

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента Титова Евгения Владимировича на диссертацию «Научно-технические основы разработки СВЧ-размораживателей молозива животных», представленную Ершовой Ириной Георгиевной на соискание ученой степени доктора технических наук по научной специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки) в диссертационный совет 35.2.030.03 при ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»

1. Актуальность темы диссертации

Молочное животноводство в большинстве стран мира занимает одно из ведущих положений среди остальных отраслей сельского хозяйства и оказывает значительное влияние на экономическое развитие страны. Для повышения популяции крупного рогатого скота необходимо обеспечивать иммунологическую защиту новорожденных телят от патогенов окружающей среды, которые в первые дни жизни не обладают собственным иммунитетом. Поэтому важно их выпаивать молозивом, содержащим иммуноглобулины.

На животноводческих фермах молозиво подвергается заморозке, а перед выпойкой – разморозке. Одним из наиболее перспективных методов размораживания является технология, основанная на использовании энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты и соответствующего аппаратного оформления при сохранении кормовой ценности молозива животных. Поэтому тема диссертационной работы Ершовой И. Г. является важной и актуальной для АПК.

2. Степень обоснованности выводов, их достоверность и новизна

Диссертационная работа включает шесть общих выводов.

Первый вывод отражает перспективность метода воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты при дефростации и разогреве молозива животных в резонаторах разного конструктивного исполнения для сохранения его кормовой ценности.

Второй вывод основан:

- на результатах теоретических исследований, раскрывает результаты расчета отдельных параметров процессов дефростации и разогрева молозива по разработанному с участием соискателя алгоритму согласования конструктивно-технологических параметров СВЧ-размораживателей;

- на анализе теоретических исследований диэлектрических параметров коровьего молозива, позволяющих оценить возможность разделения процессов в нескольких объемных резонаторах при разных дозах воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты.

Обоснованность вывода вытекает из существующих положений теории «Электромагнитные поля и волны», теоретических и эмпирических уравнений, описывающих электрофизические (в том числе диэлектрические) свойства основ-

ных пищевых продуктов. Вывод достоверен, содержит научную новизну и сомнений не вызывает.

Третий вывод содержит информацию о модели функционирования многогенераторных размораживателей непрерывно-поточного действия со сдвоенными резонаторами для отдельной тепловой обработки молозива животных в разных дозах в зависимости от агрегатного состояния с выявлением эффективных конфигураций резонаторов в соответствии с критериями проектирования и комплексной оценки основных параметров электродинамической системы. Вывод аргументирован и достоверен.

Четвертый вывод отражает техническую новизну СВЧ-размораживателей со сдвоенными резонаторами для отдельной тепловой обработки молозива животных в разных дозах. В выводе охарактеризованы электродинамические параметры, полученные с использованием программного обеспечения CST Studio Suite и, представлена оценка отклонения от среднего значения критериев проектирования в установке. Вывод содержит доказанные особенности технического решения узлов СВЧ-размораживателей, достоверен, обладает новизной и практической значимостью.

Пятый вывод основан на результатах исследований органолептических, биохимических, физико-химических и микробиологических показателей молозива животных и характеризует технические характеристики СВЧ-размораживателя, эффективные режимы размораживания и разогрева молозива. Вывод обоснован, поскольку вытекает из теории математической статистики и основан на результатах экспериментальных исследований молозива животных в лицензированных лабораториях.

Шестой вывод отражает результаты технико-экономической оценки разработанного и испытанного в производственных условиях двухрезонаторного многогенераторного СВЧ-размораживателя непрерывно-поточного действия. Представленные данные получены на основании проведенных по методу приведенных затрат расчетов. В качестве целевой функции предлагаемой оптимизации использован интегральный эффект, позволяющий снизить эксплуатационные расходы и повысить кормовую ценность продукта. Вывод является достоверным и имеет практическое значение.

В целом можно заключить, что общие выводы диссертации достоверны и обладают новизной. Обоснованность выводов подтверждена результатами испытаний СВЧ-размораживателя в фермерских хозяйствах.

