

*На правах рукописи*



**КАНИНА КСЕНИЯ АЛЕКСАНДРОВНА**

**ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ МОЛОКА СЫРЬЯ НА КАЧЕСТВО  
МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

Специальность: 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов  
и холодильных производств

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Воронеж - 2020

Работа выполнена на кафедре технологии хранения и переработки продуктов животноводства ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Научный руководитель: **Шувариков Анатолий Семенович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой технологии хранения и переработки продуктов животноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г.Москва

Официальные оппоненты: **Тихомирова Наталья Александровна**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Менеджмента и экономики ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет», г. Коломна, Московская обл.  
**Ботвинникова Валентина Викторовна**, кандидат технических наук, менеджер по качеству ООО «Испытательная лаборатория (ИЛ) Тест-Пушино», г. Пушино, Московская обл.

Ведущая организация: Научно-исследовательский институт детского питания - Филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Истра, Московская обл.

Защита состоится «12» января 2021 года в 15 ч 30мин. на заседании совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.035.04 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](http://www.vsuet.ru) «12» октября 2020 г. Автореферат размещен в сети Интернет на официальном сайте Министерства образования и науки РФ: [vak2.ed.gov.ru](http://vak2.ed.gov.ru) и на официальном сайте ФГБОУ ВО «ВГУИТ» [www.vsuet.ru](http://www.vsuet.ru) «9» ноября 2020 г.

Автореферат разослан «1» декабря 2020 г

Ученый секретарь совета  
Д 212.035.04 по защите  
диссертаций на соискание  
ученой степени кандидата наук,  
на соискание ученой степени доктора наук

Е.В. Белокурова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Приоритетным направлением в развитии перерабатывающих отраслей АПК является обеспечение выполнения задач, поставленных правительством РФ в области питания населения, за счет выпуска качественных, безопасных пищевых продуктов общего и специального назначения с сохранением биологической полноценности, как сырья, так и продуктов, способствующих сохранению и укреплению здоровья нации.

Молоко и молочные продукты в питании человека занимают значительную часть в общем рационе. Высокая пищевая ценность молока и молочных продуктов состоит в том, что они содержат вещества, необходимые для функционирования организма человека в оптимально сбалансированных соотношениях и в легкоусвояемой форме. Однако, при наличии высокой биологической ценности молоко является хорошей питательной средой для большинства микроорганизмов, как вносимых с заквасками, так и попадающими извне.

В настоящее время для производства качественных и безопасных продуктов используют множество различных методов обработки сырья: пастеризация, стерилизация, ультрапастеризация, а также акустическая кавитация, обработка озоном, электромагнитное облучение и т.д., в оценке эффективности, которых решающую роль играет уменьшение степени бактериальной обсемененности и сохранение биологической ценности продукта. Наиболее распространенным методом обработки молока-сырья является пастеризация и стерилизация, которые обеспечивают безопасность потребления молока. Однако, эти способы являются энергоемкими, требуют определенного аппаратного оформления и соответствующих площадей. В качестве альтернативы вышеназванным способам в зарубежной практике используются акустические и электромагнитные методы обработки восстановленного молока и молочной сыворотки. В доступных источниках информации практически отсутствуют сведения о влиянии акустической обработки и лавиностримерного разряда на качество и безопасность цельного молока различных видов сельскохозяйственных животных, а также о возможности выработки молочных продуктов, содержащих обработанное молоко с применением указанных выше методов, при сохранении их заданной биологической ценности. В Стратегии развития науки и техники РФ до 2025 г подчеркнута необходимость использования новых технологических методов обработки сырья, в частности, акустической кавитации, которая является энерго- и ресурсосберегающей технологией.

Учитывая выше изложенное, изучение влияния обработки молока-сырья с применением новых технологических методов воздействия является актуальным научным направлением.

В основу *рабочей гипотезы* положено предположение о возможности использования для обработки молока-сырья новых технологических способов – акустической кавитации и лавиностримерного разряда – с целью достижения пастеризационного эффекта с последующим его безопасным использованием при производстве молочных продуктов.

**Цель диссертационной работы** - изучить физико-химические показатели, технологические свойства молока различных групп сельскохозяйственных животных и оценить влияние акустической кавитации и лавиностримерного разряда для его обработки с целью достижения пастеризационного эффекта с последующим безопасным использованием при производстве молочной продукции.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

- Провести комплексную оценку потребительских характеристик молока с учетом появления на отечественном рынке высокопродуктивных пород сельскохозяйственных животных и современных методов исследования его качества;

- Изучить возможность применения методов акустической кавитации и лавиностримерного разряда для обработки молока-сырья с целью достижения определенного пастеризационного эффекта;
- Установить оптимальные режимы обработки молока с применением акустической кавитации и лавиностримерного разряда с целью достижения пастеризационного эффекта;
- Оценить качество молочных продуктов, содержащих молоко, предварительно обработанное с применением воздействий акустической кавитации.

**Научная новизна работы.** 1. Впервые проведена комплексная оценка потребительских характеристик молока – сырья, полученного от коз зааненской, овец восточно-фрийской, коров - черно-пестрой пород. При оценке молока-сырья на термоустойчивость по показателю «алкогольная проба» установлено, что овечьё и козье молоко не выдерживает воздействия самой низкой-68% - ной концентрации спирта, что свидетельствует о низкой чувствительности этого показателя качества при приемке этих видов молока, что требует применения высокочувствительных методов оценки, например, тепловой пробы. Выполнена оценка органолептических показателей молока-сырья с применением дегустационных и инструментальных методов (система «электронный нос»). Обработка результатов дегустационной оценки позволили определить максимальные баллы - им является овечьё молоко, так как по показателям вкус, запах, консистенция, а также - «среднегеометрическая оценка» и «нечеткая мера сходства».

2. Впервые доказана возможность использования акустической кавитации и лавиностримерного разряда, как энергосберегающих способов, для обработки молока-сырья, полученного от различных видов сельскохозяйственных животных, с целью достижения определенного пастеризационного эффекта. Установлена целесообразность применения дуального подхода: технологическое воздействие акустической кавитации - для инактивации микробной биоты; применение лавиностримерного разряда - для уменьшения контаминации спорных бактерий.

3. Установлено, что высокочастотная кавитационная обработка молока-сырья (частота 45 кГц) является эффективным фактором воздействия для уничтожения санитарно-показательной микрофлоры в молоке-сырье и достижения определенного пастеризационного эффекта (наблюдается гибель около 40% бактерии группы кишечной палочки по сравнению с исходным значением). Низкочастотная ультразвуковая кавитационная (частота 20 кГц и ниже) обработка не эффективна с точки зрения достижения пастеризационного эффекта в молоке-сырье.

4. Показано, что низкочастотная кавитационная обработка молока-сырья способствует его гомогенизации при мощности ультразвукового воздействия 450 Вт; при возрастании мощности обработки от 600 до 800 Вт происходит слипание дробленых жировых частиц и образование агломератов. С точки зрения науки о питании, этот процесс может способствовать улучшению усвоения в организме потребителя молочного жира, что, особенно важно, для детского питания. Кроме того, этот эффект может быть рекомендован для использования в технологическом процессе производства масла с целью сокращения времени получения масляного зерна.

5. Впервые установлены оптимальные режимы лавиностримерного воздействия на молоко-сырье, полученного от различных видов сельскохозяйственных животных, с целью уничтожения спорообразующих бактерий: напряжение импульсов 40 кВ, длительность импульсов - не более 1 мкс, фронт нарастания сигнала - не более 5 нс. Новизна технологического решения защищена Патентом РФ №2017122351.

