

На правах рукописи

ЕМЕЛЬЯНОВА ЕЛЕНА ВЛАДИМИРОВНА

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
КОНСЕРВИРОВАНИЯ СЫРОГО ФУРАЖНОГО
ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ ПОРОШКООБРАЗНОЙ СЕРОЙ**

**4.3.1. Технологии, машины и оборудование для
агропромышленного комплекса**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва – 2024

Работа выполнена на кафедре «Технические и биологические системы» Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет».

| | |
|------------------------|---|
| Научный руководитель: | Кучин Николай Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Технические и биологические системы» ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» |
| Официальные оппоненты: | Дуборезов Василий Мартьянович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник Отдела кормления сельскохозяйственных животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ имени Л. К. Эрнста Савиных Петр Алексеевич, доктор технических наук, профессор, «Заслуженный деятель науки РФ», главный научный сотрудник Лаборатории механизации животноводства ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» |
| Ведущая организация: | Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» |

Защита диссертации состоится 21 ноября 2024 года в 13.00 часов на заседании диссертационного совета 35.2.030.03 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», по адресу: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 19, тел: 8 (499) 976-17-14.

Юридический адрес для отправки почтовой корреспонденции (отзывов): 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке имени Н. И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» и на сайте Университета www.timacad.ru.

Ученый секретарь
диссертационного совета 35.2.030.03,
кандидат технических наук, доцент

Н. Н. Пуляев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Высокая продуктивность сельскохозяйственных животных неразрывно связана с повышенной концентрацией обменной энергии в рационах кормления и их сбалансированностью по другим элементам питания. Наивысшей концентрацией энергии в сухом веществе отличаются концентрированные корма, основной и неотъемлемой частью которых является фуражное зерно, которое в условиях России чаще всего относится к кормам собственного производства. Чем выше удельная величина таких кормов в рационах, тем, при прочих равных условиях, выше продуктивность животных. Принимая во внимание основополагающую роль концентрированных кормов в ведении высокопродуктивного животноводства, заготовке этого вида фуража должен быть придан специализированный характер. При этом на передний план в современных условиях сельскохозяйственного производства выходит проблема наиболее полного сохранения качества зернофуражных кормов собственного приготовления от заготовки до скармливания. В наибольшей мере в современных условиях ее решению соответствует технология консервирования сырого фуражного зерна в анаэробных условиях с использованием различных химических и биологических добавок.

Технология герметичного хранения сырого фуражного зерна с влажностью 30 % и более достаточно давно известна и сходна с силосованием тем, что консервирование корма обеспечивается органическими кислотами, получаемыми в ходе брожения. Наиболее желательным типом брожения при этом является молочнокислое. Молочная кислота обладает наибольшими подкисляющими свойствами и её образование происходит с наименьшими потерями питательной ценности корма. Однако между силосованием зелёной массы и консервированием сырого зерна имеются принципиальные отличия в силу специфичности способа сохранения последнего. Естественная консервируемость (силосуемость) сырого зерна существенно ниже, чем у трав из-за меньшей влажности и ограниченности содержания простых сахаров.

Поэтому совершенствование технологии консервирования сырого фуражного зерна с целью сохранения его качества и питательных свойств от заготовки до скармливания, а также улучшения экономического эффекта от его использования имеет большое практическое значение и является актуальной задачей.

Наиболее полное сохранение качества и питательных свойств фуражного зерна при консервировании возможно благодаря

применению консервирующих средств, свойства которых могут максимально проявляться при определённых условиях, например, при разной плотности укладки корма на хранение.

Степень разработанности. Разработкой способов консервирования фуражного зерна в разное время занимались как зарубежные (М. Дж. Нэш, П. Мак Дональд, Ф. Вайсбах, С. Моор, Н.-М. Muller, L. L. Wilson e.a.), так и отечественные учёные (М. Т. Таранов, С. Я. Зафрен, Л. А. Трисвятский, В. А. Бондарев, В. М. Лурье, В. М. Косолапов, А. П. Перекопский, Г. Ю. Лаптев, Н. Н. Кучин и др.). Их работы посвящены изучению состава и свойств зерновых кормов, способов их заготовки и хранения, проблемам сохранения качества фуражного зерна и использования с этой целью химических и биологических препаратов и другим вопросам.

Вместе с тем технологические аспекты консервирования плющеного сырого фуражного зерна в анаэробных условиях, такие как плотность укладки на хранение в сочетании с использованием химических и биологических добавок, и их влияние на качество брожения, состав и сохранность питательных веществ, практически не были рассмотрены.

Цель и задачи. Цель работы – совершенствование технологии консервирования сырого плющеного фуражного зерна за счёт подбора эффективной консервирующей добавки при оптимальной плотности укладки корма на хранение, оказывающих положительное влияние на качество брожения, сохранность питательных веществ, экономическую и энергетическую эффективность.

Достижение поставленной цели реализовалось решением следующих задач:

- научно обосновать условия консервирования сырого плющеного зерна ячменя химическими и биологическими препаратами при хранении в анаэробных условиях с различной степенью уплотнения;
- проанализировать консервирующие свойства химических консервантов и биопрепарата по влиянию на накопление и соотношение кислот брожения для определения оптимального варианта для производства;
- провести производственную проверку оптимального технологического решения консервирования сырого зерна;
- определить экономическую эффективность заготовки и скармливания сырого плющеного зерна ячменя, заготовленного по усовершенствованной технологии и дать энергетическую оценку вариантам консервирования.

Объект исследования. Плющенное сырое зерно ячменя как сырьё для консервирования. Бактериальный препарат «Биосил НН», химические консерванты «Промир» и порошкообразная сера. Консервированное зерно без добавок и с различными химическими и биологическими препаратами, закладываемое с различной плотностью укладки на хранение.

Предмет исследования. Технология консервирования сырого зерна ячменя, убранного в фазе неполной спелости и хранившимся в анаэробных условиях, с использованием химических консервантов и биопрепарата при разной плотности укладки на хранение.

Научная новизна заключается в обосновании новых технологических подходов к процессу консервирования сырого плющенного фуражного зерна с использованием различных химических консервантов и биопрепарата при разной плотности укладки его на хранение, позволяющих повысить качество, питательную ценность и выход готового корма.

Теоретическая и практическая значимость работы. Проведённые исследования позволили теоретически обосновать и разработать приёмы консервирования сырого плющенного зерна ячменя порошкообразной серой на фоне создания оптимальных условий уплотнения при укладке на хранение. Определённое сочетание технологических приёмов позволяет улучшить подкисление зерна и состав продуктов брожения, что положительно сказывается на питательности и качестве готового корма.

Практическая значимость работы заключается в разработке рекомендаций по консервированию сырого плющенного зерна ячменя порошкообразной серой при оптимальной плотности укладки зернофуража на хранение в производственных условиях.

Методология и методы исследования.

Опыт по консервированию плющенного сырого фуражного зерна ячменя фуражного в лабораторных условиях закладывали по общепринятым методическим рекомендациям по проведению опытов по консервированию кормов. Сохранность зерна определяли путём взвешивания опытных образцов перед закладкой и окончанием срока хранения и определением в них содержания сухого вещества.

