

На правах рукописи



ПАВЛЕНКОВА Светлана Валерьевна

**БИОТЕХНОЛОГИЯ ВЫСОКОБЕЛКОВОГО СИЛОСА
МЕТОДОМ ФЕРМЕНТАЦИИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ
НА СЫРОПРИГОДНОСТЬ МОЛОКА**

Специальность: 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов
и биологических активных веществ

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Воронеж – 2021

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий».

Научный руководитель – доктор биологических наук, профессор
Корнеева Ольга Сергеевна.

Официальные оппоненты – **Волкова Галина Сергеевна**
доктор технических наук, Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии филиал ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», заведующий лабораторией биотехнологии органических кислот, пищевых и кормовых добавок;
Цугкиев Борис Георгиевич
доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО "Горский государственный аграрный университет", заведующий кафедрой биологической и химической технологии.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Защита состоится «08» июня 2021 г. в 12 ч 30 мин. на заседании совета Д 212.035.04 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» по адресу: 394036, Воронеж, пр-т Революции, д. 19, конференц-зал.

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах), заверенные гербовой печатью учреждения, просим присылать ученому секретарю совета Д 212.035.04.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «ВГУИТ». Полный текст диссертации размещен в сети «Интернет» на официальном сайте ФГБОУ ВО «ВГУИТ» www.vsuet.ru «27» января 2021 г.

Автореферат размещен в сети Интернет на официальном сайте ВАК Министерства науки и высшего образования РФ: vak2.ed.gov.ru и на официальном сайте ФГБОУ ВО «ВГУИТ» www.vsuet.ru «02» апреля 2021 г.

Автореферат разослан «29» апреля 2021 г.

Ученый секретарь совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук
кандидат технических наук, доцент



Е.В. Белокурова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы.

Актуальность диссертационного исследования обусловлена перспективами обеспечения населения полноценным здоровым питанием, сформулированными в Долгосрочном прогнозе социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2036 года, Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия до 2025 года, Стратегии повышения качества пищевой продукции Российской Федерации до 2030 года.

В настоящее время в условиях продуктового эмбарго у российских производителей увеличился интерес к производству сыров. Молочные продукты, в том числе сыр, являются наиболее востребованными у потребителей, что связано с высоким содержанием в них белка, кальция и других питательных веществ. К сырью для производства сыра – молоку предъявляют высокие требования: оно должно быть качественным, микробиологически чистым и соответствовать органолептическим и физико-химическим показателям, в том числе специфическим требованиям сыропригодности.

Мировой опыт показывает, что рост конкурентоспособности молочных продуктов находится в прямой зависимости от организации кормления животных и используемой кормовой базы. Полноценное кормление позволяет максимально реализовать генетический потенциал сельскохозяйственных животных и получать продукты питания высокого качества.

В зимне-стойловый период при отсутствии зеленых кормов в рацион коров добавляют силос из зеленой массы растений, обеспечивающий сохранение питательной ценности кормов. Одним из путей повышения качества кормления в этот период является введение в рацион питания животных новых нетрадиционных сельскохозяйственных культур с высокой питательной ценностью. В последние годы амарант рассматривается в качестве перспективной кормовой культуры вследствие высокого адаптационного потенциала, меньшей потребности в воде по сравнению с бобовыми и злаковыми культурами, высокой урожайности до 85 т/га, относительно высокой концентрации сырого протеина (до 28 % в сухом веществе) и превосходит традиционные злаковые и бобовые культуры по содержанию белка, сбалансированного по количеству незаменимых аминокислот, таких как лизин и метионин, которые присутствуют в традиционных кормовых культурах в незначительных количествах. Амарант также богат витаминами, в первую очередь, каротином и витамином С, рибофлавином, фолиевой кислотой, рутином, кальцием и фосфором. Несмотря на относительно низкое содержание сахаров, из зеленой массы амаранта можно получить силос хорошего качества, используя биологические консерванты. В связи с этим разработка биотехнологии высокобелкового силоса для кормления коров в стойловый период с целью получения молока с улучшенными функционально-технологическими свойствами для производства сыра является на сегодняшний день актуальной задачей.

Тема диссертационного исследования связана с направлением исследований научно-образовательного центра «НаноБиоТех» «Разработка биотехнологии и инновационных решений получения продукции на основе растительного и животного

сырья с использованием микробного синтеза, биокатализа, генной инженерии и нанобиотехнологий» и является частью НИР №40.4149.2017/ПЧ, выполняемой в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности на 2017-2019 годы ФГБОУ ВО «ВГУИТ» по теме «Биотехнология высокобелкового амарантового силоса с целью повышения качества молока для производства сыров».

Степень разработанности темы. Исследования в области биотехнологии нетрадиционных кормов и их влияние на улучшение функционально-технологических свойств молока, в том числе сыропригодность, обобщены в трудах отечественных и зарубежных ученых: Цугкиева Б.Г., Адрусенко В.А., Борисовой А.В, Веретенникова В.Г., Дьяченко С.А., Прошкиной Т.Г., Косолапова В.М., Победнова Ю.А., Савиной И.П., Высочинной Г.И., Cattani M., Coblentz W.K., Katz G., Seguin Ph., Rezaei J., Rahjerdi N.K.

Несмотря на достаточно большой объем экспериментальных данных, биотехнология силосования амаранта и его влияние на функционально-технологические свойства молока для производства сыров требует углубления и расширения научных данных, обосновывающих практические подходы в реализации технических решений.

Цель исследования: разработка закваски молочнокислых бактерий для силосования трудносилосуемой культуры амаранта, определение качества высокобелкового амарантового силоса и исследование его влияния на функционально-технологические свойства молока для производства сыров.

В задачи диссертационного исследования входили:

- разработка бактериальной закваски для силосования амаранта;
- изучение влияния состава заквасок на качество амарантового силоса;
- исследование влияния высокобелкового амарантового силоса в рационе коров молочного направления на функционально-технологические свойства молока, в том числе сыропригодность;
- оптимизация параметров технологии производства рассольного сыра;
- выработка опытной партии сыра и оценка его качества.

Научная новизна. Впервые подобран состав закваски молочнокислых бактерий для силосования зеленой массы амаранта, включающий *Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum* ВКПМ В-3425, *Lactobacillus fermentum* ВКПМ В-10888 и *Lactobacillus plantarum* ВКПМ В-10816. Установлено, что указанные штаммы молочнокислых бактерий обладали антибиотической активностью, проявляющейся в способности продуцировать бактерицины и подавлять рост условно-патогенных микроорганизмов. Последовательное включение в процесс силосования выбранных штаммов молочнокислых бактерий позволило ускорить снижение рН силоса, интенсифицировать накопление главного продукта брожения – молочной кислоты и обеспечить сохранность питательных веществ.

Установлено, что замена традиционного кукурузного силоса на амарантовый способствовала повышению наиболее важных компонентов молока-сырья для производства сыра: массовой доли белка на 0,2 % (в том числе массовой доли фракции казеина на 0,13 %) и массовой доли жира на 0,38 %. В молоке опытной группы коров отмечалось снижение количества мезофильных аэробных и

факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) по отношению к контролю на 5,6 %, что коррелировало со снижением кислотности молока.

Теоретическая и практическая значимость. Получены новые и расширены существующие знания о решении проблемы производства сыра высокого качества в стойловый период содержания коров. Разработан биологический способ производства корма с использованием закваски молочнокислых бактерий, позволяющий улучшить функционально-технологические свойства молока для производства сыра, снизить количество концентратов и получить более дешевые рационы, сбалансированные по основным питательным веществам. Включение амарантового силоса в рационы животных в стойловый период повышало их молочную продуктивность и сыропригодность молока, что обеспечивало снижение расхода молока-сырья для получения 1 кг сыра и повышение его качества. Показано, что при выработке сыра «Брынза» из молока коров опытной группы потребовалось на 7,14 % меньше сычужного фермента, чем из молока контрольной группы.

Полученные результаты экспериментальных исследований используются в образовательном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлениям 19.03.01, 19.04.01 - «Биотехнология», а также при подготовке кадров высшей квалификации в аспирантуре по направлению 06.06.01 - «Биологические науки».

Результаты исследований по получению высокобелкового молока-сырья при откорме животных амарантовым силосом внедрены в крестьянско-фермерском хозяйстве И.И.Коровников, Хохольский район Воронежская область. Лабораторный регламент по производству сыра из молока дойных коров, получавших в рационах высокобелковый корм, внедрен в условиях сельскохозяйственного потребительского перерабатывающего кооператива «Добринское молоко».

Методы исследования. В диссертационной работе использовали общенаучные и специальные методы исследования: физико-химические, биохимические, микробиологические, органолептические и математические. Экспериментальные результаты прошли статистическую обработку.

