

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ)

Гагарина пр., д. 97, г. Нижний Новгород, 603107
тел. 8 (831) 214-33-49, 8 (831) 214-33-48
E-mail: kancel-nnsatu@bk.ru, <http://www.nnsatu.ru>
ОКПО 00493267, ОГРН 1025203560799
ИНН/КПП 5261002795/526101001

на № 20.02.2024 от № 01-28/2704

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор
ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ
доктор экономических наук, профессор

И.Л. Воротников

16 февраля 2024 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный агротехнологический университет» о диссертационной работе Лобанова Александра Юрьевича, выполненной на тему *«Совершенствование технологии и технического средства заготовки сенажа с использованием газового консерванта»*, представленную к защите в диссертационный совет 24.1.220.01 на базе федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого» на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Актуальность темы диссертационной работы

Важнейшей отраслью сельского хозяйства является животноводство, которое оказывает существенное влияние на продовольственную безопасность страны. Для интенсивного развития данной отрасли необходимо существование кормовой базы. При этом для успешного развития животноводства необходимо повышение качества кормов применением и дальнейшим совершенствованием новых технологий их заготовки и хранения.

Традиционные корма, сено и силос, отличаются низкой питательностью. Альтернативой этим кормам является сенаж. Этот вид корма максимально сохраняет обменную энергию, протеин, сахар, каротин и одновременно является достаточно концентрированным, чтобы обеспечивать кормление высокопродуктивных животных.

При заготовке сенажа по традиционной технологии происходят потери его количества и качества в поле при затягивании процесса сушки, подборке и транспортировке, при недостаточном уплотнении сенажа в траншеи, при выемке и раздаче корма.

При этом недостатки традиционной технологии заготовки сенажа успешно преодолеваются при заготовке этого корма по технологии сенажа в полимерной упаковке. В таком случае неустойчивая погода оказывает меньшее влияние на сохранность кормов, однако возможное брожение и самосогревание снижают качество рулонного сенажа. Чаще всего в рулонах в полимерной упаковке остается воздух, который угрожает аэробной стабильности сенажной массы.

Избежать этого можно путем обработки сенажной массы консервантами. Однако существующие технические средства обработки кормов консервантами либо устарели и имеют недостатки: перерасход и неравномерное распределение консервантов в кормовой массе, отрицательное влияние на металлические изделия машин.

Одним из путей консервирования зеленых кормов, направленных на экономичность и энергосбережение при сохранении экологической безопасности, является применение углекислого газа в качестве консерванта.

Поэтому совершенствование технологии и технического средства заготовки сенажа в полимерной упаковке с использованием газового консерванта является актуальной задачей.

Выполненная работа является частью исследований по научному обеспечению развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, проведенных в ФГБНУ НИИИСХ Республики Коми в соответствии с планом научно-исследовательских работ по разделу VIII, подразделу 24 Программы ФНИ государственных академий наук на 2013...2020 гг. «Разработать устройство для внесения консерванта в сенажную массу и новый способ заготовки сенажа в упаковке для разработки технологии заготовки кормов» (№ ГР 0674-2014-0024) и ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока согласно выполнения научно-исследовательской работы «Создание высокоэффективных машинных технологий и технических средств для механизации растениеводства и животноводства, адаптированных к особенностям климатических условий Северо-Востока Европейской части России» (№ ГР 123011900028-9).

Достоверность результатов исследований

Представленные в диссертационной работе выводы в заключении обоснованы. Результаты исследований получены методами теоретических и экспериментальных исследований. Теоретические исследования проведены на основе системного анализа конструктивно-технологической схемы устройства обработки сенажной массы газовым консервантом и выявления основных параметров, характеризующих показатели технологического процесса получаемого сенажного корма. Результаты экспериментальных исследований получены с использованием физической модели, подтверждены положительными результатами полевых испытаний экспериментального образца технического устройства для обработки сенажа газовым консервантом.

Результаты научных исследований Лобанова А.Ю. прошли обсуждение на международных, всероссийских и региональных научно-практических конференциях, одобрены и оценены благодарственным письмом и сертификатами участника.

Научная новизна и значимость работы

Научную новизну диссертации составляют:

- конструктивно-технологическая схема устройства обработки сенажной массы газовым консервантом;
- аналитические выражения по совершенствованию технологии и технического средства заготовки сенажа с использованием газового консерванта;
- математические модели, позволяющие определить основные технологические параметры внесения углекислого газа разработанным техническим средством в сенажную массу на качество заготавливаемого сенажа при его закладке на хранение в герметичной упаковке;
- новые технические решения по обработке сенажа газовым консервантом, защищенные патентами РФ №№ 2555435 и 2771780 на изобретение.