Органолептическая оценка проводилась по показателям анализа цвета, запаха и сохранности структуры зерна, наличия гнили и плесени. Биохимические показатели в исходном материале и консервируемом зерне, такие как содержание и состав сухого вещества, органические кислоты, кислотность, определяли с использованием измерительного лабораторного оборудования на базе ФГУ центра

агрохимической службы «Нижегородский». Энергетическая ценность исходного сырья и консервированного зерна рассчитывалась в соответствии с методическими указаниями, по оценке качества и питательности кормов.

Производственный опыт по кормлению дойных коров провели в АО «Семьянское» Воротынского района Нижегородской области. Животные для проведения опыта в контрольную и опытную группу подбирались методом групп-аналогов.

Расчёт экономической эффективности внедрения улучшенной технологии консервирования сырого плющеного зерна ячменя в производственные условия по размеру фактических затрат материальных и денежных средств проводили с использованием материалов бухгалтерского учёта АО «Семьянское» Воротынского района Нижегородской области за 2017 год. Энергетическую эффективность определяли методом сравнительного анализа разных технологических схем консервирования зерна.

Цифровой материал обрабатывали методами дисперсионного и корреляционного анализа с использованием программного пакета персонального компьютера Microsoft Excel 2010.

Положения, выносимые на защиту:

- усовершенствованный технологический процесс консервирования сырого плющеного зерна ячменя;
- консервирующие свойства химических и биологических препаратов при разной плотности укладки зерна на хранение;
- сохранность питательной ценности исходного материала при разных способах консервирования фуражного зерна;
- результаты производственных испытаний усовершенствованной технологии консервирования сырого фуражного зерна;
- технико-экономические и энергетические показатели эффективности консервирования сырого плющеного зерна ячменя порошкообразной серой и его использования в рационах лактирующих коров.

Степень достоверности результатов исследования подтверждается данными анализа кормовой ценности зерна ячменя, проведённого ФГУ центр агрохимической службы «Нижегородский» (приложение А); результатами статобработки и корреляционного анализа цифрового материала при уровне достоверности 95 %, актами внедрения результатов исследований в АО «Семьянское» Воротынского района Нижегородской области (приложение Б) и в учебный процесс ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-

экономический университет» при разработке курсов лекций для обучающихся по программам подготовки бакалавров по направлению 35.03.06 Агроинженерия и по специальности 35.02.07 «Механизация сельского хозяйства».

Апробация результатов. Основные положения и результаты исследования докладывались: на международных научно-практических конференциях – «инновационные внедрения в области сельскохозяйственных наук» (Москва, 2017); «Социально-экономические проблемы развития муниципальных образований» (Княгинино-Казань, 2017); «XXXVII Международные научные чтения (памяти А.Д.Сахарова)» (Москва, 2018); «Перспективы и технологии развития естественных и математических наук» (Н.Новгород, 2019); «Социально-экономические проблемы развития муниципальных образований.(секция «Научные разработки молодых ученых)»(2019); «Корреляционное взаимодействие науки и практики в новом мире» (С. Петербург, 2020); в всероссийской научно-практической конференции «Актуальные направления развития техники и технологий в России и за рубежом-реалии, возможности, перспективы» (Княгинино, 2018); в всероссийской с международным участием научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённая 155-летию со дня рождения Н.Н. Худякова (Москва, 2021).

Личный вклад соискателя состоит в обосновании, усовершенствовании и проверке в условиях производства технологии консервирования сырого плющеного зерна ячменя. Диссертационная работа от этапа планирования экспериментов до формулировки выводов и предложений для производства в полном объёме выполнена автором самостоятельно.

Публикации. Основные положения диссертации изложены в 11 работах, в том числе в 4 изданиях из перечня ВАК Министерства образования и науки РФ, 1 в международной базе Scopus.

Структура и объём диссертационной работы. Работа изложена на 158 страницах компьютерного текста и состоит из трех глав. Список литературы включает 215 источников, в том числе 47 зарубежных. Работа иллюстрирована 35 таблицами и 30 рисунками.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В разделе 1 «ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ» дана характеристика фуражного зерна, как важного энергонасыщенного вида корма в рационах сельскохозяйственных животных и птицы. Отмечено важнейшее значение этого вида корма для повышения продуктивности скота и птицы и необходимости придания его производству в условиях России специализированного характера [Алабушев, 2009; Косолапов, 2009; Кутровский, 2009; Лаптев и др., 2009; Прянишников, Черняева, 2009; Чайка, 2009]. Представлена сравнительная эффективность технологий консервирования фуражного зерна в современных условиях в части использования регулирующих процесс брожения добавок и способов подготовки его к скармливанию [Таранов, 1964, 1982; Химич, Кулик, 1974; Денисов, Елизарова, 1980; Кулик и др., 1983; Трисвятский, 1986; Конюхов, 2000; Бикташев и др., 2005; Тяпугин и др., 2008; Jones, 1975; Olivetti e.a., 1976; Salagenau e.a., 1977]. Особое внимание уделено технологии консервирования сырого фуражного зерна в расплюсненном виде, которая благодаря целому ряду несомненных преимуществ в сравнении с другими технологиями с каждым годом приобретает все большую популярность в условиях реального производства [Перекопский, Гудков, 2003; Четкин, 2007; Лапотко, 2008; Ижболдина, 2009; Кучин и др., 2009; Попков и др., 2010; Fellows. 1971].

Было установлено, что технологические особенности консервирования сырого плющеного фуражного зерна мало изучены, особенно влияние отдельных технологических приемов, например, степени уплотнения, на консервирующие способности химических и биологических консервантов. Выяснение этих особенностей имеет важное значение для оптимизации технологического процесса консервирования сырого фуражного зерна в условиях сельскохозяйственного производства.

В разделе 2 «МЕСТО, УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ» обоснованы: выбор химических и биологического препаратов для консервирования сырого плющеного фуражного зерна; плотность укладки зернового корма на хранение; выбор оптимальной технологической схемы консервирования для проверки в производственных условиях (рисунок 1) и методики проведения лабораторных и производственных исследований.

Схема проведения исследований по консервированию сырого зерна ячменя представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема проведения исследований по консервированию сырого плющеного зерна ячменя

В программу проведения исследований также входило определение продуктивного действия консервированного порошкообразной серой сырого зерна плющеного ячменя при средней степени уплотнения.

Методика проведения лабораторных исследований

Для консервирования сырого плющеного зерна ячменя в лабораторных исследованиях использовали химические консерванты «Промир» и порошкообразную серу. Препарат «Промир» изготавливается шведским концерном Perstorp Group и предназначен для консервирования сырого фуражного зерна. В состав препарата входит 43-48 % муравьиной кислоты, 18-23 пропионовой кислоты и 4-8 %

формата аммония. Вносится в фуражное зерно повышенной влажности из расчёта 3 л/т. в опыте использовался в качестве положительного контроля.