3. Научная новизна и практическая значимость результатов работы

Научную новизну представляют модель процесса функционирования многогенераторных СВЧ-размораживателей молозива животных с нестандартными резонаторами, обеспечивающими отдельные процессы дефростации и разогрева сырья при разных дозах воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) в зависимости от агрегатного состояния; математические модели дефростации и разогрева молозива животных воздействием ЭМП СВЧ с учетом фазовых переходов, их исследование, разработка конструктивного исполнения рабочей камеры СВЧ-размораживателя непрерывно-поточного дейст-

вия с передвижными диэлектрическими контейнерами и шестью магнетронами воздушного охлаждения на состыкованных коаксиальном и коническом резонаторах, позволяющий реализовать дефростацию и разогрев молозива животных при разных дозах воздействия ЭМП СВЧ с соблюдением электромагнитной безопасности на животноводческой ферме; получение и анализ экспериментальных данных выявленных конструктивных параметров и эффективных режимов работы двухрезонаторного СВЧ-размораживателя и результатов исследований кормовой ценности молозива животных.

Практическая значимость работы определяется разработанным и испытанным в производственных условиях многогенераторным СВЧ-размораживателем непрерывно-поточного действия для дефростации и разогрева молозива животных с сохранением его кормовой ценности.

4. Оценка содержания диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы и приложений. Общий объем диссертации составляет 453 страницы, в том числе основной текст изложен на 332 страницах. В работе приведено 160 рисунков и 76 таблиц. Библиографический список включает 292 источника.

Во введении обоснована актуальность темы работы, выделены гипотеза, объект и предмет исследований, научная новизна, приведена теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе «Состояние научной проблемы и возможные пути ее решения» приведен анализ многочисленных работ в области тепловой обработки сырья животного происхождения, проведенных отечественными и зарубежными исследователями, проведена оценка состояния проблемы. Систематизированы известные технологии и технические средства для дефростации и разогрева сырья животного происхождения, в частности для коровьего молозива. Проанализировано изменение содержания иммуноглобулинов в молозиве животных, а также электрофизические и теплофизические параметры сырья и основные факторы, влияющие на состав молозива.

Обоснован характер изменения диэлектрических характеристик замороженного и размороженного молозива с увеличением температуры от минус 10°С до плюс 40°С. Доказано, что это связано с изменением агрегатного состояния воды, определенного экспериментальным путем на базе ООО «СВВ» г. Москвы, а также на основе теоретических исследований в соответствии с методикой Рогова И. А. и сравнительным анализом изменения диэлектрических параметров подобных видов сырья.

Показана значимость разделения процессов дефростации и разогрева молозива животных для сохранения иммуноглобулинов. Установлена возможность разделения процессов дефростации и разогрева сырья, протекающих с изменением фазового перехода с твердого в жидкое состояние, в нескольких объемных резонаторах при разных дозах воздействия ЭМП СВЧ для предотвращения коагуляции белковых структур.

Во второй главе «Теоретическое обоснование параметров двухрезонаторных СВЧ-размораживателей молозива животных» приведены аспекты согласования конструктивно-технологических параметров для СВЧ-размораживателей молозива животных. Обоснована глубина проникновения электромагнитной волны в замороженное и разогретое молозиво. Определены параметры температурного поля с использованием системы уравнений теплопроводности при начальных и граничных условиях с учетом скорости движения границы фазового перехода и его температуры. Разработана математическая модель процесса взаимодействия ЭМП с сырьем различного агрегатного состояния, описывающая электромагнитные и тепловые процессы в тороидальных резонаторах с общим перфорированным основанием.

Обосновано конструктивное исполнение СВЧ-размораживателя с состыкованными коаксиальным и коническим резонаторами. Оценена равномерность распределения мощности излучения в СВЧ-размораживателе непрерывно-поточного действия с металлодиэлектрическим резонатором для дефростации и разогрева молозива животных. Исследованы электродинамические параметры разработанных резонаторов с использованием программного обеспечения CST Studio Suite. Представлена оценка отклонения продолжительности процесса и энергетических затрат от среднего значения интервалов варьирования критериев, характеризующих электродинамические параметры резонаторов.

