

На правах рукописи



Ботвинникова Валентина Викторовна

**ФОРМИРОВАНИЕ УЛУЧШЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ
СВОЙСТВ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ С
ПРИМЕНЕНИЕМ ЭФФЕКТОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Специальность: 05.18.15 - Технология и товароведение пищевых продуктов
и функционального и специализированного назначения
и общественного питания

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Орел – 2015

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ)

- Научный руководитель** Доктор технических наук, профессор
Красуля Ольга Николаевна
- Официальные оппоненты:** Доктор технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности»
Творогова Антонина Анатольевна
- Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технология продуктов питания», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Калининградский государственный технический университет»
Серпунина Любовь Тихоновна
- Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Санкт-Петербургский торгово-экономический университет «СПбГТЭУ»

Защита состоится «28» декабря 2015 года в 13:00 часов на заседании Совета Д 212.182.08 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»* по адресу: 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, д. 29, ауд. 212.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «ПГУ»

Отзывы высылать по адресу: 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, д. 29

Объявление о защите диссертации и автореферат диссертации размещены на официальном сайте ФГБОУ ВО «ПГУ» <http://www.gu-unprk.ru> и в сети интернет на сайте Министерства образования и науки РФ: <http://vak.ed.gov.ru> «27» октября 2015 года.

Автореферат разослан «13» ноября 2015 года

Ученый секретарь Совета.
кандидат технических наук, доцент



Симоненкова А.П.

*«Примечание: приказом Минобрнауки России от 31 августа 2015 г. № 920 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс» **переименовано** в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приокский государственный университет».

Актуальность темы исследования. Доступ к безопасному и здоровому питанию – основное право человека. Питание, согласно данных Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), не сводится только к проблеме голода в развивающихся странах, а существует во всех регионах среди различных социально-экономических слоев населения. В соответствии с Римской декларацией по вопросам питания, принятой второй Международной конференцией по вопросам питания (Рим, Италия, 19-21 ноября 2014 года), необходимо сократить объем продовольственных потерь и пищевых отходов во всей продовольственной цепочке, способствуя, тем самым, продовольственной безопасности, обеспечению питания и устойчивого развития стран.

Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года, Указ Президента Российской Федерации «О совершенствовании государственной политики в сфере здравоохранения», «Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года», утвержденная распоряжением Правительства РФ № 559-р от 17 апреля 2012 г., ставят задачи по реализации мероприятий, направленных на формирование здорового образа жизни граждан РФ, включая популяризацию культуры здорового питания.

С каждым годом увеличивается интерес к продуктам, способствующим нормализации состава или повышению биологической активности нормальной микрофлоры кишечника. Эксперты Международной Молочной Федерации (ММФ) называют их «продуктами здоровья» и считают, что в XXI веке эти продукты будут занимать наибольший объем в производстве молочных продуктов.

Успешная реализация поставленных задач в технологии производства молочных продуктов, направленных на получение продукции с высокими качественными показателями и заданными функциональными свойствами, возможна на основе применения инновационных подходов. Особую актуальность приобретают вопросы научно-обоснованного рационального использования технологий с применением современных электрофизических способов воздействия, в том числе ультразвуковых.

Степень разработанности темы. Большой вклад в разработку перспективных технологий производства функциональных молочных продуктов питания и исследование их свойств внесли отечественные ученые: А.Г. Храмцов, В.Д. Харитонов, З.С. Зобкова, Л.А. Остроумов, Ю.Я. Свириденко, Н.А. Тихомирова, В.И. Ганина, Н.Б. Гаврилова, А.А. Майоров, А.Ю. Просеков, Л.А. Забодалова, И.А. Смирнова, Д.М. Захарова и другие. Возможности использования ультразвука различной мощности и обоснование его применения в технологиях пищевых производств представлены в работах В.А. Акуличева, А.Г. Галстяна, С.Д. Шестакова, О.Н. Красули, И.Ю. Потороко, M.Ashokkumar, Bogdan Zisu, Jian-Yong Wu, Pablo Juliano, T.G. Leighton, K.S. Suslick, F.Grieser и других ученых.

Вместе с тем, влияние ультразвуковых технологий на процесс интенсификации производства кисломолочных продуктов, а также уровень накопления функциональных компонентов в них изучено недостаточно, что

обуславливает особую значимость исследований, определяет выбор темы, цели и задач диссертационного исследования.

Цель работы заключается в модификации технологии производства кисломолочных напитков за счет применения ультразвуковых воздействий для интенсификации биохимических процессов их производства, направленных на повышение потребительских свойств продукта.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Провести маркетинговое исследование спроса и потребительских требований к молочным продуктам, установить приоритетные требования.

2. Исследовать факторы, определяющие качество и функциональные свойства кисломолочных продуктов (на примере Уральского региона).

3. Обосновать целесообразность применения эффектов ультразвукового воздействия (УЗВ) в производстве кисломолочных напитков.

4. Разработать технологию производства кисломолочных напитков, исследовать их потребительские свойства, определить регламентируемые показатели качества, условия и сроки хранения.

5. Провести комплексную товароведную оценку качества кисломолочных напитков, полученных по модифицированным технологиям и их промышленную апробацию.

Научная новизна. Диссертационная работа содержит элементы научной новизны в рамках пунктов 2, 4, 5 паспорта специальности 05.18.15 и состоит в следующем:

– установлена высокая вариабельность качества кисломолочных напитков, реализуемых на потребительском рынке Уральского региона, обусловленная следующими факторами информационной неопределенности: качество молока коровьего сырого, состав заквасочной микрофлоры и отклонения от установленных технологических регламентов;

– изучен один из факторов (содержание полисахарида кефирана, обладающего противоопухолевой и иммуномодулирующей активностью), обуславливающих функциональность кисломолочных напитков; установлено, что его содержание в реализуемых на рынке кисломолочных напитках лежит в диапазоне 30...150 мг/л, что указывает на наличие информационной неопределенности для данного показателя. Доказано, что показатель «массовая доля кефирана» может выступать в качестве интегрального показателя физиологической ценности кисломолочных напитков, как «коэффициент функциональности»;

– впервые для анализа факторов, обуславливающих консистенцию кисломолочных продуктов, проведен термогравиметрический анализ, совмещенный с масс-спектрометрией продуктов термического разложения, который показал, что для кефира характерна более высокая степень гидратации белков по сравнению с ряженкой и йогуртом. Данный факт объясняется доминирующим влиянием симбиотической закваски кефирного грибка на степень ферментации и водоудерживающую способность белков;

– теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность применения кавитационной дезинтеграции на основе УЗВ в технологии производства кефира и кефирных напитков с целью улучшения их потребительских свойств. Установлены оптимальные режимы УЗВ, улучшающие технологические свойства молочного сырья на фоне дисперсных изменений: мощность 240 Вт (60 % от паспортной) в течении 3 минут (режим 3-60); мощность 180 Вт (45 % от паспортной) в течении 3 минут (режим 3-45); мощность 120 Вт (30 % от паспортной) в течении 5 минут (режим 5-30);

– впервые экспериментально подтверждена целесообразность применения в технологии кисломолочных напитков ультразвуковых кавитационных воздействий, позволяющих интенсифицировать накопление полисахарида кефирана на 8 – 18 %. Установлены оптимальные параметры УЗВ: для кисломолочных напитков, полученных на основе кефирного гриба, режим УЗВ 3-60; для кисломолочных напитков, полученных с применением комбинированной закваски, режим УЗВ 3-45.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в том, что предложен способ производства кисломолочных напитков путем встраивания модуля ультразвукового воздействия на этапе подготовки молочного сырья перед этапом внесения закваски; установлена эффективность разработанной технологии производства кефира и кефирных напитков, которая заключается в улучшении их потребительских и функциональных свойств, а также продлении срока хранения на 24 часа. Предложенный способ производства кисломолочных напитков апробирован в условиях действующего предприятия – ООО «Молоко Зауралья», (акты промышленной апробации приведен в Приложении Б диссертационной работы).

Новизна технических решений подтверждена 3 патентами РФ: № 2529360 «Способ получения кефира», № 2529361 «Способ производства молочного продукта», № 2531404 «Способ подготовки воды для пищевых производств».

Работа выполнялась в рамках реализации программы развития ФГБОУ ВПО Южно-Уральского государственного университета (НИУ) на 2010-2019 гг. по приоритетному направлению развития «Суперкомпьютерные и грид-технологии в решении проблем энерго- и ресурсосбережения», по темам: «Моделирование экспертного ситуационного управления ресурсоэффективностью производства продукции» (2012 г.); «Исследование эффективности экспертных систем в управлении производством продукции на основе принципов ресурсосбережения», (2013 г.) на кафедре «Экспертиза и управление качеством пищевых производств».

Разработка «Инновации в биотехнологии пищевых сред. Обеспечение функциональных свойств кисломолочных напитков и напитков на природном сырье» в рамках XXII областной агропромышленной выставки «Агро-2015» отмечена золотой медалью на конкурсе «Инновационные разработки» и на VI Международной Агропромышленной выставке УрФО дипломом первой степени в номинации «Научные разработки».