6. Впервые изучены особенности и показана возможность использования предварительно обработанного молока-сырья с применением высокочастотной акустической

кавитации для повышения эффективности производства молочных продуктов - сливочного масла и рассольного сыра брынза. Установлено, что при сбивании сливочного масла с использованием предварительно обработанного коровьего молока (с применением высокочастотной акустической кавитации) процесс агломерации жировых частиц происходит в 2 раза быстрее (при мощности акустического воздействия 600 Вт и частоте - 60КГц). При производстве рассольного сыра брынзы применение высокочастотной акустической кавитации позволяет исключить процесс пастеризации коровьего молока-сырья, что способствует повышению биологической ценности молочного продукта и улучшению его потребительских характеристик.

**Теоретическая и практическая значимость работы** заключается в том, что впервые изучены особенности и показана возможность использования предварительно обработанного молока-сырья с применением высокочастотной акустической кавитации для повышения эффективности производства молочных продуктов - сливочного масла и рассольного сыра брынза. Установлено, что при сбивании сливочного масла с использованием предварительно обработанного коровьего молока процесс агломерации жировых частиц происходит в 2 раза быстрее (при частоте акустического воздействия 600 Вт). При производстве рассольного сыра брынзы применение высокочастотной акустической кавитации позволяет исключить процесс пастеризации коровьего молока-сырья и заменить на процесс термизации, что способствует повышению биологической ценности молочного продукта. Впервые разработанная нормативная документация - ТУ и ТИ 10.51.40-001-02068634-2019 Сыр рассольный «Брынза» с применением высокочастотной кавитационной обработки молока.

Проведено обоснование возможности использования предложенного комплексного подхода в технологии производства молочных продуктов на основе сочетания ультразвуковой обработки и лавиностримерного разряда для достижения пастеризационного эффекта. Предложенный высокочастотный акустический способ воздействия на молоко-сырье при производстве рассольного сыра брынза апробирован в условиях действующего предприятия – ООО «КАРАТ» г. Москва (акты промышленной апробации приведены в Приложении А диссертационной работы). Разработка может быть рекомендована также для предприятий по производству молочной продукции различной мощности и форм собственности. Применение лавиностримерного способа воздействия на молоко-сырье защищено патентом РФ: №2017122351 «Способ плазмохимической обработки жидкого сырья органического и/или растительного происхождения и устройство для его реализации» (Приложение Б). Результаты диссертационной работы представлены на конкурсах, награждены дипломами I, II и III степени, золотыми, серебряными медалями (Приложение В): золотая медаль на XII Международном биотехнологическом Форуме-выставке «РосБиоТех-2018» (г. Москва, 2018 г.); диплом II и III степени, серебряная и бронзовая медаль, (г. Москва, 2017 г.) на «Российской агропромышленной выставке: «ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ 2017-2018 гг.»; Результаты работы нашли применение в учебном процессе кафедры технологии хранения и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева», они используются в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлению 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения»

**Положения, выносимые на защиту:**

- результаты комплексной оценки показателей качества молока, полученного от коз зааненской и овец восточно-фризской пород;
- результаты обоснования возможности достижения пастеризационного эффекта в молоке-сырье при дуальном использовании акустического и лавиностримерного воздействия;

- результаты комплексной оценки качества молочных продуктов, содержащих различные виды предварительно обработанного молока, с применением высокочастотного акустического воздействия.

#### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности.**

Диссертационная работа соответствует пунктам 1,2,4,6 паспорта специальности 05.18.04 - «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств»

**Апробация результатов.** Основные положения и результаты работы докладывались на конференциях, форумах и выставках: Материалы 6-й Международной научно-практической конференции к 105-летию юбилею доктора биологических наук, профессора Виктора Евгеньевича Тимофеева; Материалы к 95-летию юбилею кандидата биологических наук, доцента Александры Ивановны Борисовой (г. Самара, 2017 г.); Материалы к 95-летию юбилею кандидата биологических наук, доцента Александры Ивановны Борисовой (г. Самара, 2017 г.), Материалы 20-ая Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова. Материалы «Актуальные вопросы развития устойчивых, потребитель-ориентированных технологий пищевой и перерабатывающей промышленности АПК» (г. Москва, 2017 г.); Материалы Всероссийская научно-практической конференция «Инновационный потенциал сельскохозяйственной науки XXI века: вклад молодых ученых-исследователей» Ижевск, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. (г. Ижевск, 2017 г.), Материалы международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 100-летию И.С. Шатилова (Москва, 2017 г.); Материалы VII Всероссийская научно-практической конференции молодых ученых «Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи» (г. Курган, 2015); Международная Научная конференция, посвященной 200-летию Н.И. Железнова (г.Москва, 2016); Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции: сб.т. по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской области (г. Курган, 2018 г.); Материалы Республиканская научно-практической конференции молодых ученых и специалистов с международным участием «Молодые ученые в аграрной науке» (г. Луганск, 2016 г.). Международный биотехнологический Форум-выставка «РосБиоТех-2018 и 2019» (г. Москва, 2018г.); «IХХ Российская агропромышленная выставка «ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ 2017-2018».

**Публикации.** По материалам диссертации издано 20 научных работ, из них 3-в журналах, входящих в перечень ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, 1 публикация в издании, индексируемом в международных цитатно-аналитических базах данных (Web of Science), получен 1 патент РФ.

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 120 стр. машинописного текста, состоит из введения, основной части, включающей обзор литературы, материалы и методы исследования, результаты собственных исследований, заключения, предложения производству, библиографического списка литературы, приложений. Работа содержит таблиц 35 , рисунков 26 и 3 приложения.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертации, цель и задачи исследования, изложена научная новизна и практическая значимость диссертационной работы.

**В первой главе** представлены обобщённые данные о состоянии отечественного и зарубежного рынка молока и молочных продуктов. Приведены результаты научных исследований в области использованию методов обработки жидких пищевых сред для

решения проблем повышения качества молочного сырья. Проведён анализ нормативной, научно-технической и патентной информации в области применения эффектов ультразвукового и плазмохимического воздействия и показана перспективность их применения в технологии пищевых производств.

**Во второй главе** содержится описание структуры и организации эксперимента, объектов, методов их исследования и методика обработки результатов исследования. Схема проведения диссертационного исследования приведена на рис. 1. В последующих главах изложены результаты экспериментальных исследований диссертационной работы и приведено их обсуждение.



Рисунок 1 - Схема проведения исследования

**В третьей главе, раздел 3.1** содержит результаты комплексной оценки качества молока - сырья, полученного от различных видов сельскохозяйственных животных. Показано, что средняя массовая доля жира в козьем и овечьем молоке, соответственно, на 0,80% и на 2,5% выше, чем в коровьем (табл.1).

Таблица 1 - Результаты анализа качественных характеристик молока сельскохозяйственных животных

Физико-химический показатель	Молоко		
	Козье <sup>3</sup>	Овечьё <sup>2</sup>	Коровье <sup>1</sup>
Массовая доля, %: белка	3,87±0,11	6,09±0,12	3,38±0,11
-НБА	0,0415±0,0060	0,0362±0,0060	0,0310±0,0060
-общего азота	0,607±0,030	0,955±0,030	0,530±0,030
-СБ	1,11±0,03	1,92±0,03	0,86±0,03
-жира	4,3±0,05	6,0±0,05	3,5±0,05
-влаги	86,77±0,01	82,13±0,015	87,74±0,012
-лактозы	4,40±0,02	4,94±0,01	5,07±0,01
Титруемая кислотность, °Т	20±0,02	24±0,012	17±0,14
Активная кислотность, рН	6,49±0,02	6,65±0,01	6,69±0,17
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1,0290±0,15	1,0274±0,17	1,0278±0,17
Эффективная вязкость, Па·с	1,8·10 <sup>-3</sup>	2,4·10 <sup>-3</sup>	1,8·10 <sup>-3</sup>
Дисперсность жировых шариков, мкм	4,3±0,30	5,77±0,25	5,98±0,15
Алкогольная проба, объемная доля этилового спирта, %	не выдерживает 68% р-р спиртовой пробы		выдерживает 80% р-р спиртовую пробу

**Примечание:** \*<sup>1-2</sup>P≥0,05 ; \*<sup>3-2</sup> P≥0,05 ; \*<sup>3-1</sup> P≤0,01- отношение показателей между группами

Установлено, что овечьё молоко характеризуется наличием жировых шариков, с преобладающим размером менее 3,5 мкм, в то время как средний размер жировых шариков у козьего молока – 4,3 мкм, а у коровьего - варьируется от 0,92 до 15,75 мкм (рис 2).