Практическая значимость работы заключается в том, что содержащиеся в диссертации научные положения и выводы применимы при совершенствовании технологии и технического средства заготовки сенажа с использованием газового консерванта.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработана технология обработки сенажа газовым консервантом и предложено устройство для осуществления такой обработки. Данное устройство прошло опытно-производственную проверку в ООО «Пригородный», подтвердившее целесообразность и технологическую возможность использования углекислого газа в качестве консерванта под различные технологии заготовки сенажа.

Рекомендации по использованию результатов исследований и выводов

Результаты исследований и изложенные в диссертации общие выводы, представленные в заключении, позволяют определить влияние основных технологических параметров внесения углекислого газа разработанным техническим средством в сенажную массу на качество заготавливаемого сенажа при его закладке на хранение в герметичной упаковке.

Основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования рекомендуются к использованию в научно-исследовательских и проектно-конструкторских организациях при разработке новых технологий заготовки сенажной массы, обосновании конструкции устройств обработки сенажной массы газовым консервантом.

Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, шести разделов, заключения, списка основных обозначений и сокращений, списка использованной литературы (233 наименования) и 5 приложений, изложена на 157 страницах машинописного текста, в котором содержится 37 рисунков, 29 таблиц.

Введение включает следующие основные структурные элементы: актуальность темы исследования, степень ее разработанности, цель и задачи исследования, научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы, методологию и методы исследований, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробацию результатов исследований.

В первой главе «Современное состояние вопроса и задачи исследований» рас-

смотрены технологии и технические средства консервирования сенажа, представлен обзор химических консервантов и зоотехнические требования к технологии консервирования сенажа, приведен обзор теоретических работ по проблеме консервирования сенажа, изложены содержание цели и задач исследования.

На основании обзора технологий и технических средств консервирования сенажа, зоотехнических требований к технологии консервирования сенажа и применяемых для этого консервантов, анализа теоретических работ и проведенного патентного поиска по исследуемой проблеме поставлены основные задачи исследования по совершенствованию технологии и обоснованию технического средства заготовки сенажа с использованием газового консерванта – углекислого газа.

Во второй главе «Теоретические исследования по совершенствованию технологии и обоснованию технического устройства обработки сенажа газовым консервантом» обоснована конструктивно-технологическая схема устройства обработки сенажной массы газовым консервантом (патенты РФ №№ 2555435 и 2771780 на изобретение), теоретически обоснованы его конструктивные параметры и рассмотрены вопросы обработки сенажного рулона углекислым газом.

Разработана математическая модель определения коэффициента содержания воздуха в сенаже в зависимости от его влажности и плотности прессования, с учетом которого получено выражение для расчета дозы внесения консерванта в сенажную массу.

Получено аналитическое выражение по определению скорости протекания процесса массообмена между углекислым газом, внесенным в сенаж, и имеющимся там воздухом – 1,35 м/ч. С учетом геометрических параметров упаковки сенажа ($h = 1,0$ м; $D = 1,0$ м) утверждается, что данная скорость является удовлетворительной для равномерной обработки сенажа газовым консервантом.

В третьей главе «Программа, экспериментальные установки и методика исследований по применению углекислого газа в качестве консерванта сенажной массы» в соответствии с поставленными задачами изложена программа исследований, описаны экспериментальные установки, использованные приборы и оборудование, общепринятые и частные методики исследований и обработки экспериментальных данных.

Экспериментальные исследования проведены в соответствии с действующими ГОСТами, общепринятыми и частными методиками. Полученные данные экспериментов обработаны на персональном компьютере с использованием программного пакета SigmaPlot 11.0 и Statgraphics Plus 5.1.

Оценка достоверности однофакторных линейных регрессионных моделей осуществлялась сравнением фактических значений с расчетными, а также с использованием коэффициента корреляции, многофакторных регрессионных моделей с помощью коэффициента множественной детерминации и F -критерия Фишера для уровня значимости 0,05.

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований по применению углекислого газа в качестве консерванта сенажной массы» изложены результаты практических экспериментов по выбору ингибирующего вещества для сенажной массы, влиянию основных параметров внесения углекислого газа техническим средством в сенажную массу на качество заготавливаемого сенажа.

Получены математические модели влияния основных параметров внесения углекислого газа техническим средством в сенажную массу на качество заготавливаемого сенажа. При выборе ингибирующего вещества для сенажной массы установлено, что сенаж, приготовленный с применением углекислого газа, по сравнению с использованием химического «АИВ-2000 Плюс» и биологического «Биотроф» консервантов, характеризуется более ранним наступлением анаэробного периода и меньшей температурой саморазогрева в процессе брожения, что в итоге позволяет сохранить больше питательных веществ.