Разработанные автором научные положения и практические решения нашли применение при организации научно-исследовательской работы студентов и

аспирантов, результаты исследований используются в учебном процессе студентов, обучающихся по направлению 38.03.07 «Товароведение», 19.03.03 «Технология продуктов питания животного происхождения» ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) при изучении дисциплин «Пищевая и биологическая химия», «Товароведение однородных групп товаров», «Технология молока и молочных продуктов».

Методология и методы исследования.

Объектом исследования на первом этапе диссертационной работы служил массив статистических данных о структуре потребления основных продуктов питания различными группами населения Челябинской области и конъюнктура предложения; массив результатов оценки потребительских предпочтений в отношении молочной продукции, с учетом ее функциональных свойств; образцы кисломолочной продукции (кисломолочные напитки – кефир, кефирные напитки, ряженка, питьевые йогурты), реализуемые на потребительском рынке Уральского региона.

Для решения задач последующих этапов работы объектами исследования являлись модельные образцы кисломолочных напитков, подготовленные в лабораторных условиях по традиционной (ТТИ ГОСТ Р 52093-005 «Кефир») и модифицированной с применением УЗВ технологиям:

- кефир, полученный с применением закваски кефирного грибка (ККГ);
- кисломолочный напиток на основе закваски прямого внесения – LAT LC K, состоящая из *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactobacillus kefir*, *Acetobacter* subsp. *aceti*, *Saccharomyces lactis* в иммобилизованном виде (ККЗ);
- кисломолочный напиток на основе комбинированной закваски (ККГ+КЗ).

При решении поставленных задач применяли общепринятые, стандартные и специальные методы исследований: органолептические, физико-химические и микробиологические. Маркетинговые исследования проводились методом социологического опроса (анкетирование, интервьюирование).

Для ультразвуковой обработки применялся аппарат ультразвуковой технологической «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ (частота механических колебаний – $22 \pm 1,65$ кГц, максимальная потребляемая мощность – 400 Вт, диапазон регулирования мощности – 30–100% с объемом кюветы 250 мл). Каждому из объектов исследования были определены условия ультразвукового воздействия с учетом вариаций по мощности (120 Вт – 30 % от паспортной, 180 Вт – 45 % от паспортной, 240 Вт – 60 % от паспортной)

Для оценки микроструктуры использовали анализатор Nanotrac Ultra (Microtrac Inc., США), стандарт ISO 13321. Анализ размеров частиц основан на методе ДРС (Динамического Рассеяния Света), минимальный размер обнаруживаемых частиц – 0,8 нм, результаты измерений имеют высокую точность и воспроизводимость. Термогравиметрический анализ проводили с помощью Netzsch STA 449 «Jupiter» при температурах от 20 °С до 400 °С, с погрешностью $\pm 1,5$ % по температуре, ± 3 % по энтальпии, ± 2 % по теплоемкости.

Дискретность измерения массы 0,1 мкг. Анализ термограмм проводили на основе оценки следующих линий: изменение массы образца в зависимости от температуры или времени (кривая TG); производная изменения массы по времени в функции температуры или времени (кривая DTG); изменение энтальпии (кривая DTA), характеризующей тепловые эффекты химического воздействия и физических превращений. Динамическая вязкость изучалась посредством определения предельного напряжения сдвига на вискозиметре ротационном Brookfield DV-III Ultra, диапазон скоростей – 0,01...250 об/мин. Показатель активной кислотности (рН) определяли потенциометрическим методом с использованием рН-метра «рН-213». Для исследования структуры кефирного грибка использовали электронный микроскоп «Jeol JEM-2100» с увеличением до 1 500 000 крат, разрешением до 0,19 нм, с возможностью реконструкции трехмерного изображения объектов размером менее 10 мкм. Степень перевариваемости белка исследуемых продуктов определялась посредством микробиологических тестов (с применением тест-культуры *Tetrahimena pyriformis* W.). Аминокислотный состав – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на автоматическом аминокислотном анализаторе LC – 3000. Комплексную оценку качества и сохраняемости кисломолочных напитков, полученных по модифицированным технологиям, осуществляли методом квалиметрии. На рисунке 1 представлена структурная схема исследования.

Работа выполнялась в лабораториях кафедры «Экспертиза и управление качеством пищевых производств», «Органическая химия» и научно-образовательного центра «Нанотехнологии» ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ).

Обработку экспериментальных данных проводили на основе методов математической статистики с применением программных средств MICROSOFT Excel, MathCad.

Положения, выносимые на защиту:

- результаты маркетинговых исследований спроса, потребительских предпочтений и требований, предъявляемых к кисломолочным продуктам в отношении основных качественных характеристик;
- результаты исследования факторов, определяющих качество кисломолочных продуктов в Уральском регионе;
- экспериментальное обоснование возможности использования технологии УЗВ для подготовки молочного сырья и формирования улучшенных потребительских свойств кефира и кефирных напитков;
- результаты комплексной товароведной оценки качества кефира и кефирных напитков, полученных за счет использования эффектов УЗВ.

Степень достоверности и апробация работы. Степень достоверности результатов определяется большим объемом экспериментальных данных, полученных и обработанных с применением стандартных, общепринятых и специальных методов; согласованностью результатов с известными представлениями о составе и свойствах молочного сырья, теории эффектов ультразвукового воздействия; подтверждается актом промышленных испытаний и

патентами, публикацией основных положений диссертации в рецензируемых печатных изданиях.



Рисунок 1 – Общая схема проведения эксперимента

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на конференциях и форумах различных уровней «Экономика и бизнес: взгляд молодых» (Челябинск, 2012), «НАУКА ЮУрГУ. 66-я научная конференция аспирантов и докторантов» (Челябинск, 2014), «Торгово-экономические проблемы регионального бизнес пространства» (Челябинск, 2012), «European Science and Technology: materials of the V international research and practice conference» (Munich, 2013), «Современные проблемы техники и технологий пищевых производств» (Барнаул, 2009), «Актуальные вопросы развития современной науки, техники и технологий» (Москва, 2009),

«Безопасность и качество пищевых продуктов и товаров народного потребления» (Алматы, 2009), 14th Meeting of the European Society Sonochemistry (Universite d'Avignon at des Pays de Vacluse, Франция, Авиньон, июнь, 2014), и др.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 21 работа, из них 5 – в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из 6 глав, в т.ч. введения, аналитического обзора научно-технической и патентно-информационной литературы, методической части, результатов исследования и их анализа, выводов, библиографического списка и 5 приложений. Основное содержание изложено на 146 страницах печатного текста и включает 36 таблиц и 61 рисунок, список литературы включает 213 информационных источников, из них 88 – зарубежных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** сформулированы актуальность, цель и задачи работы, их научная новизна, практическая ценность и положения, выносимые на защиту.

В **главе 1** представлены обобщённые данные состояния рынка молока и кисломолочной продукции в регионах России. Показаны научные и практические предпосылки необходимости модификации технологий для формирования улучшенных потребительских свойств и функциональности кисломолочных продуктов. Проведён анализ нормативной, научно-технической и патентной информации в области применения эффектов ультразвукового воздействия и показана перспективность их применения в технологии пищевых производств.

Глава 2 содержит описание структуры и организации эксперимента, объектов, методов их исследования и обработки данных.

В последующих главах изложены результаты экспериментальных исследований диссертационной работы и их обсуждение.

Глава 3. Исследование потребительских предпочтений в отношении молочной продукции и определение приоритетных требований к ней. Представлены результаты исследования, полученные в ходе проведения маркетинговых мероприятий по изучению спроса и требований потребителей к качеству молочной продукции среди жителей Уральского региона. Выборка составила 750 человек. Анализ приоритетности выбора молочной продукции по комплексу оценочных факторов (Рисунок 2а) показал, что определяющими критериями выбора для 90 % потребителей является свежесть продукта, органолептические характеристики кисломолочного напитка, такие как вкус и запах, консистенция, внешний вид (88 %, 76 % и 54 % от числа опрошенных, соответственно), и для 69 % опрошенных – производитель продукта. В отношении качества реализуемых на потребительском рынке молочных продуктов выявлена неудовлетворенность ими (Рисунок 2б) по следующим характеристикам: более 50 % потребителей не удовлетворены вкусом и консистенцией продукции, более 60 % не уверены в составе и пищевой ценности потребляемых напитков по информации, вынесенной на этикетку.