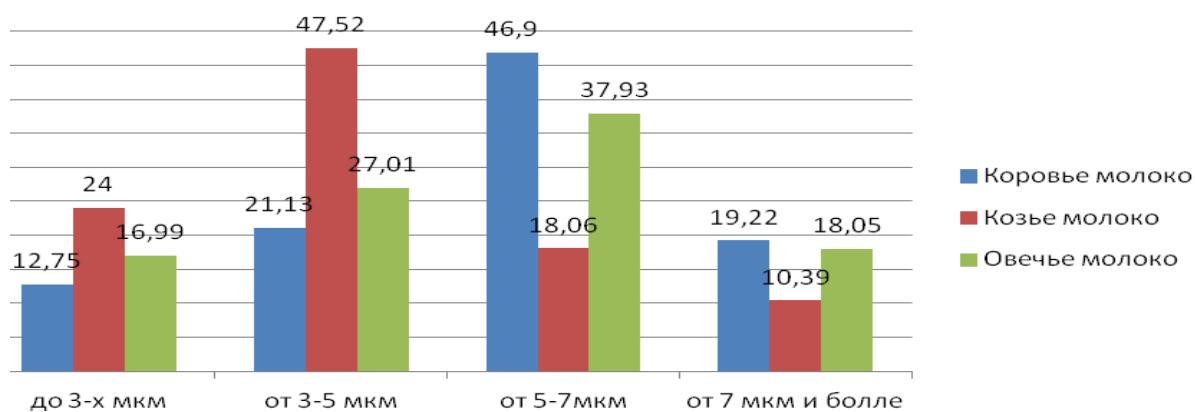


Рисунок 2 - Диаграмма распределение жировых шариков коровьего, козьего и овечьего молока, %

Массовая доля белка у овечьего молока почти в 2 раза выше по сравнению с коровьим и козьим, при этом белковый состав овечьего молока, который характеризуется показателями НБА и СБ, свидетельствует, что в овечьем молоке сывороточных белков по сравнению с козьим и коровьим в 0,5 и 2,23 раза больше, соответственно.



Значение показателя эффективной вязкости у овечьего выше на 33% по сравнению с коровьим и козьим молоком, что объясняется химическим составом овечьего молока (табл.1).

При оценке качества молока-сырья на термоустойчивость по показателю «алкогольная проба» установлено, что овечье и козье молоко не выдерживают воздействия самой низкой-68%-ной концентрации спирта, что свидетельствует о низкой чувствительности этого показателя качества при приемке этих видов молока и требует применения высокочувствительных методов оценки, например, тепловой пробы, а также анализа фракционного состава белков козьего и овечьего молока.

При определении состава жировой фазы коровьего, козьего и овечьего молока выявлены различия по содержанию ряда жирных кислот (табл. 2). Установлено, что для овечьего и козьего молока характерно высокое содержание каприновой кислоты (C<sub>10:0</sub>) и линоленовой (C<sub>18:3</sub>), а в козьем молоке количество последней незначительное. Известно, что каприновая кислота отвечает за выраженность аромата молока, а линолевая кислота - за его пищевую ценность. Полученные данные коррелируют с результатами органолептической оценки молока-сырья (рис. 4).

Таблица 2 - Жирнокислотный состав молока коровьего, козьего, овечьего, %, от общего содержания

Вид молока	Массовая доля жирных кислот, %								
	C <sub>4:0</sub>	C <sub>6:0</sub>	C <sub>10:0</sub>	C <sub>14:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>
Коровье	2,94± 0,20	1,8± 0,20	2,88± 0,25	11,24 ±0,34	30,15± 1,20	12,88± 0,56	24,81± 0,70	2,86± 0,33	0,68± 0,23
Козье	2,55 ±0,30	2,26± 0,40	8,84± 0,60	10,90 0,50	25,30± 1,0	13,30± 0,40	28,90± 0,80	2,05± 0,35	0,05± 0,10
Овечье	3,60 ±0,40	2,73± 0,35	10,75 ±1,30	11,64± 0,50	26,40± 0,80	9,80± 0,75	19,90± 1,0	1,88± 0,39	1,32± 0,40

Проведена оценка показателей безопасности, в частности, микробиологической составляющей молока-сырья. Во всех исследуемых видах молока (выборка составила 120 образцов) обнаружены бактерии группы кишечной палочки, при этом необходимо отметить, что, согласно требованиям нормативной документации ТР ТС 033/2013, его использование при наличии бактерий группы кишечной палочки запрещено (рис. 3).



Рисунок 3 - Диаграмма распределения микроорганизмов в молоке-сырье, полученного от различных видов сельскохозяйственных животных

С помощью системы «электронный нос» получены визуальные отпечатки запаха образцов молока (рис. 4).

«Визуальный отпечаток» запаха молока-сырья, как правило, формируется присутствием в газовой фазе альдегидов (сенсор M<sub>1</sub>), кетонов (сенсор M<sub>4</sub>), свободных аминокислот (сенсор M<sub>3</sub>), низкомолекулярных азотсодержащих соединений (сенсор M<sub>2</sub>), что может быть обусловлено рационом кормления коров.

Из профилограммы (рис.4) видно, что наиболее интенсивный «кормовой» оттенок присутствовал в запахе молока коровьего, площадь его «визуального отпечатка» составляет 24,64 усл. ед. Овечье и козье молоко «кормового привкуса» не имели, для них был характерен запах, специфический для этих видов сельскохозяйственных животных (табл.3).

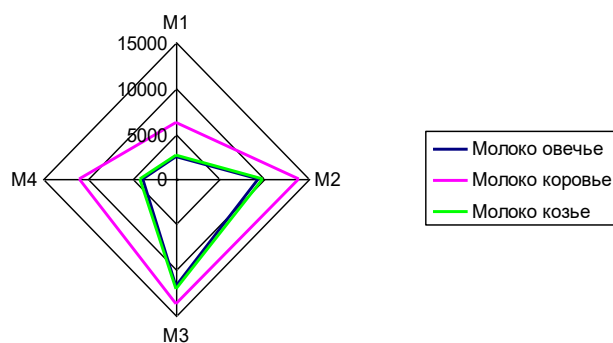


Рисунок 4 - «Визуальные отпечатки» запаха образцов молока-сырья (сенсоры MOS)

Проведена оценка органолептических показателей молока-сырья с применением дегустационных методов для уточнения информации, полученной инструментально (с применением системы «электронный нос»). Результаты оценки представлены в табл. 3. использование методов алгебраического анализа органолептической оценки позволило выявить безусловного лидера- им является овечье молоко, так как по показателям «среднегеометрическая оценка» и «нечеткая мера сходства» получило максимальные оценки. Коровье, козье и овечье молоко имело однородную консистенцию, без осадка, представляло собой слабо вязкую, не тягучую жидкость, белого цвета с желтоватым оттенком, ровным по всей массе. Коровье молоко имело «кормовой запах». Овечье молоко, практически, не имело запаха и выраженного вкуса, было слегка сладковатым, а козье обладало специфическим, слабым запахом и привкусом, характерным для этого вида молока.