Исходя из влияния исследуемых факторов (плотность прессования сенажной массы, доза внесения консерванта при атмосферном давлении, объем сенажной массы в зоне обработки одного распылителя, расход газа) на температуру саморазогрева корма, содержание протеина и содержание кормовых единиц установлено, что наиболее эффективно углекислый газ действует при заготовке сенажа плотностью $\rho = 290 \dots 330 \text{ кг/м}^3$ в дозе $q = 0,40 \dots 0,50 \text{ м}^3/\text{кг}$. Расход газа в $0,50 \dots 0,60 \text{ м}^3/\text{ч}$ обеспечивает достаточную равномерность распределения углекислого газа в сенаже объемом до $1,0 \text{ м}^3$.

В пятой главе «Реализация в полевых условиях результатов экспериментальных исследований технологического процесса применения углекислого газа в качестве консерванта сенажной массы» представлены результаты испытаний разработанного устройства по использованию углекислого газа при заготовке сенажа в рулоны с технологией обмотки в полимерную пленку.

Полевые испытания разработанного устройства по использованию углекислого газа при заготовке сенажа в рулоны с технологией обмотки в полимерную пленку, проведенные на животноводческой ферме ООО «Пригородный» (Республика Коми, Российская Федерация), позволили получить сенаж первого класса, показатели питательности которого были выше относительно стандартной технологии: сбор обменной энергии увеличился на $0,4 \text{ ГДж/кг}$, кормовых единиц – на $0,04 \text{ ед./кг}$, а содержание сырого протеина повысилось на $0,8\%$.

В шестой главе «Экономическая эффективность использования углекислого газа при заготовке сенажа» обоснована экономическая целесообразность и технологическая возможность использования углекислого газа в качестве консерванта при заготовке сенажа в герметичной упаковке.

Расчет экономической эффективности заготовки сенажа в герметичной упаковке с применением углекислого газа проведен в сравнении традиционной технологией заготовки сенажа без использования консервантов.

Положительный экономический эффект от использования углекислого газа при заготовке сенажа обусловлен повышением качества сенажа и соответственно увеличением продуктивности коров. Срок окупаемости произведенных затрат на оборудование и операционные расходы на заготовку сенажа с использованием газового консерванта составляет 12 месяцев (1,0 год).

В заключении диссертационной работы представлены основные выводы по проведенным исследованиям, соответствующие поставленным задачам и в полной мере отражающие результаты теоретических и практических исследований автора. Приводятся перспективы дальнейшей разработки темы, которые вытекают из материалов проведенных исследований.

В приложениях приводятся патенты, подтверждающие техническую новизну устройств обработки сенажа газовым консервантом, технические средства для проведения исследований, результаты исследований по применению углекислого газа в качестве консерванта сенажной массы, документы о внедрении результатов выполненных научных исследований, а также сертификаты и дипломы об участии автора в научных конференциях

В целом, диссертация является завершенной авторской работой, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты и свидетельствующие о личном вкладе автора в науку.

Содержание диссертационной работы соответствует поставленной цели и задачам исследований. Диссертация и автореферат написаны технически грамотным языком, структура и содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям и достаточно полно отражают основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

Полнота опубликования основных результатов диссертационной работы

Автореферат изложен на 20-и страницах и включает общую характеристику и краткое изложение содержания работы. Структура изложения диссертации сохранена в автореферате. Содержание автореферата, заключение соответствуют положениям диссертации.

Замечания по диссертационной работе

1. Не совсем корректно использование содержания сырого протеина в корме в качестве показателя питательности без анализа аминокислотного состава, т.к. содержание сырого протеина не всегда адекватно отражает ценность белка

2. На страницах 100 (таблицы 5.1 и 5.3) и 103 (таблица 6.2) диссертационной работы не в полной мере совпадают данные по исследуемым показателям качества сенажа.

3. В диссертационной работе и автореферате неудачно сформулирована третья составляющая научной новизны, а именно: «по экспериментальным данным получить математические модели, позволяющие определить основные технологические параметры внесения углекислого газа разработанным техническим средством в сенажную массу на качество заготавливаемого сенажа при его закладке на хранение в герметичной упаковке».

4. Вызывает сомнение утверждение диссертанта, что уменьшение расхода углекислого газа приведёт к увеличению содержания протеина (стр. 94 диссертационной работы).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа Лобанова Александра Юрьевича, выполненная на тему *«Совершенствование технологии и технического средства заготовки сенажа с использованием газового консерванта»*, является законченной научно-квалификационной работой, в которой, на основании выполненных теоретических