Порошкообразная сера представляет собой аморфный жёлтый порошок, содержащий не менее 99,5 % серы, не более 0,2 % влаги и 0,05 % золы (АС. 1099937). Доза внесения в сырое фуражное зерно – 1 кг/т. В схему опыта включена для установления консервирующих свойств при закладке на хранение сырого фуражного зерна, т.е. является опытным вариантом.

Из биопрепаратов использовали молочнокислую закваску Биосил НН, состоящую из штаммов молочнокислых бактерий *Lactobacillus casei* и *Lactococcus lactis*. Это типичные факультативные штаммы молочнокислых бактерий, регулирующих процессы брожения в сыром консервируемом зерне и использованы в опыте как опытный вариант. Перед использованием 1 л закваски доводят до объёма 400 л водой. Доза внесения разбавленного препарата 10 л/т зерна.

Зерно убиралось на корм в фазу неполной спелости при влажности около 25 %. В качестве абсолютного контроля сырое зерно закладывали без добавок (самоконсервирование).

Пробы плющеного зерна на хранение во всех вариантах опыта, предварительно обработав соответствующими препаратами, закладывали в соответствующие ёмкости – стеклянные банки объёмом 1 дм³. При этом первую партию зерна каждого варианта опыта укладывали на хранение без принудительного уплотнения, вторую – со средней, и третью – сильной плотностью укладки. После наполнения ёмкости её герметично закрывали крышкой и запаивали парафином.

Ёмкости с консервированным зерном хранились в изолированном от попадания солнечных лучей тёмном помещении при температуре окружающей среды 16–20 °С в течение 4 месяцев. В общей сложности в лабораторных условиях хранилось 36 образцов консервируемого зерна.

Методика проведения консервирования сырого фуражного зерна ячменя в производственных условиях

В производственных условиях сырое фуражное зерно ячменя для хранения в анаэробных условиях закладывалось с последующим выполнением следующих операций: загрузка в плющильное устройство, плющение, внесение консерванта, затаривание в рукав для хранения с определенной плотностью укладки.

Уборка зерновых и закладка зерна на хранение подразделяется на два основных звена: уборочно-транспортного и плющения и закладки зерна в полимерный рукав Состав машинно-тракторной техники в АО

«Семьянское» Воротынского района Нижегородской области для заготовки плющеного зерна использовался формировался исходя из её наличия и работоспособности. После обмолота зерна в фазе восковой спелости при влажности 25-35 % оно доставлялось на разгрузочную площадку с твердым покрытием у плющилки автомобилями КамАЗ-5320 и колесными тракторами МТЗ-80. В приемный бункер плющилки зерно перемещалось ковшем погрузчика STOLL Robust FZ 10. Подготовка зерна к скармливанию проводилась на плющилке Волга-700К. Порошкообразная сера рассыпалась по поверхности зерна в приемном бункере плющилки из расчета 1 кг/т. Плющенное обработанное консервантом зерно загружалось в полимерный рукав и уплотнялось до определенной степени при помощи беггера, входящего в состав конструкции плющилки. Полиэтиленовый рукав герметизировался и зерно хранилось в нем до скармливания в течение 4 месяцев.

В разделе 3 «РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ КОНСЕРВИРОВАНИЯ СЫРОГО ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ» проанализировано влияние использования различных препаратов при разной плотности укладки сырого плющеного фуражного зерна на хранение в анаэробных условиях на качество брожения в процессе консервирования и сохранность питательной ценности зернофуража и определена целесообразность применения оптимального варианта консервирования в производственных условиях. Выявлена технико-экономическая эффективность технологии консервирования сырого фуражного зерна и его скармливания дойным коровам. Приведена оценка энергетической эффективности вариантов консервирования зерна.

Изменения состава и питательности ячменя при плющении

В процессе плющения в зерне увеличивается содержание сухого вещества в результате испарения влаги, связанное с разогреванием обрабатываемого материала вследствие трения при проходе через вальцы. В нем также содержится относительно большее количество сырого и переваримого протеина из-за возможных преобразований полисахаридов при плющении. Позитивным результатом плющения является снижение содержания в расплющенном зерне аммиачного азота, что может быть следствием активизации биохимических процессов при нагревании. Изменения содержания других показателей химического состава и питательности зерна при плющении были менее значимыми и недостоверными.

Органолептические показатели и степень подкисления зерна

Внешний вид зерна даёт первое представление о его качестве и пригодности к скармливанию. По цвету, запаху и сохранению структуры с определённой степенью точности можно оценить состояние зернофуража и его доброкачественность. Органолептические характеристики плющеного сырого зерна ячменя после 4-месячного хранения не имели резких отличий от исходного материала. Оно сохраняло примерно такой же цвет и не имело характерных признаков порчи: плесневения и гниения. Лишь только запах зернофуража при отсутствии добавок и химическом консервировании препаратом Промир представлялся хлебным, а при обработке зерна биопрепаратом Биосил НН и порошкообразной серой имел кисловатый оттенок.

Сохранность сырого фуражного зерна при хранении в герметических условиях в значительной мере связана со степенью его подкисления. Актуальная кислотность (значение рН) в этой связи является одной из важнейших характеристик условий сохранения такого фуража.

Таблица 1 Кислотность зерна

| Варианты консервирования | Степень уплотнения | | | Среднее ¹ |
|----------------------------|--------------------|--------------|--------------|----------------------|
| | самоуплотнение | средняя | сильная | |
| без добавок (контроль) | 6,23±0,02 | 6,28±0,07 | 6,20±0,00 | 6,237 |
| с «Промиром» | 6,23±0,02 | 6,93±0,06*** | 5,97±0,03*** | 6,377 |
| с Биосилом НН | 6,22±0,06 | 6,20±0,05 | 6,25±0,03 | 6,223 |
| с порошкообразной серой | 5,85±0,08*** | 4,78±0,12*** | 5,40±0,17*** | 5,343 |
| Среднее² | 6,132 | 6,048 | 5,955 | 6,046 |

Примечание: * - $P \leq 0,10$; ** - $P \leq 0,05$; *** - $P \leq 0,01$; ¹ – по вариантам консервирования; ² – по степени уплотнения

Проведенное исследование показало, что степень уплотнения зерна с влажностью 25 % в среднем по опыту мало влияла на степень его подкисления, показывая лишь слабо выраженную тенденцию его усиления при большей плотности укладки на хранение (табл. 1). Наивысшим стимулирующим влиянием на подкисление зерна при любой плотности укладки его на хранение обладала порошкообразная сера. Химический консервант «Промир» улучшал подкисление лишь при сильном уплотнении зерна. Действие биопрепарата на этот показатель было слабо выраженным и мало отличающимся от контроля.

У зерна с порошкообразной серой при средней степени уплотнения и с химическим консервантом «Промир» при сильном уплотнении отмечены наибольшие отклонения в сторону усиления подкисления от среднего значения рН по варианту консервирования. При этом характер перемены значений рН в зерне с этими препаратами при изменении степени уплотнения во многом совпадал.