Научные положения, выносимые на защиту:

- состав закваски молочнокислых бактерий для получения высокобелкового корма;
- улучшенные функционально-технологические показатели молока при введении в рацион лактирующих коров амарантового силоса, полученного с применением разработанной силосной закваски;
- технологические решения по выработке сыра из молока-сырья, полученного от коров, в рацион которых был включен консервированный высокобелковый корм.

Степень достоверности и апробация работы. Основные результаты исследования подтверждены сравнительной проработкой информационно-патентных источников; использованием современных методов анализа и статистической обработкой результатов работы.

Материалы диссертации доложены и обсуждены: на отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ФГБОУ ВО «ВГУИТ» (2015-2020 гг.), в рамках регионального трека AgroBioTech&Food GenerationS (Воронеж, 2016), на Международной научно-практической конференции «Биотехнология: наука и практика» (Ялта, 2017 г.), в материалах Международного форума «Биотехнология:

состояние и перспективы развития» (Москва, 2018-2019 гг.), Всероссийской научно-практической конференции «Биотехнология и биомедицинская инженерия» (Курск, 2018 г.), European Biotechnology Congress (2017, 2019 гг.). Результаты работы были представлены на конкурсе молодых ученых на лучшую научно-исследовательскую работу в рамках Международного конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития» (Москва, 2019 г.). Научная работа Павленковой С.В. была отмечена грамотой за лучший устный доклад на LVIII отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ФГБОУ ВО «ВГУИТ» (февраль 2020 г.).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Диссертационная работа соответствует п. 3, 5, 6 и 12 паспорта специальности 05.18.07 – «Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ».

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 19 научных работ, из них 1 статья в журнале Scopus, 2 публикации в журналах Web of Science, 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 1 заявка на патент РФ, 1 ноу-хау, 11 тезисов докладов.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 139 страницах машинописного текста, содержит 32 таблицы, 14 рисунков. Структура состоит из введения, аналитического обзора литературы, объектов и методов исследований, результатов исследований, заключения и списка используемой литературы, состоящего из 180 наименований, в том числе 43 на иностранных языках.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, состоит в проведении поиска и анализе информации по исследуемой проблеме, выборе направления исследований, постановке и выполнении основной части экспериментов, исследовании влияния разработанной биотехнологии высокобелкового силоса на сыропригодность молока в стойловый период содержания коров. Автором проведена промышленная апробация предлагаемых технических и технологических решений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, научная новизна и практическая значимость выполненных исследований, изложены основные положения, представляемые к защите.

В первой главе проведен анализ литературных источников и научно-технической документации, в результате обоснованы: выбор способа улучшения функционально-технологических свойств молока-сырья для производства сыра путем включения в рацион коров высокобелкового амарантового силоса; целесообразность биологического способа получения консервированного корма с использованием заквасок молочнокислых бактерий; включение консервированного корма в рационы коров с целью повышения качества молока-сырья для производства сыров. На основании проведенного анализа сформулированы цель и задачи диссертационной работы и определены методы их решения.

Во второй главе приводится схема экспериментальных исследований (рисунок 1), дана характеристика основных объектов исследования, указаны исследуемые показатели и изложены методы их определения.

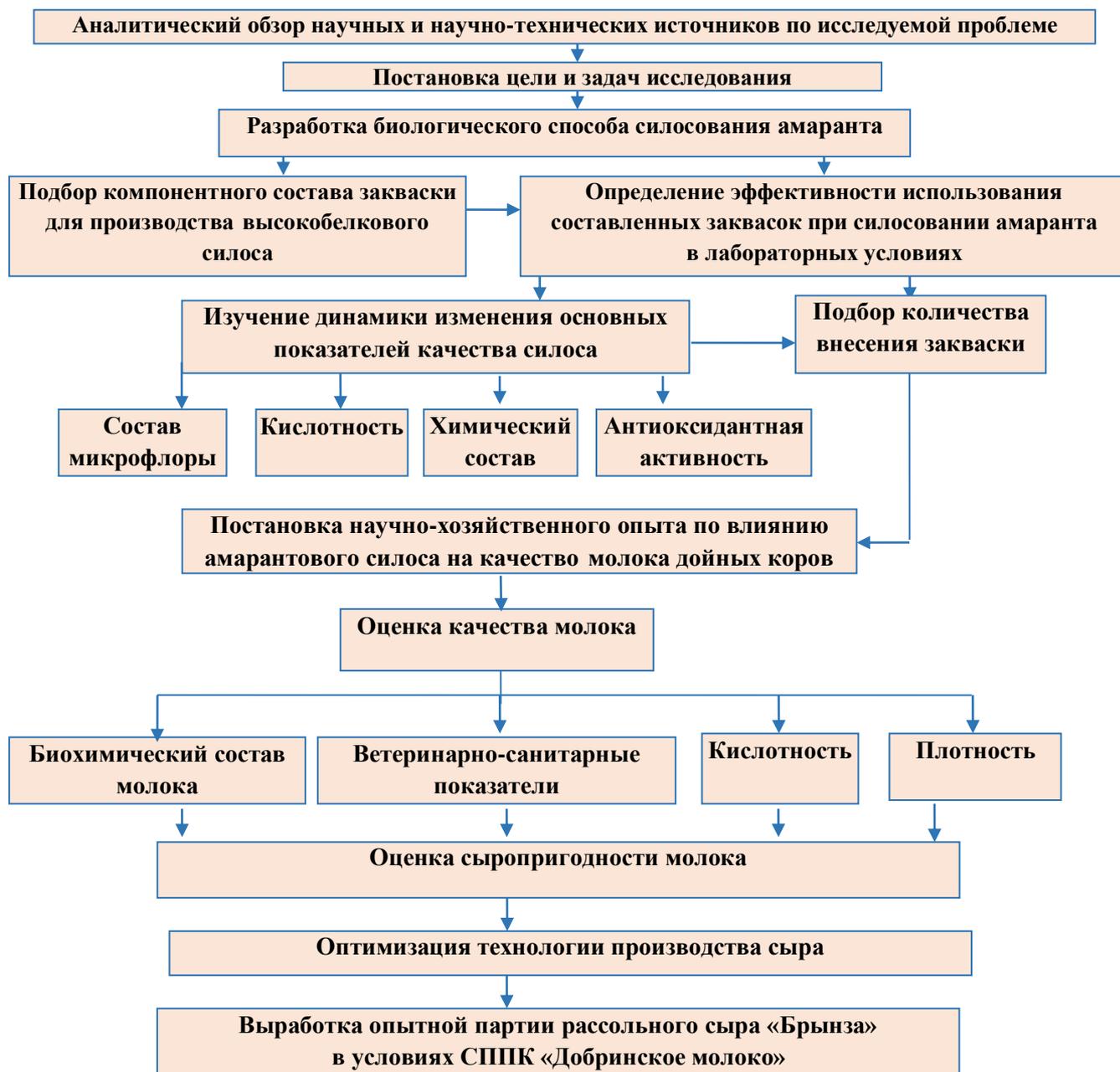


Рисунок 1 – Схема экспериментальных исследований

Объектами исследования являлись:

- белосемянный амарант сорта Гигант (*Amaranthus hypochondriacus*), оригинатор и патентообладатель: ООО «Русская Олива», внесен в Госреестр селекционных достижений РФ в 2011 году. Сорт амаранта Гигант создан методом индивидуального отбора из популяций *Amaranthus hypochondriacus* (сортообразца К-7), предназначен для кормления животных (зеленый корм и силос) и птицы (зеленая масса, семена и жмых), для использования в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности, для получения амарантового масла;

- штаммы молочнокислых бактерий из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов (ВКПИМ): *Lactococcus lactis subsp. lactis* В-6793; *Lactococcus lactis subsp. cremoris* В-3873; *Lactococcus lactis subsp. lactis var diacetylactis* В-5600; *Leuconostoc mesenteroides ssp dextranicum* В-3425; *Streptococcus thermophilus* В-4463. Штаммы

ФГБОУ ВО "Горского государственного аграрного университета", депонированные в ВКПМ: *Lactobacillus plantarum* ВКПМ В-10816; *Enterococcus hirae* ВКПМ В-9069; *Lactobacillus fermentum* ВКПМ В-10888. Чистые культуры поддерживали на твердой питательной среде MRS.

Экспериментальные исследования проводили в условиях научно-исследовательских лабораторий кафедры биохимии и биотехнологии и научно-исследовательского центра «НаноБиоТех»; испытательного центра ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»; научно-исследовательских лабораторий кафедры биологической и химической технологии ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет», на базах ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии» Российской академии сельскохозяйственных наук.

Опытно-производственную и опытно-лабораторную апробацию проводили на базе крестьянско-фермерского хозяйства И.И. Коровников и в лаборатории и на производстве сельскохозяйственного потребительского перерабатывающего кооператива «Добринское молоко».

При выполнении экспериментальных исследований применяли стандартные общепринятые методы анализа качества силоса, функционально-технологических свойств молока-сырья и рассольного сыра «Брынза»: органолептические, физико-химические, биохимические и микробиологические.

