10-49% по общей сумме и по набору незаменимых аминокислот (особенно с АЛБ 2), т.е. белки были биологически полноценнее, чем в контрольном силосе.

Таким образом, данные по снижению содержания органических кислот, спирта, сохранению сахара и белка в консервированном АЛБ 2 и АЛБ 1 силосе свидетельствуют об их высоких консервирующих свойствах. При этом АЛБ 2 наиболее эффективно подавлял как протеолиты

(масляно-кислые и гнилостные бактерии), так и сахаролиты (дрожжи и молочнокислые бактерии), что согласуется с микробиологическими исследованиями.

При определении переваримости питательных веществ силоса были также обнаружены значительные различия, особенно протеина. Консервант-обогачитель АПБ 2 способствовал лучшей его переваримости (раза зеленого соевого вика и люпина). Потребление сухого и органического вещества было выше в вариантах с внеочередными консервантами (табл. 3). Следовательно, вносимые консерванты по-разному влияли на переваримость питательных веществ изученного силоса, что определяло его кормовое достоинство. Они способствовали увеличению содержания переваримого протеина в 1,7-2,9 раза, а обменной энергии на 0,36-0,61 МДж (с АПБ 2) и на 0,17-0,50 МДж (с АПБ 1) (табл. 4).

Данные, полученные в микробиологических опытах, полностью подтвердились при консервировании однолетних трав. По большинству показателей АПБ 2 был эффективнее при силосовании обеих травосмесей, что обусловлено его более высоким антимикробным действием на все группы микроорганизмов.

Консервирование однолетних бобово-злаковых трав консервантом-обогастителем АПБ 2 оказалось экономически целесообразным. В 1 кг сухого вещества силоса без консерванта и с АПБ 2 содержалось соответственно 0,96 и 1,07 к.ед., а в 1 кг корма (соответственно 15,72 и 17,94% СВ) - 0,15 и 0,19 к.ед. Дополнительный выход кормовых единиц с 1 т норма был 40 кг, а переваримого протеина - 31,2 кг. В результате более высокой питательности силоса с консервантом-обогастителем АПБ 2 получено на 1 т норма 177 кормопротеиновых единиц $[(40 + 312) : 2]$ стоимостью 33,40 руб. (себестоимость 1 к.ед. - 0,20 руб.). Дополнительные затраты на 1 т корма без

3. Коэффициенты переваримости питательных веществ
содяса из однолетних травосмесей

Показатели	Смеси					
	фаза цветения бобового компонента			фаза зеленого боба		
	без консер- ванта	с АПБ I	с АПБ 2	без консер- ванта	с АПБ I	с АПБ 2
	Вина - овес - райграс					
Сухое вещество	65,32±1,20	75,70±1,45	75,60±1,53	56,69±1,92	56,75±0,64	57,62±1,24
Органическое вещество	66,37±1,15	75,06±1,52	76,52±1,46	58,21±1,58	58,64±1,10	58,95±1,26
Протеин	74,61±0,78	84,80±0,81	84,47±1,26	65,18±1,28	68,60±1,70	72,22±1,39
Лип	66,43±1,39	84,60±0,65	86,64±0,49	72,95±1,62	75,25±0,24	77,78±0,67
Клетчатка	55,62±1,53	70,32±1,62	71,80±1,53	55,04±1,60	55,80±1,77	63,88±1,43
БЭВ	63,37±1,71	70,70±2,50	66,94±1,61	61,42±1,18	63,40±1,99	64,76±1,17
	Лопня - райграс					
Сухое вещество	60,53±0,41	63,94±1,68	63,50±1,26	49,35±1,66	52,76±1,13	56,33±0,67
Органическое вещество	61,84±0,56	65,57±1,60	64,29±0,86	41,21±1,25	48,51±1,17	49,30±1,66
Протеин	66,12±1,15	78,55±0,82	75,10±1,56	45,60±1,21	71,12±1,69	74,58±1,88
Лип	65,03±0,71	66,55±0,57	67,83±0,14	65,54±0,80	57,77±0,71	58,28±1,83
Клетчатка	53,16±1,24	53,17±2,33	50,16±1,65	45,73±1,55	52,21±0,63	46,30±1,75
БЭВ	64,05±1,71	62,21±1,24	65,50±1,43	44,66±1,46	42,67±1,55	45,90±1,12

4. Питательная ценность сухого вещества силоса из однолетних травосмесей

Показатели	Силос					
	фаза цветения борового компонента			фаза зеленого боба		
	без кон-серванта:	о АПБ I	о АПБ 2	без кон-серванта:	о АПБ I	о АПБ 2
		Вяла - овоо - райграс				
Обменная энергия, МДж	10,89	11,39	11,50	10,37	10,54	10,89
Переваримый протеин, г:	93	237	256	72	207	154
на I МДж ОЭ	8,54	20,81	22,26	6,94	19,64	14,14
		Допин - райграс				
Обменная энергия, МДж	10,06	10,54	10,42	8,96	9,36	9,56
Переваримый протеин, г:	135	235	246	80	195	228
на I МДж ОЭ	13,42	22,30	23,61	8,93	20,83	23,85

равны 4,28 руб. (4,24 руб. стоимость консерванта и 0,04 руб. стоимость затрат на его внесение). Общий экономический эффект на I т силоса с предлагаемым консервантом составлял 21,12 руб. (37,40 - 4,28).