Качество брожения при различных условиях консервирования сырого зерна ячменя

Сравнительный анализ качества брожения по содержанию органических кислот, образующихся при закладке и хранении сырого зерна в анаэробных условиях, позволило оценить консервирующий эффект применяемых препаратов при разной плотности его укладки на хранение. Качество брожения самоконсервируемого (без добавок) сырого плющеного зерна с влажностью около 25 % в лабораторном опыте улучшалось по мере усиления степени его трамбовки при закладке на хранение (табл. 2). Отражалось это в увеличении содержания органических кислот до максимальных размеров по опыту при среднем и сильном уплотнении. При этом в составе кислот брожения возрастало содержание и доля молочной кислоты и при сильном уплотнении её содержание было самым высоким по опыту, а соотношение с уксусной составляло 1,28:1, тогда как при самоуплотнении – 0,8:1. Такие изменения состава кислот, вероятно, можно объяснить уменьшением количества кислорода в межзерновом пространстве при усилении степени уплотнения и более быстром создании анаэробных условий, что активизирует молочнокислое брожение. Уксуснокислые бактерии, как облигатные аэробы, способны развиваться только в присутствии кислорода воздуха. Меньшее образование уксусной кислоты в зерне при отсутствии трамбовки, вероятно, связано с конкуренцией этого вида бактерий за сахар с другой аэробной силосной микрофлорой, например, гнилостными бактериями.

На ход брожения консервируемого зерна при изменении степени его уплотнения использование различных химических и биологического препаратов сказывалось по разному. При использовании консерванта «Промир» в зерне в среднем содержалось примерно столько же органических кислот, как и при спонтанном брожении зерна без добавок. Это могло быть связанным как с увеличением их количества за счёт состава самого консерванта, так и из-за активизации процессов брожения при его использовании (табл. 2). Однако в этом случае при усилении плотности укладки зерна вначале количество органических кислот, в том числе молочной и уксусной,

уменьшалось, а затем вновь возрастало до исходного (табл. 2). Однако доля молочной кислоты в общем их количестве снижалась. Возможно, такой характер брожения связан с тем, что в неуплотнённом зерне летучие жирные кислоты из состава препарата равномернее распределялись в массе зерна, что приводило к ингибированию, в первую очередь, порочных типов брожения, в т.ч. отчасти и уксуснокислого. Дальнейшее усиление трамбовки уменьшало подавляющую способность химического консерванта.

Таблица 2 Кислотообразование, % от сухого вещества

| Показатель | Вариант консервирования | Степень уплотнения | | |
|---------------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------|--------------|
| | | самоуплотнение | средняя | сильная |
| Сумма органических кислот | без добавок | 0,82±0,21 | 1,26±0,01 | 1,39±0,06 |
| | с «Промиром» | 1,36±0,31 | 0,69±0,06** | 1,13±0,03* |
| | с Биосилом НН | 0,41±0,04 | 0,30±0,01** | 0,38±0,04** |
| | с порошкообразной серой | 0,49±0,05 | 0,81±0,07** | 0,61±0,06** |
| В т.ч.: молочная | без добавок | 0,36±0,02 | 0,51±0,05 | 0,78±0,04 |
| | с «Промиром» | 0,72±0,13* | 0,33±0,02** | 0,51±0,05** |
| | с Биосилом НН | 0,19±0,02*** | 0,15±0,01*** | 0,18±0,03*** |
| | с порошкообразной серой | 0,24±0,01*** | 0,55±0,05 | 0,41±0,05*** |
| уксусная | без добавок | 0,45±0,06 | 0,75±0,04 | 0,61±0,12 |
| | с «Промиром» | 0,64±0,16 | 0,36±0,05*** | 0,62±0,03 |
| | с Биосилом НН | 0,22±0,02** | 0,15±0,00*** | 0,20±0,06** |
| | с порошкообразной серой | 0,21±0,04** | 0,24±0,02*** | 0,20±0,01** |
| Соотношение кислот: молочная/уксусная | без добавок | 0,80/1,00 | 0,68/1,00 | 1,28/1,00 |
| | с «Промиром» | 1,12/1,00 | 0,92/1,00 | 0,82/1,00 |
| | с Биосилом НН | 0,86/1,00 | 1,00/1,00 | 0,90/1,00 |
| | с порошкообразной серой | 1,14/1,00 | 2,29/1,00 | 2,02/1,00 |

Усиление степени уплотнения зерна при консервировании биопрепаратом Биосил НН вначале снижало кислотообразование, а затем возвращало его к значениям самоуплотнения при некотором улучшении качества брожения – увеличении доли молочной кислоты в их общем количестве. Торможение процессов брожения могло быть обусловлено увеличением численности молочнокислых бактерий за счёт внесения закваски и усилением конкуренции с эпифитной

микрофлорой за легкогидролизуемые сахара. Вместе с тем отсутствие осмоотolerантных видов молочнокислых бактерий в составе закваски, медленное создание анаэробноз и низкое содержание сахара в зерне не позволили направить молочнокислое брожение по гомоферментативному пути и добиться доминирования молочной кислоты в составе продуктов брожения. Из-за низкого содержания кислот брожения подкисление зерна во всех вариантах уплотнения было слабым.

Порошкообразная сера в наибольшей степени влияла на улучшение качества брожения в сыром фуражном зерне сложились при средней степени его уплотнения при закладке на хранение. В этом случае образовалось самое большое по сравнению с использованием других добавок общее количество кислот брожения, в т.ч. молочной кислоты и обеспечена самая высокая доля этой кислоты в составе кислот брожения (около 2/3). Возможным объяснением этому может служить создание благоприятных условий для трансформации серы в различные соединения с консервирующими свойствами. В частности такие соединения явились хорошими подкислителями, на что указывает усиление степени подкисления зерна с серой в сравнении с остальными вариантами его консервирования (табл. 2).

Наглядное представление о влиянии различных препаратов на степень подкисления дает рисунок 1А, который показывает, что при любой плотности укладки зерна на хранение лучшее подкисление (значения ниже 1) обеспечивало использование порошкообразной серы, тогда как действие других препаратов на этот показатель было слабым.

Общее кислотообразование повышалось как при спонтанном брожении и использовании порошкообразной серы, так и в среднем по всем вариантам опыта при усилении степени уплотнения зерна (рисунок 1D). Наибольшее положительное отклонение от среднего значения (в 1,8 раза) получали при самоуплотнении и обработке зерна химическим консервантом «Промир, отрицательное – Биосилом НН (примерно в 2 раза). Выше средних значений содержание органических кислот было у зерна при среднем уплотнении без добавок и с порошкообразной серой; и при сильном у зерна без добавок и с химическим консервантом «Промир».