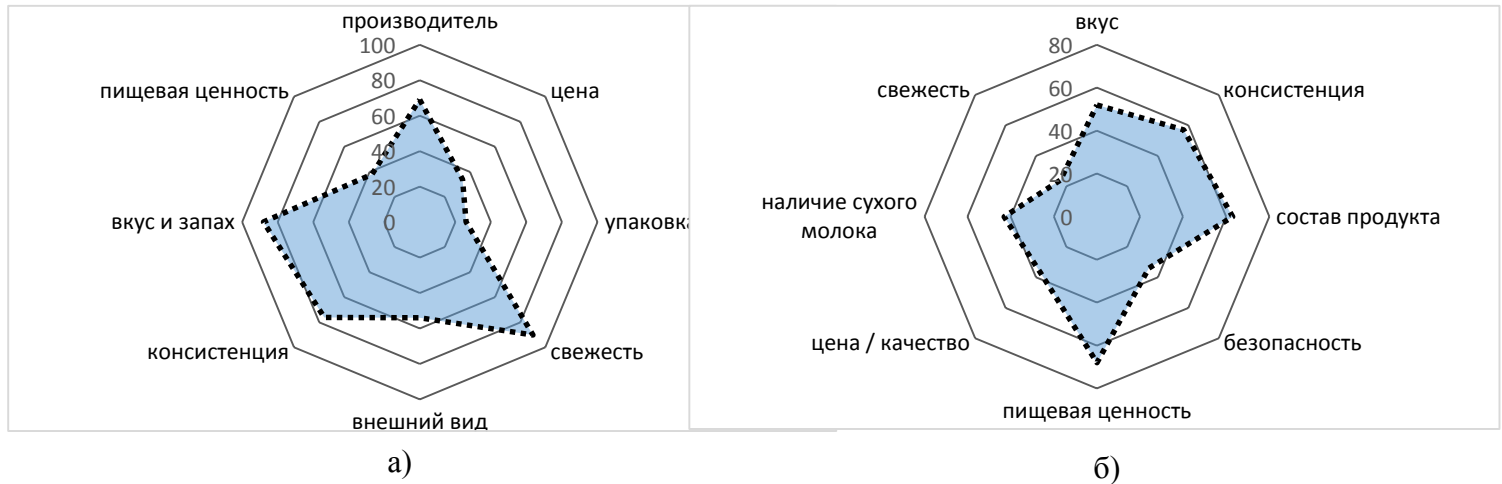


Рисунок 2 – Вектор распределения приоритетов, определяющих выбор (а), и неудовлетворенности потребителей качеством (б) молочной продукции (для Уральского региона), %

Анализ технической документации позволил на основе матричного метода QFD (Quality Function Deployment), выявить взаимосвязь между потребительскими свойствами и инженерными характеристиками (показатели качества сырья и технологические процессы) и установить абсолютных лидеров среди них (ранг 1), которыми оказались «заквасочная микрофлора» и «процессы сквашивания, созревания» (Таблица 1).

Таблица 1 – Матрица зависимости потребительских свойств кисломолочных напитков от свойств молочного сырья и технологических процессов

Потребительские характеристики	Оценка потребителя	Инженерные характеристики							
		Показатели качества сырья					Технологические процессы		
		Массовая доля белка	Качественный состав белков	Массовая доля жира	Массовая доля лактозы	Заквасочная микрофлора	Термическая обработка	Механическая обработка	Сквашивание и созревание
Свежесть	5	△		△		●	△		●
Вкус и запах	4	●	○			○			●
Консистенция	3	●	△			○	○	○	△
Внешний вид	2			○			○	△	
Пищевая ценность	1	●	○	○	○	●			●
Итоговая оценка		77	18	12	48	93	20	11	93
Ранг		2	4	5	3	1	4	5	1

Примечание: получено методом опроса экспертов;

Оценка корреляции: ● – высокая = 9 баллов; ○ – средняя = 3 балла; △ – низкая = 1 балл

Таким образом, установленные взаимосвязи, на наш взгляд, могут являться основой для поиска и исследования технологии воздействия, позволяющей комплексно решать задачи оптимизации качественных характеристик молочного сырья с точки зрения повышения потребительской ценности готовых продуктов.

Глава 4. Обоснование необходимости коррекции технологических свойств молочного сырья, как определяющего фактора качества кисломолочных продуктов. Молочное сырье, используемое предприятиями Уральского региона (Челябинская, Курганская и Свердловская области), характеризуется значительной разнородностью по качеству и содержанию отдельных нутриентов. Так, анализ полученных результатов диссертационного исследования позволяет утверждать, что для показателей химического состава отмечается вариативность не только в зависимости от периода лактации, что весьма очевидно, но и от территориального фактора. Коэффициент вариативности по показателю плотности составил 5,04; по показателю кислотности – 3,78; по массовой доле белка – 0,98; по массовой доле жира – 1,24. В целом, состояние качества сырьевой базы молокоперерабатывающих предприятий Уральского региона является весьма нестабильным, а вариативность свойств может в определенной степени влиять на итоговое качество продуктов переработки молока.

Установленные колебания качества сырья определяют наличие «помех» при реализации технологий производства и, как следствие, порождают диапазон колебаний качественных характеристик продукции, требуемых нормативными документами. Кисломолочные продукты, изготовленные в различных областях Уральского региона, имеют различия по качеству и потребительским свойствам. Для образцов кефира Челябинской области, результаты органолептической оценки лежат в диапазоне значений 2,4...2,9 балла, против 2,8...3,2 баллов для образцов, произведенных в Курганской области, и 3,2...3,6 баллов – для кефира, произведенного в Свердловской области. В комплексе физико-химических показателей качества (кислотность, синерезис, СОМО, вязкость) прослеживается тенденция изменения значений показателей в зависимости от особенностей

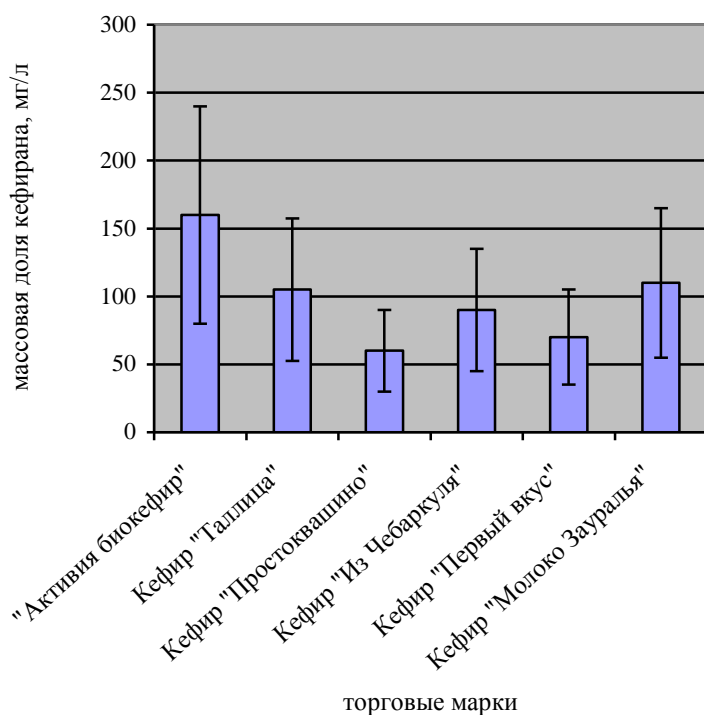


Рисунок 3 – Содержание кефирана в кисломолочных напитках различных торговых марок

территории получения продукта. Диапазон значений показателя «титруемая кислотность» для образцов Челябинской области составляет 6,4...11,2 ед. измерения, Курганской области – 5...10,9 ед. измерения, Свердловской области – 3,4...8 ед. измерения. Характер развития микрофлоры в кисломолочных продуктах имел явные отклонения от нормы. Для кефиров (90% случаев) отсутствует типичный симбиоз бактериальных и дрожжевых клеток и, как следствие, наблюдается снижение уровня накопления функциональных компонентов. Так, количество кефирана (Рисунок 3), обладающего противоопухолевой, иммуно-

модулирующей активностью и определяющего функциональные свойства кисломолочных напитков, варьируется в диапазоне 30...150 мг/л., что указывает на наличие информационной неопределенности для данного показателя. Доказано, что показатель «массовая доля кефирана» может выступать в качестве интегрального показателя физиологической ценности кисломолочных напитков как «коэффициент функциональности» кисломолочных напитков.

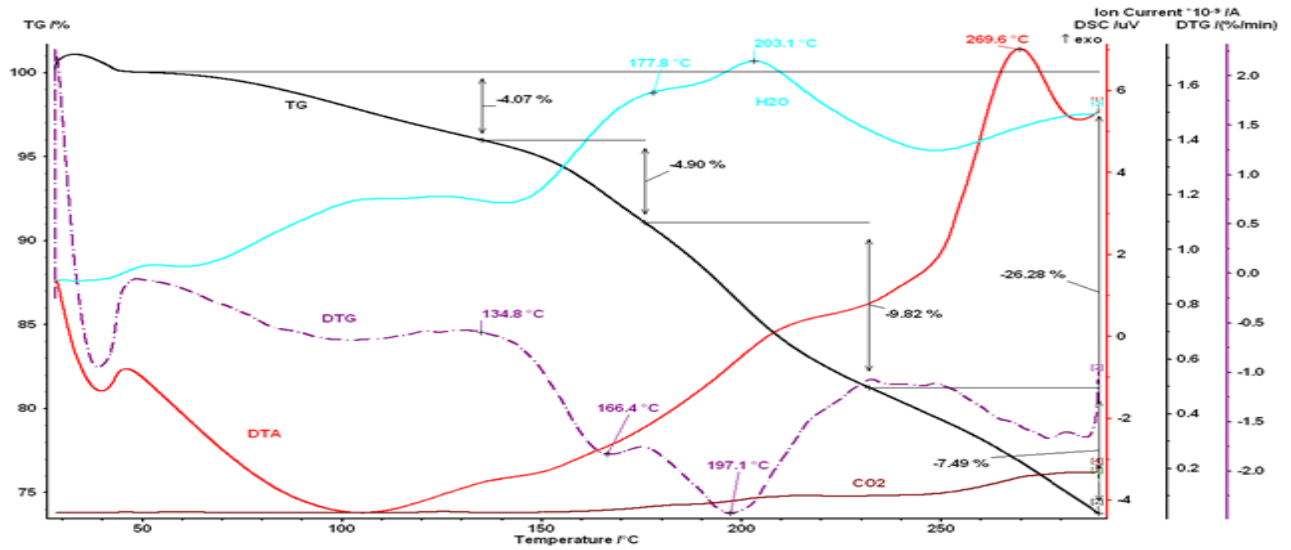
В связи с чем, последующие исследования были направлены на поиск путей регулирования процессов формирования потребительских свойств кисломолочных напитков, а также процессов накопления кефирана при наращивании биомассы кефирных грибков на этапе приготовления молочнокислой закваски.

