

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет» (НИУ)

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

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
профессор О.Н. КРАСУЛЯ

Челябинск – 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	11
1.1. Современное состояние и направления развития рынка молока и кисломолочной продукции в России.....	11
1.2. Научные и практические предпосылки модификации технологии кисломолочных напитков для формирования заданных потребительских свойств.....	18
1.2.1. Динамика потребления молока и молочных продуктов, с учетом региональных особенностей.....	19
1.2.2. Про- и пребиотические свойства кисломолочных напитков, факторы, их определяющие.....	23
1.2.3. Изучение конъюнктуры предложения кисломолочных напитков с использованием инновационных технологий их производств....	27
1.3. Технология ультразвукового воздействия и перспективы ее использования в пищевой промышленности.....	32
1.4. Заключение по аналитическому обзору литературы.....	41
ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	43
2.1. Организация эксперимента.....	43
2.2. Объекты исследований.....	44
2.3. Методы исследований.....	46
ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ В ОТНОШЕНИИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К НЕЙ	53
3.1. Результаты маркетинговых исследований спроса на молочную продукцию в условиях Уральского региона.....	53
3.2. Анализ потребительских требований и установление факторов, их определяющих.....	56

ГЛАВА 4	ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ КОРРЕКЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ, КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО ФАКТОРА КАЧЕСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	62
4.1	Исследование свойств и пищевой ценности молочного сырья Уральского региона.....	62
4.2.	Исследование качества кисломолочных напитков, реализуемых на потребительском рынке Уральского региона.....	73
4.3.	Исследование функциональных свойств кисломолочных напитков – лидеров потребительских предпочтений.....	80
ГЛАВА 5.	ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ.....	88
5.1.	Изменение свойств сырого коровьего молока под влиянием эффектов кавитации ультразвукового воздействия и установление оптимальных режимов его обработки.....	89
5.2.	Исследование качества и функциональных свойств кисломолочных напитков, полученных с применением технологии ультразвукового воздействия.....	101
5.3.	Потребительская оценка качества кисломолочных напитков, полученных с использованием ультразвукового воздействия.....	123
ГЛАВА 6.	КОМПЛЕКСНАЯ ТОВАРОВЕДНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ, ВЫРАБОТАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	131
	ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ.....	144
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	147
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	168

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. 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. [86,100]

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 2012г., ставят задачи по реализации мероприятий, направленных на формирование здорового образа жизни граждан РФ, включая популяризацию культуры здорового питания. [83,96,106]

Интерес потребителей к продуктам, способным нормализовать состав нормальной микрофлоры кишечника или повысить ее биологическую активность, увеличивается с каждым годом. 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. [177]

Успешная реализация поставленных задач в технологии производства молочных продуктов, направленных на получение продукции с высокими качественными показателями и 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 исследования. Большой вклад в разработку новых, перспективных технологий производства функциональных молочных продуктов и исследования 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 применимости его в технологиях пищевых производств представлены в работах В.А. Акуличева, А.Г. Галстяна, С.Д. Шестакова, О.Н. Красули, И.Ю. Потороко, М. 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 маркетинговые исследования спроса, потребительских предпочтений к молочным продуктам и 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 доминирую-

щим 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 используемого прибора) 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.

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».

Практическая значимость и реализация результатов работы: состоит в том, что предложен способ производства кисломолочных напитков путем встраивания модуля ультразвукового воздействия на этапе подготовки молочного сырья перед этапом внесения закваски и сквашивания; установлена эффективность разработанной технологии производства кефира и кефирных напитков, которая заключается в улучшении их потребительских и функциональных свойств.

Предложенный способ производства кисломолочных напитков апробирован в условиях действующего предприятия – ООО «Молоко Зауралья» (акты промышленного внедрения приведены в Приложении Б)

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». (Приложение В)

Разработанные автором научные положения и практические решения нашли применение при организации научно-исследовательской работы студентов и аспирантов. Результаты исследований используются в учебном процессе при изучении дисциплин «Пищевая и биологическая химия», «Товароведение однородных групп товаров», «Технология молока и молочных продуктов» для студентов, обучающихся по направлению 38.03.07 «Товароведение», 19.03.03 «Технология продуктов питания животного происхождения» ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ)

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

Работа выполнялась в лабораториях кафедры «Экспертиза и управление качеством пищевых производств», «Органическая химия» и аккредитованной

лаборатории 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 и потребительских предпочтений, предъявляемых к кисломолочным продуктам в отношении основных характеристик;

– результаты исследования факторов, определяющих качество кисломолочных продуктов, реализуемых 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 на основе применения эффектов УЗВ.

Степень достоверности и апробация работы. Степень достоверности результатов определяется большим объемом полученных с применением стандартных, общепринятых и специальных методов экспериментальных данных и обработанных; согласованностью результатов с известными представлениями о составе и свойствах молочного сырья, теории эффектов ультразвукового воздействия в пищевых средах; подтверждается актами промышленных испытаний и патентами, публикацией основных положений диссертации в рецензируемых печатных изданиях.

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 опубликована 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, 213 литературных источников, из них 88 зарубежных авторов.

ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Современное состояние и направления развития рынка молока и кисломолочной продукции в России

Молочная отрасль является одной из важных для российской экономики и населения страны – молоко и молочные продукты входят в список продукции, подпадающей под Доктрину национальной продуктовой безопасности и имеет первостепенное значение в рационе питания населения. В отрасли работает более 21 тысячи предприятий, продукция отрасли составляет до 15 % от оборота розничных сетей. По данным Национального союза производителей молока в 2013 году показатель обеспеченности отрасли составил только 76 %. При этом показатель обеспеченности товарным молоком еще ниже – 66 %. Около 60 % произведенного в России товарного молока соответствует требованиям высшего сорта. Основное производство молока сосредоточено в Приволжском (9610 тыс. т) и Центральном (5509 тыс. т) федеральных округах (Рисунок 1). Россия входит в ТОП-5 стран мира по производству молока, но по эффективности его использования значительно уступает развитым странам. [5,47, 93, 96]

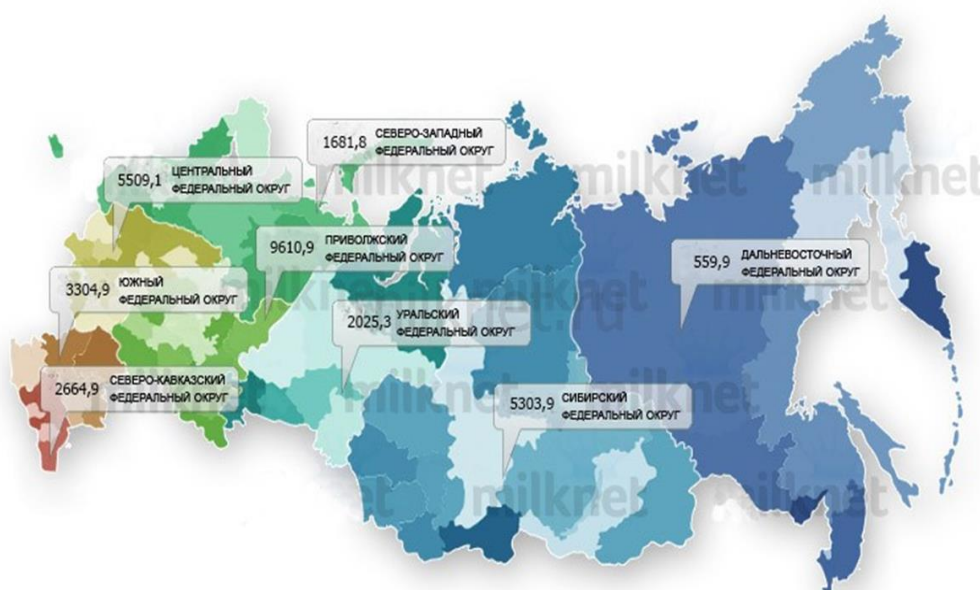


Рисунок 1 – Производство молока в Российской Федерации в 2013 году в хозяйствах всех категорий, тыс. тонн