Молочная кислота является наиболее желательным продуктом брожения при заквашивании кормов, так как от остальных кислот брожения отличается самой высокой подкисляющей способностью и её образование сопровождается наименьшими потерями питательной ценности исходного материала. При использовании химического консерванта «Промир» и молочнокислой закваски Биосил НН самое

высокое содержание молочной кислоты в зерне отмечалось тогда, когда оно закладывалось на хранение без принудительного уплотнения, порошкообразной серы – при среднем и без добавок – при сильном уплотнении. При этом кроме биопрепарата остальные виды добавок и самоконсервирование позволяли довести её содержание до значений, превышающих средние показатели по опыту (рисунок 1С).

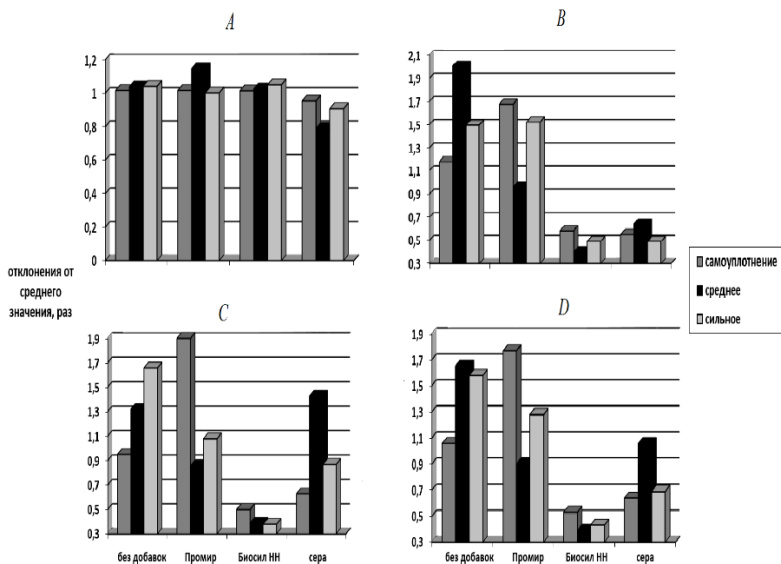


Рисунок 1. Влияние степени уплотнения на общее кислотообразование (D), размер синтеза молочной (C) и уксусной (B) кислот и подкисление зерна (A) при использовании разных консервирующих добавок

В правильно законсервированном способом молочнокислого брожения корме молочная кислота оказывает определяющее влияние на размер общего кислотообразования. Это положение убедительно подтвердил корреляционный анализ взаимосвязей показателей качества брожения ($r=0,93$; $P<0,01$) в составе консервированного зерна. Графическое изображение линейной зависимости общего кислотообразования от содержания молочной кислоты в консервированном зерне, уравнение регрессии, описывающее эту зависимость, и коэффициент аппроксимации, характеризующий её тесноту, представлены на рисунке 2.

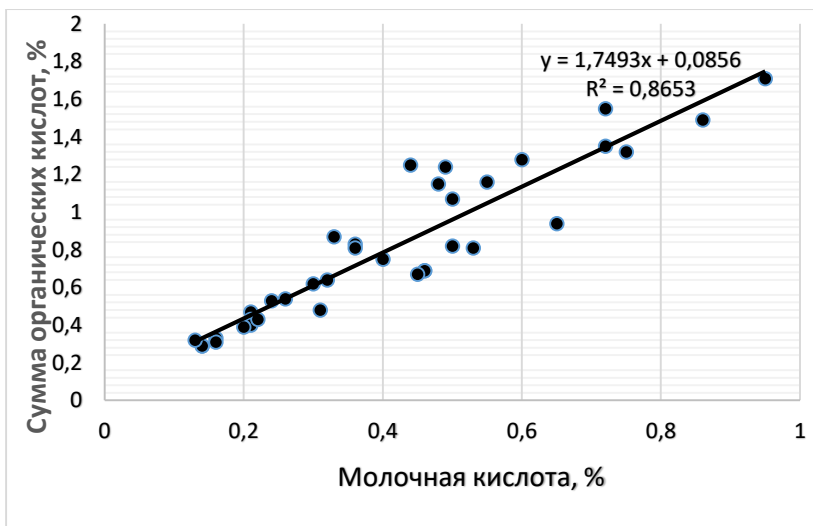


Рис. 2 Взаимосвязь содержания молочной кислоты с общим количеством кислот брожения в консервированном фуражном зерне ячменя повышенной влажности

Аналогичное влияние оказывает доля молочной кислоты в суммарном количестве кислот брожения на степень подкисления зерна, что при средней и сильной степени его уплотнения подтверждено корреляционным анализом (соответственно $r = -0,803$, $P < 0,01$ и $-0,647$, $P < 0,05$). Вполне понятным следствием этого стало лучшее подкисление зерна с порошкообразной серой, особенно при средней плотности его укладки на хранение.

Второй по значению в правильно законсервированном корме является уксусная кислота. Анаэробные условия при хранении влажного зерна создаются только через 2-3 суток, что создает благоприятные условия для активизации уксуснокислых и других аэробных микроорганизмов. Поэтому в консервированном зерне может образоваться значительное количество уксусной кислоты. Проведенные исследования показали, что наиболее высокое содержание этой кислоты, как правило превосходящее средние значения по вариантам уплотнения (значения выше 1), отмечено в зерне с химическим консервантом «Промир» и в самоконсервированном при сильном уплотнении и при его отсутствии (рисунок 1В). Консервирование зерна порошкообразной серой и использование для этих целей биопрепарата Биосил НН при закладке на хранение приводило к снижению

содержания в нём уксусной кислоты ниже средних значений по опыту практически при всех способах уплотнения.

Таким образом, наиболее высокое качество брожения при консервировании сырого плющеного зерна ячменя обеспечивало применение для его обработки порошкообразной серы и укладке на хранение со средней степенью уплотнения.

Содержание и сохранность сухого вещества

Изменения содержания сухого вещества в процессе консервирования кормов способом заквашивания связаны с интенсивностью и направленностью микробиологических и биохимических процессов. Глубокие преобразования состава консервируемой массы, связанные с интенсивными превращениями питательных веществ в процессе консервирования и хранения, как правило, наиболее заметно отражаются на содержании и составе сухого вещества.

Содержание сухого вещества в плющеном зерне после контрольного срока хранения было ниже, чем перед закладкой на хранение (табл. 1, 3).

