

*На правах рукописи*



**Биконя Светлана Николаевна**

**ПОВЫШЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ СИЛОСА И СЕНАЖА С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОКОНСЕРВАНТОВ**

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и  
производства продукции животноводства

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

Санкт-Петербург – 2024 г.

Работа выполнена на кафедре кормления и разведения сельскохозяйственных животных федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет».

**Научный руководитель:** **Лаптев Георгий Юрьевич**

доктор биологических наук, профессор кафедры крупного животноводства ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

**Официальные  
оппоненты:**

**Клименко Владимир Павлович**

доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, руководитель Испытательного центра по оценке качества и стандартизации кормов, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (г. Лобня)

**Гусаров Игорь Владимирович**

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, зав. отделом кормов и кормления Северо-Западного научно-исследовательского института молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленного подразделения ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук» (г. Вологда)

**Ведущая организация:** ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева»

Защита состоится «17» мая 2024 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета 35.2.033.03 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», 196601, Санкт-Петербург, город Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2, лит. А., новый лабораторный учебный корпус, ауд. 2113.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО СПбГАУ и на официальном сайте по адресу: <https://spbgau.ru/science/dissertatsionnye-sovety/dissertatsionnyy-sovet-35-2-003-03/protection/bikonya-svetlana-nikolaevna/>

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_20\_\_\_года

Ученый секретарь  
диссертационного совета 35.2.033.03  
доктор биологических наук

Ильина Лариса Александровна

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Для создания стабильной и прочной кормовой базы необходимо повышать качество кормов, т.е. заготавливать сырье экологически безопасное и с повышенным содержанием питательности (Соляник, Т.В., 2014). За счет улучшения качества заготавливаемых кормов можно добиться повышения продуктивности сельскохозяйственных животных (Николаев С.И. с соавт., 2019, Хохряков Г.А., 2019, Кислякова Е.М., 2021). Таким образом, в данный момент времени при заготовке объемистых кормов актуальным является применение различных видов биоконсервантов, которые способствуют уменьшению потерь питательных веществ, а также улучшают органолептические и качественные показатели консервированных кормов (Шинкаревич Е.Д., 2016, Буряков Н.П., 2018). Химические консерванты достаточно быстро подкисляют зеленую массу, с их помощью возможно сохранить питательные вещества, но эти консерванты дорогие и обладают коррозионной активностью, их применение отрицательно воздействует на состояние окружающей среды (Саранчина Е.Ф., 2017). В отличие от химических консервантов биоконсерванты безопаснее, экологичнее, а главное – дешевле (Лютых О., 2020).

**Степень разработанности темы.** В России проводилось много исследований по изучению влияния разных видов консервантов на сохранение питательной ценности силоса и сенажа, как химических, так и биологических (Зубрилин А.А. 1963, Зафрен С.Я., 1977, Косолапов, В.М., 1998, 2008, 2011, Клименко В.П., 2012, Кучин Н.Н., 2017; Победнов Ю.А., 2018; Лаптев Г.Ю., 2019). Исследования по разработке и применению биоконсервантов на основе микроорганизмов и их эффективность при консервировании ведутся уже более ста лет, они начались еще в тридцатых годах прошлого столетия и продолжаются по сей день. Но история их использования говорит о том, что их применение не всегда приводит к положительным результатам (Победнов Ю.А., 2010, Lynch J.P. et al., 2012). Поэтому в настоящий момент необходимо определиться с критериями выбора биопрепаратов для консервирования растительной массы для повышения качества получаемых кормов и сохранения их питательной ценности.

**Цели и задачи исследований.** Целью исследования явилось изучение эффективности использования биоконсервантов при силосовании и сенажировании для улучшения сохранности питательных веществ. Для решения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- оценить физиологическое состояние бактерий в биоконсервантах для силосования и сенажирования;
- провести исследование микрофлоры силоса, заложенного с закваской «Биотроф<sup>®</sup> 2+», методом NGS-секвенирования;
- провести анализ экспрессии генов синтеза L-лактатдегидрогеназы и D-лактатдегидрогеназы микробиотой силоса, заложенного с полиштаммовым биоконсервантом «Биотроф<sup>®</sup> 2+»;
- разработать полиштаммовый биопрепарат для силосования и сенажирования зеленой массы;

- определить качество силоса и сенажа, заготовленного с применением биоконсервантов «Биотроф<sup>®</sup> 2+» и «Биотроф<sup>®</sup>-АС»;
- оценить молочную продуктивность дойных коров при введении в рацион силосов, заложенных с биоконсервантами;
- оценить экономическую эффективность при скармливании силосов, заготовленных с биоконсервантами.

**Научная новизна исследований.** В ходе проведенных исследований впервые:

- для определения физиологического состояния бактерий в биоконсервантах был использован метод Хаттори;
- было проведено NGS-секвенирование силоса, заготовленного с закваской «Биотроф<sup>®</sup>2+»;
- был проведен анализ экспрессии генов синтеза L-лактатдегидрогеназы и D-лактатдегидрогеназы микробиотой силоса, заложенного с полиштаммовым биоконсервантом «Биотроф<sup>®</sup> 2+»;
- в условиях производства были проведены испытания нового биоконсерванта для силосования «Биотроф<sup>®</sup>-АС» и даны рекомендации по его использованию.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** На основании проведенных опытов и исследований был разработан биоконсервант «Биотроф<sup>®</sup>-АС» и составлен комплект нормативно-технических документов на него. Полученные в ходе исследования результаты и теоретические выводы были использованы при написании наставлений «Технология заготовки безопасных и качественных объемистых кормов» (2-е изд., 2021). В ходе исследования были выпущены опытно-производственные партии биоконсерванта «Биотроф<sup>®</sup>-АС» - 7 тонн.