Объемы производства молока по данным Росстата (на 28.01.2015г.) свидетельствуют о сохранении структуры основных производителей в доленой части и указывают на положительную динамику их роста (Таблица 1). [75,93,107]

Таблица 1 — Объемы производства молока основных производителей по годам, тыс. т

Производители	2012 г.	2013г.	2014г.
Сельскохозяйственные организации	14752	14046	14379 (в т.ч. 21 - Крым)
Крестьянские (фермерские) хозяйства	1719	1804	1913
Хозяйства населения	15284	14678	14552 (в т.ч. 271 - Крым)
ВСЕГО	31756	30529	30845 (в т.ч. 292 - Крым)

Уральский федеральный округ объединяет 6 субъектов Российской Федерации: Ямало-Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ - Югру, Тюменскую, Свердловскую, Челябинскую и Курганскую области (Рисунок 2). Территория округа составляет 1818 тыс. кв. километров, или 10,6 процента территории Российской Федерации. В рейтинге округов Российской Федерации округ занимает 6-е место по объему производства молока – 6,4 % общего производства (Таблица 2 и Рисунок 3). Сельскохозяйственные органи-



зации в округе обеспечивают производство 45,1 % молока, на долю крестьянских (фермерских) хозяйств приходится 3,7 % производства молока. Личные подсобные хозяйства также являются одним из основных производителей достаточно большого объема молока (на их долю приходится 51,1 % от общего объема производства). [93,97]

Рисунок 2 — Уральский Федеральный округ

Таблица 2 — Производство молока на душу населения и сортовая реализация по годам, кг, % от общей реализации [5,90]

	2010г.	2011г.	2012г.	2013 г.	2013 г. к 2012г.
Российская Федерация	222,9	221,2	222,3	212,7	-9,5
Уральский федеральный округ	173,4	171,8	170,7	165,7	-5,1
Курганская область	398,8	408,8	397,4	389,7	-7,7
Свердловская область	128,4	132,3	140,5	142,1	1,6
Челябинская область	168,1	159,0	150,7	141,8	-8,8
Реализовано молока высшего сорта (в процентах от общей реализации)					
Российская Федерация	33,7	37,5	41,4	60,5	19,126,8
Уральский федеральный округ	26,8	33,6	34,9	43,5	8,6
Курганская область	10,6	6,4	6,4	13,5	7,1
Свердловская область	33,5	38,5	38,0	44,9	6,9
Челябинская область	33,3	9,2	8,9	22,0	13,1
Реализовано молока первого сорта (в процентах от общей реализации)					
Российская Федерация	60,6	57,1	53,7	36,6	-17,1
Уральский федеральный округ	69,7	62,1	60,3	54,3	-6,0
Курганская область	87,6	90,7	90,1	84,5	-5,6
Свердловская область	63,7	57,8	58,5	54,1	-4,4
Челябинская область	91,7	87,0	85,8	74,0	-11,8
Реализовано молока второго сорта (в процентах от общей реализации)					
Российская Федерация	5,60	5,32	4,77	2,68	-2,09
Уральский федеральный округ	3,50	3,89	4,76	2,15	-2,60
Курганская область	1,90	2,82	3,50	2,01	-1,49
Свердловская область	2,80	2,76	3,51	1,06	-2,45
Челябинская область	5,00	3,80	5,33	4,00	-1,33
Реализовано молока несортového (в процентах от общей реализации)					
Российская Федерация	0,20	0,10	0,13	0,23	0,10
Уральский федеральный округ	-	0,40	-	-	-
Курганская область	-	0,06	-	-	-
Свердловская область	-	0,92	-	-	-
Челябинская область	-	-	-	-	-

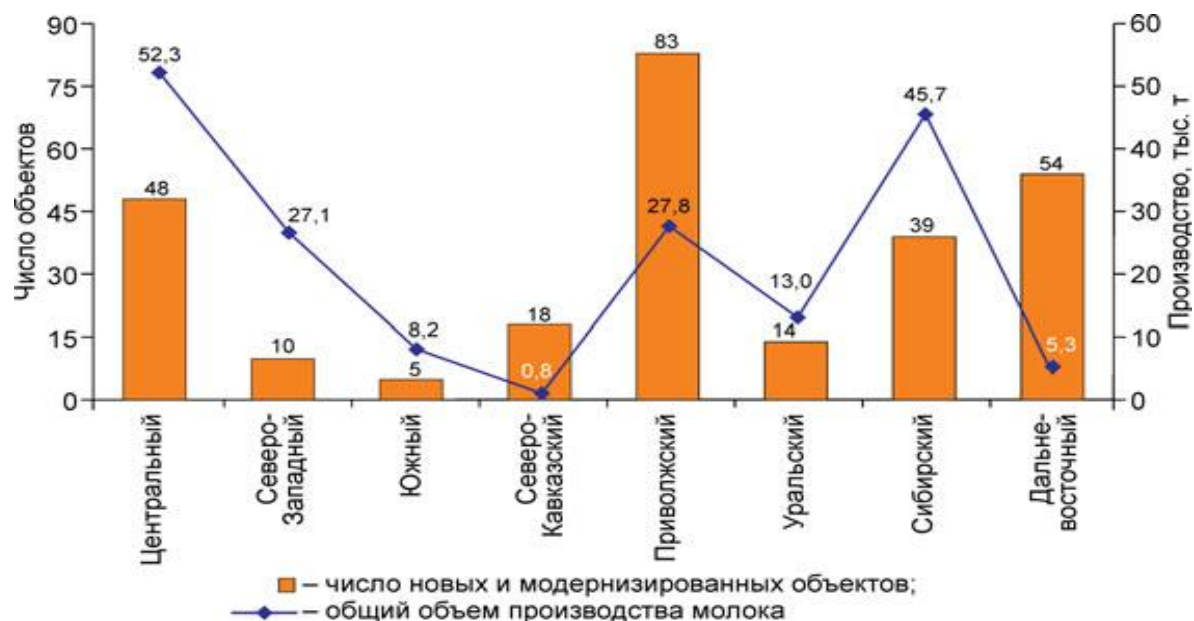


Рисунок 3 — Производство дополнительных объемов молока по федеральным округам, тыс.т. [75]

Недостаток производства молочной продукции внутри страны в течение последних лет компенсируется за счет поставок из Белоруссии; так за одиннадцать месяцев 2013 года было поставлено около 127 тыс. тонн, что составляет свыше 77 % от общего объема импорта сухого молока. Данные Федеральных таможенных служб России об объемах импорта молочной продукции и основных поставщиках кисломолочной продукции представлены в таблице 3 и таблице 4. [73,90]

Таблица 3 — Объемы импорта молока и молочной продукции по годам, тыс. тонн

Вид продукции	2012	2013	2014
Цельномолочная продукция (в пересчете на молоко)	32	41	29
Сухое обезжиренное молоко	27	39	16
Сухое цельное молоко	2,4	3,6	6,6
Сгущенное молоко	0,3	2,7	1,4
Кисломолочная продукция	25	31	20
Молочная сыворотка	23	38	23
Сливочное масло	77	101	91
Сыры и творог	322	329	185

Таблица 4 – Страны поставщики кисломолочной продукции (код ТН ВЭД 0403) на территорию России в 2014 году, тыс. тонн[5]

Страна	Объем импорта (тыс. тонн)	Доля импорта (%)
1. Финляндия	8,0	40,0
2. Эстония	3,9	19,5
3. Франция	2,8	14,0
4. Германия	2,0	10,0
5. Литва	1,8	9,0
Остальные страны	1,5	7,5

Состояние молочной отрасли и потребительского рынка молочной продукции в 2015 году значительно изменилось по структуре ассортимента, причем не только внутри сегмента, но внутри рынка; в связи с введением экономических санкций ЕС под запрет попали поставки из 29 стран. В структуре импортируемых молочных продуктов в пересчете на молоко в 1 полугодии 2015 года больше половины составляет сливочное мало (51 %), на втором месте – сыры и творог (39 %), сухое молоко составляет 6 %, сухая сыворотка – 4 %. Практически прекратились поставки кисломолочной продукции (код ТНВЭД 0403) - (0,3 тыс. тонн) и сгущенного молока (коды ТНВЭД 040291 и 040299) - (0,002 тыс. тонн). [73,107]

Структура российской молочной отрасли в большей части взаимосвязана с традициями потребления, удельный вес в объемах производства составляет: сыр (829 тыс. т), йогурт (736 тыс. т), кисломолочные продукты (2900 тыс. т), творог (434 тыс. т), молоко питьевое (5016 тыс. т), сливки (90 тыс. т.), масло сливочное (468 тыс. т), СОМ, СЦМ (233 тыс. т), сметана (582 тыс. т), обрат и пахта (3245 тыс. т), сыворотка натуральная (2009 тыс. т).