Для анализа факторов, определяющих консистенцию кисломолочных напитков, был проведен термический анализ образцов белковых сгустков кефира, ряженки и йогурта (Рисунок 4). Анализ термограмм позволяет сделать выводы о том, что наблюдается смещение основного эндотермического пика до 175,3 °С для кефира, в то же время дополнительный пик более размыт в температурном диапазоне (229,3...292,3 °С). Для образцов ряженки и йогурта основной эндотермический пик занимает более узкий температурный интервал (168,7...199,4°С и 166,4...197,4 °С соответственно). Это свидетельствует о том, что для кефира характерна более высокая степень гидратации белков по сравнению с ряженкой и йогуртом, что, по-видимому, связано с доминирующим влиянием симбиотической закваски кефирного грибка на степень ферментации и водоудерживающую способность белков.

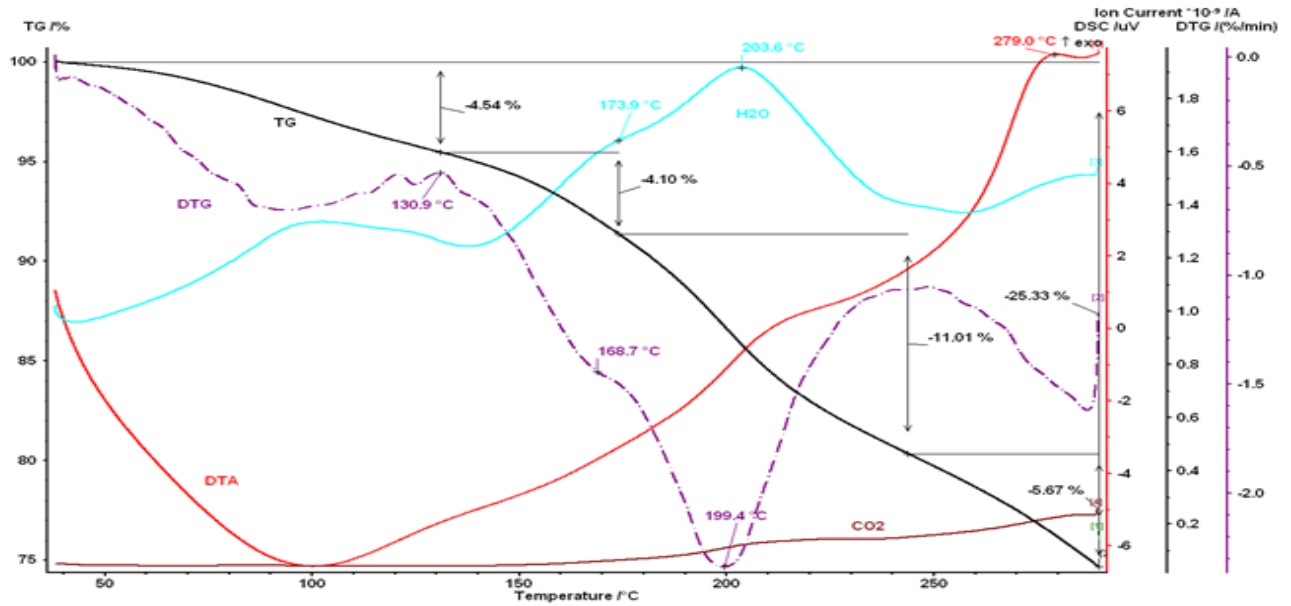
Базируясь на результатах научных исследований отечественных и зарубежных ученых в качестве воздействующего фактора применили ультразвуковое воздействие, которое порождает эффекты кавитации. Этот подход был определен в качестве основной рабочей гипотезы на последующих этапах исследований.

Глава 5. Исследование возможности использования технологии ультразвукового воздействия при производстве кисломолочных напитков. В главе содержатся результаты исследования по оценке возможности применения эффектов УЗВ для корректировки свойств молочного сырья. Результаты исследований указывают, что изменение свойств сырого коровьего молока под влиянием эффектов кавитации, порожденных ультразвуковым воздействием, вызывает изменения: наблюдается повышение температуры до $48,5 \pm 2$ °С и снижение рН молока на 0,2...0,1 ед., диапазон колебаний титруемой кислотности составлял 17...24 °Т. УЗВ обуславливает незначительное изменение показателя вязкости – 2,16 мПа/с (режим 5-30), 2,17 мПа/с (режим 1-45) и 2,0 мПа/с (режим 5-60).

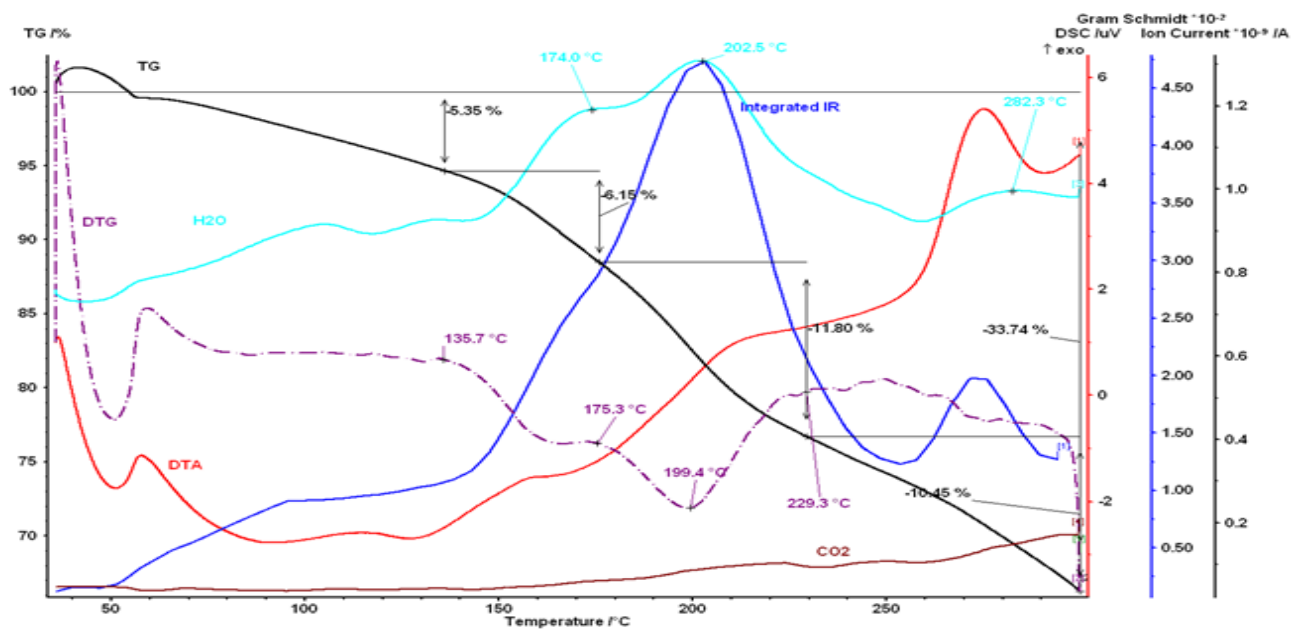
Показатель КМАФАНМ сохраняется на уровне регламента, количество соматических клеток в молоке снижается в 5 раз, БГКП отсутствовали во всех образцах. При этом все образцы обладали свойствами свежего молока – имели приятный сладковатый свежий вкус, хорошо выдерживали нагревание.



1)



2)



3)

Рисунок 4 – Результаты термогравиметрического анализа белковой фракции йогурта (1), ряженки (2), кефира(3)

После воздействия ультразвуковой кавитации состояние дисперсной системы молока изменилось (Рисунок 5), пофракционный состав образцов перераспределился.