Таблица 3 - Результаты органолептической оценки образцов молока-сырья

Вид молока	Среднеарифметическая оценка, балл	Среднегеометрическая оценка	Нечеткая мера сходства образца и эталона*
Коровье	4,5 ±0,2	1,189	0,028
Овечье	4,8±0,15	1,210	0,366
Козье	4,34±0,16	1,160	0

Исходя из полученных результатов расширенной дегустационной оценки, можно утверждать, что применение системы «электронный нос» и методов алгебраического анализа органолептических оценок необходимо более широко применять в практике комплексной оценки качества молока-сырья с целью получения объективной информации для принятия объективного управленческого решения о качестве молока.

Таким образом, полученные характеристики физико-химических, микробиологических и органолептических показателей коровьего, козьего и овечьего молока, свидетельствуют что качество молока, полученного от сельскохозяйственных животных не в полной мере отвечает требованиям ТР ТС 033/2013, что требует применения новых технологических способов корректировки его качества на стадии первичной обработки молока с целью получения продуктов заданных потребительских свойств и состава.

**Раздел 3.2 Приведены результаты применения инновационных, технологических способов воздействия на молоко-сырье с целью достижения пастеризационного эффекта.** В качестве технологических способов воздействия на молоко-сырье с целью достижения пастеризационного эффекта выбраны кавитационная обработка и лавиностримерный разряд, как наиболее известные энергосберегающие способы, имеющие российское аппаратное оформление (рис. 3,4)

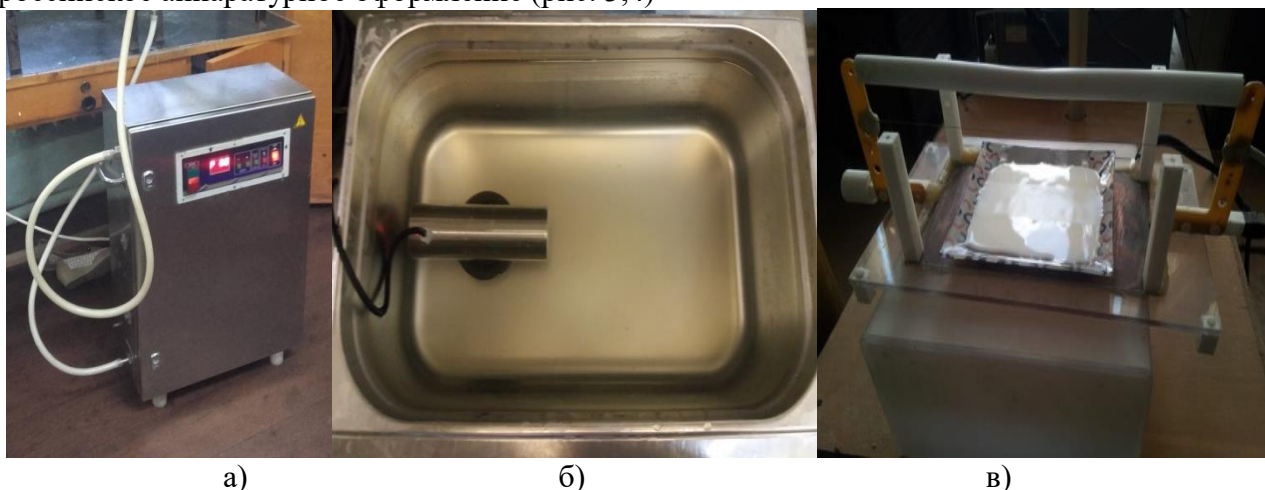


Рисунок 4 - Установки для кавитационной обработки молока: а) слева - низкочастотная, б) справа – высокочастотная, в) установка для обработки молока с применением лавиностримерного разряда

Полученные результаты исследования показывают, что при обработке высокочастотными ультразвуковыми колебаниями (свыше 20 кГц), генерируемыми электрическим ультразвуковым прибором погружного типа импульсного воздействия активатор «УЗО Активатор-150», количество бактерий группы кишечной палочки (БГКП) снизилось на 40%, что позволяет сделать вывод об эффективности выбранного способа воздействия для уничтожения микрофлоры различных видов в молоко-сырье и достижения определенного пастеризационного эффекта (рис. 5).

Обработка молока осуществлялась с установленной частотой 45 кГц, мощностью 1кВт с оптимальным временем импульсного воздействия 30 минут.

С целью изучения влияния воздействия мощности ультразвукового аппарата на качество белковой и жировой составляющих молока-сырья, были проведены соответствующие исследования. Установлено, что показатель «общий белок» не изменяется при выбранных диапазонах воздействия (30-120 мин). Исходя из полученных результатов (табл.4), следует, что показатель «содержание сывороточных белков» также остается, практически, неизменным в зависимости от продолжительности обработки, что свидетельствует об отсутствии заметной деструкции этих видов белков. Можно полагать, что высокочастотная кавитационная обработка молока-сырья не будет оказывать негативного влияния на качество готового молочного продукта.

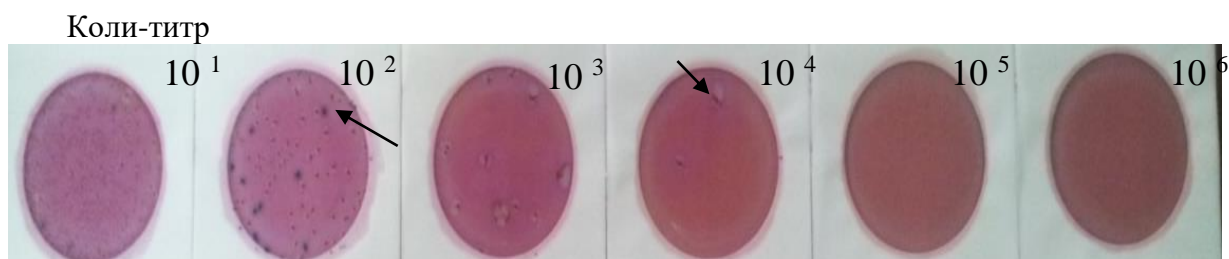


Рисунок 5 - Образцы молока (посев на микроорганизмы группы кишечной палочки) после обработки с применением высокочастотной кавитационной установки погружного типа импульсного воздействия «УЗО Активатор-150»

Таблица 4 - Результаты исследования белкового состава молока в зависимости от времени кавитационной обработки при частоте 45 кГц

Наименование показателя	Контроль <sup>1</sup>	30 мин <sup>2</sup>	60 мин <sup>3</sup>	120 минут <sup>4</sup>
Общий белок, %	3,09±0,030	3,11±0,18 <sup>*1-2</sup>	3,08±0,02 <sup>*1-3</sup>	3,11±0,01 <sup>*1-4</sup>
Содержание, %:				
-общего азота	0,484±0,006	0,487±0,014	0,482±0,03	0,487±0,002
-небелкового азота	0,0276±0,03	0,0277±0,016	0,0275±0,01	0,0260±0,16
-сывороточных белков	0,85±0,12	0,78±0,13	0,77±0,16	0,82±0,01
-казеиновых белков	2,29±0,15	2,36±0,01	2,35±0,03	2,32±0,014

**Примечание:**  $P \geq 0,05$ ; <sup>\*1-2; \*1-3; \*1-4</sup> статистических различий нет, а значит обработка не влияет на показатель общего белка

Результаты оценки жирнокислотного состава молока, в зависимости от вида кавитационной обработки свидетельствуют о неизменности жирнокислотного профиля, как при низко- и так и при высокочастотной кавитационной обработке, что позволяет сделать вывод об отсутствии выраженного негативного влияния ультразвуковой кавитации на жировую составляющую молока-сырья.