В 2012 году в структуре ассортимента кисломолочных продуктов на долю кефира приходилось 32 %, йогурта – 21 %, сметаны – 17 %, сыворотки– 12 %, ряженки 7 % и другие виды кисломолочных продуктов –11 %. Наибольшее количество кефира, кефирных продуктов производится в регионах, которые лидируют в производстве молока. Структура производства кефира, кефирных

продуктов по федеральным округам Российской Федерации представлена на диаграмме ниже (Рисунок 4). [88,89,107]

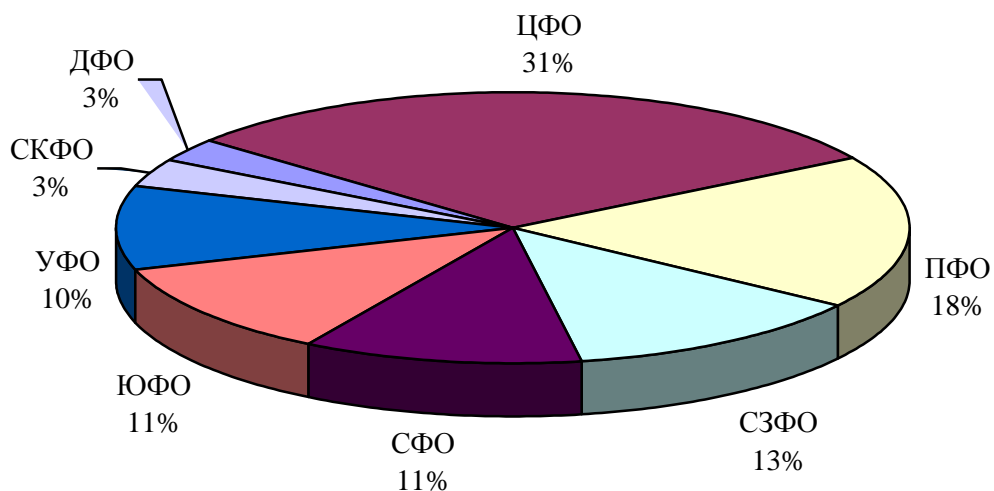


Рисунок 4 – Региональная структура производства кефира и кефирных продуктов в 2012 году (источник ГК Step by step, 2013), %

В структуре российского рынка кефира и кефирных продуктов 99,49 % в натуральном выражении составляет продукция отечественного производства, наибольшая доля в производстве кефира, кефирных продуктов в 2012 году принадлежала Центральному федеральному округу (30,24 %). На долю производителей Дальневосточного ФО приходилось 2,88 % российского производства кефира, кефирных продуктов на долю производителей Северо-Кавказского ФО приходилось 3,32 %.

С 2002 по 2012 гг. объем производства кефира, кефирной продукции в нашей стране вырос с 703,14 тыс. тонн до 1060,54 тыс. тонн. Таким образом, средний темп прироста объемов российского производства кефира, кефирных продуктов составил порядка 4,3 % в год. [90,91,107]

Крупнейшими производителями кисломолочных продуктов в России являются российские дочерние и зависимые общества (ДЗО) крупнейших иностранных транснациональных компаний – ГК «Данон» в России, Pepsico inc. (ОАО «Вимм-Билль-Данн») и два российских игрока – ГК «Молочное дело», АХ «Молвест», которые делят рынок с региональными и межрегиональными производителями.

По данным BusinesStat в 2014 г., с 2009 г. по 2013 г. объемы продаж кисломолочных продуктов в России ежегодно демонстрировали рост относительно предыдущих лет на 3...8 % в год. В целом за весь период продажи кисломолочных продуктов увеличились на 19 % и в 2013 г. достигли 3089 тыс. т. Внутреннее производство кисломолочной продукции в России сосредоточено в основном на территории 3 округов: ЦФО, ПФО и СФО. Их удельный вес в общероссийском выпуске кисломолочной продукции составил почти 70 %. В региональном разрезе по объемам выпуска стоит отметить Московскую область и Москву, предприятия которых выпускают более половины продукции, выпускаемой в ЦФО.

Спрос на кисломолочную продукцию удовлетворяется практически полностью за счет отечественного производства. Большая часть производителей, представленных на российском рынке выпускает кефир, кефирный продукт с массовой долей жира 1 %, 2,5 %, 3,2 %, которые в большей степени представлены на рынке в низком ценовом сегменте. [47,90, 96]

В настоящее время возврат к термостатным технологиям производства кисломолочных продуктов по мнению экспертов – основная тенденция развития российского рынка кефира и кефирных продуктов. Кефир, полученный термостатным методом, относят к продуктам премиум-класса, цена его заметно выше цены классического (резервуарного) кефира.

Реализация программы Минсельхоза РФ по стимулированию потребления отечественных продовольственных товаров, в том числе сельскохозяйственной продукции началась в 2013 г. Одним из основных направлений реализации Программы является популяризация среди населения молочной продукции, что, безусловно, положительно отразится на динамике продаж, в том числе кисломолочных продуктов. Среди других факторов роста рынка в ближайшие годы выделены, во-первых, рост предложения на рынке «нишевых» продуктов, ориентированных на определенные группы населения (геродиетических, для школьного питания и т.д.); во-вторых, рост ассортимента продукции за счет выпуска товаров с новыми вкусами, дальнейшее совершенствование упаковки,

мощная рекламная поддержка; в-третьих, популяризация здорового образа жизни и, как следствие, рост спроса на функциональную продукцию, обогащенную витаминами и микроэлементами, живыми культурами и другими полезными компонентами. [60,71,96,107]

Согласно исследованию BusinesStat, кисломолочные продукты на российском рынке в структуре продаж функциональных продуктов в стоимостном выражении занимают лидирующие позиции (второе место после хлебобулочных изделий). По мнению аналитиков, стоимостный объем продаж функциональных продуктов к 2015 году вырастет на 36 % и составит 98,5 млрд. руб. По прогнозам BusinesStat, в 2018 г. будет продано 3401 тыс. т. кисломолочных продуктов, что на 10 % больше, чем в 2013 г. [75,89,91]

Вместе с тем, рост производства кисломолочной продукции ограничен отсутствием динамики развития сырьевой базы, для рынка молока характерны одновременно экстенсивная деградация и интенсивное развитие.

Важнейшим условием успешного развития молокоперерабатывающей промышленности является преодоление существующих системных проблем, а приоритетами долгосрочного периода, согласно Стратегии развития пищевой и перерабатывающей отрасли на период до 2020 года, являются инновационные подходы к их решению. Формирование потребительских свойств молочных продуктов определяет комплекс факторов, среди которых лидирующими являются качество сырья и новые технологии производства.