В ходе проведения исследований определяли массовую долю влаги (по ГОСТ 31640), массовую долю жира (по ГОСТ 13496.15 и ГОСТ 31449), массовую долю золы (по ГОСТ 26226.95), содержание белка (по ГОСТ 32044.1 и ГОСТ 34454), а также содержание аминокислот (по ГОСТ 32195, ГОСТ 32201), триптофана (по ГОСТ 32201), клетчатки (по ГОСТ 31675), каротина (по ГОСТ 13496.17), функционально-технологические свойства молока-сырья (согласно ТУ 9811-153-04610209-2004). Функционально-технологические свойства включали в себя определение: времени свертывания молока сычужным ферментом, расход сычужного фермента на свертывание 100 кг молока, расход молока на выработку 1 кг сыра (выход сыра), выход сыра в соответствии с прописью методов.

В **третьей главе** приведена разработка биотехнологии высокобелкового силоса для получения молока-сырья и оценка его качества, обосновано использование закваски на основе молочнокислых бактерий для получения высокобелкового корма из амаранта.

Важным способом повышения качества консервированного корма, а также интенсификации процесса ферментации корма является применение силосных заквасок из молочнокислых микроорганизмов. В качестве основных критериев для составления заквасок для силосования амаранта были выбраны следующие свойства штаммов: температурные пределы роста; интервалы кислотообразования и способность синтезировать антибиотические вещества (таблица 1).

Исходя из свойств подобранных штаммов и основываясь на данных литературных источников, можно предположить, что молочнокислые бактерии не проявляют антагонистических свойств по отношению друг к другу и могут культивироваться совместно, формируя симбиотические биоценозы. С учетом этих требований составили 10 вариантов экспериментальных заквасок из числа молочнокислых бактерий, которые применяли в качестве силосных заквасок и подобрали 2 варианта промышленных

заквасок, наиболее распространенных в хозяйствах на территории Воронежской области (таблица 2).

Таблица 1 - Характеристика заквасочных культур для силосования амаранта

| Показатель | <i>Lactobacillus plantarum</i> ВКПМ В-10816 | <i>Enterococcus hirae</i> ВКПМ В-9069 | <i>Lactobacillus fermentum</i> ВКПМ В-10888 | <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> ВКПМ В-6793 | <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> ВКПМ В-3873 | <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> var <i>diacetylactis</i> ВКПМ В-5600 | <i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp <i>dextranicum</i> ВКПМ В-3425 | <i>Streptococcus thermophilus</i> ВКПМ В-4463 |
|-------------------------------------|--|--|--|---|---|---|--|--|
| Температурные пределы роста, °С | 37–45 | 30-37 | 37-45 | 28-32 | 25-30 | 25-30 | 22-25 | 20-50 |
| Кислотообразующая способность, °Т | 259 | 95-142 | 238 | 120-125 | не более 110-115 | не более 70-100 | 40-50 | 100-115 |
| Образование антибиотических веществ | + | + | + | + | + | + | + | + |

Таблица 2 - Экспериментальные варианты заквасок

| № варианта закваски | Вариант закваски |
|---------------------|---|
| 1 | <i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp <i>dextranicum</i> ВКПМ В-3425; <i>Lactobacillus plantarum</i> ВКПМ В-10816; <i>Lactobacillus fermentum</i> ВКПМ В-10888 |
| 2 | <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> ВКПМ В-3873; <i>Enterococcus hirae</i> ВКПМ В-9069; <i>Streptococcus thermophilus</i> ВКПМ В-4463 |
| 3 | <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> var <i>diacetylactis</i> В-5600; <i>Enterococcus hirae</i> ВКПМ В-9069; <i>Lactobacillus plantarum</i> ВКПМ В-10816 |
| 4 | <i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp <i>dextranicum</i> ВКПМ В-3425; <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> ВКПМ В-6793; <i>Lactobacillus fermentum</i> ВКПМ В-10888 |
| 5 | <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> ВКПМ В-3873; <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> var <i>diacetylactis</i> В-5600; <i>Streptococcus thermophilus</i> ВКПМ В-4463 |
| 6 | <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> ВКПМ В-3873; <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> ВКПМ В-6793; <i>Lactobacillus plantarum</i> ВКПМ В-10816 |
| 7 | <i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp <i>dextranicum</i> ВКПМ В-3425; <i>Enterococcus hirae</i> ВКПМ В-9069; <i>Streptococcus thermophilus</i> ВКПМ В-4463 |
| 8 | <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> var <i>diacetylactis</i> В-5600; <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> ВКПМ В-6793; <i>Lactobacillus fermentum</i> ВКПМ В-10888 |
| 9 | <i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp <i>dextranicum</i> ВКПМ В-3425; <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> ВКПМ В-3873; <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> ВКПМ В-6793 |
| 10 | <i>Enterococcus hirae</i> ВКПМ В-9069; <i>Lactobacillus plantarum</i> ВКПМ В-10816; <i>Lactobacillus fermentum</i> ВКПМ В-10888 |
| 11 | «Бактосил» |
| 12 | «Биотроф-111» |
| 13 | Контроль (без закваски) |

Зеленую массу амаранта в фазе молочно-восковой спелости измельчали до размера частиц 3-5 см, вносили в полимерные пакеты объемом 3 дм³ по 3 кг зеленой массы в каждый, обрабатывали суспензией микроорганизмов из опрыскивателя, перемешивали и плотно утрамбовывали. Количество вносимых микроорганизмов в суспензии составляло 10⁸ КОЕ/см³. Суспензию добавляли из расчета 100 см³ на 1 кг зеленой массы. Аналогично в качестве контрольного образца закладывали консервированный корм без применения закваски. Химический состав зеленой массы амаранта представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Химический состав надземной части амаранта сорта (% от воздушно-сухого состояния)

| Показатели | Значения, % |
|----------------------|--------------|
| Первоначальная влага | 74,75 |
| Гигровлага | 4,81 |
| Сырой протеин | 15,60 |
| Сырой жир | 4,33 |
| Сырая клетчатка | 21,30 |
| БЭВ | 41,76 |
| Сырая зола | 11,80 |
| Каротин | 24,95, мг/кг |

В процессе силосования зеленой массы амаранта проводили микробиологическую оценку силоса. Известно, что состав микробиоты корма играет основополагающую роль в процессе ферментации зеленой массы. Молочнокислые бактерии в большей мере определяют формирование качественных показателей корма. Установлено, что численность молочнокислых бактерий в начале опыта составила 35*10⁶ КОЕ/г зеленой массы (рисунок 2-а). В процессе консервирования в течение 45 суток наблюдали характерные кривые роста молочнокислых бактерий. Максимальная численность (3,86 - 4,18)*10⁸ КОЕ/г наблюдалась в образцах корма, заложенного с применением заквасок молочнокислых бактерий № 1, 5 и 8 на 3-и сутки эксперимента. В контрольном образце максимальная концентрация МКБ составила 1,72*10⁸ КОЕ/г на 10-е сутки, что значительно меньше по сравнению с опытными образцами. Следовательно, внесение бактериальных заквасок способствовало интенсивному росту молочнокислой биоты, при этом скорость роста зависела от состава закваски. В заквасках с максимальной численностью молочнокислых бактерий предположительно микроорганизмы находятся в состоянии мутуалистического симбиоза в форме метабиоза, когда одни бактерии подготавливают благоприятную среду для роста и развития бактерий других видов.

Следует отметить, что содержание бактерий, способных к аммонификации, было на относительно низком уровне. Численность аэробных гетеротрофных (рисунок 2 -б) и аммонифицирующих (рисунок 2-в) бактерий находилась в диапазоне 0,005-51*10⁶ КОЕ/г и 0,02-0,19*10⁶ КОЕ/г соответственно. При этом в отличие от молочнокислых бактерий наблюдался спад биомассы во всех опытных вариантах.