4. Характеристики производственного силоса, приготовленного с химическими консервантами

Закономерности, обнаруженные в лабораторных исследованиях, подтвердились производственными опытами, выполненными отделом технологии и качества кормов.

При силосовании клеверо-тимофеечной смеси, убранный в фазе бутонизации клевера, муравьиной кислотой в дозе 0,5% получили корм с низким рН (3,82) и невысокими потерями питательных веществ. Муравьиная кислота по сравнению с пропионовой сильнее снижала расход белка и сахара на микробиологические процессы (соответственно 13,3 и 13,9% потерь общего азота, 29,1 и 37,6% - белкового азота, 64,0 и 66,1% - общих гидролизующих углеводов).

Лабораторные данные соответствовали результатам исследований консервирующих свойств смеси муравьиной и пропионовой кислот (0,5% от веса силосуемой массы однолетних трав). Внесение в силосуемую массу смеси кислот не только способствовало созданию в корме более низких значений pH, но и лучшему соотношению молочной и уксусной кислот (71,4% молочной кислоты). При такой дозе в абсолютно сухом веществе силоса содержание сырого протеина было высоким (13,06%), уровень сахара в нем был в 2,11 раза выше, чем в силосе без добавки.

Наши данные подтверждались результатами производственных опытов по изучению эффективности бензойной кислоты, бензоата натрия и Белорусского консерванта при силосовании богатых сахаром растений (кукуруза и др.). Кормовая масса быстро подкислялась после закладки, что позволило проявиться фунгистатическим и бактериостатическим свойствам карбоциклических соединений и обеспечить хорошую сохранность сахара. С другой стороны, благодаря их антимикробным свойствам против масляно-кислых и гнилостных бактерий, эти консерванты были эффективны при консервировании трав с низким содержанием сахара. Опыты, проведенные с вико-овсяной смесью, свидетельствовали о том, что Белорусский консервант обладает хорошими консервирующими свойствами. Сокращались расходы сахара на микробиологические процессы в консервированном силосе (2 против 1,5%), и было выше содержание протеина (10,18 против 10,06%). В целом питательность консервированного силоса была более высокой: в 1 кг сухого вещества содержалось 0,67 н.ед. против 0,67. Кроме того, эмпирически бактериостатические и фунгистатические свойства Белорусского консерванта, бензоата натрия и бензойной кислоты в экстремальных условиях действия (повышенная температура) позволяют рассматривать их как потенциальные ингибиторы аэробного разложения.

Силос с внесенным консерванта-обогапителем АПБ I и финских консервантов был более качественней по всем органолептическим, биохимическим показателям и имел лучшую энергетическую и протеиновую питательность. Важным моментом в сравнительных опытах явилось повышение общего азота в консервированном АПБ I и мочевиной среднее-соответственно на 1,1 и 7,2%. Что касается качества кормов, обогащенных мочевиной, то из-за связывания ею органических кислот они были с высоким pH (5,10) и имели малую консистенцию. Это говорит о глубоком распаде в них питательных веществ. Животные неохотно поедали эти корма.

Таким образом, создание комбинированных составов имеет определенные преимущества благодаря аддитивному действию нескольких консервантов. Наиболее приемлемы соединения, ингибирующие свойства которых обусловлены как антимикробным действием, так и подкислением силосуемой массы. В результате усиливается влияние комбинированных составов на все группы микроорганизмов, развитие которых нежелательно при приготовлении и хранении силоса.

ВЫВОДЫ

1. Изученные алифатические карбоновые кислоты, карбоциклические соединения и консерванты сложного состава обладают высоким избирательным действием на гнилостные, масляно-кислые бактерии и дрожжи при pH 6,2 и температуре 27°C (первая фаза брожения силоса), но благодаря аддитивному действию компонентов наибольшую антимикробную активность проявляют консерванты сложного состава: смесь муравьиной и пропионовой кислот, финские Вихер-консерванты, консерванты-обогапители (АПБ).

2. Молочно-кислые бактерии (*Lactobacterium plantarum*) более устойчивы к химическим консервантам, за исключением смеси муравьиной и пропионовой кислот, Вихер-кислоты, чем остальные изученные микроорганизмы.