Таблица 3 Содержание и сохранность сухого вещества, %

| Вариант консервирования | | Степень уплотнения | | | Среднее |
|-------------------------|-------|--------------------|---------------|---------------|---------------|
| | | самоуплотнение | средняя | сильная | |
| без добавок | сод. | 76,41±0,30 | 75,27±0,31 | 75,29±0,11 | 75,657 |
| | сохр. | 96,7±0,1 | 95,3±0,4 | 95,2±0,1 | 95,73 |
| с «Промиром» | сод. | 75,92±0,74 | 76,14±0,25* | 74,93±0,36 | 75,663 |
| | сохр. | 96,3±0,9 | 96,6±0,2** | 94,9±0,5 | 95,93 |
| с Биосилом НН | сод. | 73,67±0,22*** | 75,70±0,15 | 76,56±0,21*** | 75,310 |
| | сохр. | 93,3±0,04** | 96,6±0,3* | 97,1±0,1*** | 95,67 |
| с порошкообразной серой | сод. | 76,92±0,32 | 76,29±0,04** | 76,15±0,07*** | 76,453 |
| | сохр. | 97,5±0,3* | 96,8±0,1 | 96,2±0,1*** | 96,83 |
| Среднее | сод. | 75,730 | 75,850 | 75,732 | 75,771 |
| | сохр. | 95,95 | 96,32 | 95,85 | 96,04 |

Примечание: * - $P \leq 0,10$; ** - $P \leq 0,05$; *** - $P \leq 0,01$

В среднем по опыту степень уплотнения сырого плющеного зерна ячменя практически не повлияла на величину содержания в нём сухого вещества (табл. 1). Изменения сохранности сухого вещества вполне закономерно и достаточно полно совпадали с изменениями его содержания в зерне после окончания срока хранения. Наиболее высокое

содержание и наиболее полную сохранность сухого вещества в процессе его продолжительного хранения при среднем и самоуплотнении обеспечивала обработка порошкообразной серой, при сильном уплотнении – Биосилом НН. При самоуплотнении повышение содержания сухого вещества в зерне сопровождалось улучшением подкисления, при максимальном уплотнении – снижением синтеза кислот брожения.

Таким образом, самое высокое содержание и сохранность сухого вещества при самоуплотнении и средней плотности укладки зерна на хранение обеспечивала обработка его порошкообразной серой, при сильном уплотнении – Биосилом НН.

Питательная ценность

Для обеспечения продуктивного долголетия животных им требуется сбалансированное питание по значительному количеству его элементов. Все питательные вещества при этом имеют определённое значение, однако первоочередным является обеспечение животных энергией и протеином.

Таблица 4 Энергетическая ценность плющеного зерна ячменя, МДж обменной энергии / кг сухого вещества

| Варианты консервирования | Степень уплотнения | | | Среднее |
|--------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|
| | самоуплотнение | средняя | сильная | |
| без добавок | 12,16±0,05 | 11,77±0,04 | 11,71±0,01 | 11,880 |
| с «Промиром» | 11,78±0,01*** | 11,99±0,01*** | 11,83±0,01*** | 11,867 |
| с Биосилом НН | 11,86±0,03*** | 11,67±0,01* | 12,42±0,02*** | 11,983 |
| с серой | 12,33±0,05* | 12,28±0,09*** | 12,43±0,00*** | 12,347 |
| Среднее | 12,032 | 11,928 | 12,098 | 12,019 |

Примечание: * - $P \leq 0,10$; *** - $P \leq 0,01$

Концентрация обменной энергии в составе сухого вещества зерне имела тенденцию к повышению при увеличении плотности укладке сырого плющеного зерна ячменя на хранение (табл. 4). Однако обработка его порошкообразной серой оказывала наибольшее положительное влияние на этот показатель при любой степени уплотнения для хранения. Сопоставимый с ней результат показывало использование биопрепарата Биосил НН при сильном уплотнении зерна. Активация микробиологического синтеза, оцениваемая по синтезу органических кислот, приводила к снижению энергетической ценности зерна, а увеличение содержания в нём сухого вещества – к повышению.

Корреляционный анализ полученных данных показал, что концентрация обменной энергии в сухом веществе сырого плющеного зерна ячменя повышалась с увеличением содержания в нём сухого вещества ($r=0,536$, $P<0,05$) и усилением степени подкисления зерна ($r=-0,472$, $P<0,10$). Вместе с тем её размер сокращался при увеличении образования кислот брожения ($r=-0,475$, $P<0,10$), в том числе уксусной кислоты ($r=-0,571$, $P<0,05$), что вполне объяснимо, учитывая, что процессы брожения, особенно сопровождаемые образованием уксусной кислоты, связаны с потерями органического вещества, которое и является носителем энергии.

Другим наиболее важным показателем питательности кормов считается содержание в них протеина. Данные таблицы 5 показывают, что наибольшее влияние на содержание переваримого протеина в сыром плющеном зерне ячменя после его продолжительного хранения оказывала обработка его порошкообразной серой, особенно когда оно не подвергалось дополнительному уплотнению.

Таблица 5 Содержание переваримого протеина, г/кг сухого вещества

| Варианты консервирования | Степень уплотнения | | | Среднее <i>e</i> |
|--------------------------|--------------------|--------------|--------------|------------------|
| | самоуплотнение | средняя | сильная | |
| без добавок | 89,2±8,7 | 75,1±2,0 | 91,0±1,8 | 85,10 |
| с «Промиром» | 98,4±0,3 | 95,1±1,7*** | 91,5±0,7/*** | 95,00 |
| с Биосилом НН | 97,7±0,1 | 99,7±2,1*** | 87,9±1,5/*** | 95,10 |
| с серой | 107,7±9,3 | 105,6±0,7*** | 104,2±0,1*** | 105,83 |
| Среднее | 98,25 | 93,88 | 93,65 | 95,23 |

Примечание: *** - $P\leq 0,01$; ** - числитель – по вариантам опыта, знаменатель – по степени уплотнения.

Более высокие показатели его содержания были также у зерна с биопрепаратом Биосил НН при среднем и с химическим консервантом «Промир» при самоуплотнении.

Проведенный корреляционный анализ позволил установить, что содержание в зерне переваримого протеина повышалось при улучшении качества брожения: увеличении доли молочной кислоты в общем количестве кислот брожения ($r=0,656$, $P<0,05$) и усилении степени подкисления ($r=-0,519$, $P<0,10$). Вместе с тем усиление синтетических процессов, как кислотообразования в целом, так и в особенности синтеза уксусной кислоты, коррелировало со снижением этого показателя (соответственно $r=-0,428$ и $r=-0,660$, $P=0,01$).

Результаты производственной проверки технологии консервирования зерна порошкообразной серой

Проверка эффективности технологии консервирования сырого плющенного зерна ячменя порошкообразной серой при средней степени его уплотнения при закладке на хранение была проведена в АО «Семьянское» Воротынского района Нижегородской области.

Сравнительная экономическая эффективность технологий консервирования и подготовки фуражного зерна к скармливанию

В таблице 6 приведены данные расчётов изменения себестоимости зерна в зависимости от способов его консервирования, хранения и подготовки к скармливанию.

Таблица 6 Эффективность разных способов консервирования фуражного зерна и подготовки к скармливанию, руб./т корма

| Корм Показатели | Сухое зерно | | Сырое зерно |
|--|-------------------------|-------------|-----------------------|
| | Вариант консервирования | | |
| | естественная сушка | досушивание | порошкообразной серой |
| Себестоимость зерна в первоначальной оприходованной массе | 3733 | 2949 | 2949 |
| Себестоимость с учётом потерь массы в процессе очистки и сушки | 3978,5 | 5204,11 | - |
| Прямые эксплуатационные затраты всего | 2481,95 | 3707,56 | 2255,06 |
| В том числе при: очистке вороха | 53,77 | 53,77 | - |
| дроблении | 2428,18 | 2428,18 | - |
| плющении | - | - | 1966,46 |
| сушке | | 1225,61 | - |
| обработке консервантом | - | - | 288,6 |
| Итого: | 6460,45 | 8911,67 | 5204,06 |

Они показывают, что сухое фуражное зерно даже при уборке его с кондиционной влажностью, при которой оно надёжно сохраняется в аэробных условиях, и подготовке к скармливанию дроблением на молотковой дробилке превосходит по себестоимости сырое плющенное консервированное зерно, хранящееся без доступа воздуха.