При использовании низкочастотного ультразвукового воздействия (ниже 20 кГц), которое генерировали с помощью реактора ультразвукового кавитационного проточного типа РКУ (ТУ-5130-002-26784341-2008, производитель ООО «ПрофиРестКонсалт»), показатели КМАФАНМ и БГКП после обработки не изменялись, так же как и физико-химические показатели молока (табл.5), кроме показателя «дисперсность жировых частиц».

Таким образом, можно утверждать, что низкочастотная ультразвуковая кавитационная обработка не эффективна с точки зрения достижения пастеризационного эффекта в молоке-сырье.



Рисунок 7 - Распределение жировых частиц молока после низкочастотной кавитационной обработки молока-сырья

Установлено, что при мощности акустического воздействия 450 Вт и частоте 20 КГц наблюдается дробление жировых частиц – гомогенизация (рис. 7, слева); при возрастании мощности обработки от 600 до 800 Вт - происходит слипание дробленных жировых частиц и образование агломератов (рис.7, справа). С точки зрения науки о питании, этот процесс может способствовать улучшению усвоения в организме потребителя молочного жира, что, особенно важно, для детского питания. Кроме того, этот эффект может быть рекомендован для использования в технологическом процессе производства масла с целью сокращения времени получения масляного зерна.

Таблица 5 - Качественные показатели молока при воздействии низкочастотной кавитации

Показатели молока	Контроль <sup>1</sup> (без обработки)	Мощность обработки, Вт.			
		450 <sup>2</sup>	600 <sup>3</sup>	800 <sup>4</sup>	1000 <sup>5</sup>
Массовая доля, %:	3,77±0,006	3,75±0,01	3,76±0,20	3,77±0,01	3,75±0,01
-жира,	7,9±0,1	7,9±0,1	7,9±0,1	7,9±0,1	7,9±0,1
-СОМО,	3,1±0,1	3,2±0,2	3,2±0,2	3,1±0,1	3,0±0,1
-белка,					
Плотность, °А	25,6±0,10	25,6±0,10	25,5±0,12	25,4±0,13	25,5±0,12
Титруемая кислотность, °Т	16±0,1	17±0,1	16±0,1	17±0,1	16±0,1
Дисперсность жировых частиц, мкм.	3,60±0,4	2,90±0,3 *1-2	4,04±0,26 *1-3	4,30±0,3 *1-4	3,68±0,4 *1-5
КМАФАнМ, КОЕ/см <sup>3</sup>	5,13*10 <sup>2</sup>	4,8±10 <sup>2</sup>	5,2±10 <sup>2</sup>	5,1*10 <sup>2</sup>	5,2*10 <sup>2</sup>
БГКП, КОЕ/см <sup>3</sup>	3,26*10 <sup>2</sup>	2,98*10 <sup>2</sup>	3,32*10 <sup>2</sup>	3,14*10 <sup>2</sup>	3,98*10 <sup>2</sup>

**Примечание:** \*<sup>1-2</sup> P≤0,05; \*<sup>1-3</sup> статистических различий нет; \*<sup>1-4</sup> статистических различий нет; \*<sup>1-2</sup> P≤0,01; \*<sup>1-3</sup> P≤0,01; \*<sup>1-4</sup> P≤0,05; \*<sup>1-5</sup> P≤0,01

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что применение технологии ультразвуковой акустической кавитации должно носить адаптивный характер в зависимости от поставленных целей: для достижения пастеризационного эффекта следует применять высокочастотную кавитационную обработку; низкочастотную обработку молока-сырья рекомендовано использовать для сокращения времени получения масляного зерна.

**В разделе 3.4 содержатся результаты оценки качества молока-сырья, полученного после обработки лавиностримерным разрядом для достижения пастеризационного эффекта.** Применение лавиностримерного разряда позволяет осуществлять «бомбардировку» поверхности молока ионами и электронами, что вызывает появление вблизи поверхности молока активных частиц атомарного кислорода и озона. Средняя мощность лавиностримерного воздействия на объем молока в 200 см<sup>3</sup> составляла не более 120 Вт, а мощность его импульсного воздействия - более 120 МВт.

Результаты оценки физико-химических показателей молока-сырья (на примере коровьего) после лавиностримерного воздействия свидетельствуют, что его основные показатели качества остались без изменений, поэтому, можно сделать вывод о пригодности молока для дальнейшей технологической переработки (табл.6).

Таблица 6 – Результаты оценки физико-химических показателей коровьего молока в зависимости от времени воздействия лавиностримерного разряда

Показатели молока	Контроль (без обработки)	Длительность обработки лавиностримерным разрядом, мин		
		1	5	10
Массовая доля, %:				
-общего азота,	0,530±0,03	0,508±0,01	0,504±0,01	0,567±0,05
-белка,	3,38±0,11	3,36±0,10	3,37±0,2	3,61±0,11
-НБА,	0,0310±0,006	0,0311±0,005	0,0312±0,006	0,0310±0,006
-жира,	3,5±0,05	3,5±0,05	3,5±0,05	3,5±0,05
-влаги,	87,74±0,2	87,74±0,2	87,81±0,17	87,68±0,19
-лактозы,	3,85±0,05	3,85±0,05	3,98±0,06	3,88±0,04
Титруемая кислотность, °Т	17±0,11	17±0,11	17±0,11	17±0,11
Активная кислотность (рН)	6,69±0,17	6,66±0,15	6,66±0,15	6,66±0,18
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1,0278±0,61	1,0278±0,60	1,0286±0,15	1,0286±0,15
Точка замерзания, минус °С	0,535±0,20	0,536±0,18	0,534±0,19	0,536±0,2
Количество соматических клеток, см <sup>3</sup>	174±0,10	173±0,11	174±10	173±0,10

С целью изучения возможности достижения пастеризационного эффекта за счет применения лавиностримерного воздействия оценено его влияние на микробиологический фон молока (рис.7). Показано, что применение лавиностримерного воздействия способствует увеличению показателя КМАФАнМ.

Установлено, что обработка образующимися после лавиностримерного воздействия электронными комплексами, озоном, свободным кислородом приводит к уничтожению спорных бактерий – их количество уменьшается на порядок при времени облучения 30 с и составило 200 КОЕ/см<sup>3</sup>; при 60 с воздействии наблюдается дальнейшая гибель спорных клеток, их количество составляло 10 КОЕ/см<sup>3</sup>, т.е. уменьшилось на порядок. При дальнейшем увеличении времени воздействия лавиностримерным разрядом гибель клеток прекращается, и их количество стабилизируется. Отсюда, можно сделать вывод, что увеличение времени лавиностримерного воздействия свыше 60 с нецелесообразно (рис.8).

Таким образом, полученные результаты диссертационного исследования свидетельствуют о нецелесообразности использования лавиностримерного воздействия для получения пастеризационного эффекта в молоке-сырье, однако, установленный факт снижения количества спорообразующих микроорганизмов за счет его применения, позволяет рекомендовать использование этого метода воздействия в комплексе с высокочастотной ультразвуковой кавитацией для получения гарантированного пастеризационного эффекта.