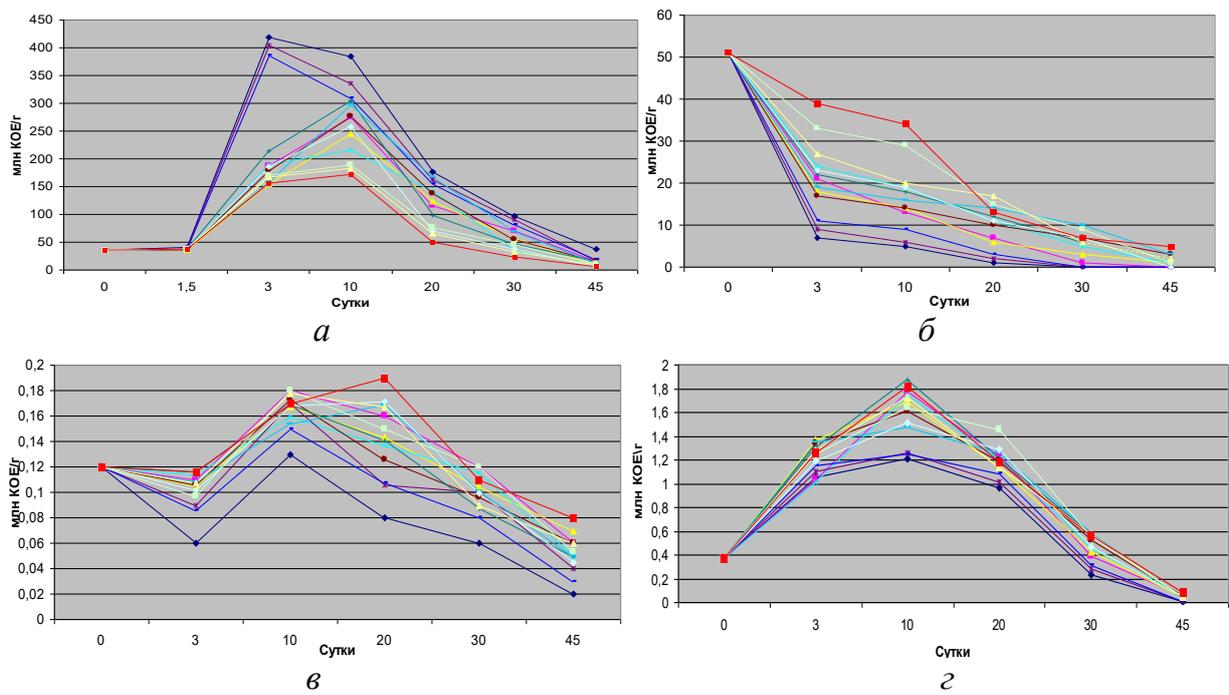
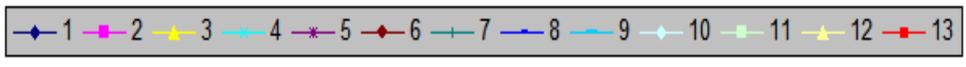


Рисунок 2 - Динамика изменения микрофлоры силоса: а - молочнокислых бактерий; б - аэробных гетеротрофов; в - аммонифицирующих бактерий; г - дрожжей.

Варианты заквасок:



В первые 10 суток наблюдали тенденцию к резкому увеличению численности дрожжевой микрофлоры, что согласуется с известным фактом кислототолерантности большинства культур дрожжей (рисунок 2-г), сопоставимой с таковой у молочнокислых бактерий.

Во всех опытных образцах консервированного корма было отмечено отсутствие плесеней, что свидетельствует о хорошем качестве корма. Таким образом, наилучшими показателями обладали три варианта разработанных заквасок молочнокислых бактерий - № 1, 5 и 8.

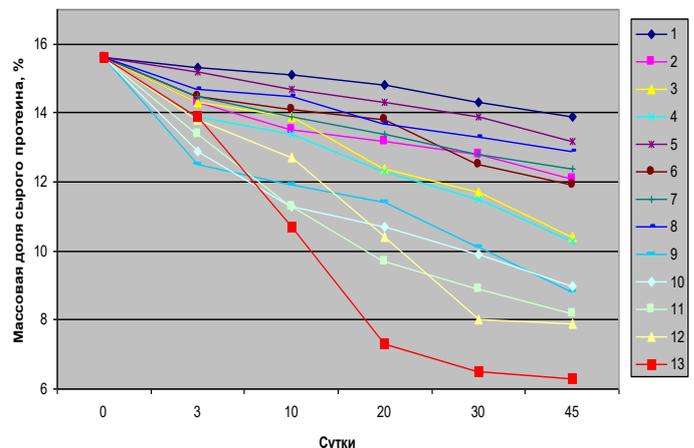


Рисунок 3 - Динамика изменения содержания сырого протеина в процессе силосования

Известно, что сохранение протеина в корме зависит от интенсивности снижения рН, так как увеличение кислотности лимитирует гидролиз белков в результате снижения активности растительных протеиназ и роста нежелательной микрофлоры. Содержание сырого протеина в пересчете на сухое вещество во всех образцах составило, %: 6,3 - 13,9 (рисунок 3). Наибольшее его количество отмечено в образце № 1 – 13,90 % ,

чуть ниже на 0,71 и 1,02 % в образцах № 2 и 8 соответственно. Следует отметить, что в состав закваски № 1 входило 2 штамма молочнокислых бактерий, обладающих

высоким уровнем кислотообразования, что способствовало быстрому снижению рН и сохранению содержания протеина на высоком уровне. Правильно подобранная закваска молочнокислых бактерий и соотношение в ней отдельных культур, способствовали формированию устойчивого мутуалистического симбиоза, влияющего на формирование показателей корма и в конечном итоге определяющего его свойства.

Одним из основных регуляторов микробиологических процессов при консервировании является уровень рН среды. Для свежей зеленой массы амаранта рН составило 6,3 (рисунок 4). Значения рН в контроле (вариант № 13), силосе с внесением промышленных заквасок (№ 11 и 12) и силосе с внесением заквасок № 9 и 10 были сопоставимы и находились в диапазоне 5,1-5,4, что не соответствовало значениям рН качественного корма и свидетельствовало о недостаточном кислотообразовании. В остальных вариантах

корма по истечении 45 суток величина рН среды находилась в пределах значений 4,1-4,4, что подтверждало правильное течение биохимических и микробиологических процессов при консервировании, позволяющих в перспективе получить качественный корм. Наилучшее кислотообразование обеспечивала закваска № 1: на 3-и сутки значение рН составило 4,7, а на 10-е достигло 4,2, что согласно литературным данным, соответствует качественному корму и свидетельствует о том, что процесс консервирования протекает быстрее.

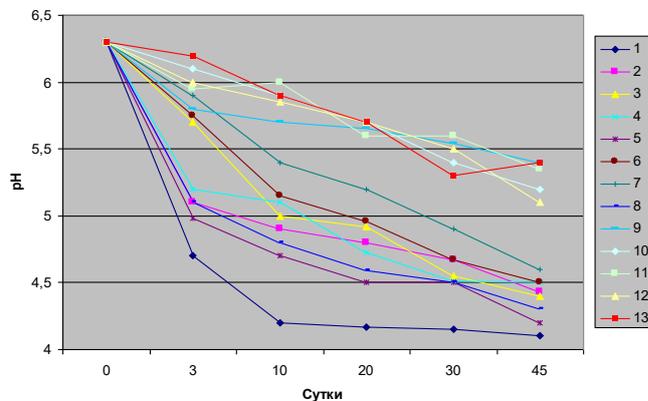


Рисунок 4 - Динамика изменения рН в процессе консервирования зеленой массы амаранта

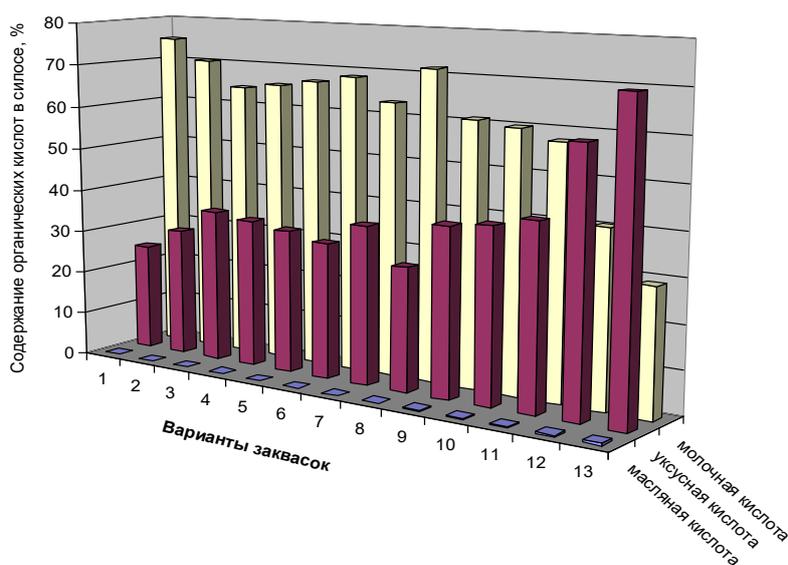


Рисунок 5 - Содержание органических кислот по завершении консервирования

Известно, что из образующейся в процессе молочнокислого брожения молочной кислоты, может синтезироваться пропионовая, являющаяся источником энергии для микроорганизмов в рубце жвачных животных. Силос с высоким содержанием уксусной кислоты малоценен по питательности, так как она не используется микрофлорой животных для синтеза энергии.