**Методология и методы исследований.** Для проведения научных исследований применялись такие методы как:

- лабораторный метод – были получены предварительные данные о влиянии биопрепаратов на сохранность питательных веществ и качество полученных кормов;
- научно-хозяйственный метод – были подтверждены данные, полученные в лабораторных опытах, а также были получены сведения о переваримости клетчатки силосов из разных культур, заложенных с применением закваски «Биотроф<sup>®</sup>-АС»;
- производственный метод – была определена эффективность применения полиштаммовых биоконсервантов при силосовании и сенажировании и влияние силосов, заготовленных с их применением, на продуктивность животных.

**Положения, выносимые на защиту:**

- в заквасках для силосования в жидкой форме, в основу которых входят молочнокислые бактерии, данные бактерии находятся в физически активном состоянии и при внесении в зеленую массу начинают работать практически сразу;
- использование жидких консервантов на основе молочнокислых бактерий, таких как «Биотроф<sup>®</sup>-АС» и «Биотроф<sup>®</sup> 2+», способствует быстрому,

контролируемому процессу силосования и обеспечивает сохранность питательных веществ заготовленных кормов;

- скармливание силоса из многолетних злаковых и бобовых культур, заготовленного с консервантом «Биотроф<sup>®</sup>2+», приводит к увеличению среднесуточного удоя молока 4% жирности.

**Степень достоверности.** Результаты в достаточной степени обоснованы и обеспечены современными методами исследований. Научные положения, выводы, рекомендации производству вытекают из фактических экспериментальных данных, представленных в диссертационной работе. Статистическая обработка проведена с использованием t-критерия Стьюдента. Достоверными считали результаты при  $p \leq 0,05$ .

**Апробация результатов исследований.** Основные материалы диссертации были доложены на: Международной конференции «Развитие агропромышленного комплекса на основе современных научных достижений и цифровых технологий» (г. Санкт-Петербург, 2020); Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных практических условиях» (г. Волгоград, 2021 г.); Международной научной конференции "Фундаментальные и прикладные научные исследования в развитии сельского хозяйства на Дальнем Востоке" (AFE- 2021, г. Уссурийск, 2021); производственных совещаниях в ООО «БИОТРОФ» 2019-2022 гг.

**Личный вклад автора.** Диссертационная работа представляет собой результат научных исследований автора в период с 2016 по 2023 год. Большая часть научных исследований, описанных в диссертационной работе, выполнена автором самостоятельно под руководством научного руководителя, доктора биологических наук Георгия Юрьевича Лаптева.

**Публикация результатов исследования.** По материалам диссертации опубликовано 10 работ, включая 3 работы в рецензируемых изданиях, включенных в перечень ВАК Министерства образования и науки РФ, 1 статья в международных изданиях (индексируется в базах данных «Scopus») и 1 наставления.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа включает следующие разделы: оглавление, введение, обзор литературы, материалы и методы исследований, результаты исследований, заключение, предложения производству и перспективы дальнейшей работы, список сокращений и условных обозначений, список литературы и приложения. Работа представлена на 128 страницах машинописного текста с включением 33 таблиц, 2 рисунков и 2 приложений. Список используемой литературы включает 195 источников, 51 из которых – иностранных авторов.

## 2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### 2.1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования служили разработанные в ООО «БИОТРОФ» закваски «Биотроф<sup>®</sup>», «Биотроф<sup>®</sup>2+» и «Биотроф<sup>®</sup>-АС», многоштаммовые закваски других производителей, такие как «Best-Sil dry» ("Biological Preparations T/A Agriprep", Великобритания), а также ферментно-бактериальные закваски «Силос Feedtech<sup>®</sup> M20XCE» (Chr.Hansen A/S", Чешская Республика), «Биосиб<sup>®</sup> Комби» (ООО ПО «Сиббиофарм», Россия), «Биоконсервант AiVi<sup>®</sup> серии Lb 3.10F» (ООО «Зеленые линии», Россия). Общая схема исследований представлена на рисунке 1.

В качестве исходной массы для силосования и сенажирования использовали смеси злаковых, злаково-бобовых культур, а также отдельные культуры, такие как райграс пастбищный, кукуруза молочной спелости, люцерна трех лет жизни в фазе бутонизации.

Лабораторные эксперименты по силосованию объемистых кормов проводили с применением вакуумных пакетов (Done, 1986, Johnson et al., 2005).

Микробиологические испытания проводили в лаборатории компании ООО «БИОТРОФ» (г. Санкт-Петербург) классическими методами микробиологии.

Антагонистическую активность штаммов молочнокислых бактерий проверяли с помощью диффузионного метода (метода лунок).

В модельных условиях проводили сравнение скорости размножения микроорганизмов *Lactobacillus plantarum*, входящих в состав жидкой закваски «Биотроф<sup>®</sup>», и сухой закваски с использованием современного молекулярно-генетического метода ПЦР в реальном времени.

Для изучения разницы процессов динамики увеличения содержания бактерий, входящих в состав жидких и сухих биопрепаратов, был выбран метод Хаттори (Hattori T., 1983, Якушев А.В., 2015).

Анализ экспрессии генов, связанных с синтезом лактатдегидрогеназы в силосе, проводили следующим образом: тотальную РНК из образцов выделяли с помощью набора Augum Total RNA Mini Kit («BioRad», США) согласно инструкции производителя.

Структуру компонентов микробного сообщества исследования состава микробиома силоса молекулярно-генетическими методами проводили в лаборатории компании ООО «БИОТРОФ» (г. Санкт-Петербург) с применением NGS-анализа (Next Generation Sequencing). Определение микотоксинов проводили методом ИФА.



Рис. 1 – Общая схема исследования

Отбор проб кормов проводился в соответствии с ГОСТ ISO 6497-2014. Биохимические исследования зеленой массы и консервированных кормов определялись в испытательной лаборатории Северо-Западного филиала ФБГУ «ВНИИЗЖ», а также в лаборатории глубокого анализа кормов «ЯРВЕТ» методом спектроскопии в ближней инфракрасной области на анализаторе NIRS DS2500 фирмы FOSS.