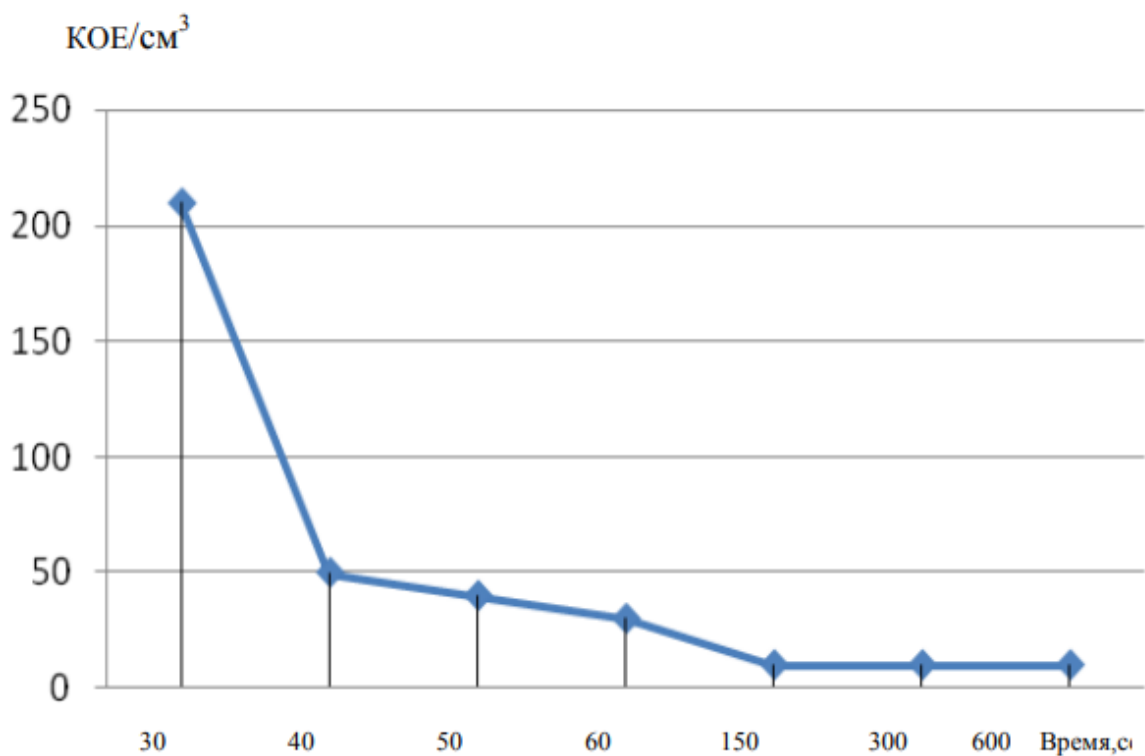


Рисунок 8 - Изменение количества спорообразующих микроорганизмов (САМ) в процессе обработки лавиностримерным разрядом

**В разделе 3.5 приведены результаты оценки качества продуктов, содержащих молоко-сырье, предварительно подвергнутое обработке с применением высокочастотной акустической кавитации.** Объектом исследования служили следующие молочные продукты: сливочное масло и рассольный сыр – брынза.

Сливочное масло (контроль) вырабатывали согласно рецептуре и технологической схеме, представленных в ГОСТ 32261-2013 «Масло сливочное. Технические условия». Опытный образец сливочного масла получали из цельного молока, подвергнутого высокочастотной кавитационной обработке с применением «УЗО Активатор-150».

Установлено, что при ударной кавитационной волне белково-лецитиновые оболочки жировых частиц дробятся, а затем собираются в крупные агломераты (рис.7), при этом, следует предположить, что белково-лецитиновая оболочка в ходе обработки истончается, что способствует процессу более полного высвобождения жира (табл.7), и, как следствие, увеличению выхода жира на 3 %.

Кислотность жировой фазы масла сливочного при высокочастотной кавитационной обработке молока-сырья составляет 2,28 °К, что примерно в 2,7 раза выше по сравнению с контролем, однако это значение показателя кислотности не выходит за пределы установленного диапазона, согласно требованиям нормативной документации (ТР ТС 033/2013).

При хранении опытного и контрольного образцов сливочного масла в течение 12 месяцев при температуре -12 °С зафиксирован рост в 2 раза показателя «перекисное число» по сравнению с исходным значением (табл.7), однако значение показателя «перекисное число» не превышает регламентированное, установленное нормативной документацией (ТР ТС 033/2013). Результаты органолептического анализа свидетельствуют об отсутствии



изменения цвета поверхности (присутствовал однородный желтый цвет по всей массе продукта) и выраженного вкуса прогорклости.

Таблица 7 - Результаты определения физико-химических показателей образцов сливочного масла

Наименование показателя	Начальный период хранения		В конечный период хранения (12 месяцев)	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Массовая доля, %:				
-жира,	72,7±0,8	72,0±0,6	72,2±0,5	72,3±0,4
-молочного жира, в жировой фазе продукта,	99,0±0,62	99,0±0,24	27,8±0,2	27,7±0,18
- влаги, %	25,2±0,2	25,8±0,3	0,85±0,5	2,35±0,6
Кислотность жировой фазы, °К	0,85±0,44	2,28±0,37	0,74±0,2	2,73±0,1
Перекисное число в жире, выделенном из продукта, моль активного кислорода/кг	0,74±0,2	0,73±0,1	72,2±0,5	72,3±0,4

Следовательно, можно полагать, что в процессе хранения опытного образца не происходит значительного ухудшения его качественных характеристик и, следовательно, высокочастотная кавитационная обработка молока-сырья при производстве сливочного масла технологически целесообразна.

Результаты, анализа жирнокислотного состава сливочного масла свидетельствуют о снижении содержания масляной и увеличении содержания олеиновых кислот в опытном образце по сравнению с контролем, что закономерно при увеличении кислотности жировой фазы сливочного масла (опытный образец) и коррелируется с данными других авторов (Юрова Е.А., Жижин Н.А., Кобозева Т.В. и др.). В ходе органолептической оценки масла установлено, что контрольный и опытный образцы в начальный период хранения имеют выраженный сливочный вкус, в них отсутствуют посторонние запахи и привкусы, для них характерен однородный желтый цвет по всей массе продукта, однако опытный образец имеет более мажущую консистенцию по сравнению с контролем, что может быть объяснено более высокой степенью гомогенизации жировых частиц и образованием агломератов в процессе высокочастотной кавитационной обработки молока-сырья (табл.8).

Результаты органолептического анализа свидетельствуют об отсутствии изменения цвета поверхности (присутствовал однородный желтый цвет по всей массе продукта) и выраженного вкуса прогорклости.

Следовательно, можно полагать, что в процессе хранения опытного образца не происходит значительного ухудшения его качественных характеристик и, следовательно, высокочастотная кавитационная обработка молока-сырья при производстве сливочного масла технологически целесообразна.

Таблица 8 - Результаты органолептической оценки масла сливочного

Наименование показателя	Среднеарифметическая оценка, балл	Среднегеометрическая оценка	Нечеткая мера сходства образца и эталона
Вкус и запах	*4,2/4,4	1,1/1,3	0/0,28
Консистенция и внешний вид	4,3/4,3	1,2/1,3	0,3/0,01
Цвет	4,2/4,5	1,1/1,4	0/0,03

\*Контроль/опыт



В результате проведенных исследований установлено, что при обработке молока-сырья высокочастотным кавитационным воздействием, процесс пастеризации молока не происходит, а, значит, кальций, важный компонент для образования сгустка, не выпадает в осадок и, тем самым, способствует формированию упругого сгустка сыра, в отличие от пастеризованного молока, которое применяется в традиционной технологии производства брынзы. При этом не происходит заметного изменения (в сторону ухудшения) физико-химических и органолептических показателей опытного образца сыра по сравнению с контролем (рис.9), что позволяет сделать вывод о технологической целесообразности применения высокочастотной кавитационной обработки молока-сырья при производстве рассольного сыра типа брынзы.