Из данных диаграммы (рисунок 5) следует, что наибольшее количество молочной кислоты по завершении консервации зеленой массы амаранта (75,1 %) наблюдали в образце № 1, в то время как в образцах № 9-13 значения ниже (в пределах 29,1-60,9 %). В образцах № 3, 4 и 9-13 было обнаружено незначительное количество масляной кислоты, что негативно сказывается на качестве корма. Следовательно, наилучшие результаты были получены при внесении для консервирования зеленой массы амаранта варианта закваски № 1, включающего штаммы молочнокислых бактерий с различными свойствами, в том числе с разной кислотообразующей способностью.

Анализ химического состава корма показал (таблица 4), что образцы с внесением заквасочных культур № 1-8 сохраняли питательные вещества в большей мере. Содержание сухого вещества было выше в образцах № 1, 5 и 8 и составило, соответственно, %: 33,1; 30,5; 31,1 что говорит о меньших потерях сухого вещества в сравнении с контрольным образцом (21,9 %). Вероятно, это объясняется составом молочнокислых бактерий с различным метаболизмом.

Таблица 4 - Химический состав высокобелкового корма из амаранта

| Вариант закваски | Сухое вещество, % | Сырой жир, % | Сырая клетчатка, % | Сырая зола, % | БЭВ, % | Каротин мг/кг |
|------------------|-------------------|--------------|--------------------|---------------|--------|---------------|
| 1 | 33,1 | 4,0 | 20,4 | 9,4 | 52,3 | 24,1 |
| 2 | 27,9 | 3,4 | 21,2 | 10,6 | 52,7 | 23,1 |
| 3 | 29,8 | 3,3 | 21,1 | 10,7 | 54,5 | 23,3 |
| 4 | 28,3 | 3,6 | 21,1 | 10,5 | 54,5 | 22,9 |
| 5 | 30,5 | 3,8 | 21,0 | 9,9 | 52,9 | 23,8 |
| 6 | 28,7 | 3,9 | 21,2 | 11,3 | 50,5 | 22,7 |
| 7 | 28,3 | 3,7 | 21,7 | 10,1 | 53,3 | 21,8 |
| 8 | 31,1 | 3,8 | 20,9 | 9,7 | 54,3 | 23,9 |
| 9 | 27,7 | 3,6 | 21,1 | 10,3 | 56,2 | 22,6 |
| 10 | 24,3 | 3,0 | 20,5 | 11,4 | 56,1 | 22,9 |
| 11 | 25,1 | 3,3 | 20,8 | 10,2 | 57,5 | 21,8 |
| 12 | 23,6 | 3,1 | 21,0 | 11,2 | 56,8 | 21,3 |
| 13 | 21,9 | 2,9 | 20,7 | 11,6 | 58,5 | 20,1 |

Анализ данных таблицы 4 также показал, что содержание каротина, от которого зависит ценность корма, в консервированной массе из амаранта во всех вариантах с применением заквасок превышало контроль на 6-20 %. Это свидетельствовало о целесообразности применения заквасочных культур для сохранения каротина в корме. Наибольшее содержание каротина (24,1 мг/кг) отмечено в образце № 1.

Анализ антиоксидантной активности (рисунок 6), являющейся важным показателем качества кормов и влияющей на здоровье и продуктивность животных, показал, что внесение заквасочных культур способствовало ее увеличению. Наибольшую антиоксидантную активность наблюдали в образце силоса № 1.

Анализ антипитательных свойств силоса показал, что самые низкие показатели наблюдались в силосе, заложенном с применением экспериментальной закваски № 1, что говорит о его высоком качестве. Переваримость сухого вещества была выше также в образце № 1 по сравнению с остальными вариантами силоса на 5,4 %, а показатель переваримости сырого протеина находился примерно на одном уровне и составил в среднем 53,9 %. При изучении показателя обменной энергии силос, заложенный с применением закваски № 1, имел значение 9,35 МДж, что выше, чем в остальных вариантах в среднем на 3,3 %.

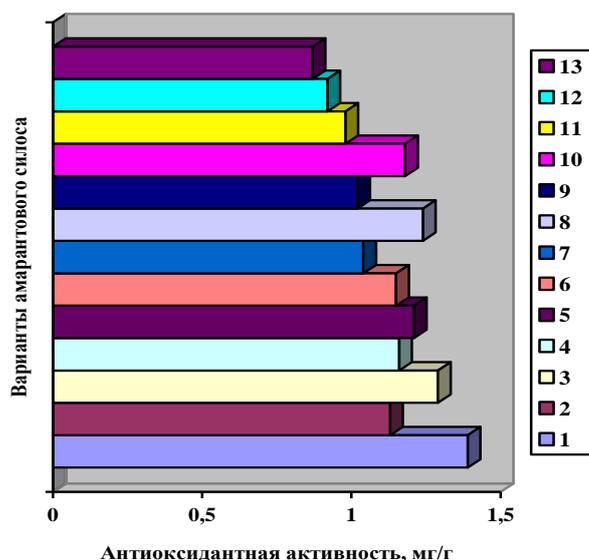


Рисунок 6 - Антиоксидантная активность корма из амаранта

Таким образом, комплексный анализ качества силоса по всем показателям, включая органолептические, свидетельствует об эффективности применения заквасок на основе молочнокислых бактерий для получения качественного высокобелкового корма. Вариант закваски № 1, в состав которой входили штаммы: *Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum* ВКПМ В-3425, *Lactobacillus plantarum* ВКПМ В-10816, *Lactobacillus fermentum* ВКПМ В-10888, обеспечивал наилучшие показатели. Последовательное включение в процесс консервирования данных молочнокислых бактерий позволяет ускорить снижение рН корма, интенсифицировать накопление главного продукта брожения – молочной кислоты и обеспечить сохранность питательных веществ силоса.

Для определения влияния количества вносимой закваски на качество корма был поставлен опыт с внесением 3 доз: 1; 5 и 10 % от консервируемой массы амаранта. По всем исследуемым показателям образцы отвечали требованиям ГОСТ Р 55986-2014 «Силос из кормовых растений. Общие технические условия». Результаты исследования представлены в таблице 5 и рисунке 7. Внесение закваски в объеме 5,0 и 10,0 % позволило получить корм хорошего качества, однако с экономической точки зрения целесообразней внесение закваски в количестве 5,0 % к силосуемой массе.

Таблица 5 - Влияние дозы вносимой закваски на содержание сухих веществ, органических кислот, состав микрофлоры и рН амарантового силоса

| Доза вносимой закваски, % | Содержание сухих веществ, % | рН | Содержание органических кислот, % | | | Состав микрофлоры, КОЕ/г | | |
|---------------------------|-----------------------------|------|-----------------------------------|----------|----------|--------------------------|--|--------------------------|
| | | | Молочная | Уксусная | Масляная | МКБ | Наличие плесени/отсутствие плесени (+/-) | Спорообразующие бактерии |
| 1,0 | 30,20 | 4,37 | 65,9 | 34,1 | 0 | $1,6 \cdot 10^7$ | - | $1,5 \cdot 10^3$ |
| 5,0 | 33,40 | 4,09 | 75,6 | 24,4 | 0 | $2,4 \cdot 10^7$ | - | $1,0 \cdot 10^3$ |
| 10,0 | 31,50 | 4,17 | 70,7 | 29,3 | 0 | $1,7 \cdot 10^7$ | - | $1,3 \cdot 10^3$ |

Известно, что объем получаемого молока от коров молочной породы в значительной степени зависит от наличия незаменимых аминокислот, в особенности лизина и метионина, которые непрерывно должны поступать в рацион животных с кормами. Аминокислотный состав белка амаранта близок к идеальному белку и в отличие от большинства традиционных кормовых культур содержит лизин и метионин. В таблице 6 представлены данные по аминокислотному составу силоса из зеленой массы амаранта.

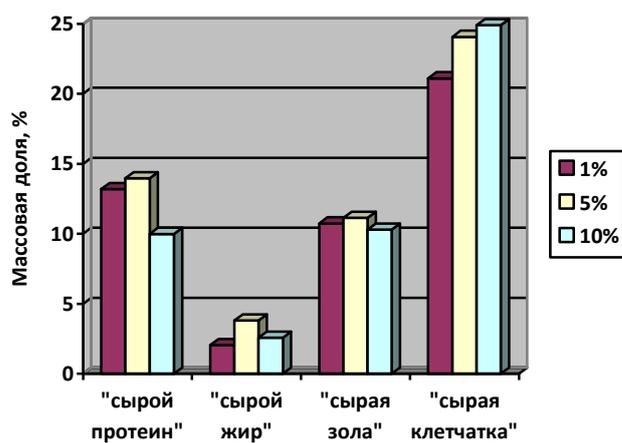


Рисунок 7 - Анализ химического состава консервированного корма в зависимости от дозы вносимой закваски

Таблица 6 - Аминокислотный состав силоса из амаранта при внесении закваски в количестве 5 % от силосуемой массы (цветом обозначены незаменимые аминокислоты)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|---------|-------|---------------------------------|--------|--------|---------|---------|--------|----------|-------|----------|-----------|--------|-------------|-------|---------|-----------|-------------------------------|
| Массовая доля аминокислоты в сухом веществе, % | Аспаргиновая кислота + аспаргин | Аргинин | Серин | Глутаминовая кислота + глутамин | Глицин | Аланин | Цистеин | Тирозин | Пролин | Гистидин | Валин | Метионин | Изолейцин | Лейцин | Фенилаланин | Лизин | Треонин | Триптофан | Сумма незаменимых аминокислот |
| | 1,18 | 4,52 | 0,48 | 1,31 | 0,68 | 0,84 | 0,04 | 0,36 | 0,60 | 0,27 | 0,73 | 0,11 | 0,61 | 0,97 | 0,63 | 0,72 | 0,54 | 0,09 | 4,40 |

Четвертая глава посвящена исследованиям функционально-технологической оценки молока-сырья от коров, получавших в рационе силос с использованием разработанной закваски.