Содержание НДК – по ГОСТ ISO 16472-2014, массовые доли молочной, уксусной и масляной кислоты – по ГОСТ Р 55986-2022, обменную энергию согласно «Методике расчета обменной энергии в кормах ВИЖ. Дубровицы. 2008 год». Для определения переваримости клетчатки использовали химический метод *in vitro*, в лабораторных условиях в колбе воспроизводили условия, в которых клетчатка переваривается в рубце.

В вологодском животноводческом хозяйстве «Шекнинская Заря» в 2021 году был проведен анализ биохимических показателей качества силосов, заготовленных с закваской «Биотроф®-АС»: было заложено более 9000 тонн

кормов с различной влажностью исходной массы, в том числе и из трудносилосуемых культур. Норма внесения препарата — 1 л на 50 тонн зеленой массы. Силоса закладывали в бурты.

Опыты по изучению эффективности препарата «Биотроф® 2+» по сравнению с сухими импортными биоконсервантами проводили в 2019 году на базе СПК «Кобраловский» Ленинградской области.

## 2.2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### 2.2.1. Определение физиологического состояния бактерий в биоконсервантах для силосования

Основной целью опыта было исследовать динамику скорости размножения бактерий *L. plantarum* в сухой (AiBi® серии Lb 3.10F) и жидкой закваске («Биотроф®»), а также оценить их физиологическое состояние.

Для понимания разницы процессов динамики увеличения содержания микроорганизмов, входящих в состав жидких и сухих препаратов, был выбран метод Хаттори (Hattori T., 1982). С помощью метода наименьших квадратов были рассчитаны параметры вероятность образования колоний  $\lambda$  и время задержки размножения  $t_r$  (таблица 1).

Таблица 1 - Значения параметров, характеризующих активность лактобактерий

Вариант	Вероятность образования колоний ( $\lambda$ ), ч <sup>-1</sup>	Время задержки размножения, $t_r$ , ч
Биотроф®	0,086	15,2
AiBi® серии Lb 3.10F	0,073	28,6

Из полученных данных видно, что время задержки размножения бактерий *L. plantarum* ( $t_r$ ) у сухой бактериальной закваски составляет более суток. При этом время задержки размножения бактерий в жидкой закваске «Биотроф®» практически в 2 раза меньше и составляет лишь 15,2 ч. Т.е. эффективность биологических консервантов различна и зависит от того, в каком физиологическом состоянии бактерии в них находятся.

### 2.2.2. Лабораторный опыт по силосованию и сенажированию люцерны с препаратом «Биотроф® 2+»

Лабораторный опыт по силосованию и сенажированию люцерны с препаратом «Биотроф® 2+» был поставлен в лаборатории ООО «Биотроф». Для заготовки силоса и сенажа использовалась люцерна третьего года жизни в фазе бутонизации при различной влажности исходного сырья. В качестве консерванта был использован жидкий полиштаммовый препарат «Биотроф® 2+» (*Lactobacillus plantarum* 60 и *Enterococcus faecium* 1-35). Норма внесения препарата – 1 л на 30 тонн силосуемой массы. Первый опыт был проведен с люцерной с исходной влажностью (81,7±1,2) % и pH=(6,24±0,03), второй с люцерной, подвяленной до влажности (46,9±1,3) % и pH=(6,43±0,02).



В первом опыте подкисление массы до оптимальных значений (рН 4,1-4,2) не произошло из-за избыточной влажности исходного сырья, на 30-е сутки рН силосуемой массы стал равным (5,36±0,02). Потери сухого вещества в контроле составили 9,8%, потери сырого протеина в контроле составили 2,6%, в образце с биопрепаратом содержание сырого протеина увеличилось на 2,4 %. Массовая доля молочной кислоты в общем количестве (молочной, уксусной, масляной) в варианте с биопрепаратом составила 67,5%, что соответствует 1-му классу силоса согласно ГОСТ Р 55986-2022. Наличие масляной кислоты в контроле говорит о том, что исходная масса люцерны была контаминирована клостридиями, которые, возможно, попали в нее во время скашивания; в образце с закваской масляная кислота отсутствует, это говорит о том, что молочнокислые бактерии, входящие в состав биопрепарата «Биотроф® 2+», подавили развитие нежелательной микрофлоры.

Далее нами было изучено качество брожения в сенаже из люцерны, проявленной перед закладкой до влажности (46,9±1,3) %. Молочнокислое брожение в сенаже протекает значительно слабее, чем при силосовании, и зависит от влажности и вида консервируемого сырья. Поэтому значение рН в сенаже выше, чем в силосе, и составляет 4,4-5,6 (Маслова О.А. с соавт., 2023).

При ферментации люцерны даже в подвяленном виде происходят интенсивные процессы протеолиза, который сопровождается накоплением в силосе большого количества аммиака и повышением уровня рН. Поэтому обязательным условием получения из люцерны корма высокого качества является применение заквасок (Победнов Ю.А., 2021). Только к концу 30-х суток значение рН в образце с закваской стало равным (4,65±0,02).

Биохимические и энергетические показатели качества исходной зеленой массы люцерны и готового сенажа на 30-е сутки хранения представлены в таблице 2. По показателю «обменная энергия» согласно ГОСТ Р 55452-2021 образцы относятся к 3 -му классу. Количество сырого протеина и в контроле, и в образце с закваской увеличилось соответственно на 1,9% и 8,9%. Масляной кислоты не было обнаружено. При сенажировании люцерны с консервантом образовалось большее количество молочной кислоты при небольшом снижении количества уксусной по сравнению с контролем.