1.2. Научные и практические предпосылки модификации технологии кисломолочных напитков для формирования заданных потребительских свойств

В разделе приведено обоснование необходимости модернизации технологии производства кисломолочных напитков, позволяющее обеспечить высокие потребительские свойства на основе применения результатов передового опыта российских и зарубежных ученых.

1.2.1. Динамика потребления молока и молочных продуктов, с учетом региональных особенностей

Известно, питание – один из основных факторов, определяющих здоровье населения, что особенно важно для территорий с тяжелой экологической нагрузкой (эндемических зон). Причем, к числу таких зон относится значительное количество территорий страны, в том числе Уральский регион. Нарушение сбалансированности пищевых веществ, их недостаток (избыток), а также потребление продуктов низкого качества или содержащих в своем составе опасные для организма человека вещества, приводит к ухудшению показателей здоровья населения. [11,24]

В связи с чем, формирование потребительского продовольственного рынка для таких территорий должно осуществляться с учетом создания возможности для населения выбора продуктов питания, направленное на:

- минимизацию рисков негативного влияния на организм человека техногенного воздействия;
- профилактику заболеваний и продление жизни населения при соблюдении принципов рационального питания.

Таким образом, проблема обеспечения здорового питания населения имеет определенную актуальность на фоне проблем здоровья, связанных с образом жизни. Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) определяет, что главные факторы риска – это физическая инертность и нездоровое питание, поэтому принимает в мае 2004 г. «Глобальную стратегию по питанию, физической активности и здоровью». Данная стратегия одной из 4 целей определяет слежение за научными достижениями и содействие исследованиям в области питания и физической активности. [86,78,83]

В связи с этим, особенно актуальным можно считать развитие исследований по проблеме, цель которых не эксплуатация термина «функциональный продукт», а продвижение принципиально новых методов повышения биологической ценности пищевых продуктов.

Стратегия развития пищевой и перерабатывающей отрасли РФ на период до 2020 года нацелена на наполнение потребительского рынка достаточным количеством продуктов питания, позволяющим обеспечить прежде всего рациональные нормы (Таблица 5) с учетом сбалансированности рационов. [47,96]

При анализе количественного потребления населением продовольствия учитываются основные продукты потребительской корзины: мясо и мясопродукты, молоко и молочные продукты, масло животное, хлеб и хлебобулочные продукты, картофель, овощи и бахчевые культуры, сахар, масло растительное, рыба, фрукты.

Таблица 5 — Нормы потребления молока и молочных продуктов кг/год/чел [69,78,80]

Группа продуктов, кг в год на человека	Нормы, рекомендуемые НИИ питания РАМН	Нормы, рекомендуемые ВОЗ ООН	Рациональные нормы	Минимальные нормы
Молоко и молочные продукты в пересчете на молоко, всего	404,0	359,9	320-340	205,4

Потребление населением Российской Федерации молока и молочных продуктов в дневном рационе, в целом по стране ниже рекомендуемых норм потребления этой продукции. Согласно рекомендаций Министерства здравоохранения и социального развития РФ рекомендуемые объемы потребления молочных продуктов, отвечающие требованиям здорового питания, составляют: молоко, кефир, йогурт (жирностью 1,5–3,2 %) – 60 кг/год/человек; молоко, кефир, йогурт (жирностью 0,5–1,5 %) – 50 кг/год/человек. [83]

Динамика потребления молока и молочных продуктов на душу населения (Рисунок 5) указывает, что для Челябинской области наблюдается снижение объемов потребления, в отличие от Российской Федерации в целом и Уральского Федерального округа (УрФО). [60,71,93] Так, в 2006 году потребление молока и молочных продуктов в Челябинской области составляло 186 кг в год, в 2008 году наблюдался пик потребления (204 кг в год), а затем потребление снижалось до 187 кг в год на душу населения в 2011 году.

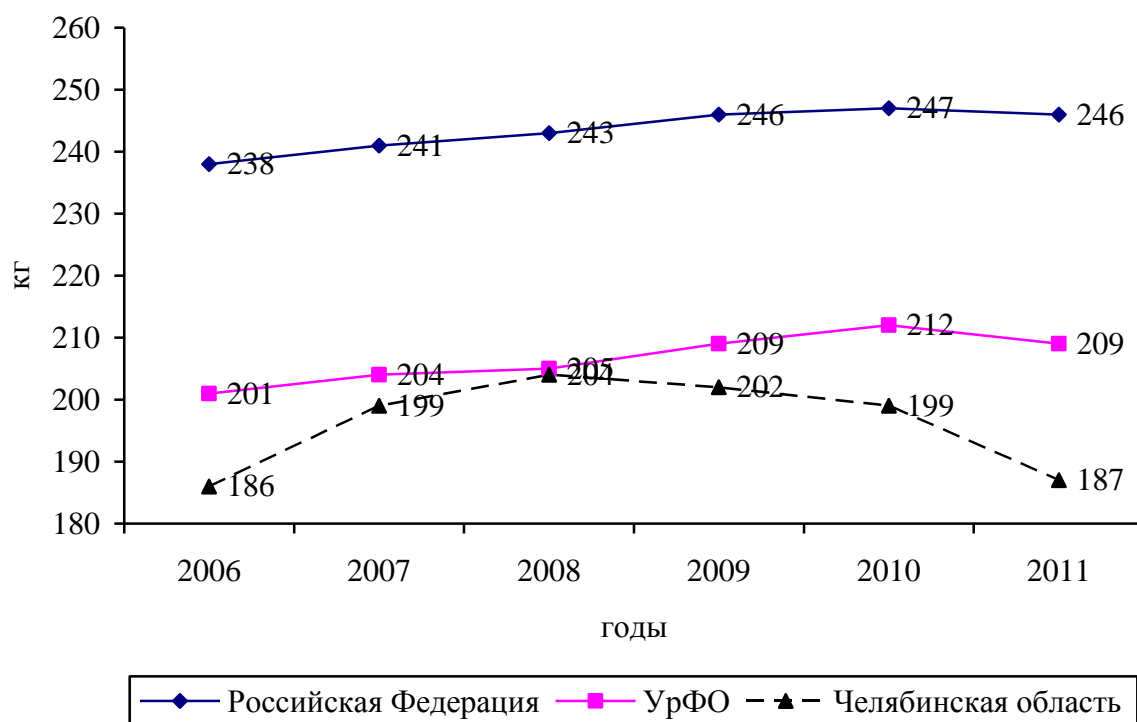


Рисунок 5 – Динамика потребления молока и молочных продуктов, на душу населения кг в год

Выявленная тенденция, на наш взгляд, является весьма негативной с учетом наличия развитой тяжелой промышленности и ее влияния на экологию территории Челябинской области. Известно, что молочная продукция способна минимизировать риски токсиконагрузок на организм человека, следовательно, для данных территорий наполнение рынка молочными продуктами, должно быть достаточным, что не согласуется с объемами их производства (Таблица 6).

Таблица 6 - Производство цельномолочной продукции (тыс.т)

	2011г.	2012г.	2013г.	2013 г. к 2012г.	
				%	+,-
Российская Федерация	10703,63	11298,79	11534,04	102,8	235,24
Уральский федеральный округ	1066,71	1157,03	1163,52	100,56	6,48
Курганская область	157,50	159,76	186,67	118,84	26,90
Свердловская область	414,06	485,09	446,04	91,95	-39,05
Челябинская область	202,53	212,27	223,71	105,38	11,44

Исследования в области питания направлены не только на разработку норм количественного потребления продуктов питания, но и на обоснование качественных аспектов, основу которых составляют принципы сбалансированности питания. Из таблицы 7 видно, что фактическое потребление населением, молока и молочных продуктов не соответствует рациональным нормам, в среднем, на одного человека. [83,107]

Потребление молока и молочных продуктов по отношению к нормам, разработанным НИИ питания РАМН, составило 46,3 %, а по отношению к рациональным нормам, утвержденных Министерством здравоохранения и социального развития РФ – 55 %.