В период с 19 мая 2018 г. по 07 февраля 2019 г. в крестьянско-фермерском хозяйстве И.И. Коровников Хохольского района Воронежской области был поставлен опыт по получению корма из зеленой массы амаранта и откорму дойных коров. С целью изучения влияния амарантового корма на продуктивность и качественные показатели молока-сырья были подобраны две группы дойных коров голштино-фризской породы (по принципу аналогов, по 45 голов в каждой) со средней продуктивностью 4200 кг молока. Продолжительность научно-хозяйственного опыта составила 105 дней.

Традиционной культурой, используемой для заготовки консервированного корма в Воронежской области, а также в большинстве регионов РФ, является кукуруза,

поэтому в качестве контроля использовали консервированный корм из кукурузы. В эксперименте готовили два варианта корма: из зеленой массы амаранта сорта Гигат с применением подобранного состава стартовых культур в количестве 5 % от массы консервируемого сырья (опыт) и зеленой массы кукурузы (контроль) без применения закваски. Закваску в опытный образец вносили в процессе трамбовки с использованием распылительного механизма. Было заложено по 200 т каждого варианта корма в полиэтиленовые рукава, которые после заполнения плотно закрывали. Хранили рукава вблизи коровников на открытом воздухе на поверхности. Качество опытного и контрольного образцов консервированного корма определяли по результатам химического анализа через три и шесть недель после закладки (таблицы 7, 8).

Таблица 7 - Кислотность кукурузного и амарантового консервированного корма

| Показатель | Консервированный корм | | | | Норма согласно ГОСТ Р 55986-2014 |
|------------------------|---------------------------------|-------|------------|-------|----------------------------------|
| | Амарантовый | | Кукурузный | | |
| | Период консервирования (недель) | | | | |
| | 3 | 6 | 3 | 6 | |
| Влага, % | 76,81 | 75,15 | 75,18 | 74,13 | Не более 75,00 |
| Соотношение кислот, %: | | | | | |
| молочная | 82,31 | 85,67 | 71,83 | 73,10 | Не менее 55,00 |
| уксусная | 17,69 | 14,33 | 28,17 | 25,00 | Не более 45,00 |
| масляная | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,80 | Не более 0,10 |
| pH | 4,20 | 4,10 | 4,30 | 4,50 | 3,90-4,30 |

Таблица 8 - Химический состав кукурузного и амарантового консервированного корма

| Показатели | Консервированный корм | | | | Норма согласно ГОСТ Р 55986-2014 |
|-----------------------|---------------------------------|-------|------------|-------|----------------------------------|
| | Амарантовый | | Кукурузный | | |
| | Период консервирования (недель) | | | | |
| | 3 | 6 | 3 | 6 | |
| Сырой протеин, % | 13,10 | 12,70 | 7,40 | 6,30 | Не менее 8,00 |
| Сырой жир, % | 3,50 | 3,40 | 3,30 | 2,90 | - |
| Сырая клетчатка, % | 24,10 | 23,70 | 25,40 | 24,90 | Не более 30,00 |
| Сырая зола, % | 9,10 | 9,00 | 5,80 | 5,40 | Не более 11,00 |
| Каротин мг/кг | 23,40 | 23,10 | 19,70 | 19,30 | - |
| Кормовые единицы | 1,09 | 1,11 | 0,25 | 0,23 | - |
| Обменная энергия, МДж | 11,59 | 11,73 | 2,45 | 2,56 | - |

Сравнительная оценка качества заготовленных кормов показала возможность получения доброкачественного корма из амаранта в контрольном хозяйстве. Оба варианта консервированных кормов (контрольный и опытный) имели приятный запах и хорошо сохранившуюся структуру растений. Влажность составила 74,13-76,81 % соответственно в кукурузном и амарантовом корме, т.е. кукурузный корм был менее

влажным. Активная кислотность находилась в пределах значения рН 4,1- 4,3, что соответствует параметрам высококачественного корма. Соотношение органических кислот (молочная:уксусная) в амарантовом корме в оба исследуемых периода было равно 5:1, что свидетельствует о его хорошем качестве; в кукурузном корме данное соотношение удовлетворительное (2,5:1,0). Следует отметить, что в амарантовом корме отсутствовала масляная кислота, в то время как в пробе кукурузного корма содержание масляной кислоты было равно 1,8 %, что соответствует третьему классу качества.

Сравнительная оценка химического состава показала достоверное превосходство консервированного корма из амаранта. Так, в силосе из амаранта после шести недель хранения содержалось больше сырого протеина, сырого жира, сырой золы, каротина соответственно в 1,61, 1,24, 2,16 и 1,2 раза. Амарантовый корм содержал обменной энергии и кормовых единиц в 4,6 и 4,8 раз соответственно больше, чем кукурузный. Таким образом, качество амарантового консервированного корма по всем показателям было лучше по сравнению с кукурузным.

Как правило, в связи с низким качеством травяных кормов возникает необходимость вносить в рацион кормления во время осенне-зимнего содержания скота дорогостоящие концентраты, которые позволяют сбалансировать питательность рациона. Учитывая, что в корме из амаранта содержалось более высокое количество сырого протеина, для опытной группы вносили 5 кг концентратов на голову против 5,5 кг в контрольной группе. Рационы кормления отвечали оптимальным нормам содержания питательных веществ и способствовали увеличению молочной продуктивности коров в соответствии с их генетическим потенциалом. Качество полученного молока соответствовало требованиям ТУ 9811-153-04610209-2004.

Молоко, полученное от коров обеих групп, соответствовало органолептическим показателям, присущим качественному сырью для производства сыра. Оно имело хорошо выраженный вкус и аромат, белый цвет, однородную консистенцию и соответствовало сырью, пригодному для производства сыра.

Включение в рацион коров консервированного корма из амаранта оказало положительное влияние на продуктивность и сыропригодность молока (таблицы 9, 10).

Как следует из результатов эксперимента, включение в рацион молочных коров амарантового силоса увеличивало объем получаемого молока-сырья на 11,9 % по сравнению с контрольной группой, то есть среднесуточный удой от коровы в течение эксперимента возрос с 13,5 до 15,1 кг молока.

Функционально-технологические свойства молока-сырья по всем показателям были лучше в опытной группе коров. Содержание белка в нем возросло на 0,20 %, при этом содержание доли фракции казеина – важного белкового компонента в сыроделии, недостаточное содержание которого влияет не только на структурно-механические свойства сгустка, но и на потери при обработке сырного зерна, выросло на 0,13 % и составило 2,57 % в опытной группе по сравнению с 2,41 % в контрольной. Массовая доля жира в опытном образце также увеличилась на 0,38 %.

При изучении сыропригодности молока определяли соотношение компонентов молока, таких, как жир:белок; жир:СОМО; белок:СОМО. Данные соотношения в обеих группах находились в нормируемых пределах, однако более сбалансированное соотношение содержания белка (в том числе, казеина), жира и других составляющих

в молоке коров опытной группы свидетельствовало о лучшем его качестве.

Таблица 9 - Сравнительная характеристика функционально-технологических свойств и химических показателей молока-сырья в зависимости от рациона коров

| Показатель: | Молоко-сырье | |
|---|--------------------|----------------|
| | Контрольная группа | Опытная группа |
| Объем получаемого молока, кг молока от коровы | 13,5 | 15,1 |
| Массовая доля жира, % | 3,67 | 4,05 |
| Массовая доля белка, % | 3,05 | 3,25 |
| Казеин, % | 2,41 | 2,57 |
| Сывороточные белки, % | 0,64 | 0,78 |
| Массовая доля лактозы, % | 4,70 | 4,77 |
| Сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО), % | 8,50 | 8,60 |
| Фосфор, мг% | 88,3 | 91,5 |
| Кальций, мг% | 118,9 | 121,3 |
| Сухие вещества, % | 12,0 | 12,55 |
| Соотношение жир/ белок | 1,20 | 1,24 |
| Соотношение жир/ СОМО | 0,43 | 0,47 |
| Соотношение белок/СОМО | 0,36 | 0,38 |
| Кислотность, °Т | 18,0 | 17,6 |
| Группа чистоты, не ниже группы | I | I |
| Плотность, кг/м ³ | 1027,40 | 1028,03 |

По физико-химическим показателям: кислотность, плотность и группа чистоты оба образца молока соответствовали требованиям стандарта. Однако плотность молока опытной группы была выше, что коррелировало с повышенным содержанием сухих веществ в молоке. Снижение кислотности молока опытной группы по сравнению с контрольной косвенно свидетельствовало о снижении обсемененности микрофлорой молока опытной группы и улучшении его качества.