Таблица 2 - Биохимические и энергетические показатели качества исходной зеленой массы люцерны и готового сенажа на 30-е сутки хранения (n=3)

Показатель	Единицы измерения	Исходная масса	Контроль	«Биотроф® 2+»
Обменная энергия	МДж/кг	9,12±0,21	8,46±0,12	8,46±0,08
Сухое вещество	%	53,1±0,29	53,8±0,07	54,5±0,78
Сырой протеин	%	15,7±0,06	16,0±0,13	17,1*±0,13
Масляная кислота	%	–	0,00±0,00	0,00±0,00
Молочная кислота	%	–	4,36±0,07	6,75±0,09
Уксусная кислота	%	–	0,57±0,08	0,56±0,08

Примечание: достоверность разности показана в сравнении с контролем; разность достоверна

при \* -  $p \leq 0,05$ .

Таким образом можно сделать вывод о том, что применение биоконсерванта «Биотроф® 2+» способствовало образованию молочной и уксусной кислот в сенаже, которые ускорили процесс ферментации. Штаммы, входящие в состав препарата, подавили жизнедеятельность гнилостных и маслянокислых бактерий и тем самым уменьшили потери питательных веществ при заготовке и хранении.

### 2.2.3. Результаты исследований микрофлоры силоса, заложенного с закваской «Биотроф® 2+», методом NGS-секвенирования

Мы провели с помощью метода NGS-секвенирования анализ микрофлоры силоса, заложенного с препаратом «Биотроф® 2+». Биоконсервант «Биотроф® 2+» увеличивает количество лактобактерий в силосе до 43,2%; «Биотроф® 2+» сдерживает развитие клостридий по сравнению с контролем.

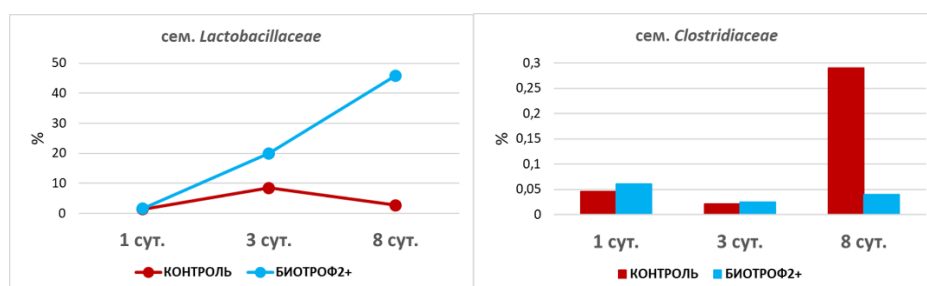


Рис.2 - Результаты исследования микрофлоры силоса методом NGS-секвенирование (данные НПК «БИОТРОФ»)

Далее был изучен состав лактобактерий, определенный методом NGS-секвенирование в ходе ферментации. Закваска «Биотроф® 2+» уже на ранних стадиях ферментации стимулировала в силосе размножение видов *Lactobacillus pentosus* и *Lactobacillus plantarum*. Многие штаммы этих видов известны своей выраженной кислотообразующей активностью, а также способностью продуцировать высокоактивные бактериоцины. Многие штаммы этих видов проявляют антагонизм в отношении клостридий, энтеробактерий, токсинообразующих грибов. Это гарантирует быструю скорость подкисления силоса при использовании закваски «Биотроф® 2+» и объясняет подавление нежелательной микрофлоры.

### 2.2.4. Анализ экспрессии генов синтеза ферментов

#### Л-лактатдегидрогеназы и D-лактатдегидрогеназы микробным сообществом силоса, который был заложен с закваской «Биотроф® 2+»

Мы сравнили относительный уровень экспрессии генов синтеза L-лактатдегидрогеназы, связанных с продукцией L-лактата, в силосе с закваской «Биотроф® 2+» по сравнению с контролем. В варианте с закваской «Биотроф® 2+» наблюдалось усиление экспрессии генов, связанных с синтезом L-лактатдегидрогеназы в силосе на 3 и 8 сутки ферментации по сравнению с вариантом без консерванта. Внесение биопрепарата усиливало синтез силосными молочнокислыми бактериями L-лактата до 851 раза, при этом уровень синтеза D-лактата не отличался от контрольного варианта. Таким образом можно говорить о

том, что штаммы бактерий закваски «Биотроф<sup>®</sup> 2+» специфически адаптируют свою метаболическую способность в силосе, усиливают синтез силосными молочнокислыми бактериями L-изомера лактата и гарантируют оптимальный кислотный профиль – доминирование L-лактата.

### 2.2.5. Разработка нового биоконсерванта «Биотроф<sup>®</sup>-АС»

Для создания нового биоконсерванта были отобраны следующие штаммы: гомоферментативный штамм *Lactobacillus plantarum* 60 и гетероферментативный штамм *Lactobacillus buchneri* 600. Штаммы обладают антагонистической активностью по отношению к патогенным микроорганизмам, а также к грибам-продуцентам микотоксинов. Данные штаммы обладают осмотолерантностью и имеют конкурентное преимущество перед другими микроорганизмами силоса. На основании проведенных исследований был разработан комплект нормативно-технической документации для биопрепарата «Биотроф<sup>®</sup>-АС»: ТУ, декларация о соответствии, инструкция по применению препарата. В ходе исследования были выпущены опытно-производственные партии биоконсерванта «Биотроф<sup>®</sup>-АС» - 7 тонн.

### 2.2.6. Лабораторный опыт по силосованию злаково-бобовой смеси

В 2021 году нами был заложен лабораторный опыт по силосованию злаково-бобовой смеси с применением нового биоконсерванта на основе двух штаммов лактобактерий «Биотроф<sup>®</sup>-АС» (*Lactobacillus plantarum* 60 и *Lactobacillus buchneri* 600). Для сравнения эффекта применения новой закваски использовали полиштаммовый препарат «Биотроф<sup>®</sup> 2+» на основе бактерий *Lactobacillus plantarum* 60 и *Enterococcus faecium* 1-35.