Таблица 7 - Отношение фактического уровня потребления молочных продуктов населением Челябинской области к нормам, %

Наименование продукта	Нормы НИИ питания РАМН	Нормы, рекомендуемые ВОЗ ООН	Рациональные нормы	Минимальные нормы
Молоко и молочные продукты, в пересчете на молоко	46,33	52,1	55,0	91,4

Несмотря на то, что сегодня в нашей стране, среди населения все больше доминирует тенденция здорового образа жизни, как следствие, потребление кефира растет, тем не менее, в 2012 году объем потребления кефира и кефирных продуктов на душу населения составил всего 7,4 кг. Хотя в соответствии с Приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 2 августа 2010 г. № 593н рациональный объем потребления кефира и кефирных продуктов на одного человека в год должен составлять порядка 36 кг в год. [5,71,89]

Вышесказанное дает основание полагать, что у рынка молочных продуктов есть потенциал для дальнейшего развития. Ожидается, что рост будет происходить за счет учета изменений предпочтений населения, в этих условиях производителю необходимо будет обеспечить заданные свойства молочных продуктов в полном объеме.

1.2.2. Про- и пребиотические свойства кисломолочных напитков, факторы их определяющие

В настоящее время в мировом научном сообществе кисломолочные продукты рассматриваются в качестве основы здорового питания человека, способствующей сохранению здоровья, предупреждению ряда заболеваний и увеличению продолжительности жизни [47, 99, 105, 146]. Главное достоинство кисломолочных продуктов в том, что это «живые продукты», они содержат молочнокислые бактерии, которые подавляют рост и развитие болезнетворных и гнилостных микроорганизмов в организме человека. Наряду с благоприятным влиянием на нормальную микрофлору кишечника, кисломолочные продукты выполняют функции обеспечения организма необходимыми эссенциальными и биологически активными веществами.

Теоретические и практические основы в области исследований качества кисломолочных продуктов заложены в трудах Королевой Н.С., Гончаровой Г.С., Рожковой И.В., Семенихиной В.Ф., Виноградской С.Е., Ганиной В.И., Забодаловой Л.А., Тихомировой Н.А., Хамагаевой И.С., Хамнаевой Н.И., Khurana Н.К., Robinson R. K., Tamime A. Y. и др. [27,51,54,61,98,99,102]

В последние годы все больший интерес вызывают технологии производства пищевых продуктов, обладающих синбиотическим действием, т.е. разработке способа производства продукта, содержащего пребиотик – неусвояемый компонент пищи, способный стимулировать рост пробиотика, в частности, бифидобактерий, и обеспечивать их высокую приживаемость в желудочно-кишечном тракте человека. [115,135]

В этом отношении заслуживают внимание протосимбиотические ассоциации заквасочной микрофлоры, ярким представителем которых являются кефирные грибки. Поскольку вырабатываемые ими метаболиты, реализуются наряду с антагонизмом микроорганизмов закваски к возбудителям инфекций через механизм неспецифической иммуностимуляции. [146,185,211]

Впервые термин «пробиотик» был сформулирован Гибсоном в 1995 году для обозначения веществ, не распадающихся под действием ферментов организма, благотворно влияющих на него путем выборочной стимуляции или активизации метаболизма нормальной микрофлоры кишечника. [123,211]

Начиная с конца XIX века, медицина исследует воздействие кисломолочных продуктов на организм человека. Основу этого заложил известный болгарский учёный, врач и микробиолог Стамен Григоров, впервые описавший ответственную за молочнокислую ферментацию болгарскую палочку (*Lactobacillus bulgaricus*), он является создателем вакцины против туберкулёза и оригинального метода его лечения – *cura bulgara* (болгарское лечение). Лауреат Нобелевской премии Илья Мечников, оценивший первым в мире значение этого открытия (тогда ещё студента) Григорова, до конца жизни пропагандировал не только употребление кисломолочных продуктов, но и живой культуры микроорганизмов – пробиотиков. [211]

Как правило, пробиотики содержат в своем составе микроорганизмы, которые хорошо приживаются в среде продукта и продуцируют биологически активные вещества: витамины, антибиотики, ферменты, полисахариды и другие метаболиты. Они способны тонким слоем покрывать эпителий слизистых оболочек, вытеснять условно-патогенную микрофлору, нормализовать физиологические процессы, предотвращать дисбактериоз и другие расстройства органов пищеварения, что в совокупности повышает резистентность организма. [123,134,211]

Пробиотики служат инструментом защиты иммунитета человека в современных условиях жизни. Одним из известных путей получения пробиотиков, является потребление в пищу продуктов, выработанных биотехнологическим способом на основе различных микроорганизмов, используемых в качестве заквасочных или стартовых культур. Кефир, производимый на основе симбиотической закваски кефирного грибка, можно рассматривать как комплексный пробиотик. [50, 136]

Современные исследования объясняют механизмы взаимодействия между бактериями в кефирных грибках. Две гетероферментативные бактерии *L. kefir* и *L. parakefir* обладают поверхностным белковым слоем (S-layer), чем и объясняется их способность к самоагрегации и агглютинации. Эти бактерии способны удерживаться на клетках Caco-2 (аденокарциномы толстого кишечника человека), тем самым показывая хорошие пробиотические свойства данных бактерий. [50, 149]

Результаты изучения лечебных свойств кефирной закваски в нашей стране и за рубежом показали, что полисахарид кефирных грибков – кефиран, активизирует протеолитическую активность ферментов желудочно-кишечного тракта, что приводит к улучшению обменных процессов в организме человека. [62]

Кефиран – это водорастворимый экзополисахарид, продуцируемый *Lactobacillus kefiranofaciens*, *L. kefirgranum*, *L. parakefir*, *L. kefir* and *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Кефиран состоит примерно в равных пропорциях из D-глюкозы и D-галактозы [172]. Микроскопические исследования кефирных зерен показывают, что кефиран инкапсулирует на уксуснокислых бактериях и дрожжах, вовлеченных в процесс брожения. Он синтезируется на поверхности наружной мембраны клетки, причем образует когезионно связанный слой в виде полисахаридной капсулы, обеспечивая поверхности клетки гидрофильные свойства [50]

Кефиран улучшает вязкоупругие свойства кислотных гелей молока, обладает противомикробным и ранозаживляющим свойствами, способностью снижать кровяное давление и уровень холестерина в сыворотке крови и способностью замедлить рост опухоли [208] и повышению защитного иммунитета. [182, 205]

Известно, что продукты смешанного брожения (молочнокислого и спиртового) имеют отличные от других в данной группе товаров потребительские характеристики – своеобразным вкусом и запахом, консистенцию. Дрожжи, продуцируемые симбиотической закваской, смягчают ощущение кислоты, делая

вкус более нежным, при этом титруемая кислотность заметно не понижается. Накопление в процессе спиртового брожения CO_2 увеличивает полноту вкусовых ощущений за счет газирования и своеобразного оттенка аромата. [122]

Микрофлора кисломолочных продуктов смешанного брожения разнообразна, ее главной характерной особенностью является сочетание большого числа штаммов как молочнокислой и дрожжевой микрофлоры. Известны способы использования кисломолочных продуктов, сквашенных закваской из кисломолочных бактерий, не только в пищу, но и как целебное средство от болезней. Доказано, что для людей, страдающих непереносимостью лактозы, употребление кефира может способствовать нормальному усвоению этого углевода. [74,127,135]

Рост сегмента молочнокислых продуктов на потребительском рынке определяется их популярностью как сохраняющих и улучшающих здоровье за счет наличия в составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов (ГОСТ Р 52349-2005). Производители молочной продукции, используют увеличивающийся спрос рынка, стремятся расширять ассортимент, выпуская новые виды кисломолочных напитков, при этом позиционируют их как продукты здорового питания, оказывающих благотворное влияние на организм человека. [154,155] Данная тенденция развития рынка кисломолочной продукции не является оправданной с точки зрения обеспечения их функциональных характеристик. Так как помимо функциональных ингредиентов (содержание которых не регламентировано) и/или «брендовых» культур зачастую содержат сахар, ароматизаторы и другие составляющие, обеспечивающие в основном привлекательные вкусовые характеристики. Все это только подтверждает опасения экспертов ВОЗ («Drug and Therapeutics Bulletin») в части несоответствия заявленных на этикетке свойств. [144]

Поэтому, поиск новых методов улучшения потребительских свойств и повышения функциональности кисломолочных напитков, а также исследование применимости этих методов для пищевых производств – объект для исследований диссертационной работы.