Использование порошкообразной серы для его обработки обеспечивало надёжное его сохранение и, по сравнению с зерном естественной сушки, уменьшало затраты на консервирование, хранение и подготовку к скармливанию на 1,26 тыс. руб./т или на 19,4 %. Сырое фуражное зерно, убранное при неблагоприятных погодных условиях, требует досушки для доведения влажности до кондиционной. В этом случае его себестоимость в сравнении с зерном, убранном при хорошей погоде, возрастает на 2,45 тыс. руб./т или на 37,6 %, по сравнению с зерном, консервированным порошкообразной серой – на 3,71 тыс. руб./т или на 41,6 % соответственно.

Эффективность скармливания консервированного зерна дойным коровам

Результаты биохимического анализа фуражного зерна, проведённого после 5 месяцев хранения, приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Состав и питательность зерна ячменя

| Показатель | Фуражное зерно | |
|------------------------------------|------------------------|---|
| | стандартной влажностью | сырое плющенное, обработанное порошкообразной серой |
| Сухое вещество (СВ), % | 87,20±0,04 | 68,04±1,07 |
| В сухом веществе, %: сырой протеин | 11,73±0,04 | 12,02±0,21 |
| сырой жир | 1,50±0,02 | 1,62±0,04* |
| сырая клетчатка | 7,38±0,03 | 4,81±0,16*** |
| сырая зола | 2,41±0,01 | 2,22±0,11 |
| БЭВ | 76,98±0,07 | 79,33±0,39*** |
| в т.ч. сахар, г | 57,3±0,6 | 27,9±0,4*** |
| органические кислоты | - | 1,87±0,19 |
| из них: молочная | - | 1,48±0,15 |
| уксусная | - | 0,17±0,02 |
| масляная | - | 0,22±0,02 |
| pH | - | 4,3±0,06 |
| Питательность 1 кг: | | |
| обменная энергия, МДж | 12,95±0,03 | 13,62±0,02*** |
| перевариваемый протеин, г | 84,6±0,3 | 86,3±1,80 |

Примечание: * - $P \leq 0,10$; *** - $P \leq 0,01$

Консервирование плющеного сырого зерна порошкообразной серой обеспечивало доминирующее положение молочной кислоты в общем количестве органических кислот (около 80 % благодаря чему было хорошо подкислено. Ограниченное количество масляной кислоты явилось следствием того, что активность клостридий была быстро локализована, что не привело к существенным потерям питательной ценности консервированного зерна. Помимо этого частичный распад сырой клетчатки при плющении и в результате гидролиза производными порошкообразной серы привел к повышению на 5 % концентрации обменной энергии в сухом веществе зерна в сравнении с зерном стандартной влажности. Снижение содержания сахара в консервированном зерне более чем в 2 раза ($P < 0,01$) объясняется его переводом в органических кислоты в процессе, главным образом, молочнокислого брожения.

Производственный опыт по скармливанию сырого плющеного зерна провели на дойных коров живой массой 600 кг со среднесуточным надоем 16 кг молока жирностью 3,8-4,0 %, содержанием белка 3,2 %. Коровам контрольной группы в составе рациона скармливали зерно стандартной влажности. Оба рациона имели одинаковый набор кормов и разницы по количеству сухого вещества, задаваемого с зерном ячменя, между рационами не было.

Скармливание плющеного и консервированного зерна было экономически эффективным (таблица 8).

Таблица 8 – Техничко-экономическая оценка производства молока

| Показатели | | Группы | |
|---------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------|
| | | контрольная* | опытная** |
| Валовый надой молока, т | натурального | 13,7 | 15,29 |
| | стандартной жирности | 21,05 | 23,78 |
| Прибавка надоя | тонн | натурального | 1,59 |
| | | стандартной жирности | 2,73 |
| | % | натурального | 11,6 |
| | | стандартной жирности | 12,7 |
| Себестоимость молока | руб./кг | 19,34 | 19,34 |
| | итого за опытный период, руб. | 36305 | 40518,5 |
| Цена реализации, руб./кг | | 26,5 | 26,5 |
| Выручка от продажи, руб. | | 55782,5 | 63017 |
| Прибыль, руб. | | 19477,5 | 22498,5 |
| Уровень рентабельности, % | | 53,65 | 55,53 |

За учетный период коровы опытной группы, увеличили надоем молока на 1,6 т или на 2,7 т или на 11,5 % в пересчете на стандартную

жирность. При этом выручка от его реализации увеличилась на 11,5, а прибыль – на 13,4 %. Рентабельность производства молока повысилась на 3,4 %.

Оценка энергетической эффективности производства плющеного зерна

Сравнение представленных энергетических параметров технологий хранения и подготовки фуражного зерна к скармливанию показывает, что наименее энергозатратным является его плющение и хранение в пластиковых рукавах (табл. 9).

Таблица 9 – Энергетические параметры технологий

| Показатели | | Ед. измерения | Способ подготовки | | |
|---|-------------------|---------------|-------------------|---------|-----------------|
| | | | сушка | | консервирование |
| | | | естеств. | досуш. | се́ра |
| | | | дробление | | плющение |
| Уборочная площадь | | га | 30 | | |
| Урожайность: - зерна - сухого вещества | | т/га | 2,38 | 2,5 | |
| | | | 1,88 | | 1,97 |
| Получено: | - зерна | т | 71,4 | | 75 |
| | - сух. вещества | т | 56,4 | | 59,1 |
| Затраты энергии на консервирование: | живого труда | ГДж | 2,41 | 2,9 | 1,3 |
| | прямые | | 18,1 | 22,9 | 14,1 |
| | овеществлённые | | 2429,9 | 2853,3 | 2366 |
| | полные | | 2450,5 | 2879,2 | 2381,5 |
| Энергоёмкость машин | | ГДж | 2429,9 | 2853,3 | 2366 |
| Удельные затраты энергии на 1 т: | - корма | МДж | 34320,54 | 40324,8 | 31753,1 |
| | - сухого вещества | | 43448,35 | 51049,6 | 40295,8 |

По рассматриваемому параметру эта технология вполне сопоставима с традиционной технологией обмолота зерна стандартной влажности, подготовкой к хранению, хранением его в складских помещениях и дроблением с последующем скармливанием, хотя и в этом случае удельные затраты энергии ниже на 8,1 %. Если же из-за погодных условий зерно со стандартной влажностью не удаётся заготовить и его требуется досушивать для хранения в аэробных условиях, то в этом случае дополнительные затраты энергии на сушку по сравнению с зерном, убранном при стандартной влажности, в

расчёте на 1 т сухого вещества возрастают на 7,6 ГДж или на 14,9 %. Консервирование плющеного зерна порошкообразной серой и хранение его в анаэробных условиях в пластиковых рукавах по энергетическим затратам экономнее этого варианта на 10,75 ГДж или на 21,1 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Плющение сырого зерна ячменя улучшало качественные показатели биохимического состава: увеличивало содержание сырого протеина и снижало содержание аммиачного азота.