На 30-е сутки были проанализированы биохимические показатели и показатели энергетической питательности готовых силажей: контроль (без добавок), силаж с «Биотроф<sup>®</sup> 2+» и силаж с «Биотроф<sup>®</sup>-АС». Полученные данные сравнивали с результатами анализа исходной зеленой массы.

По показателю *pH* образцы получились вне класса, значения *pH* колебались от 4,12 до 4,16. По содержанию СВ, согласно ГОСТ Р 55986-2022, полученные образцы называются силажками. В исходной массе было 38,2% СВ, а в варианте с «Биотроф-АС» - 37,4%. Произошла потеря СВ в варианте с «Биотроф<sup>®</sup>-АС», но это составило всего 2%. По содержанию сырого протеина образцы с заквасками соответствовали 2 классу, потеря СП в варианте с «Биотроф<sup>®</sup> 2+» составила 2% (14,5% от сухого вещества), в варианте с «Биотроф<sup>®</sup>-АС» - 6,8% (13,8% от сухого вещества) по сравнению с исходной массой (14,8% от сухого вещества). Отношение молочной кислоты к уксусной во всех вариантах было более 3. Это означает, что процесс консервации прошел быстро и контролируемо. Во всех образцах отсутствовала масляная кислота, которая служит маркером присутствия клостридий в силосе. Согласно ГОСТ Р 55986-2022 по показателям содержания обменной энергии варианты с заквасками также соответствовали 1 классу.

## 2.2.7. Научно-хозяйственный опыт по силосованию с закваской «Биотроф®-АС»

В 2021 году в животноводческом хозяйстве «Шекснинская Заря» Вологодской области было заложено более 9000 тонн кормов с различной влажностью исходной массы, в том числе и из трудносилосуемых культур. Норма внесения препарата — 1 л на 50 тонн зеленой массы. Силос закладывали в бурты. Исходные данные заготовленных силосов представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Варианты закладки силоса

№ образца	Состав силоса	Место хранения	Срок заготовки
1	клевер 90% + злаки 10%	бурт «Шотма № 1»	22.06.2021—24.06.2021
2	клевер 80% злаки 20%	бурт «Переезд № 2»	24.06.2021—27.06.2021
3	клевер 80% + злаки 20%	бурт «За Четвериково»	28.06.2021—01.07.2021
4	клевер 50% + разнотравье 50%	бурт «Зерносклад»	03.07.2021—03.07.2021
5	люцерна 40% + разнотравье 60%	бурт «Елочки»	01.07.2021—03.07.2021
6	злаки* 100%	бурт «Пашнец № 2»	04.07.2021—06.07.2021
7	райграс 100%	бурт «Пашнец № 2» (1)	04.07.2021—06.07.2021

Примечание: \* - доминирующий вид – тимофеевка луговая.

В таблице 4 представлены показатели качества брожения в заготовленных силосах.

Таблица 4- Показатели качества брожения

Показатель	№ образца силоса							Целевое значение параметра
	1	2	3	4	5	6	7	
pH, ед.pH	4,31	4,22	4,25	4,38	4,15	4,38	4,13	<4,2
Молочная кислота, % СВ	6,13	6,45	6,28	4,73	5,66	5,86	6,99	>3
Уксусная кислота, % СВ	2,07	1,60	1,8	1,76	2,56	1,69	2,61	<1,5
Масляная кислота, % СВ	0	0	0	0,22	0,3	0	0,22	<0,25
Сумма кислот, % СВ	8,2	8,05	8,08	6,71	8,52	7,55	9,82	<10
Доля молочной кислоты от суммы кислот, %	74,8	80,1	77,7	70,5	66,4	77,6	71,2	70—80

Продолжение таблицы 4

Показатель	№ образца силоса							Целевое значение параметра
	1	2	3	4	5	6	7	
Отношение содержания молочной кислоты к уксусной	2,96	4,04	3,48	2,69	2,21	3,46	2,68	>3
Аммиак, % СП	4,72	4,65	6,45	7,62	8,13	3,46	10,43	<10

Стандартам высокого качества брожения соответствует силос № 2 из клевера и злаков (бурт «Переезд № 2»). В трех вариантах силоса из семи соотношение молочной и уксусной кислот больше 3, что указывает на то, что процесс силосования прошел быстро и контролируемо. Небольшие количества масляной кислоты обнаружены в 3 образцах силоса из семи, что свидетельствует о начале развития в этих силосах клостридий, которые попали туда, вероятно, вместе с почвой. Доля силоса, достигнувшего уровня  $pH < 4,2$ , составила 28,6%, от 4,2 до 4,4—71,4% (при том, что критическое значение  $pH$  равно 4,6).

### 2.2.8. Оценка переваримости клетчатки силосов, заложенных с закваской «Биотроф®-АС»

В таблице 5 представлены показатели, которые характеризуют скорость переваримости клетчатки силосов из разных культур (КДК, лигнин, нНДК(240ч) – неперевариваемая НДК за 240 часов, kd – скорость переваривания НДК, аНДК – нейтрально-детергентная клетчатка и TTNDFD – полная переваримость НДК).

Таблица 5 - Показатели, характеризующие скорость переваримости клетчатки

Показатель	№ образца силоса						
	1	2	3	4	5	6	7
КДК, % СВ	36,36	37,68	37,68	39,78	40,14	37,04	35,68
Лигнин, % СВ	7,18	7,88	8,34	8,4	8,8	8,54	6,4
нНДК(240ч), % СВ	16,07	19,17	20,98	21,83	23,12	21,08	14,49
kd, %/ч	4,84	5,14	6,00	5,4	5,49	6,49	6,04
аНДК, % СВ	48,59	49,94	47,99	54,04	55,43	45,01	54,84
TTNDFD, %НДК	37,25	35,33	34,79	35,12	34,8	33,58	47,78

Согласно полученным данным, полная переваримость НДК (47,78% от НДК) входит в норму только в варианте с силосом из райграсса, в нем меньше всего лигнина - 6,4% от сухого вещества. Данный силос целесообразно использовать для дойного стада среднепродуктивных животных. Другие виды силоса лучше использовать на остальном, недойном стаде, так как они обладают пониженной переваримостью. Это, вероятно, связано с неидеальными условиями при уборке зеленой массы.