В третьей главе «Реализация принципов проектирования СВЧ техники для размораживания молозива животных» изложены методологические основы проектирования СВЧ-размораживателей для дефростации и разогрева молозива животных с учетом возможности реализации рассмотренных ранее критериев в конструктивных исполнениях резонаторов для сохранения кормовой ценности сырья и экранирования опасных уровней электромагнитного поля при минимальных эксплуатационных затратах. Рассмотрена измерительная аппаратура и машинно-аппаратная схема подготовки молозива к выпойке. Представлены описания и объемные модели разработанных двухрезонаторных размораживателей, содержащих тороидальные резонаторы с расположенным на разной высоте емкостным зазором, конические резонаторы с разным углом раствора образующих, комбинированные тороидальные и конические резонаторы. Подробно рассмотрен разработанный, изготовленный и испытанный в производственных условиях двухрезонаторный многогенераторный СВЧ-размораживатель молозива с коаксиальным и коническим резонаторами.

В четвертой главе «Экспериментальные исследования процессов дефростации и разогрева молозива животных воздействием ЭМП СВЧ» изучена динамика нагрева молозива в электромагнитном поле сверхвысокочастотного диапазона высокой интенсивности при разных удельных мощностях генератора. Приведены результаты исследования органолептических, биохимических, физико-химических и микробиологических показателей коровьего и козьего молозива после обработки разными способами. Сформированы объемные изображения поверхностей откликов трехфакторных моделей, представляющие зависимость производительности размораживателя, энергетических затрат, тем-

пературы нагрева сырья, общего микробного числа от удельной мощности генератора, продолжительности воздействия ЭМП и мощности генераторов. Обоснованы технические характеристики двухрезонаторного радиогерметичного СВЧ-размораживателя непрерывно-поточного действия.

В пятой главе «Технико-экономическая оценка внедрения СВЧ-размораживателя молозива для агропредприятия» представлены расчеты эксплуатационных расходов на дефростацию и разогрев молозива животных в СВЧ-размораживателе с состыкованными коаксиальным и коническим резонаторами, а также в базовых вариантах «Солнышко», «Эконом БМА-50П» и «ПримаЛакт». Проведен анализ экономических показателей внедрения двухрезонаторного СВЧ-размораживателя непрерывно-поточного действия по сравнению с тремя базовыми вариантами. Обоснована экономическая целесообразность применения разработанного СВЧ-размораживателя по сравнению с размораживателями разного конструктивного исполнения.

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что содержание диссертации отражает основные идеи работы и полученные в ней результаты, раскрывает ее научную и практическую ценность.

5. Оценка оформления диссертации

Оформление диссертации соответствует действующим стандартам и нормам. Рубрикация по главам и параграфам соответствует логике изложения, а иллюстративный материал дополняет содержание текста. Содержание диссертации отражает основные идеи работы и полученные в ней результаты, раскрывает ее научную и практическую ценность.

Материалы исследований сопровождаются таблицами, схемами и рисунками. Результаты внедрения подтверждены документами. Однако в нескольких местах работы встречаются недочеты, например, использование некорректных выражений и опечатки в единицах измерения физических величин, повторение иллюстрационных материалов и некорректное указание нескольких источников из списка использованной литературы.

6. Полнота опубликования основных результатов работы и соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

По теме диссертационного исследования опубликовано 77 печатных работ, в том числе 16 в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК, 5 – в изданиях, индексируемых в Scopus, 3 монографии. Получено 18 патентов на изобретения. Опубликованные работы достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

Следует отметить, что исследования по разработке СВЧ-размораживателя молозива животных проводились в соответствии с планами НИР «РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева», «Нижегородский ГИЭУ» и «Чувашский ГАУ». Производственное испытание СВЧ-размораживателя и результатов диссертационной работы осуществлено на фермах КРС ООО «АП Княгининское» (Нижегородская область), в СХПК «СОЮЗ», ГКФХ «Солдатова Эльвира Юрь-

евна», СХПК «НИВА» и ОПХ «Ленинская искра» (Чувашская Республика). Министерством сельского хозяйства Чувашской Республики и Министерством сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Нижегородской области рекомендованы к применению технология и СВЧ-размораживатель для дефростации и разогрева молозива животных.