1.2.3. Изучение конъюнктуры предложения кисломолочных продуктов с использованием инновационных технологий производства

Впервые концепцией национальных инновационных систем стали заниматься в 80-х г. прошлого века ученые Швеции, Великобритании, США, которые придерживались общих методических принципов о конкуренции на основе инноваций и эффективности научных разработок. [72]

Инновационная деятельности применительно к молочной промышленности в рамках парадигмы устойчивого развития связана, как правило, с решением задач экономической, социологической и экологической эффективности пищевой промышленности. Чаще всего, инновационные предложения обеспечивают производство новых видов продукции, новых видов ее хранения, а также форм продвижения готовых продуктов до групп населения с разным уровнем доходов. В 2020 году производство пищевых продуктов должно увеличиться в 1,4 раза при среднегодовом темпе прироста 3,5...5% к уровню 2010 года. [45,96]

Следует учитывать, что применительно к продуктам переработки молока, ключевым критерием, обуславливающим их потребительские свойства, является технологическая пригодность молочного сырья. Именно химический состав, микробиологическая чистота молочного сырья будут обуславливать закономерности течения большинства технологических процессов молочного производства. В этой связи не только количество, но и качество молока, поступающего на переработку, влияет на насыщение рынка полноценными в пищевом отношении продуктами питания.

Основным фактором увеличения объемов производства молока является техническая модернизация. Доля продукции, производимой по инновационным технологиям, повысилась с 0,7 до 2,9 %. По данным Министерства Сельского хозяйства РФ за 2008-2014 годы (Рисунок 6) введено, реконструировано и модернизировано 1785 объектов, связанных с молочным скотоводством.



Рисунок 6 – Динамика количества новых, модернизированных и реконструированных объектов и объема производства молока, тыс. т. [71]

Оснащенность вновь построенных и реконструированных молочных комплексов не всегда соответствует требованиям технологии содержания и кормления высокопродуктивных животных, вследствие этого биопотенциал скота молочных пород используется в большинстве регионов не полностью, что характерно и для Уральского региона в целом, и Челябинской области, в частности.

В настоящее время перед предприятиями пищевой и перерабатывающей промышленности стоят следующие цели и задачи, реализация которых непосредственно связана с обеспечением инновационной деятельности на предприятии:

- внедрение технологий производства традиционных продуктов питания, позволяющие сохранить их ценность и обеспечить качество;
- разработка новых биологически полноценных продуктов питания;
- создание и внедрение технологий производства качественно новых пищевых продуктов. [71,75,96]

В технологии кисломолочных продуктов, в частности кисломолочных напитков, развитие ассортимента осуществляется по нескольким направлениям:

- усиление функциональных свойств путем внесения растительных компонентов;
- внесение дополнительных микробных ассоциаций;
- улучшение вкуса и аромата продуктов за счет вкусовых наполнителей.

Большое количество работ посвящено разработке перспективных технологий производства функциональных молочных продуктов, а также исследованию их свойств. Это работы известных отечественные ученых: А.Г. Храмцова, В.Д. Харитонов, З.С. Зобковой, А.А. Твороговой, Л.А. Остроумова, Н.А. Тихомировой, В.И. Ганиной, А.А. Майорова, А.Ю. Просекова, Л.А. Забодаловой, И.А. Смирновой, Д.М. Захаровой и других. [27,51,52,54]

Патентный поиск в области разработок, связанных с кисломолочными продуктами, показал, что около 30 % разработок приходится на кисломолочные продукты с пробиотиками, 8 % – с пребиотиками, около 20 % – разработки, связанные с использованием вторичных продуктов переработки молочного сырья, более 10 % – с биологически активными веществами и такое же количество со стабилизирующими консистенцию системами.

Так, известен способ производства кефирного напитка (патент РФ 2409962) на основе внесения кедрового жмыха в количестве 0,5 %, а также внесение сиропа лактулозы в количестве 1,0 %, Изобретение позволяет получить напиток, обладающий высокими органолептическими показателями, бифидогенными свойствами, повышенной пищевой и биологической ценностью и хранимоспособностью.

Способ ускоренного производства кефира (Патент РФ № 2010116681/10) включает сквашивание пастеризованного охлажденного молока омагниченной напряженностью суспензией из молока и кефирной закваски.

При производстве кефира для детского и диетического питания (Патент РФ 2105485) предлагается проводить деаэрацию молока до внесения кефирной закваски и биомассы бифидобактерий.

Особый интерес представляют разработки в области исследования способов благоприятствующих накоплению полисахаридов, продуцированных молочнокислыми микроорганизмами.

Известен, способ производства кефира (RU 2543146):A23C9/127) с использованием как микроорганизмов вида *Lactobacteriaceae*, так и микроорганизмов других видов или ферментов.

Предлагается способ приготовления пептидосодержащего продукта типа «эм-курунга» (Патент РФ № 2524437). Изобретение направлено на получение продукта, обладающего высоким уровнем антибиотической активности по отношению к *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*.

Предлагается способ производства кефирного продукта с внесением в нормализованное молоко сукцината хитозана и янтарной кислоты. Изобретение позволяет получить продукт, обладающий мягким вкусом, увеличенным сроком хранения и повышенной функциональной ценностью.

Также известен способ производства кисломолочного продукта на основе солодового экстракта пшеницы (Авторское свидетельство 1243679), способ производства кисломолочного продукта «катык» (Патент РФ 2266008): закваска содержит *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacterium acidophilus*, *Lactobacterium bulgaricum*. Изобретение позволяет получить продукт, обладающий высокими профилактическими свойствами, увеличенным сроком хранения.

Кефир может вырабатываться с добавлением витаминных премиксов (ТУ РБ 700225560.008-2003(A)), фруктово-ягодных сиропов (ТУ 49700-80), лактулозы (ТУ 9222-002-05287650-10) и т.д.

Использование результатов научных разработок позволяет производителям компенсировать проблемы низкого качества молочного сырья, его разнообразности, а также решать вопросы интенсификации производства. Однако, большинство из них использует процесс оптимизации рецептур и технологий, что определяет переход продукта из одной ассортиментной позиции в другую.

Согласно требований ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» принята следующая терминология:

- "кефир" – это кисломолочный продукт, произведенный путем смешанного (молочнокислого и спиртового) брожения с использованием закваски, приготовленной на кефирных грибах, без добавления чистых культур молочнокислых микроорганизмов и дрожжей;

- "кисломолочный продукт" – молочный продукт или молочный составной продукт, который произведен способом, приводящим к снижению показателя активной кислотности (рН), повышению показателя кислотности и коагуляции молочного белка, сквашивания молока, и (или) молочных продуктов, и (или) их смесей с немолочными компонентами, которые вводятся не в целях замены составных частей молока (до или после сквашивания), или без добавления указанных компонентов с использованием заквасочных микроорганизмов и содержат живые заквасочные микроорганизмы в количестве, установленном в приложении №1 к настоящему техническому регламенту;

- "молочный составной продукт" – пищевой продукт, произведенный из молока и (или) его составных частей, и (или) молочных продуктов с добавлением или без добавления побочных продуктов переработки молока (за исключением побочных продуктов переработки молока, полученных при производстве молокосодержащих продуктов) и немолочных компонентов (за исключением жиров немолочного происхождения, вводимых в состав как самостоятельный ингредиент (не распространяется на молочную продукцию для питания детей раннего возраста, при производстве которой используются жиры немолочного происхождения)), которые добавляются не в целях замены составных частей молока. При этом в готовом продукте составных частей молока должно быть более 50 процентов, в мороженом и сладких продуктах переработки молока - более 40 процентов.