Таким образом, в настоящее время для оценки кормов помимо физико-химических показателей в анализ входит определение скорости и переваримости фракций клетчатки, а также содержания лигнина.

### 2.2.9. Эффективность биоконсерванта «Биотроф® 2+» в условиях Северо-Запада России

Эксперименты по изучению эффективности препарата «Биотроф® 2+» проводили в 2019 году на базе СПК «Кобраловский» Ленинградской области.

В траншеи закладывался силос из многолетних трав (смесь злаковых (доминирующий вид - тимофеевка луговая) и бобовых культур (доминирующий вид - клевер). В период закладки силоса провяленная зелёная масса тщательно трамбовалась, после завершения трамбовки закрывалась плёнкой. Препараты вносились, исходя из рекомендаций производителей консервантов, с помощью насосно-дозировочного комплекса уборочного комбайна. Через 30–35 дней, после окончания ферментации силоса, отбирали образцы готового корма для оценки биохимических показателей (питательности, содержания органических кислот).

Схема опыта представлена в таблице 6.

Таблица 6 - Схема производственного опыта в СПК «Кобраловский»

Период опыта	Группа	Количество дней	Количество животных, голов	Схема кормления
Уравнительный	1-я группа	15	10	ОР (основной рацион)
	2-я группа		10	ОР
	3-я группа		10	ОР
Учетный (главный)	1-я группа	30	10	ОР, в том числе силос с закваской «Биотроф 2+».
	2-я группа		10	ОР, в том числе силос с закваской «Best-Sil dry»
	3-я группа		10	ОР, в том числе силос с закваской «Силос Feedtech® M20XCE».

Заготовленные корма с препаратами скармливали дойным коровам голштинизированной чёрно-пёстрой породы в течение 30 дней (140-170-е сутки лактации). Группы-аналоги были сформированы по возрасту, рациону, продуктивности, количеству лактаций, состоянию здоровья. В каждую группу входило по 10 животных.

В рацион коров всех групп включался силос, заготовленный с одним из трёх препаратов: с отечественным жидким биоконсервантом «Биотроф® 2+», а также с биологическими препаратами «Best-Sil dry» и «Силос Feedtech® M20XCE», которые были представлены в сухой форме. Подготовка, смешивание, кратность раздачи кормов и нормирование суточного кормления осуществлялось по технологии производства, принятой на СПК «Кобраловский».

В учётный период молочная продуктивность коров оценивалась три раза в месяц. Использовался метод контрольных доек с регистрацией данных контрольных удоев в журнале. Для определения суточных удоев сумма удоев делилась на 3. Оценивалась массовая доля жира и белок в молоке.

### 2.2.9.1. Оценка питательности силосов и сенажа, заложенных с биоконсервантом «Биотроф® 2+»

На первом этапе исследований нами была проведена оценка питательности различных видов кормов: силосов из многолетних трав первого и второго укосов (отава), а также сенажа из смеси злаковых и бобовых культур. Корма были заложены с биоконсервантом «Биотроф® 2+». Злаковые травы убирали в фазе выхода в трубку – начала колошения, бобовые — в фазе бутонизации – начала цветения. Результаты оценки питательности представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Качество кормов, полученных с применением биоконсерванта «Биотроф® 2+» в СПК «Кобраловский»

Показатели	Силос 1 укоса			Силос 2 укоса		Сенаж 2-го укоса	
	Траншея 1	Траншея 2	Траншея 3	Траншея 1	Траншея 2	Траншея 1	Траншея 3
СВ, %	31,5	37,7	31	29,7	34,1	47,6	42,4
СП, %	10	15,9	17,45	15,35	15,48	15,7	14,3
СК, %	26,3	24,4	25,8	26,9	27,2	28	28,9
ОЭ, МДж/кг	10,1	10,9	11,5	11	9,7	10,3	9,7
Молочная кислота, %	9,83	4,19	7,95	4	3,75	5,67	4,4
Уксусная кислота, %	0,85	0,17	1,55	1,1	1,4	0,5	1,1
Масляная кислота, %	0	0,01	0	0	0	0,01	0
Молочная кислота, % от общего количества органических кислот	92	95,8	83,7	78,4	72,8	91,7	80
pH, ед. pH	3,91	4,1-4,3	3,6-4,2	4,3	4,3	4,71	4,3

При использовании биоконсерванта «Биотроф®2+» для заготовки минимизируется риск порчи корма. Высокое содержание сырого протеина в результате использования препарата «Биотроф® 2+» при заготовке кормов из трав 1-го и 2-го укосов (отава) может указывать на угнетение деятельности нежелательных протеолитических бактерий, некоторых бактерий рода *Clostridium* и др.

### 2.2.9.2. Оценка эффективности жидкого биопрепарата «Биотроф® 2+» по сравнению с сухими биоконсервантами

На следующем этапе исследования нами был проведён сравнительный эксперимент по оценке силоса из многолетних злаковых травосмесей с влажностью от 71,3 до 75,8%, заложённого с биопрепаратом «Биотроф®2+» и импортными препаратами зарубежного производства. В отличие от «Биотроф®2+» иностранные консерванты были представлены в сухой форме. Эффективность используемых препаратов отличалась по ряду показателей. В таблице 8 приведены сравнительные данные по содержанию питательных веществ. Готовый корм, заготовленный с биоконсервантом «Биотроф®2+», содержал сырого протеина на 24,3% больше, чем корм, заготовленный с английской закваской, и на 31,6% больше по сравнению со шведским препаратом. Содержание обменной энергии было выше у силоса, заготовленного с препаратом «Биотроф®2+».