После продолжительного хранения во всех вариантах опыта зерно по органолептическим показателям было доброкачественным.

Лучшие показатели качества брожения имело зерно, обработанное порошкообразной серой и уложенное на хранение при средней плотности трамбовки. Применение этого препарата стимулировало образование молочной кислоты и общее кислотообразование, преобладание её долевого участия среди кислот брожения, ограничивало синтез уксусной и ингибировало образование масляной кислоты, что улучшало подкисление зерна. Установлена прямая взаимосвязь между содержанием в зерне уксусной и молочной кислот, которая является определяющей для общего размера кислотообразования при консервировании зерна повышенной влажности и хранении в анаэробных условиях.

Обработка зерна порошкообразной серой обеспечивало более высокое содержание и сохранность сухого вещества, повышенную концентрацию в нём обменной энергии и переваримого протеина в сравнении с использованием других препаратов. Увеличение кислотообразования, связанное с активизацией микробиологических процессов, и снижение содержания сухого вещества в зерне уменьшало концентрацию обменной энергии в сухом веществе и содержание переваримого протеина в корме.

Использование порошкообразной серы для обработки закладываемого на анаэробное хранение сырого плющеного зерна в условиях АО «Семьянское» Воротынского района Нижегородской области обеспечивало надёжное его сохранение и уменьшало затраты на консервирование, хранение и подготовку к скармливанию на 1256 руб./т или на 19,4 % по сравнению с зерном естественной и на 3708 руб./т или на 41,6 % с зерном искусственной сушки.

Скармливание консервированного порошкообразной серой плющеного зерна оказалось экономически целесообразным. В результате валовый надой коров опытной группы в пересчете на стандартную жирность вырос на 11,5 %, что позволило увеличить

выручку от его реализации на 11,5 и прибыль на 13,4 %. Рентабельность производства молока за опытный период оказалась выше на 3,4 %.

Плющение сырого зерна ячменя, обработка порошкообразной серой и хранение в пластиковых рукавах оказалось наименее энергозатратной технологией его хранения и подготовки к скармливанию. Эта технология вполне сопоставима по рассматриваемому параметру с традиционной технологией обмолота зерна стандартной влажности, подготовкой к хранению, хранением его в складских помещениях и дроблением с последующем скармливанием, хотя и в этом случае удельные затраты энергии ниже на 8,1 %. При необходимости досушки сырого зерна до стандартной влажности дополнительные затраты энергии в расчёте на 1 т сухого вещества по сравнению с зерном, убранным в сухом состоянии, возрастают на 7,6 ГДж или на 14,9 %. Консервирование плющеного зерна порошкообразной серой и хранение его в анаэробных условиях в пластиковых рукавах по энергетическим затратам экономнее этого варианта на 10,75 ГДж или на 21,1 %.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для приготовления консервированного корма из сырого зерна ячменя с высокой питательной ценностью по предлагаемой технологии рекомендуется:

1. Убирать ячмень в фазу неполной спелости зерна при влажности около 25 % при концентрации в сухом веществе около 12 МДж обменной энергии.
2. Проводить плющение на имеющемся оборудовании с одновременной обработкой порошкообразной серой в дозе 1 кг/т.
3. Укладывать зерно на хранение в пластиковые рукава со средней степенью уплотнения.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ

В международном издании:

1. Emel'yanova E V Improvement of technological methods of raw fodder grain preservation / E V Emel'yanova, N N Kuchin and V A Mart'ianchev // The 17th International Symposium on Solid Oxide Fuel Cells (SOFC-XVII) July 18-23. 2021 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science **640** (2021) 032038 doi:10.1088/1755-1315/640/2/022045

в изданиях, рекомендованных ВАК:

2. Герасимов Е.Ю. биопрепараты как элемент технологии консервирования сырого фуражного зерна /Е.Ю. Герасимов, Н.Н. Кучин, **Е. В. Емельянова** // ВЕСТНИК НГИЭИ 2016. № 8 (63) (процессы и машины агроинженерных систем). - С.95-102
3. Кучин Н. Н. Степень подкисления при консервировании сырого фуражного зерна / Н. Н. Кучин **Е. В. Емельянова** //Вестник НГИЭИ. - 2018. – № 4 (83). – С. 64-74.
4. Емельянова Е. В. Степень подкисления сырого фуражного зерна ячменя в зависимости от условий консервирования / Е. В. Емельянова, Н. Н. Кучин //Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2020. № 5. С. 49-57.
5. Емельянова Е.В. Влияние степени уплотнения сырого фуражного зерна на качество брожения при использовании различных препаратов для его консервирования/ Е.В. Емельянова //Международный научно-исследовательский журнал,2021.

в других изданиях:

6. Рябухина Е. В. Подкисления сырого фуражного зерна при консервировании / Е. В. Рябухина Н. Н. Кучин, Е. Ю. Герасимов // Инновационные внедрения в области сельскохозяйственных наук: сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Федеральный центр науки и образования "Эвенсис", 2017. – С. 17-19
7. Кучин Н. Н. Особенности технологии консервирования сырого плющеного зерна / Н. Н. Кучин, **Е. В. Рябухина** // Социально-экономические проблемы развития муниципальных образований. Материалы и доклады XXII Международной научно-практической конференции. 2017. – С. 110-112.
8. Емельянова Е. В. Влияние различных технологических приёмов на содержание сухого вещества в сыром фуражном зерне / Е. В. Емельянова Н. Н Кучин // XXXVII МЕЖДУНАРОДНЫЕ НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ (ПАМЯТИ А.Д. САХАРОВА): сборник статей Международной научно-практической конференции, 2018. – С. 41-46.
9. Кучин Н.Н., Технологические аспекты консервирования сырого фуражного зерна // Н. Н. Кучин, **Е. В. Емельянова** // Высшая школа: научные исследования: сборник научных статей по итогам работы Межвузовского научного конгресса. Москва, 2020. – С. 181-194.
10. Емельянова Е.В. Технологические параметры и эффективность сохранения и подготовки к скармливанию сырого фуражного зерна /

Е. В. Емельянова Н. Н. Кучин // Корреляционное взаимодействие науки и практики в новом мире: сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2020. – С. 168-171.

11. Емельянова Е.В. Технология сохранения сырого плющеного фуражного зерна в анаэробных условиях / Е.В. Емельянова // В сборнике Всероссийской с международным участием научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 155-летию со дня рождения Н.Н. Худякова. сборник научных статей по итогам всероссийской с международным участием научной конференции. Москва 2021.