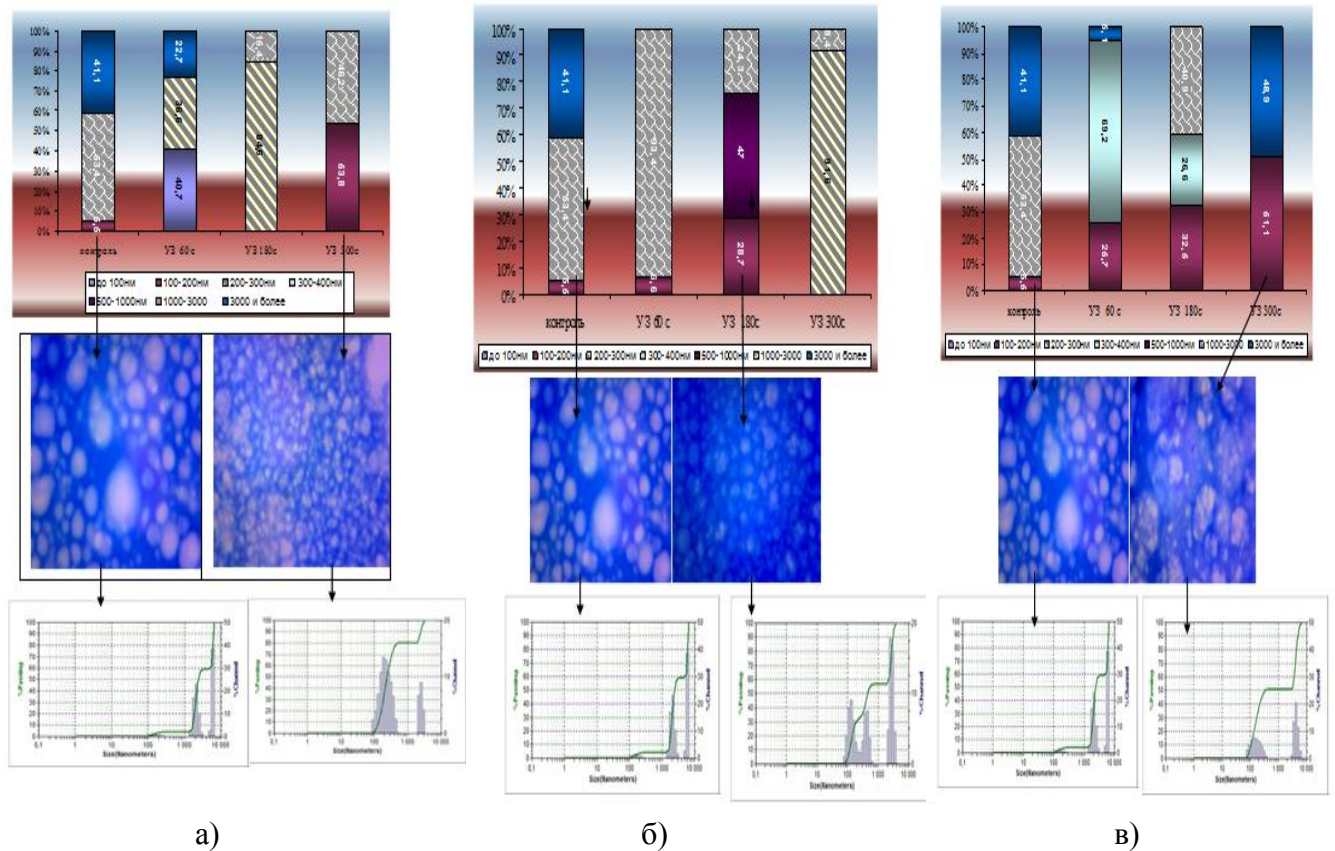


Рисунок 5 – Анализ дисперсной системы молока при различной длительности УЗВ 30%-ной мощности (а), 45%-ной мощности (б), 60%-ной мощности (в) на основе результатов электронной микроскопии и дисперсного анализа.

При нарастании мощности и длительности отмечены эффекты агрегирования частиц. При режиме УЗВ 5-30 присутствуют частицы следующих фракций: 2656 нм – 46,2 %; 148,3 нм – 53,8 %; режиме УЗВ 5-45 присутствуют частицы двух фракций: 1461 нм – 8,4 %; 294,7 нм – 91,6 %; при режиме 5-60 частицы двух размерных фракций: 4320 нм – 48,9%; 152,9 нм – 51,1 %. Полученные результаты свидетельствуют о явном влиянии процесса кавитации на степень дисперсности частиц молока и, прежде всего, жировых шариков, а также ту часть белков, которые участвуют в построении новых адсорбционных оболочек вокруг жировых шариков. Белки, которые остаются в плазме, структуру и свойства не изменяют. Таким образом, можно утверждать, что УЗВ может встраиваться в технологический процесс как альтернатива модуля процессов пастеризации и гомогенизации.

С применением методики центрального композиционного планирования, основанной на двухфакторном анализе, были установлены оптимальные режимы УЗВ по мощности (X_1) и длительности (X_2): для показателя массовой доли лактозы оптимум достигается при значениях $X_1 = 32,248$ %; $X_2 = 4,689$ мин.; показателя СОМО – $X_1 = 47,472$ %; $X_2 = 2,46$ мин.; показателя плотности $X_1 = 56,38$ %; $X_2 = 3,192$ мин. на фоне дисперсных изменений после УЗВ.

Реализация плана двухфакторного эксперимента и статистическая обработка полученных данных позволили получить следующие уравнения регрессии (1-3), адекватно описывающие процесс влияния УЗВ на показатели качества молока – массовая доля лактозы (Y_1), СОМО (Y_2) и плотность (Y_3):

$$Y_1 = -5,926 \cdot 10^{-4} \cdot x_1^2 - 0,058 \cdot x_2^2 - 5 \cdot 10^{-3} \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,062 \cdot x_1 + 0,708 \cdot x_2 + 3,956 \quad (1)$$

$$Y_2 = -1,081 \cdot 10^{-3} \cdot x_1^2 - 0,043 \cdot x_2^2 - 2,083 \cdot 10^{-3} \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,108 \cdot x_1 + 0,312 \cdot x_2 + 5,879 \quad (2)$$

$$Y_3 = -2,785 \cdot 10^{-3} \cdot x_1^2 - 0,278 \cdot x_2^2 - 0,011 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,28 \cdot x_1 + 1,168 \cdot x_2 + 20,625 \quad (3)$$

Учитывая технические возможности настройки режимов воздействия аппарата ультразвукового технологического «Волна» (модель УЗТА-0,4/22-ОМ), в технологии модельных образцов кисломолочных напитков были установлены следующие три режима УЗВ: 1) 3-60; 2) 3-45 и 3) 5-30. Объектами исследования являлись сгустки, образуемые в результате внесения в молоко после УЗВ заквасок двух типов: симбиотическая закваска на основе кефирного грибка, выдержанная после сквашивания при температуре 10...12 °С в течение 12...24 часов и закваска прямого внесения (сухой заквасочной культуры LAT LC K) в сочетании с закваской на кефирном грибке.

В результате органолептической оценки было установлено, что применение УЗВ благоприятно влияет на консистенцию и внешний вид сгустков, но степень влияния на структуру и однородность сгустка различна, так, наиболее прочными были сгустки ККГ при режиме УЗВ 3-60 и сгустки ККГ и ККГ+КЗ при режиме УЗВ 3-45.

Также было отмечено наличие приятного запаха, характерного для кефиров, ярко выраженный кисломолочный вкус, однородная консистенция. Образцы кефиров, полученные с применением смеси заквасок, имели менее выраженный

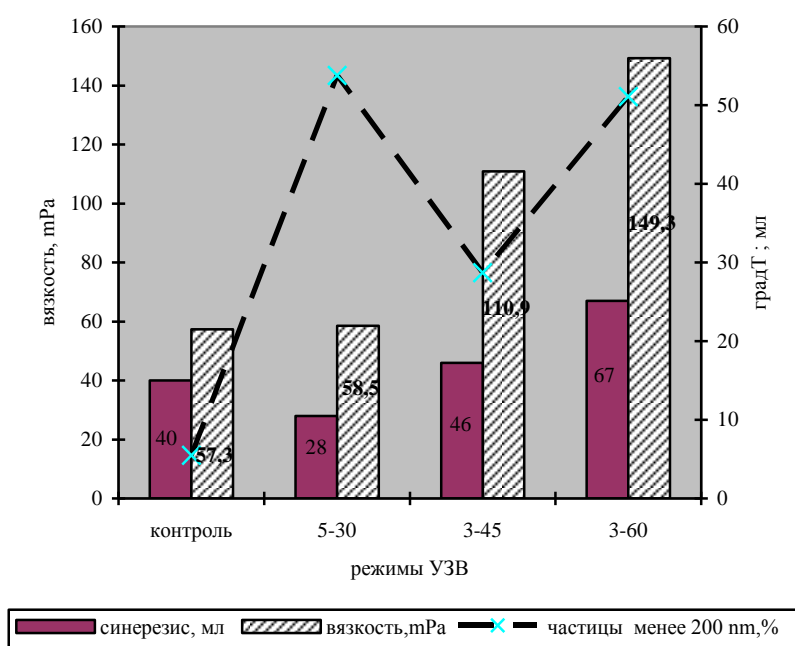


Рисунок 7 – Соотношение показателей титруемой кислотности, вязкости и синерезиса сгустков кефиров при различных режимах УЗВ

аромат. Применение ультразвуковой кавитации повлияло на вязкость и устойчивость сгустка к самопроизвольному уплотнению структуры (Рисунок 7). Скорость отделения сыворотки от сгустка (Рисунок 8) была различной, особенно ярко это явление было зафиксировано в первые 30 мин наблюдений. Средний прирост объема составлял для контроля от 5,5 мл до 9 мл. Сгустки с режимом обработки УЗВ 3-60 сначала активно отдавали влагу, а затем интенсивность истечения сыворотки снижалась.