Содержание, %

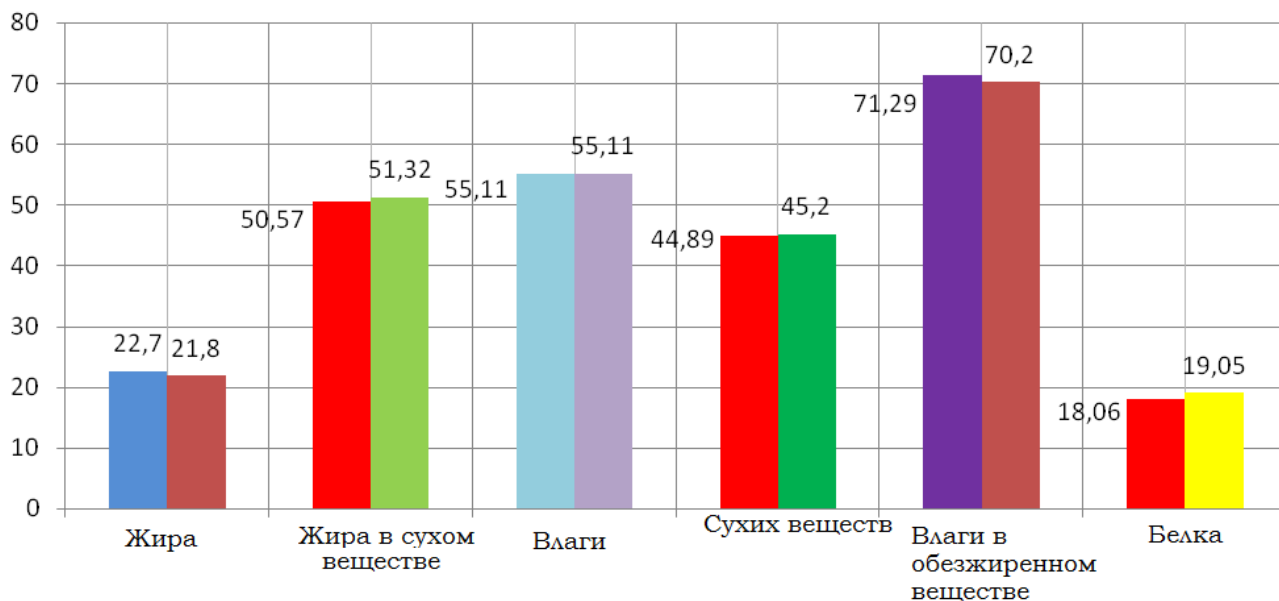


Рисунок 9 - Результаты оценки физико-химических показателей оценки сыра брынзы (контроль и опыт)

Согласно требованиям ТР ТС 033/2013 г., молоко-сырье и сыр обработанного высокочастотной акустической кавитацией выработанный из такого сырья, должны отвечать по показателям качества требованиям безопасности (содержание афлатоксинов, тяжелых металлов, антибиотиков, пестицидов). Установлено, что по показателям безопасности образцы молока: коровьего, овечьего и козьего соответствовали нормируемым значениям этих показателей, так же как и сыр-брынза, изготовленный из этого молока.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ:

1. Проведена комплексная оценка потребительских характеристик молока различных видов сельскохозяйственных животных-коз зааненской, овец восточно-остфрийской, коров черно-пестрой пород. Показано, что массовая доля жира в козьем и овечьем молоке выше на 0,8% и 2,5%, соответственно, по сравнению с коровьим молоком, при этом размер жировых шариков минимальный (4,3 мкм) в козьем молоке, далее следует овечье (5,7 мкм) и коровье (5,98 мкм). Массовая доля белка у овечьего молока почти в 2 раза выше по сравнению с коровьим и козьим, при этом содержание сывороточных белков в овечьем молоке выше в 2,23 раза по сравнению с коровьим. При оценке молока-сырья на термоустойчивость по

показателю «алкогольная проба» установлено, что овечье и козье молоко не выдерживают воздействия самой низкой-68% - ной концентрации спирта, что свидетельствует о низкой чувствительности этого показателя качества при приемке этих видов молока и требует применения высокочувствительных методов оценки, например, тепловой пробы. Осуществлена оценка показателей безопасности качества молока. Во всех исследуемых видах молока обнаружены бактерии группы кишечной палочки, что противоречит требованиям ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». При этом ОМЧ вышеназванных видов молока находится в пределах 500-700 КОЕ/см<sup>3</sup>, что соответствует требованиям вышеназванного нормативного документа. Выполнена оценка органолептических показателей молока-сырья с применением дегустационных и инструментальных методов (система «электронный нос»). Результаты комплексной обработки дегустационных оценок позволили установить, что по показателям вкус, запах, консистенция, а также - «среднегеометрическая оценка» и «нечеткая мера сходства» - наибольшие баллы, среди исследованных образцов, получило овечье молоко.

2. Изучена возможность применения методов акустической кавитации и лавиностримерного разряда при обработке молока-сырья с целью достижения пастеризационного эффекта. Доказана целесообразность применения дуального подхода для достижения пастеризационного эффекта: технологическое воздействие акустической кавитации целесообразно при инактивации микробной биоты, а применение лавиностримерного разряда - для уменьшения контаминации спорных бактерий.

3. Установлены оптимальные режимы обработки молока с применением акустической кавитации и лавиностримерного разряда с целью достижения пастеризационного эффекта. Установлено, что высокочастотная кавитационная обработка молока-сырья (частота 45 кГц и продолжительность 30 мин.) является эффективным фактором воздействия при уничтожении санитарно-показательной микрофлоры молока-сырья (наблюдается гибель около 40% бактерий группы кишечной палочки по сравнению с исходным значением) и может быть рекомендована для получения определенного пастеризационного эффекта. Низкочастотная ультразвуковая кавитационная обработка (частота 20 кГц и ниже) не эффективна с точки зрения достижения пастеризационного эффекта в молоко-сырье, т.к гибель микробной биоты не происходит. При этом, низкочастотная кавитационная обработка молока-сырья способствует его гомогенизации при мощности ультразвукового воздействия 450 Вт, а при возрастании мощности обработки от 600 до 800 Вт происходит слипание дробленых жировых частиц и образование агломератов. Аналогичный процесс происходит в молоко-сырье при использовании высокочастотной акустической кавитации. Установлены оптимальные режимы лавиностримерного воздействия на молоко-сырье, полученного от различных видов сельскохозяйственных животных, с целью уничтожения спорообразующих бактерий: напряжение импульсов 40 кВ, длительность импульсов - не более 1 мкс, фронт нарастания сигнала - не более 5нс. Новизна технологического решения защищена Патентом РФ №2017122351.

4. Изучены особенности и показана возможность использования предварительно обработанного коровьего, козьего и овечьего молока-сырья с применением высокочастотной акустической кавитации для повышения эффективности производства молочных продуктов - сливочного масла и рассольного сыра брынза. Установлено, что при сбивании сливочного масла с использованием предварительно обработанного молока-сырья процесс агломерации жировых частиц происходит быстрее в 2 раза при установленных оптимальных режимах. При выбранном времени и частоте высокочастотной кавитационной обработки молока - сырья органолептические показатели, а также показатель «перекисное число» опытного и контрольного образцов идентичны в начальный период хранения. При хранении опытного и контрольного образцов сливочного масла в течение 12 месяцев при температуре - 12 °С

зафиксирован рост в 2 раза показателя «перекисное число» по сравнению с исходным значением, однако его значение не превышает регламентированное, согласно требованиям ТР ТС 033/2013. Результаты органолептического анализа свидетельствуют об отсутствии изменения цвета поверхности по всей массе продукта и выраженного вкуса прогорклости. При производстве рассольного сыра брынза рекомендована применение высокочастотной акустической кавитации для обработки молока-сырья совместить с последующей термизацией, что позволяет исключить процесс пастеризации, при этом кальций, важный компонент для образования сгустка, не выпадает в осадок и, тем самым, происходит формирование упругого сгустка сыра, в отличие от пастеризованного молока, которое применяется в традиционной технологии производства брынзы; все эти факторы способствуют повышению биологической ценности, безопасности и экономической целесообразности производства молочного продукта. Практическая реализация результатов диссертационного исследования отражена в актах производственной апробации и ТУ и ТИ 10.51.40-001-02068634-2019 Сыр рассольный «Брынза» с применением высокочастотной кавитационной обработки молока, разработанных впервые.