В этой связи, поиск новых методов воздействия на молочное сырье, в том числе ультразвукового, позволяющих минимизировать указанные выше негативные факторы, либо обеспечить комплексность в решении проблемы сохранения традиционности качества и ассортимента российских кисломолочных напитков является весьма актуальным.

1.3 Технология ультразвукового воздействия и перспективы ее использования в пищевой промышленности

Задачей настоящего раздела явилось исследование возможности использования методов ультразвукового воздействия в технологии производства кисломолочных продуктов, на основе обзора информационных источников по проблеме.

Уникальность и эффективность УЗ воздействия обусловлена наличием упругих колебаний и волн частотой выше 15 – 20 кГц, которые и определяют его специфические особенности в различных пищевых средах. Важнейшим нелинейным эффектом в ультразвуковом поле является кавитация – возникновение в жидкости массы пульсирующих пузырьков, заполненных паром, газом или их смесью.

Кавитация возникает в результате местного понижения давления в жидкости, которое может происходить либо при увеличении её скорости (гидродинамическая кавитация), либо при прохождении акустической волны большой интенсивности во время полупериода разрежения (акустическая кавитация), существуют и другие причины возникновения эффекта. Перемещаясь с потоком в область с более высоким давлением или во время полупериода сжатия, кавитационный пузырёк схлопывается, излучая при этом ударную волну.

В настоящее время учеными многих стран гидродинамическая кавитация рассматривается как альтернатива акустической кавитации. Aniruddha B. Pandit считает, что гидродинамическая кавитация более энергосберегающая по сравнению с акустической кавитацией, по крайней мере, для таких явлений, как химический синтез, обработка сточных вод. [193,198]

Французскими учеными Rachel Pflieger и Sergey I. Nikitenko (Университет Маркуль, Франция) предложена новая парадигма для сонохимии – неравновесное плазменное формирование мультипузыря во время кавитации. Вместо упрощенной квазиadiaбатной согревающей модели, процессы сонохимии нуж-

но рассмотреть с точки зрения более сложного плазменного химического подхода, позволяющего объяснить новые эффекты. [199]

Сами пузырьки в фазе сжатия уменьшаются до нанометровых размеров, а парогазовая смесь внутри них разогревается до высоких температур и переходит в состояние плазмы, которое сопровождается испусканием квантов света – сонолюминесценцией. Эти кванты могут достигать энергии ультрафиолетового излучения. Известны даже попытки осуществить в кавитационных пузырьках, наполненных парами дейтерированного ацетона, инерциальный термоядерный синтез. [179,193]

Известно, что степень и глубина кавитационных процессов определяются условиями ультразвукового воздействия. Авторами D. Knorr, V.S. Mohotkar, S. Muthukumaran и другими выявлено, что повышение интенсивности ультразвука приводит к нестабильной кавитации: пузырьки очень быстро достигают своих резонансных размеров, затем резко расширяются и схлопываются, в результате чего газ внутри пузырька сжимается и нагревается до очень высоких температур. Высокие температуры вызывают диссоциацию молекул воды на водородные и гидроксильные свободные радикалы, которые рекомбинируют с образованием электронно-возбужденных состояний молекул H_2O (Рисунок 7): переход молекул H_2O из электронно-возбужденного состояния вызывает сонолюминесценцию [159,174,193].

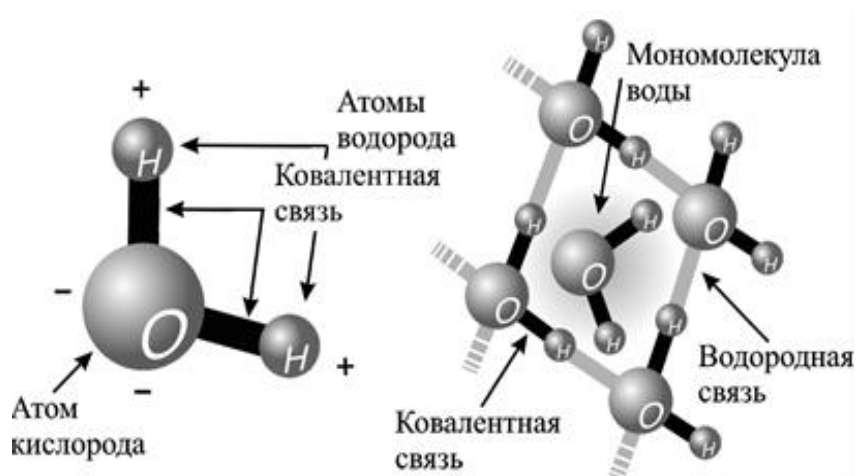


Рисунок 7 – Строение молекулы воды и ее образованная водородными связями [118] надмолекулярная структура

Суммарную схему кавитационного расщепления молекул воды представляют в следующем виде (1):



Свободные радикалы H^+ и OH^- могут вступать в реакции как с растворенными веществами, так и с растворителем, вызывая протекание новых химических реакций.

Надмолекулярная структура воды разрушается при температурах выше, чем температура денатурации пищевых белков. В природе в живой материи это происходит при прохождении воды сквозь биологические мембраны. Без нагрева и давления — это можно сделать только методами химии высоких энергий, в том числе сонохимическими (Рисунок 8).



Рисунок 8 –Разрушение надмолекулярной структуры воды кавитацией

В результате кавитационных процессов внутри жидкости возникают определенные эффекты (Рисунок 9):

- сильные акустические сигналы на частоте, равной половине частоты ультразвука, вызвавшего кавитацию;

- ускорение протекающих химических реакций либо инициирование новых;
- интенсивные микропотоки и ударные волны, которые ведут к механическим перемешиваниям внутренних слоев жидкости;
- разрыв химических связей макромолекул;
- ультразвуковое свечение и различные биологические эффекты.



Рисунок. 9 – Эффекты кавитации. [111]

Особенности протекания кавитационных процессов в различных средах и их результаты активно изучаются О.Н. Красулей, С.Д. Шестаковым, Н.В. Дежуновым, А.Г. Галстяном, М. Ashokkumar, D. Knorr, K.S. Suslick и другими авторами [13,23,44,121,198,207,210]. Результаты исследований этих ученых содержат доказательства применимости ультразвукового воздействия в технологии обработки пищевых сред.

Одним из перспективных подходов к решению различных технологических задач в пищевой отрасли является ультразвуковое кавитационное воздействие на гетерогенные пищевые среды с жидкой фазой. Применение ультразву-

ковых кавитационных технологий, по сравнению с известными физическими способами, имеет ряд существенных преимуществ, обусловленных совокупностью специфических эффектов, которые оказывают комплексное действие, направленное на интенсификацию процесса. Создание современных высокоэффективных пьезокерамических материалов стало толчком к разработке надежных, малогабаритных и простых в эксплуатации аппаратных средств для реализации технологии. [110,161]

Сочетание ультразвукового и микроволнового воздействия позволяет обеспечить ресурс- и энергосбережение в технологических процессах производства на основе интенсификации и эффективности химических и биохимических процессов. Высокая эффективность и перспективность УЗ воздействия доказана многочисленными исследованиями для широкого спектра технологических сред (вода, органические растворители, масла, экстракты и т. д.), которые в ряде случаев могут содержать твёрдую или жидкую дисперсную фазу микронного (1...100 мкм) или субмикронного (0,01...1 мкм) размера (эмульсии, суспензии).