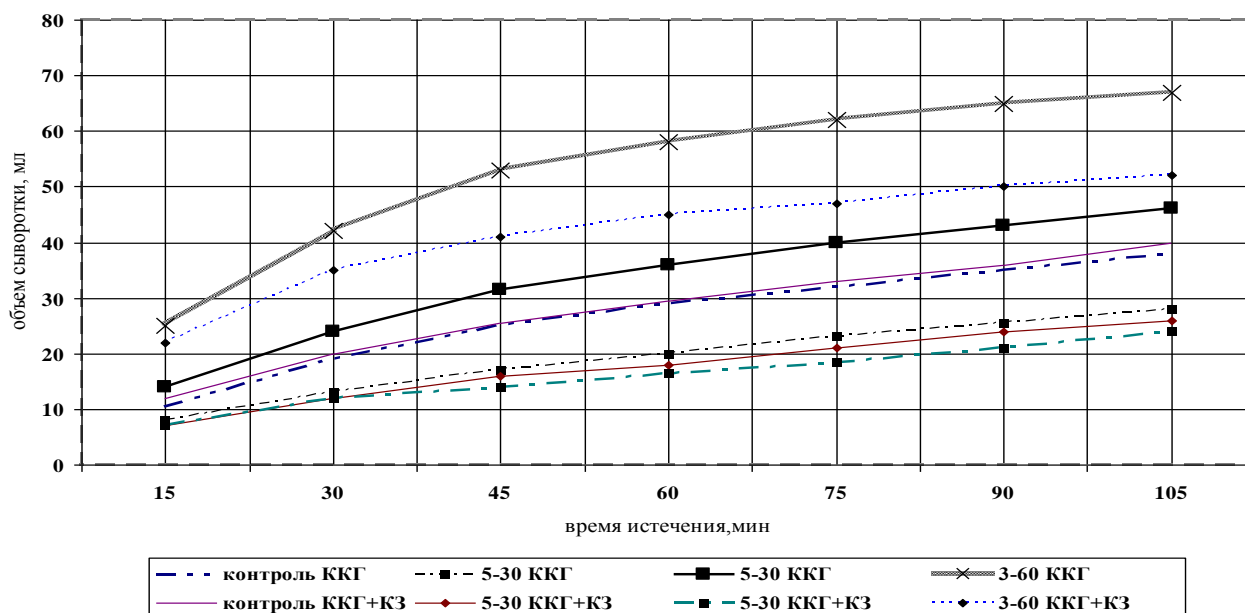


Рисунок 8 – Динамика синерезиса сгустков кефиров, полученных при различных режимах УЗВ, мл

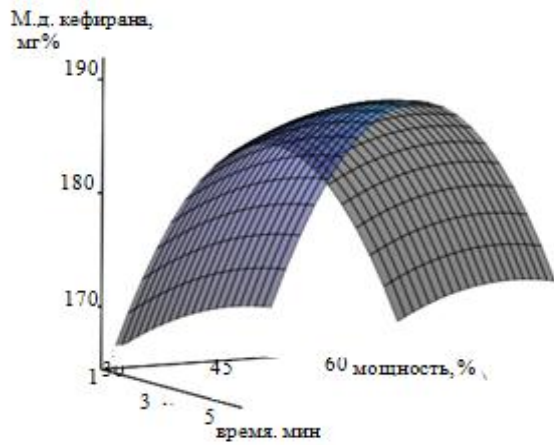
Из приведенных данных видно, что применение УЗВ в режиме 3-30 позволяет для ККГ снизить отделение сыворотки в 1,4 раза, а для ККГ+КЗ в 1,5 раз, что обеспечивает высокие реологические свойства напитков.

При микроскопировании экспериментальных образцов наблюдалась типичная для данных видов заквасок микрофлора, посторонних микроорганизмов не обнаружено. Вместе с тем выявлено, что сгустки ККГ характеризуются однородной консистенцией с меньшими агрегатами молочного белка и большим количеством комплексов белка небольшого размера по сравнению с образцами ККГ+КЗ. В целом, результаты эксперимента дают возможность сделать вывод о том, что УЗВ поддерживает жизнеспособность молочнокислых микроорганизмов и дрожжей на регламентируемом уровне.

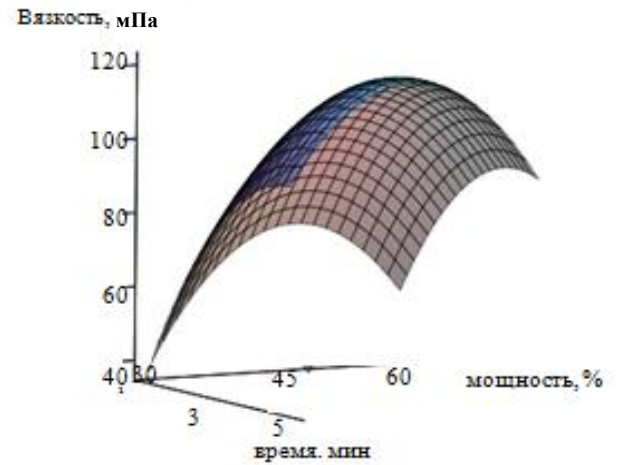
Наибольший прирост биомассы кефирного грибка наблюдался при режиме УЗВ 3-60, что согласуется с результатами микроскопического наблюдения. Активизация процесса роста кефирного грибка сопровождается накоплением продуктов метаболизма, в частности экзополисахарида кефирана. Установлено, что динамика его накопления находится в прямой зависимости от режимов УЗВ и активности заквасочных культур. Так, в ККГ количество кефирана составляет 164,24...204,94 мг/л, а в напитках, полученных на основе комбинированной закваски (ККГ+КЗ), кефирана продуцируется меньше – 187,7...190,7 мг/л.

Значения показателя вязкости кисломолочных напитков варьировались в диапазоне 58,5...149 мПа в образцах кефира на кефирном грибке и в диапазоне от 74,3...100,19 мПа в образцах ККГ+КЗ.

Математическая обработка полученных данных позволила получить следующие уравнения регрессии для ККГ (4, 5) и ККГ+КЗ (6, 7), адекватно описывающие процесс изменения вязкости (Y_1 , Y_3) и накопления кефирана (Y_2 , Y_4) в зависимости от мощности (X_1) и длительности (X_2) УЗВ, а также установить оптимальные режимы воздействия (Рисунки 9, 10).



а)

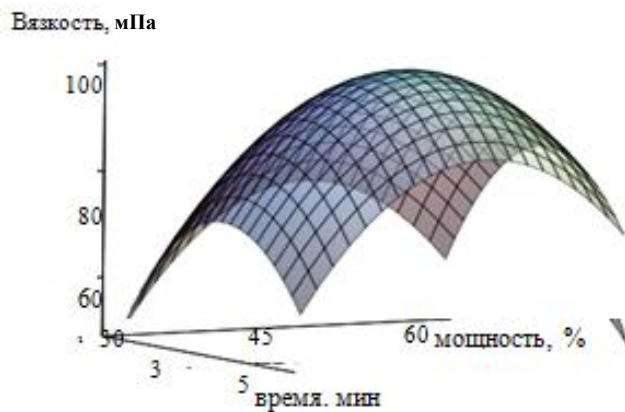


б)

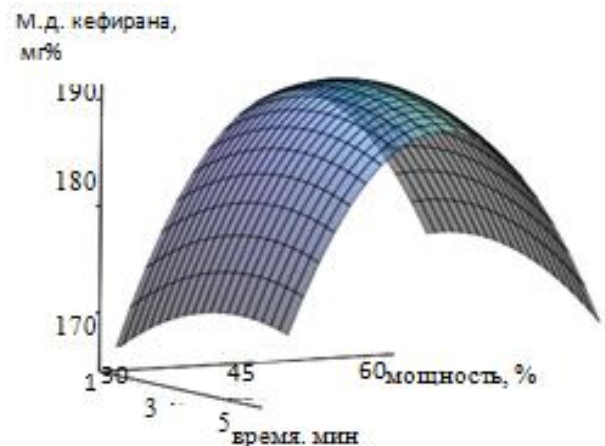
Рисунок 9 – Зависимость массовой доли кефирана (а) и вязкости (б) от режимов ультразвукового воздействия в образцах ККГ, мг%, мПа

$$Y_1 = -0,065 \cdot x_1^2 - 6,968 \cdot x_2^2 - 0,15 \cdot x_1 \cdot x_2 + 7,949 \cdot x_1 + 50,097 \cdot x_2 - 182,036 \quad (4)$$

$$Y_2 = -8,341 \cdot 10^{-3} \cdot x_1^2 - 5,549 \cdot x_2^2 - 3,667 \cdot 10^{-3} \cdot x_1 \cdot x_2 + 1,071 \cdot x_1 + 35,613 \cdot x_2 + 106,613 \quad (5)$$



а)



б)

Рисунок 10 – Зависимость массовой доли кефирана (а) и вязкости (б) от режимов ультразвукового воздействия в образцах ККГ+КЗ, мг%, мПа

$$Y_3 = -0,096 \cdot x_1^2 - 5,968 \cdot x_2^2 - 0,016 \cdot x_1 \cdot x_2 + 8,938 \cdot x_1 + 38,236 \cdot x_2 - 155,536 \quad (6)$$

$$Y_4 = -0,013 \cdot x_1^2 - 4,965 \cdot x_2^2 - 0,087 \cdot x_1 \cdot x_2 + 1,429 \cdot x_1 + 34,892 \cdot x_2 + 104,83 \quad (7)$$

Учитывая технические возможности настройки аппарата, оптимальными режимами УЗВ можно считать следующие: для максимального накопления экзополисахарида кефирана и обеспечения вязкости ККГ – 3-60; ККГ+КЗ – 3-45.