Таблица 10 - Ветеринарно-санитарные показатели молока-сырья

| Показатель | Молоко-сырье | |
|--|--------------------|--------------------|
| | Контрольная группа | Опытная группа |
| Термоустойчивость, группа | I | I |
| Бродильная проба, класс | II | II |
| Сычужно-бродильная проба, класс | II | I |
| Количество спор лактобразивающих маслянокислых микроорганизмов, тыс./дм ³ | 12,9 | 11,4 |
| Количество соматических клеток, тыс./см ³ | От 300 до 500 | До 300 |
| КМАФАнМ, КОЕ/см ³ | $0,18 \times 10^5$ | $0,17 \times 10^5$ |

При определении ветеринарно-санитарных показателей молока-сырья отмечена положительная тенденция изменения сыропригодности в группе, рацион которой содержал опытный консервированный корм из амаранта. В период научно-хозяйственного опыта бактериальная загрязненность молока контрольной и опытной групп находилась в пределах нормы, однако в опытной группе отмечалось снижение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) по отношению к контролю на 5,6 % (таблица 10), что подтверждается снижением кислотности молока-сырья.

Представленные исследования качества молока-сырья дойных коров, в рационе которых был консервированный корм из амаранта, полученный с применением разработанной биотехнологии, показали его положительное влияние на качество молока-сырья (повышение содержания белка и жира), что, следовательно, увеличит выход пищевого продукта – сыра. С целью проверки гипотезы была проведена контрольная выработка рассольного сыра «Брынза».

В пятой главе представлена технология производства рассольного сыра «Брынза» из молока коров, получавших амарантовый корм, и молока коров, получавших кукурузный корм. Опытная выработка сыра «Брынза» проводилась в лабораторных условиях из 100 кг молока. Сыр вырабатывали согласно традиционной схеме производства для этого сорта. При проведении лабораторных выработок применяли сухие заквасочные лиофилизированные культуры производства фирмы «Lactina» (Болгария) для производства сыра «Брынза» – «LAT BY (b)».

Сычужный фермент на 100 кг молока в лабораторном опыте вносили из расчета 2,6 г при производстве сыра из молока опытной группы дойных коров и 2,8 г – контрольной. Основные технологические параметры выработки пищевого продукта – сыра представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Технологические параметры выработки рассольного сыра «Брынза» в лабораторных условиях

| Показатель | Молоко-сырье | |
|---|--------------------|----------------|
| | Контрольная группа | Опытная группа |
| Время свертывания молока сычужным ферментом, мин | 32,7 | 29,3 |
| Расход сычужного фермента на свертывание 100 кг молока, г | 2,8 | 2,6 |
| Расход молока на выработку 1 кг сыра (выход сыра), кг | 9,20 | 8,69 |
| Выход сыра, кг | 10,87 | 11,51 |
| Массовая доля сухих веществ в сыворотке, % | 6,8 | 6,4 |

Для выработки сыра из опытной партии молока потребовалось на 7,4 % меньше сычужного фермента, чем из молока контрольной партии. Расход молока составил 8,69 кг, что на 5,5 % ниже по сравнению с контролем. Время свертывания опытной партии молока сычужным ферментом оказалось меньше на 10,7 % по сравнению с молоком контрольной партии.

С целью оптимизации параметров технологического процесса производства сыра была разработана математическая модель, варьируемыми параметрами которой

были выбраны: X_1 - содержание белка в молоке, %, X_2 – доза вносимого сычужного фермента от 2,4 до 2,8 г на 100 кг молока; X_3 - кислотность молока, °Т. Критерий оценки: Y - выход сыра, % (от количества используемого молока).

В результате математической обработки данных было получено уравнение регрессии, отражающее зависимость выхода сыра от величины изучаемых параметров. Коэффициенты регрессии получены решением перераспределительной системы линейных уравнений на ЭВМ, используя математический пакет «Mathcad», для оценки влияния параметров зависимости применяли метод Левинберга. Уравнение имеет следующий вид:

$$Y(X_1, X_2, X_3) = 0,234 + 0,402X_1 + 0,531X_2 - 0,196X_3 + 0,222X_1X_2 + 0,092X_1X_3 - 0,011X_2X_3 + 0,508X_1^2.$$

Уравнение регрессии для оптимизации выхода сыра в зависимости от содержания белка, кислотности и дозы внесения сычужного фермента не противоречит полученным экспериментальным данным, и, следовательно, разработанная модель является адекватной технологическому процессу производства сыра.

В соответствии с разработанной моделью оптимизации технологии сыра из опытной партии молока-сырья были проведены выработки рассольного сыра «Брынза» в сельскохозяйственном потребительском перерабатывающем кооперативе «Добринское молоко».

Следуя приведенной технологии, было выработано 3 партии сыра «Брынза» (2 опытные – из молока коров, получавших в рационе амарантовый силос, и 1 контрольная – из молока коров, получавших традиционный кукурузный силос). Органолептическую оценку проводили по 100-балльной шкале в соответствии с требованиями ГОСТ 33959-2016 «Сыры рассольные. Технические условия» (таблица 12). Сыр оценивали при температуре 18 °С, где определяли внешний вид (максимум 20 баллов), вкус и запах (максимум 45 баллов), консистенцию (максимум 25 баллов), рисунок (максимум 10 баллов) и цвет (максимум 5 баллов).

Анализ данных, представленных в таблице 12, показал, что опытные партии сыра «Брынза» имели выраженный и чистый вкус и запах, правильную консистенцию и равномерный рисунок, свойственные данному сорту. Сыры, выработанные из молока коров, получавших в рационе консервированный амарантовый корм, имели более высокую дегустационную оценку.

Таблица 12 - Органолептическая оценка качества рассольного сыра «Брынза»

| Показатели, баллы | Партии сыра | | |
|-------------------|-------------|---------|------|
| | Контрольная | Опытные | |
| | | 1 | 2 |
| Внешний вид | 13,9 | 14,1 | 14,5 |
| Вкус и запах | 42,0 | 43,3 | 43,6 |
| Консистенция | 20,3 | 23,4 | 24,6 |
| Рисунок | 7,1 | 7,9 | 8,1 |
| Цвет | 4,1 | 4,6 | 4,9 |
| Общий балл | 87,4 | 93,3 | 95,7 |

Результаты исследования качества рассольного сыра «Брынза» из разных партий молока-сырья (таблица 13) показали схожесть физико-химических показателей и указали на хорошее качество продуктов в обоих вариантах опыта и контроле. Однако при производстве опытных партий сыра из молока-сырья коров, в рацион которых был включен амарантовый силос, уменьшался расход молока и увеличивался при этом выход качественного готового пищевого продукта - сыра. Так, из одинакового количества переработанного сырья выход сыра в опыте был выше в среднем на 1,1 кг по сравнению с контролем, что составляет 5,5 %.

Таблица 13 - Физико-химические показатели рассольного сыра «Брынза»

| Показатели | Партии сыра | | | Норматив по ГОСТ 33959-2016 |
|--|-------------|---------|------|-----------------------------|
| | Контрольная | Опытные | | |
| | | 1 | 2 | |
| Масса молока, кг | 100 | 100 | 100 | - |
| Выход готового продукта, кг | 10,9 | 11,9 | 12,1 | - |
| Расход молока на 1 кг готового продукта, кг | 9,17 | 8,40 | 8,26 | - |
| Массовая доля жира в сухом веществе сыра «Брынза» в 5-суточном возрасте, % | 45,5 | 46,0 | 46,5 | Не менее 45,0 |
| Массовая доля влаги, % | 54,5 | 54,0 | 53,5 | Не более 55,0 |
| Массовая доля соли, % | 3,5 | 3,5 | 3,3 | 2,0-4,0 |

Экономическая эффективность производства рассольного сыра «Брынза» из опытной партии молока-сырья от коров, получавших в рационе амарантовый силос, возросла на 10,09 %.

Заключение

1. Подобран состав закваски молочнокислых бактерий для силосования зеленой массы амаранта, включающий штаммы *Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum* ВКПМ В-3425, *Lactobacillus fermentum* ВКПМ В-10888 и *Lactobacillus plantarum* ВКПМ В-10816. Последовательное включение в процесс силосования данных штаммов молочнокислых бактерий способствовало снижению рН силоса, накоплению молочной кислоты и обеспечению сохранности питательных веществ.