#### **Предложение производству**

В целях снижения бактериальной обсемененности молока-сырья рекомендовано дуального подхода, для снижения бактериальной обсемененности молока использовать высокочастотную акустическую кавитационную обработку как дополнительную обработку для уменьшения количества споровых мезофильных бактерий в молоке-сырье, обработку лавиностримерным разрядом со временем обработки от 30 с. до 1 мин.

При производстве рассольного сыра брынза целесообразно исключить процесс пастеризации молока-сырья и заменить его высокочастотной акустической кавитационной обработкой с последующей термизацией, что позволит уменьшить уровень бактериальной обсемененности молока-сырья и сохранить биологически важные компоненты, способствующие повышению пищевой и биологической ценности сыра-брынза, согласно впервые разработанной нормативной документации ТУ и ТИ 10.51.40-001-02068634-2019 Сыр рассольный «Брынза» с применением высокочастотной кавитационной обработки молока, разработанных впервые. Уровень рентабельности производства сыра брынзы по разработанной технологии на 6 % выше по сравнению с традиционной.

## **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Статьи в научных журналах, рекомендованных ВАК РФ:**

1. Красуля, О.Н. Комплексная оценка качества молока-сырья сельскохозяйственных животных / **К.А. Канина**, Д.А. Колпакова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. - 2017. - № 4. - С.66-72.
2. Юрова, Е.А. Сравнительная оценка молока-сырья жвачных сельскохозяйственных животных / Е.А. Юрова, Е.С. Семенова, Д.Н. Мельденберг, **К.А. Канина**, Т.О.Робкова // Молочная промышленность. - 2017. - №8 - С. 60-63.
3. **Канина, К.А.**, Изучение влияния воздействия высокочастотной акустической кавитации на качество молока-сырья и молочных продуктов на его основе / О.Н. Красуля, Н.А. Жижин, Е.С. Семенова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т. 81. – № 3 (81). – С. 145-150.

**Публикация в издании, индексируемом в международных цитатно-аналитических базах данных:**

1. Krasulya, O. Studying the Influence of Acoustic Cavitation and Avalanche-Streamer Discharge on the Quality of Raw Milk in Order to Achieve the Pasteurization Effect / O.Krasulya, **К.Канина**, N. Zhizhin, N. Shlenskaya, A. Demid. // International Applied Research Conference «Biological Resources Development and Environmental Management». P. 558–568. DOI:org/10.18502/kl.v5i1.6127 (WoS(ISSN 2413-0877)).

**Статьи в журналах и сборниках материалов конференций:**

2. **Канина, К.А.** Качество коровьего и козьего молока, как сырья для выработки молочных продуктов / К.А. Канина К.А., А.С. Шувариков // В сборнике: Приоритетные направления развития пищевой индустрии. Сборник научных статей. – Ставрополь, 2016. - С. 291-293.
3. Шувариков, А.С. Научно-производственный журнал. Физико-химические показатели козьего, овечьего и коровьего молока /А.С. Шувариков, **К.А. Канина**, О.Н. Красуля, О.Н. Пастух, Т.О. Робкова // Овцы, козы шерстяное дело.- 2017. -№1.- С. 38-40.
4. **Канина, К.А.** Физико-химические и органолептические показатели разных видов молока / К.А. Канина, Т.О. Робкова // Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева: сб. науч. конф. – Москва, 2017. - С. 172-174.
5. **Канина, К.А.** Результаты сравнительного анализа качества сырого молока коз, овец, коров / К.А. Канина, Т.О. Робкова // В сборнике: Международная научная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная 100-летию И.С.Шатилова. Сборник статей. – Москва, 2017. С. 54-55.
6. Макальский, Л.М. Использование лавиностримерных разрядов для проблем качества молочного сырья / Л.М. Макальский, О.М. Цеханович, **К.А. Канина** // В сборнике: Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы Материалы 6-й международной научно-практической конференции, посвящённой 105-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора В.Е. Тимофеева и 95-летию со дня рождения кандидата биологических наук, доцента А.И. Борисовой. Ответственный редактор С.И. Павлов.- Самара, 2017.- С.219-222.
7. **Канина, К.А.** К вопросу об ультразвуковой кавитационной обработке молока-сырья. В сборнике: Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы Материалы 6-й международной научно-практической конференции, посвящённой 105-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора В.Е. Тимофеева и 95-летию со дня рождения кандидата биологических наук, доцента А.И. Борисовой. Ответственный редактор С.И. Павлов. – Самара, 2017. - С.208-211.
8. **Канина, К.А.** К вопросу о физико-химических показателях козьего, овечьего и коровьего молока / Н.А. Жижин, Т.О. Робкова // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова. -Москва, 2017. - № 1. - С. 145-146.
9. **Канина, К.А.** К вопросу о физико-химических показателях и органолептической оценке молока-сырья. В сборнике: Материалы Республиканской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов: сб. науч. конф. – Луганск, 2018. - С. 314-317.

10. Шувариков, А.С. Технологические особенности козьего молока // О.Н. Пастух, **К.А.Канина**. В книге: XII Международный Форум-Выставка "РОСБИОТЕХ-2018" Сборник тезисов выступлений. – Москва, 2018. - С. 97-103.
11. **Канина, К.А.** Использование ультразвуковой кавитации для обработки молока-сырья К.А. Канина. // В сборнике: Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской области. Под общей редакцией С.Ф. Сухановой.- Курганская обл., 2018. - С. 524-527.
12. Шувариков, А.С. К вопросу оценки состава и свойств овечьего, козьего и коровьего молока / А.С. Шувариков, **К.А. Канина**, Т.О. Робкова, Е.А. Юрова // Научно-производственный журнал. Овцы, козы шерстяное дело. - 2018. - №1.- С. 20-22.
13. **Канина, К.А.** К вопросу об органолептической оценке молока-сырья // В сборнике: Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения В.П. Горячкина. – Москва, 2018.- С. 168-171.
14. Красуля, О.Н. Применение технологии ультразвуковой кавитации при обработке молока-сырья / **К.А. Канина** // Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева: сб. науч. конф.: ДОКЛАДЫ ТСХА. - Москва, 2019.- С. 550-552.
15. **Канина, К.А.** Физико-химические показатели и жирнокислотный состав молока-сырья при воздействии акустической кавитации // Н.А. Жижин // Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева: сб. науч. конф.: ДОКЛАДЫ ТСХА. – Москва, 2019. - С. 545-547.
16. Красуля, О.Н. Разработка кавитационной технологии обработки молока для достижения пастеризационного эффекта / **К.А. Канина** // В сборнике: Приоритеты модернизации и технологического развития продовольственного сектора Российской Федерации на современном этапе Материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Астрахань, 2019. - С. 14.
17. **Канина, К.А.** Влияние кавитационной обработки на некоторые показатели молока / К.А. Канина // Современные аспекты развития АПК. В сборнике: труды Всероссийского совета молодых ученых и специалистов аграрных образовательных и научных учреждений. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех».- Москва, 2019. - С.47-51.

#### **Изобретения**

1. Патент РФ: №2017122351 «Способ плазмохимической обработки жидкого сырья органического и/или растительного происхождения и устройство для его реализации» Макальский Л.М., Кухно А.В., Пронин Б.В., Шувариков А.С., Канина К.А., Сысоев В.С., Лепехин Н.М. Опубликовано: 29.08.2018, Бюл. №25.

*Автор выражает особую благодарность д.т.н., профессору Красуле Ольге Николаевне за консультации при подготовке диссертации.*

#### **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

**БГКП** – бактерии группы кишечных палочек; **ГОСТ** - государственный стандарт; **Вт** – ватт; **кГц**-килогерц; **ЖК** – жирные кислоты; **кВт**- киловатт; **кГц**-килогерц; **КОЕ** – колониеобразующая единица, живые клетки.