Таблица 8 - Качество кормов в зависимости от применяемых при их заготовке биопрепаратов

Показатель	«Биотроф® 2+»	«Best-Sil dry»	«Силос Feedtech® M20XCE»
Количество, т	1144	1736	1371
Дата заготовки	25-26.05	30.05.-01.06	02-03.06
Сухое вещество, г/кг	28,7±0,15	24,2±0,08*	26,5±0,13*
Сырой протеин, %	20,4±0,09	16,4±0,09	15,5±0,11
Сырая клетчатка, %	23,4±0,1	28,3±0,07	26,7±0,11
pH	3,8±0,04	4±0,04*	4,2±0,05**
Уксусная кислота, %	1,2±0,01	1,9±0,01	1,6±0,01
Масляная кислота, %	0	0	0
Молочная кислота, %	8,9±0,05	8,3±0,05***	8,8±0,06
Обменная энергия, МДж	11,2±0,08	10,3±0,05	9,6±0,04

Примечание: достоверность разности показана в сравнении с вариантом с «Биотроф® 2+»; разность достоверна при \* -  $p \leq 0,05$ ; \*\* -  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* -  $p \leq 0,001$ .

### 2.2.9.3. Оценка продуктивности дойных коров и экономической эффективности при скармливании силосов, заложённых с различными биоконсервантами

Нами была проведена оценка продуктивности дойных коров. По данным таблицы 9 видно, что скармливание дойным коровам силоса, заложённого с закваской «Биотроф®2+», приводило к увеличению молочной продуктивности по сравнению с другими вариантами.

Среднесуточный удой молока 4% жирности у коров, которым скармливали силос, заготовленный с закваской «Биотроф®2+», был на 5,1% выше в сравнении с удоем коров, которым скармливали силос, заготовленный с закваской «Best-Sil dry», и на 8,4% — заготовленный с «Силос Feedtech® M20XCE». Наблюдалось



повышенное содержание молочного жира в варианте с «Биотроф® 2+» на 5,0 и 8,5% соответственно по сравнению с другими вариантами.

Использование в рационах лактирующих коров силоса, заготовленного с закваской «Биотроф® 2+», экономически эффективно. Выручка от применения жидкого биоконсерванта «Биотроф® 2+» получилась выше по сравнению с использованием сухого препарата «Best-Sil dry» и сухого препарата «Силос Feedtech® M20XCE» на 2,3 и 5,6 % соответственно.

Таблица 9 - Продуктивность дойных коров при скармливании силоса, заготовленного с различными биопрепаратами (в среднем на 1 голову)

Показатель	«Биотроф®2+»	«Best-Sil dry»	«Силос Feedtech® M20XCE»
Среднесуточный удой, кг	26,6±0,28	26±0,36	25,21±0,11***
Валовый удой (за учетный период), кг	798	780	756
Среднесуточ. удой молока 4% жирности	24,6±0,18	23,4±0,20	22,7±0,23
Базовая реализационная цена, руб.	29,26	29,26	29,26
Жир, %	3,7±0,04	3,6±0,06*	3,6±0,03**
Белок, %	3,1±0,02	3,2±0,02	3,2±0,01***
Молочный жир, кг	29,5	28,1	27,2
Молочный белок, кг	29,7	24,9	24,1
Выручка (2019), руб.	23349,5	22822,8	22120,5
Прибыль, руб.	10660,0	10175,2	9519,2
Рентабельность, % (Прибыль, руб/Выручка, руб*100%)	45,7	44,6	43,0

Примечание: достоверность разности показана в сравнении с вариантом с «Биотроф® 2+»; разность достоверна при \* -  $p \leq 0,05$ ; \*\* -  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* -  $p \leq 0,001$ .

Использование в рационах лактирующих коров силоса, заготовленного с закваской «Биотроф® 2+», экономически эффективно. Выручка от применения жидкого биоконсерванта «Биотроф® 2+» получилась выше по сравнению с использованием сухого препарата «Best-Sil dry» и сухого препарата «Силос Feedtech® M20XCE» на 2,3 и 5,6 % соответственно.

Прибыль, полученная от реализации молока в группе, которой скармливали силос с закваской «Биотроф® 2+», оказалась выше, чем у групп, которым скармливали силос с заквасками «Best-Sil dry» и с «Силос Feedtech® M20XCE» соответственно на 4,8 и 12%. Применение закваски «Биотроф® 2+» способствовало увеличению рентабельности в группе, которой скармливали силос с этой закваской, по сравнению с другими группами, которым скармливали силос с заквасками «Best-Sil dry» и «Силос Feedtech® M20XCE», на 2,4 и 6,1% соответственно.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

#### 3.1. ВЫВОДЫ

На основании проведенных экспериментальных исследований влияния биоконсервантов на питательную ценность силосов и сенажей получены следующие основные результаты:

1. В заквасках для силосования на основе молочнокислых бактерий в жидкой форме бактерии находятся в активной фазе развития. Использование препарата в виде жидкой закваски приводит к быстрому подкислению зеленой массы и подавлению гнилостной микрофлоры в первые сутки силосования, что, в свою очередь, приводит к получению качественного силоса.

2. Внесение «Биотроф<sup>®</sup>2+» увеличило количество лактобактерий в силосе до 43,2%; биоконсервант «Биотроф<sup>®</sup>2+» сдерживает развитие клостридий и способствует сохранности протеина.

3. Внесение закваски «Биотроф<sup>®</sup> 2+» в зеленую массу усиливает синтез силосными молочнокислыми бактериями L-лактата (в 851 раз).