2. Установлено, что внесение закваски для силосования в количестве 5 % к массе консервируемого сырья позволяет получить силос, соответствующий требованиям ГОСТ Р 55986-2014: содержание сухих веществ – 33,40 %, молочной кислоты – 75,6 %, масляной кислоты – 0,0 %, сырого протеина – 13,97 %, сырого жира – 3,81 %, сырой золы – 11,15 %, сырой клетчатки – 24,07 %.

3. Выявлена зависимость влияния высокобелкового амарантового силоса в рационе коров молочного направления на функционально-технологические свойства молока, в том числе сыропригодность, в частности, объем получаемого молока-сырья

вырос на 11,9 %; содержание белка - на 0,2 % (в том числе содержание казеина – на 0,13 %), массовая доля жира - на 0,38 %, содержание СОМО – на 0,11 %.

4. Получено уравнение регрессии, адекватно описывающее процесс производства сыра и позволяющее оптимизировать выход продукта в зависимости от содержания белка, кислотности и дозы внесения сычужного фермента.

5. В результате выработки сыра «Брынза» в условиях сельскохозяйственного потребительского перерабатывающего кооператива «Добринское молоко» из молока коров, получавших в рационе амарантовый силос, установлено, что расход сычужного фермента снизился на 7,4 %, время свертывания молока сычужным ферментом снизилось на 10,7 %, расход молока-сырья на производство 1 кг сыра – на 5,5 %. Экономический эффект при выработке сыра из 100 кг молока опытной группы коров был выше на 10,09 %.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

Статьи в научных журналах, рекомендованных ВАК:

1. **Павленкова, С.В.** Сравнительная характеристика качественных показателей амарантового и кукурузного силоса / С.В. Павленкова, Г.П. Шуваева, Л.А. Мирошниченко, Т.В. Свиридова, Е.А. Мотина, О.С. Корнеева // Вестник ВГУИТ. - 2017. - Т. 79. - № 4. - С. 220–226 doi:10.20914/2310-1202-2017-4-220-226 (лично соискателем – 0,25).

2. **Павленкова, С.В.** Сравнительная оценка влияния амарантового и кукурузного силосов на продуктивность коров молочной породы / С.В. Павленкова, Г.П. Шуваева, Л.А. Мирошниченко, Т.В. Свиридова, О.С. Корнеева, А.А. Толкачева // Вестник ВГУИТ.- 2019. - Т. 81. - № 3. - С. 174–179 doi:10.20914/2310-1202-2019-3-174-179 (лично соискателем – 0,20).

3. **Павленкова, С.В.** Влияние высокобелкового консервированного корма из амаранта на функционально-технологические свойства молока-сырья для производства сыра / С.В. Павленкова, Г.П. Шуваева, Л.А. Мирошниченко, Т.В. Свиридова, О.С. Корнеева, Е.А. Мотина // Вестник ВГУИТ. - 2019. - Т. 81. - № 4.- С. 166–170 doi:10.20914/2310-1202-2019-4-166-170 (лично соискателем – 0,18).

Журналы в изданиях, входящих в базы данных Scopus:

1. **Pavlenkova, S.V.** Pre-treatment of green amaranth mass as the main stage in producing high-quality fodder / S.V. Pavlenkova, G.P. Shuveva, T.V. Sviridova, L.A. Miroshnichenko, O.S. Korneeva // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. 2 July – 8 July 2018. - PP. 437-443 (лично соискателем – 0,25).

Журналы в изданиях, входящих в базы данных Web of Science:

1. **Pavlenkova, S.V.** Amaranth – A promising crop for fodder manufacturing / S.V. Pavlenkova, G.P. Shuveva, O.L. Mescheryakova, L.A. Miroshnichenko, O.S. Korneeva //

Journal of Biotechnology: European biotechnology congress. 2017. Dubrovnik, Croatia. - P. 27 WofS Q1 (лично соискателем – 0,03).

2. **Pavlenkova, S.V.** Special aspects of silage making process: microbiota of the feed formation / S.V. Pavlenkova, G.P. Shuveva, T.V. Sviridova, L.A. Miroshnichenko, O.S. Korneeva // Journal of Biotechnology: European biotechnology congress. 2019, Valencia, Spain. – P.30 WofS Q2 (лично соискателем – 0,03).

Статьи в журналах и сборниках материалов конференций:

1. **Павленкова, С.В.** Применение мультиэнзимного препарата с целью повышения сбраживаемых углеводов зеленой массы амаранта при получении высокобелкового амарантового силоса / С.В. Павленкова, А.В. Исаева, Т.В. Свиридова, Г.П. Шуваева, Л.А. Мирошниченко, О.С. Корнеева // Материалы Международного форума «Биотехнология: состояние и перспективы развития». – М., 2018. - С. 830-832 (лично соискателем – 0,07).

2. **Павленкова, С.В.** О перспективах применения рекомбинантных гидролитических ферментов в производстве амарантового силоса / С.В. Павленкова, А.А. Толкачева, В.А. Анненков // Материалы Международного форума «Биотехнология: состояние и перспективы развития». – М., 2018. - С. 827-828 (лично соискателем – 0,09).

3. **Павленкова, С.В.** Влияние заквасочных культур на аминокислотный состав силоса / С.В. Павленкова, А.А. Толкачева, Т.В. Свиридова, Г.П. Шуваева, Л.А. Мирошниченко, О.С. Корнеева // Материалы Международного форума «Биотехнология: состояние и перспективы развития». – М., 2019. - С. 14-16 (лично соискателем – 0,07).

4. **Павленкова, С.В.** Исследование фенологии различных сортов амаранта для его совместного силосования с кукурузой / С.В. Павленкова, Г.П. Шуваева, Л.А. Мирошниченко, О.С. Корнеева // Актуальная биотехнология. - 2017. - № 2 (21). - С. 175-176 (лично соискателем – 0,07).

5. **Павленкова, С.В.** Влияние заквасочных культур на силосование высокобелкового растительного сырья / С.В. Павленкова, Т.В. Свиридова, Г.П. Шуваева, Л.А. Мирошниченко, О.С. Корнеева // Биотехнология и биомедицинская инженерия: сб. науч. тр. по матер. XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Курск: Изд-во КГМУ, 2018. –С. 116-118 (лично соискателем – 0,05).

6. Шуваева, Г.П. Перспективы использования МКБ в силосовании амаранта / Г.П. Шуваева, **С.В. Павленкова**, П.В. Шуваев // Материалы LIV отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2015 год. В 3 частях. Часть 1. – Воронеж, 2016. - С. 129 (лично соискателем – 0,02).

7. Шуваева, Г.П. Силосование зеленой массы амаранта: проблемы и перспективы / Г.П. Шуваева, **С.В. Павленкова** // Материалы LIV отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2015 год. В 3 частях. Часть 1. – Воронеж, 2016. - С. 135 (лично соискателем – 0,03).

8. **Павленкова, С.В.** Обоснование способа силосования амаранта для производства высокобелкового силоса / С.В. Павленкова, Г.П. Шуваева // Материалы LVI отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2017 год. В 3 частях. Часть 1. – Воронеж, 2018. - С. 83 (лично соискателем – 0,04).

9. Шуваева, Г.П. Роль фермента в производстве корма из трудносилосуемых культур / Г.П. Шуваева, Т.В. Свиридова, **С.В. Павленкова** // Материалы LVI отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2017 год. В 3 частях. Часть 1. – Воронеж, 2018. - С. 88-89 (лично соискателем – 0,03).

10. **Павленкова, С.В.** Роль молочнокислых бактерий при силосовании трудносилосуемых культур / С.В. Павленкова, Г.П. Шуваева, О.С. Корнеева // Материалы LVII отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2018 год. В 3 частях. Часть 1. – Воронеж, 2019. - С. 86 (лично соискателем – 0,03).

11. **Павленкова, С.В.** Функционально-технологические свойства сырья – молока при включении в рационы коров высокобелкового консервированного корма / С.В. Павленкова, Г.П. Шуваева, О.С. Корнеева // Материалы LVIII отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2019 год. В 3 частях. Часть 1. – Воронеж, 2020. - С. 61 (лично соискателем – 0,04).

Изобретения:

1. Заявка на изобретение РФ № 2019145103. Закваска для силосования зеленой массы амаранта / О.С. Корнеева, Г.П. Шуваева, **С.В. Павленкова**; Заявл. от 30.12.2019.

2. Ноу-хау. Биологический способ силосования зеленой массы амаранта / О.С. Корнеева, **С.В. Павленкова**; Распоряжение № 113 от 30.12.2019.

Подписано в печать 29.03.21 г. Формат 60 x 84 1/16.

Усл. печ. л. 2,0. Тираж 100 экз. Заказ №

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»
(ФГБОУ ВО «ВГУИТ»)

Отдел полиграфии ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

Адрес университета и отдела полиграфии:

394036, Воронеж, пр. Революции, 19