Заключительным этапом исследований по оценке эффективности технологических процессов производства кисломолочных напитков с применением УЗВ, ориентированных на формирование заданных потребительских свойств, является оценка продукции потенциальными потребителями дескриптивно-профильным методом (QDA).



Рисунок 11 – Сенсорный портрет «идеального» кефира с учетом шкалы желательности

По результатам фокус-дегустиаций сформирован ожидаемый потребителем вкусовой портрет «идеального» кисломолочного продукта (приемлемый диапазон 4-9) (Рисунок 11). Обобщённые результаты потребительской оценки, представленные в таблице 2, указывают на то, что большая часть образцов, полученных с применением закваски кефирного грибка, включая контрольные, укладываются в диапазон ожидаемой приемлемости значений показателей.

Таблица 2 – Потребительская оценка кисломолочных напитков, полученных на основе УЗВ с разными заквасочными культурами

Условное обозначение образцов	Значения сенсорных характеристик, балл		
	Вкус и запах	Текстура	Приемлемость
ККГ (6/0)	5,8±0,3	6,8±0,3	5,2±0,4
ККГ (5-30)	7,6±0,2	7,4±0,4	7,8±0,3
ККГ (3-45)	8,2±0,8	7,3±0,5	7,6±0,5
ККГ (3-60)	8,5±0,6	8,6±0,4	8,4±0,3
ККГ+КЗ (6/0)	2,8±0,3	2,8±0,4	2,6±0,6
ККГ+КЗ (5-30)	3,3±0,8	2,0±0,3	2,2±0,9
ККГ+КЗ (3-45)	6,1±0,1	7,5±0,3	6,1±0,6
ККГ+КЗ (3-60)	6,3±0,2	6,5±0,4	6,1±0,9

Однако, сенсорные оценки (вкус, запах, консистенция) кефира, полученного на основе кефирного грибка, с применением ультразвукового воздействия в режиме 3-60, имеют более высокие значения (8,4±0,3...8,5±0,6 баллов), чем образцы, полученные при режиме УЗВ 3-45 (7,6±0,5...8,2±0,8 баллов). Образцы кефира на основе комбинированной закваски (контрольный и после воздействия ультразвуком при режиме 5-30) по всем трем сенсорным характеристикам были оценены ниже значений приемлемого диапазона – 2,0±0,3...3,3±0,8 баллов. Но в образцах, выработанных при режиме УЗВ 3-45, всеми дегустаторами было отмечено улучшение сенсорных характеристик. На наш взгляд, это означает, что УЗВ может выступать фактором, формирующим приемлемые сенсорные характеристики, даже в случае малой активности комбинированных заквасок.

Глава 6. Комплексная товароведная оценка качества кисломолочных напитков, выработанных с применением ультразвукового воздействия. В задачи данного раздела входило исследование изменений качества и потребительских свойств кисломолочных напитков, полученных с применением УЗВ в процессе хранения. Хранение напитков проводили при двух температурных режимах (I режим – 4±2 °С, II режим – 9±1 °С) по принципу

агgravированных температур, что позволяет учесть возможные нарушения условий хранения в логистической цепи на пути доставки продукции потребителю. Исследования проводили в течение 7 суток, с учетом установленного срока хранения не более 5 суток. (МУК 4.2.1847-04 п. 4.2)

Результаты комплексной товароведной оценки показателей качества кисломолочных напитков (Таблица 3) позволяют отметить явное положительное влияние УЗВ на пищевую ценность и стабильность качества потребительских свойств в течение всего периода хранения.

Таблица 3 – Результаты комплексной товароведной оценки качества кисломолочных напитков

Наименование показателя качества	Коэфф. весомости	Эталон	Характеристика продукта			
			ККГ		ККГ+КЗ	
			контроль	3-60	контроль	3-45
1	2	3	4	5	6	7
Органолептическая оценка:	0,40					
внешний вид	0,15	5	4,6	4,8	4,7	4,9
R ⁿ /P ^{ЭТ} внешний вид			0,92	0,96	0,94	0,98
запах, вкус	0,55	5	4,5	4,8	4,4	4,9
R ⁿ /P ^{ЭТ} запах и вкус			0,9	0,96	0,88	0,98
консистенция	0,3	5	3,9	4,6	4,2	4,7
R ⁿ /P ^{ЭТ} консистенция			0,78	0,92	0,84	0,94
Итого по группе			0,3468	0,3792	0,3508	0,3872
Оценка пищевой полноценности:	0,50					
Массовая доля кефирана, мг/л	0,40	150	177,3	204,9	181,1	187,7
R _n /P _{Эт} М.д. кефирана			1,18	1,366	1,207	1,251
ОБЦ (по <i>Tetrahimena pyriformis</i> W.), %	0,30	100	77	91	77	91
R _n /P _{Эт} ОБЦ			0,77	0,91	0,77	0,91
Итого по группе			0,585	0,6828	0,5931	0,6483
Оценка стабильности свойств	0,45					
Органолептическая оценка, балл	0,30	5	3,0	3,8	3,0	3,7
R _n /P _{Эт} органолептическая оценка			0,6	0,76	0,6	0,74
Титруемая кислотность, град. Т	0,23	85-130	126	125	127	129
R _n /P _{Эт} титруемая кислотность			0,97	0,96	0,98	0,99
Влагодерживающая способность сгустков, мл	0,24	40	45	63	49	52
R _n /P _{Эт} влагодерживающая способность			1,25	1,58	1,22	1,3
Итого по группе			0,201	0,2481	0,2094	0,2286
Комплексный показатель			1,1328	1,3101	1,1533	1,2641

Наивысшие значения комплексного показателя имеют образцы кисломолочных напитков, полученных с применением УЗВ. Так, для напитка на основе кефирного грибка, при режиме УЗВ 3-60 значение комплексного показателя составляет 1,3101, а для напитка на основе комбинированной закваски, при режиме УЗВ 3-45 – 1,241. Следует отметить, что потребительские свойства указанных выше образцов превосходят потребительские свойства «эталонного» образца и контрольных образцов. Модельные образцы кисломолочных напитков с применением УЗВ имели оценки выше на 0,05...0,09 от контрольного значения, в основном за счет увеличенного количества кефирана, что указывает на их более высокую функциональность. Таким образом, применение ультразвукового

воздействия позволяет значительно улучшить потребительские свойства кисломолочных напитков.

В конце срока хранения кисломолочные напитки, полученные с применением эффектов УЗВ, отличаются незначительным изменением пищевой ценности. Результаты комплексной оценки свидетельствуют о возможном увеличении продолжительности хранения кефира с применением УЗВ по сравнению со стандартным (контрольным) образцом на 24 часа, то есть на 20 % от сроков хранения, установленных нормативными документами.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В ходе проведения диссертационного исследования были решены поставленные задачи, на основании чего сделаны следующие выводы:

1. Для потребителей молочных продуктов значимым фактором их выбора является надежность производителя, гарантирующего качество и полезность своей продукции. Установлено, что более 60 % потребителей отдают предпочтение молоку и кефиру, что может быть связано с традициями потребления этих продуктов и уверенностью потребителей в их диетических и лечебных свойствах. Вместе с тем, в отношении качества молочных продуктов, реализуемых на потребительском рынке Уральского региона, выявлена неудовлетворенность по следующим характеристикам: более 50 % потребителей не удовлетворены вкусом и консистенцией продукции, более 60 % не уверены в составе и пищевой ценности потребляемых напитков по информации, вынесенной на этикетку.

2. Установлена высокая вариабельность качества кисломолочных напитков, реализуемых на потребительском рынке Уральского региона, обусловленная следующими факторами информационной неопределенности: разнородность качества молока-сырья, состав заквасочной микрофлоры и отклонения от установленных технологических регламентов. Кисломолочные продукты, изготовленные на территории Челябинской области, имеют более низкие значения оценок органолептических показателей (2,4...2,9 балла) по сравнению с другими областями Уральского региона (2,8...3,2 балла для продукции Курганской области и 3,2 ...3,6 баллов – для Свердловской области). Содержание кефирана, определяющего функциональные свойства, варьировалось в диапазоне от 30 до 150 мг/л.