3. Зависимость между количеством клеток микроорганизмов и дозой консервантов описывается следующей математической моделью:

$$\lg (Y+1) = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_1^2 + a_5 x_2^2 + a_6 x_3^2 + a_7 x_1 x_2 + a_8 x_1 x_3 + a_9 x_2 x_3$$

С помощью данного полинома рассчитывают уравнения, по которым устанавливаются оптимальные дозы внесения химических консервантов для подавления основных групп микроорганизмов с учетом условий их действия.

4. Антимикробное действие Вихер-консервантов снижается в условиях высокой температуры (60°C). Следовательно, их внесение не всегда может гарантировать получение корма высокого качества.

5. При высокой плотности микроорганизмов в среде (10^6 - молочнокислых, 10^7 - гнилостных и дрожжей, 10^4 - маслянокислых на 1 мл среды) бактерицидные и фунгицидные свойства проявляет только консервант-обоганитель АНБ 2. При снижении количества клеток в 10 , 100 и 1000 раз по сравнению с первоначальным консерванты расширяют свой антимикробный спектр и усиливают бактерио-, фунгистатические свойства, а некоторые (бензойная кислота) приобретают бактерио-, фунгицидные свойства.

6. Предлагаемый микробиологический экспресс-метод определения антимикробного спектра консервантов и разработанная квадратичная регрессионная модель позволяют исключить проведение 15 химических анализов и сократить их длительность до 1-2 дней вместо 7-10. Исходя из расчета, что в Белоруссии одна средняя проба (стоимость 11,46 руб.) берется от 200 т сырья (всего 6,8 млн. т с химическими консервантами), общий экономический эффект составляет около 200 тно. руб.

7. На основании особенностей изученных добавок разработан консервант нового состава, который обладает более высоким бактерио-

рио-, фунгицидными и бактерицидными свойствами против нежелательных микроорганизмов, в том же тормозит молочнокислые бактерии (15-91%). Сохранение антимикробного действия АПБ 2 в экстремальных условиях (40-60°C) против дрожжей (95%) позволяет рассматривать его как потенциальный ингибитор аэробного разложения.

8. Внесение АПБ I и АПБ 2 обеспечивает получение высококачественного корма из вико-овсяно-райграсной и люцерно-райграсной смесей: содержание сахара в 2 раза, а общего азота на 1,10-2,88% выше по сравнению с контрольным. АПБ 2 более эффективно подавляет протеолиз: распад азотистых веществ составляет 6-17 против 8-20% в силосе с АПБ I и 15-40% - без консервантов.

9. Консервант-обогачитель АПБ 2 способствует лучшей переваримости сырого протеина (85%), сухого и органического вещества силоса (76 и 77%). Соответственно повышается кормовое достоинство консервированного силоса: 9,53-11,50 МДж обменной энергии против 9,36-11,39 (с АПБ I) и 8,96-10,89 (контрольный силос).

10. Применение консервант-обогащителя АПБ 2 при силосовании однолетних трав экономически эффективно: дополнительный выход кормопroteinных единиц на 1 т консервированного силоса составляет 177 кг на сумму 35,40 руб.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для получения качественного силоса из трудносилосуемых трав рекомендуется использовать консервант-обогащитель следующего состава: муравьиная кислота + пропионовая кислота + бензойная кислота + мочевины + вода (1:1:0,48:1,6:0,5). Внесение 1,54% АПБ 2 позволяет получить корм высокой протеиновой и энергетической питательности из влажного сырья.

2. Для научно-исследовательских институтов и опытных станций, занимающихся вопросами химического консервирования, а также кормо-

ных лабораторий предлагается микробиологический экспресс-метод определения антимикробного спектра консервантов и математическая модель для установления оптимальных доз их внесения.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Влияние химических консервантов на развитие дрожжей вида *Candida zeylanoides* - С.В.Абраскова. // Научные основы развития животноводства в БССР. - Мн.: Ураджай, 1984. - Вып. 14. - С. 63-67.

2. Влияние химических консервантов на гнидоотные бактерии *Bacillus pasteurii* - С.В.Абраскова // Научные основы развития животноводства в БССР. - Мн.: Ураджай, 1986. - Вып. 16. - С. 48-51.

3. Особенности антимикробного спектра химических консервантов. - С.В.Абраскова // Научные основы развития животноводства в БССР. - Мн.: Ураджай, 1987. - Вып. 17. - С. 48-50.

©/1-

АТ № 18342. Подписано в печать 5.10.87 г. Формат 1/16.

Объем 1,0 п.л. Тираж 100 экз. Зак. № 3232.

Бесплатно. Отпечатано на ротационно в типографии УА СМ БССР