4. Применение «Биотроф<sup>®</sup>-АС» способствует быстрому и правильному подкислению силосуемой массы: доля силоса, достигнувшего уровня  $pH < 4,2$ , составила 28,6%, достигнувшего уровня  $pH$  от 4,2 до 4,4 — 71,4% при том, что критическое значение  $pH=4,6$ .

5. Использование «Биотроф<sup>®</sup> 2+» при приготовлении силоса из смеси многолетних злаковых и бобовых культур приводит к оптимизации процессов ферментации и сокращению потерь питательных веществ. Готовый корм, заготовленный с «Биотроф<sup>®</sup> 2+», содержал сырого протеина на 24,4% больше, чем корм, заготовленный с «Best-Sil dry», и на 31,6% больше по сравнению с «Силос Feedtech<sup>®</sup> M20XCE».

6. Среднесуточный удой молока 4% жирности у коров, которым скармливали силос, заготовленный с закваской «Биотроф<sup>®</sup> 2+», был на 5,1% выше в сравнении с удоем коров, которым скармливали силос, заготовленный с «Best-Sil dry», и на 8,4% — заготовленный с «Силос Feedtech<sup>®</sup> M20XCE».

7. Использование в рационах лактирующих коров силоса, заготовленного с закваской «Биотроф<sup>®</sup> 2+», экономически эффективно. Выручка от применения жидкого биоконсерванта «Биотроф<sup>®</sup> 2+» получилась выше по сравнению с использованием «Best-Sil dry» и «Силос Feedtech<sup>®</sup> M20XCE» на 2,3 и 5,6 % соответственно.

#### 3.2. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

При консервировании многолетних злаковых и бобовых трав, кукурузы для быстрого и контролируемого процесса силосования, а также сенажирования и силажирования, для уменьшения потерь питательных веществ рекомендуется применение заквасок следующим способом: «Биотроф<sup>®</sup> 2+» из расчета 1 л на 30 тонн зеленой массы; «Биотроф<sup>®</sup> –АС» из расчета 1 л на 50 тонн зеленой массы.

### **3.3. ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

Необходимо продолжить исследования по изучению влияния биоконсерванта «Биотроф<sup>®</sup>-АС» на сохранность питательных веществ консервированных кормов и аэробную стабильность кормов при вскрытии с целью понимания механизма действия бактерий, входящих в состав биоконсерванта.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Публикации в рецензируемых журналах и изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Ахматчин, Д.А. Эффективность биоконсерванта "Биотроф 2+" в условиях Северо-Запада России / Д. А. Ахматчин, **С. Н. Биконя**, В. В. Солдатова, Г. Ю. Лаптев // Кормопроизводство. – 2020. – № 8. – С. 38-42.
2. **Биконя, С.Н.** Разработка процессов создания нового востребованного продукта на примере закваски для силосования / С.Н. Биконя, О.В. Кочеткова, Г.Ю. Лаптев, Е.А. Бражник // Нива Поволжья. – 2022. -№2 (62). – С. 2002. – DOI 10.36461/NP.2022.62.2.009.
3. **Биконя, С.Н.** Оценка качества кормов, заготовленных с биоконсервантом / С. Н. Биконя, Е. А. Бражник, Г. Ю. Лаптев [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2023. – № 1. – С. 27-30. – DOI 10.33943/MMS.2023.84.50.006.

### Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

4. Pobednov, Y. Aerobic Spoilage of Dried Meadow Clover Silage and Methods of its Minimization / Y. Pobednov, A. Mamaev, **S.Bikonya** [et.al.] // International Scientific Conference Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East. – Cham: Springer International Publishing. - 2021. – Vol. 354. - P. 580-589. DOI 10.1007/978-3-030-91405-9\_64 (Scopus).

### Статьи, опубликованные в других изданиях:

5. **Биконя, С.** Быстрый старт - залог успешного силосования / Г. Лаптев, Н. Новикова, С. Биконя, Т. Грудина // Животноводство России. – 2016. – № 4. – С. 65.
6. Лаптев, Г.Ю. Есть ли разница между жидкими и сухими заквасками? / Г. Ю. Лаптев, Н. И. Новикова, **С.Н. Биконя**, Е. А. Ёылдырым, Л.А. Ильина, В.А. Филиппова, А.В. Дубровин // Сельскохозяйственные вести. – 2016. - № 2. – С. 14-15.
7. Лаптев, Г.Ю. Закваски: сухие или живые? / Г. Ю. Лаптев, Н. И. Новикова, **С.Н. Биконя**, Е. А. Ёылдырым, Л.А. Ильина, В.А. Филиппова, // Сельскохозяйственные вести. – 2017. – № 1(108). – С. 12-14.
8. **Биконя, С.Н.** Определение физиологического состояния бактерий в биоконсервантах для силосования / С. Н. Биконя, Г. Ю. Лаптев, Е. А. Ёылдырым, Л. А. Ильина // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург - Пушкин, 23–25 января 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2020. – С. 130-132.

9. Кочеткова, О.В. Применение цифровых технологий для создания новых кормовых продуктов и добавок для животных / О. В. Кочеткова, Е. А. Бражник, **С. Н. Биконя**, В. Х. Меликиди // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях : материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 10–12 февраля 2021 года. Том III. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2021. – С. 415-419.

#### **Наставления**

10. Лаптев, Г.Ю. Технология заготовки безопасных и качественных объемистых кормов / Г. Ю. Лаптев, Е.А. Йылдырым, **С.Н. Биконя**, Н. И. Новикова, Л.А. Ильина, В.А. Филиппова, В.В. Солдатова, В.Н. Большаков, А.В. Дубровин, Е.А. Бражник, Н.В. Тарлавин, Д.Г. Тюрина, Е.Г. Дубровина, Ю.А. Победнов. – Санкт-Петербург: ООО «БИОТРОФ», 2021. – 164 с. - ISBN 978-5-6042569-7-8.