Автореферат включает общую характеристику работы и краткое изложение ее содержания. Структура изложения материала диссертации сохранена в автореферате. Содержание автореферата и общие выводы соответствуют основным положениям диссертации.

7. Дискуссионные положения и замечания

1. В разделе 1.1 приведены статистические сведения о поголовье коров в России, в Нижегородской области и на предприятии ООО «АП Княгининское» по состоянию на 2021 год. Возможно, стоило бы также отразить сведения по Москве и Московской области, ведь работа выполнена в Российском государственном аграрном университете – МСХА имени К. А. Тимирязева? Было бы целесообразным привести данные за 2022 или 2023 года.

2. Недостаточно обоснованы количество резонаторов в СВЧ-размораживателе, необходимость его работы в непрерывном режиме и выбор генераторных блоков от бытовых микроволновых печей при разработке размораживателя с коаксиальным и коническим резонаторами.

3. СВЧ-излучение на резонансных частотах поглощается молекулами воды, молозиво коров состоит на 75,4% из воды, бактерии – на 70...80%, а содержание воды в спорах бактерий составляет 5...15 %. Происходит ли торможение роста и развития бактерии и их спор?

4. В диссертации не поясняется, какие частотные составляющие электромагнитного поля учитывались при оценке электромагнитной обстановки и по какой причине выбран алюминий для изготовления экранирующего корпуса резонатора без сравнительной оценки характеристик других материалов.

5. Требуется пояснения, почему при определении допустимого времени пребывания вблизи установки не использованы выражения из действующего СанПиНа и не учитывалась интенсивность электрического и магнитного полей?

6. Содержание иммуноглобулинов в молозиве после размораживания и разогрева в ЭМП СВЧ составило 28...41% по шкале Brix. Являются ли эти уровни допустимыми? Какая допустимая кислотность исходного молозива?

7. По какому критерию выбраны базовые размораживатели «Солнышко», «Эконом БМА-50П» и «ПримаЛакт»? Как изменится годовой экономический эффект от применения СВЧ-размораживателя для дефростации и разогрева молозива животных по сравнению с наиболее распространенным размораживателем марки «Иглус»?

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки работы и могут быть учтены на следующих этапах исследований.

Заключение

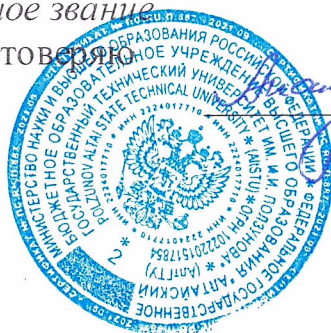
Диссертацию И. Г. Ершовой можно считать завершенной научной работой, итогом которой является практическая реализация нового технического средства, позволившего решить проблему ускоренного и эффективного размораживания молозива животных.

Диссертационная работа «Научно-технические основы разработки СВЧ-размораживателей молозива животных» соответствует требованиям и критериям пунктов 9-14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней» Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Ершова Ирина Георгиевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки).

Официальный оппонент,
доктор технических наук
(специальность 05.20.02 –
Электротехнологии и электрооборудование
в сельском хозяйстве), доцент,
ведущий научный сотрудник, профессор
кафедры «Электрификация производства и быта»
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»

Е. В. Титов

Подпись, ученую степень, ученое звание
и должность Е. В. Титова удостоверяю



С.В. Ананьин

«22» августа 2023 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», АлтГТУ)
656038, Сибирский федеральный округ, Алтайский край, г. Барнаул, проспект Ленина, д. 46, тел. +7 (3852) 29-07-06, 888tev888@mail.ru