3. Установлена возможность использования ультразвукового воздействия и определены его оптимальные режимы в технологии кисломолочных напитков на этапе подготовки сырья к сквашиванию, которое позволяет улучшить технологические свойства молочного сырья: для показателя «плотность» – режим УЗВ 3-60; для показателя «СОМО» – режим УЗВ 3-45; для показателя «массовая доля лактозы» – режим УЗВ 5-30. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность применения кавитационной дезинтеграции как эффекта УЗВ в технологии производства кефира и кефирных напитков. Установлены следующие оптимальные режимы УЗВ: для кисломолочных напитков, полученных на основе кефирного грибка – 3-60; для кисломолочных напитков, полученных с применением комбинированной закваски – 3-45.

Установленные оптимальные режимы УЗВ позволяют улучшить потребительские свойства готовых кисломолочных напитков и интенсифицируют накопление полисахарида кефирана на 8 – 18 %, который предложено использовать в качестве интегрального показателя физиологической ценности кисломолочных напитков.

4. Результаты потребительской оценки указывают на то, что оптимальным является применение в технологии кисломолочных напитков, полученных на основе: кефирного грибка – УЗВ мощностью 240 Вт в течение 3 минут, комбинированной закваски – УЗВ мощностью 180 Вт длительностью 3 минуты.

5. Комплексная товароведная оценка качества кисломолочных напитков показала, что продукция, полученная с применением УЗВ, отличается лучшими потребительскими свойствами и характеризуется стабильностью качества при хранении. Результаты комплексной оценки свидетельствуют о возможном увеличении продолжительность хранения кефира с применением УЗВ по сравнению с образцом, полученным по классической технологии, на 24 часа, то есть на 20 % от сроков хранения, установленных нормативными документами.

На основе результатов проведенных исследований разработана технологическая схема производства кисломолочных напитков, которая включает в себя встраивание операции УЗВ на молочное сырье перед этапом сквашивания, как альтернатива модуля процессов пастеризации и гомогенизации. Разработанная технология апробирована в условиях реального производства ООО "Молоко Зауралья" и показала свою эффективность, обусловленную улучшением потребительских свойств кисломолочных напитков.

Перспективы дальнейшей разработки темы. С учетом теории подобия кавитационных реакторов, разработанной профессором С.Д. Шестаковым, все установленные в ходе диссертационного исследования режимы УЗВ могут быть применены для промышленных ультразвуковых установок.

В рамках дальнейших исследований планируется расширение ассортимента кисломолочной продукции, произведенной на основе применения ультразвукового воздействия, для изучения возможности повышения качества и интенсификации процессов их производства.

Список опубликованных работ по теме диссертации

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Ботвинникова, В.В. Особенности контроля качества молочной продукции в условиях действия технических регламентов / И.Ю. Потороко, **В.В. Ботвинникова**, Н.В. Попова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». – 2008. – № 30 (130). – С. 91–97.

2. Ботвинникова, В.В. Современные подходы к развитию инновационных технологий в пищевой отрасли: проблемы, решения, перспективы / И.Ю. Потороко, **В.В. Ботвинникова**, Р.И. Фаткуллин // Журнал «Товаровед продовольственных товаров». – 2013. – №6. – С 54 – 57.

3. Ботвинникова, В.В. Особенности экспертной оценки пищевых продуктов, полученных на основе биомодификаций / И.Ю. Потороко, И.В.

Фекличева, **В.В. Ботвинникова** // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». – 2013. – Том 7. № 1. – С. 170–175.

4. Ботвинникова, В.В. Формирование качества молочных продуктов с позиции теорий систем / О.Н. Красуля, **В.В. Ботвинникова**, Н.В. Попова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». – 2015. – Том 9 № 1. – С. 191–198.

5. Ботвинникова, В.В. Управление процессами формирования рынка социально значимых продуктов питания / И.Ю. Потороко, И.В. Калинина, **В.В. Ботвинникова** // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». – 2015. – Том 9 № 2. – С. 187–193.

Публикации в других изданиях

6. Ботвинникова, В.В. Влияние растительных компонентов на активность симбиотической закваски кефирного грибка и формирование качества кисломолочных напитков / И.Ю. Потороко, **В.В. Ботвинникова**, И.В. Фекличева // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2014. – Том 2. № 1. – С. 34–41.

7. Ботвинникова, В.В. Изменения в водной системе молока под влиянием ультразвуковой кавитации / **В.В. Ботвинникова**, Н.В. Попова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2015. – Том 3. № 2. – С. 47–54.

8. Botvinnikova V. Effect of ultrasonic treatment on heavy metal decontamination in milk / Porova N., **Botvinnikova V.**, Potoroko I., Krasulya O., Cherepanov P. // Ultrasonic Sonochemistry – November 2014 – Volume 21, Issue 6, – Elsevier– 2014- P/ 2107-2111.

9. . Ботвинникова, В.В. Технические регламенты Таможенного союза на пищевую продукцию как инструмент регулирования агропродовольственного рынка/ И.Ю. Потороко, И.В. Калинина, **В.В. Ботвинникова**// Современное бизнес-пространство: актуальные проблемы и перспективы.– Молодежный научно-практический журнал. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – Том 1. – С. 79–82.

10. Ботвинникова, В.В. Применение эффектов кавитации в формировании качества кисломолочных напитков/ В.В. Ботвинникова// Современное бизнес-пространство: актуальные проблемы и перспективы.– Молодежный научно-практический журнал. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – Том 2. – С. 54–56.

Авторские свидетельства и патенты РФ

11. Патент на изобретение RUS 2529361 Способ производства молочного продукта / И.Ю. Потороко, Н.В. Попова, **В.В. Ботвинникова**, О.Н. Красуля – 2013.

12. Патент на изобретение RUS 2529360 Способ получения кефира / И.Ю. Потороко, Н.В. Попова, **В.В. Ботвинникова**, О.Н. Красуля – 2013.

13. Патент на изобретение RUS 2531404 Способ подготовки воды для пищевых производств / И.Ю. Потороко, Н.В. Попова, **В.В. Ботвинникова**, О.Н. Красуля и др – 2013.

Материалы конференций

14. Ботвинникова, В.В. Инновационные подходы формирования качества и безопасности продуктов питания, как стратегическое направление развития пищевой отрасли / Р.И. Фаткуллин, **В.В. Ботвинникова** // Экономика и бизнес: Взгляд молодых. Сб. материалов международной научно-практической конференции молодых ученых, 2012: в 2 т. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2012. – Том 2. – С. 298–300.

15. Ботвинникова, В.В. Формирование потребительских свойств пищевых продуктов на основе эффектов сонохимии / И.Ю. Потороко, **В.В. Ботвинникова**, С.А. Фатеева // В сборнике: НАУКА ЮУрГУ материалы 66-й научной конференции (Электронный ресурс). Министерство образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский государственный университет; ответственный за выпуск: Ваулин С.Д. – 2014. – С. 319–322.

16. Ботвинникова, В.В. Современные подходы к формированию потребительских свойств кисломолочных продуктов / С.А. Фатеева, **В.В. Ботвинникова**, И.В. Фёкличева // Торгово-экономические проблемы регионального бизнес пространства. – 2013. – № 1. – С. 283–284.

17. Ботвинникова, В.В. Формирование качества продуктов животного происхождения с позиции соответствия потребительским требованиям / И.Ю. Потороко, Л.А. Цируличенко, **В.В. Ботвинникова** // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Пищевые биотехнологии». – 2015. – Том 3. №3. – С. 75–82.

18. Intensification of protein ability based on nutritional sonochemistry / I. Potoroko, **V. Botvinnikova**, N. Popova, L. Tcirulnichenko // European Science and Technology: materials of the V international research and practice conference. Vol.1. – Munich, 2013. – P. 465 – 469.

19. Ботвинникова, В.В. Критерии качественной идентификации кисломолочных продуктов / И.Ю. Потороко, Н.В. Попова, **В.В. Ботвинникова** // Сб. материалов 12-й международной научно-практической конференции «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств». – г. Барнаул: Алтайский гос.техн. ун-т им. И.И. Ползунова, 2009. – С. 224–226.

20. Ботвинникова, В.В. Качество молочных продуктов – как фактор безопасности потребителей / И.Ю. Потороко, Н.В. Попова, **В.В. Ботвинникова** // Сб. материалов I Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы развития современной науки, техники и технологий». – М.: Редакционно-издательский комплекс НИИРРР, 2009. – С. 100–102.

21. Ботвинникова, В.В. Оптимизация критериев ассортиментной и качественной идентификации молочных продуктов / И.Ю. Потороко, Н.В. Попова, **В.В. Ботвинникова** // Сб. материалов Международной научно-практич. конференции «Безопасность и качество пищевых продуктов и товаров народного потребления». – АлмТУ, г. Алматы Республика Казахстан, 2009. – С. 273–275.