Австралийскими учеными Muthupandian Ashokkumar, Pablo Juliano, Bogdan Zisu предлагают применять эффекты кавитации для инкапсуляции функциональных компонентов и их переноса (Рисунок 10). Это новый подход в формировании функциональных свойств продукции, с учетом потребительских вкусовых предпочтений.

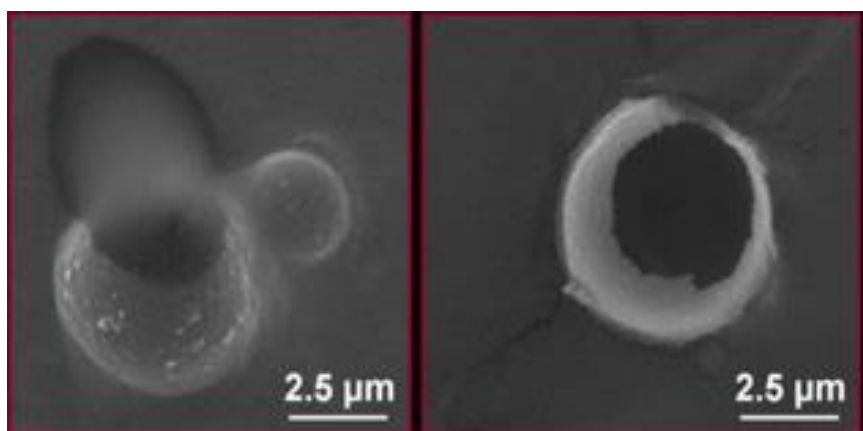
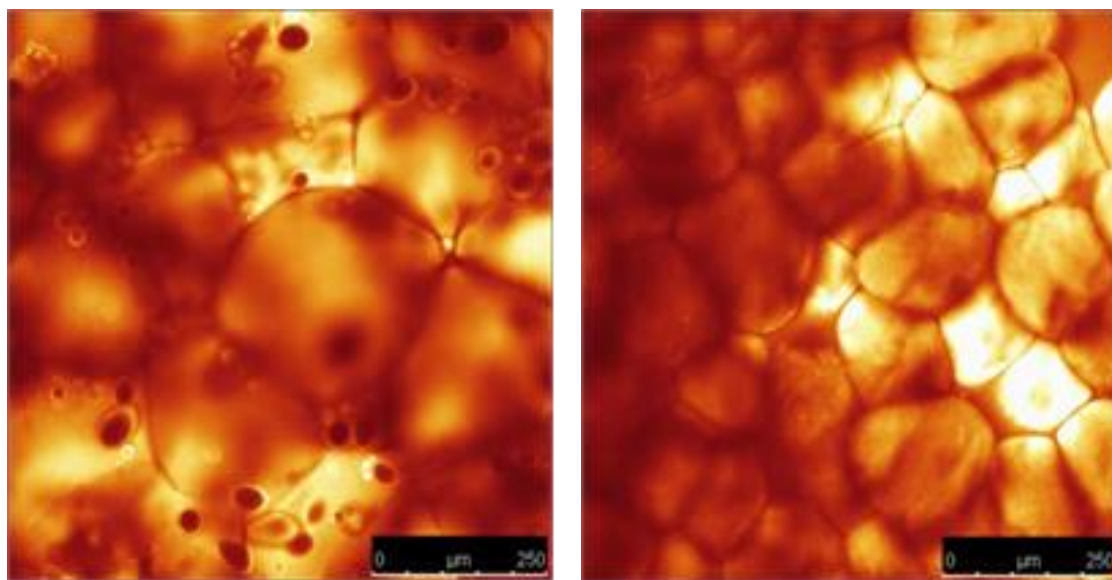


Рисунок 10 — Сонохимический синтез микросфер

Синтез и обработка каталитических и функциональных материалов – актуальные области исследования, так как у этих материалов есть возможное применение в различных направлениях использования: пищевые продукты, терапевтическая и диагностическая медицина.

Французскими учеными – проф. Farid Chemat и проф. Jochen Strubem– доказана применимость ультразвукового воздействия в технологии натуральных продуктов на основе процессов эко-экстракции. Исследования сосредоточены на инновационных методах извлечения нутриентов из растительного сырья различной природы, основанных на сочетании микроволновых и ультразвуковых воздействий. Показана применимость данного подхода для технологий продуктов питания, а также в фармацевтике и парфюмерно-косметических производствах. [146]

Christina Hesselmann, Pablo Juliano и Kai Knoerzer предложена сверхзвуковая модуляция химии клеточной стенки для улучшения структуры переработанных плодов и овощей (Рисунок 11).



а

б

Рисунок 11 — Микроструктуры тканей картофеля до (а) и после УЗВ в течение 5 минут 40 кГц (б) после бланширования (5 минут, 100 °С)

Bogdan Zisu и Tina Dincerb доказали применимость ультразвука в технологии переработки молока с акцентом на кристаллизацию лактозы. В своих исследованиях они доказали влияние УЗВ низкой частоты высокой интенсивности (20 кГц) на изменение свойств гелей и вязкости сыворотки, а также концентратов молока, содержащих до 60 % сухих веществ, обеспечивающих улучшение испарения влаги на 6...50 % в технологии сушки. Этот подход повышает эффективности кристаллизации лактозы. [131,140,165]

Yacine Nemara, Ning Kanga и Muthupandian Ashokkumar описывают использование мощного ультразвука в модификации крахмала, в противоположность химическим и ферментативным методам, которые традиционно используются, чтобы обеспечить крахмалу функциональные свойства.

Берником И.Н. предложена ультразвуковая кавитационная технология извлечения пектина из растительного сырья и оборудования для ее реализации. Показана применимость данного исследования для извлечения пектина из яблочных выжимок. [14]

Гидродинамическая кавитация – эффективная передовая технология для обработка промышленных сточных вод. Индийскими учеными Virendra Kumar Saharana и Aniruddha B. Pandit из института химических технологий доказана высокая эффективность воздействия гидродинамической кавитации на бионе-восприимчивую молекулу загрязнителя сточных вод.

Исследования, проведенные Быковым А.В., Межуевой Л.В., Мирошниковым С.А., Быковой Л.А. и др. (Оренбургский государственный университет), подтверждают способность кавитационной обработки для получения некрахмалистых полисахаридов на основе разрушения стенок растительных клеток. Это, в свою очередь, повышает доступность жира, протеина и крахмала, содержащихся в клетках для воздействия ферментов пищеварительного тракта. [20].

Учеными Бийского технологического института (В.Н. Хмелев, В.П. Севодин, В.И. Шестернин и др.) предложено использование ультразвука в процессе производства виноградных вин из ранних сортов винограда, культивируемых в Алтайском крае, на основе ультразвуковой и ферментативной обработки мезги.

Данный подход способствовал накоплению полифенолов и антоцианов в вино-материалах. Аналогичные результаты получены в исследованиях Фаткуллина Р., связанных с производством напитков из натурального сырья – ягод клюквы.

Красулей О.Н., Богуш В.И., Цирульниченко Л.А. доказана, применимость кавитационной дезинтеграции рассолов при производстве мясных продуктов и продуктов переработки мяса птицы, что позволяет обеспечить высокую эффективность процессов гидратации белков и безопасность, полученной на основе УЗВ продукции (колбаса и мясные полуфабрикаты). [113, 121]

Технологии кавитационного воздействия широко используются в различных процессах пищевых технологий, в частности: эмульгирование (за счет высокой скорости сдвига микропотоков); фильтрация (нарушение пограничного слоя); изменение вязкости; экструзия (механические вибрации, снижение трения); ферментная и микробная инактивация (высокая скорость сдвига, прямое кавитационное повреждение мембраны микробной клетки); ферментация (ускорение ферментных процессов); ускорение процессов теплопередачи и др. [98, 102,174]. На рисунке 12 представлен возможные направления применения ультразвука в производстве молочных продуктов.

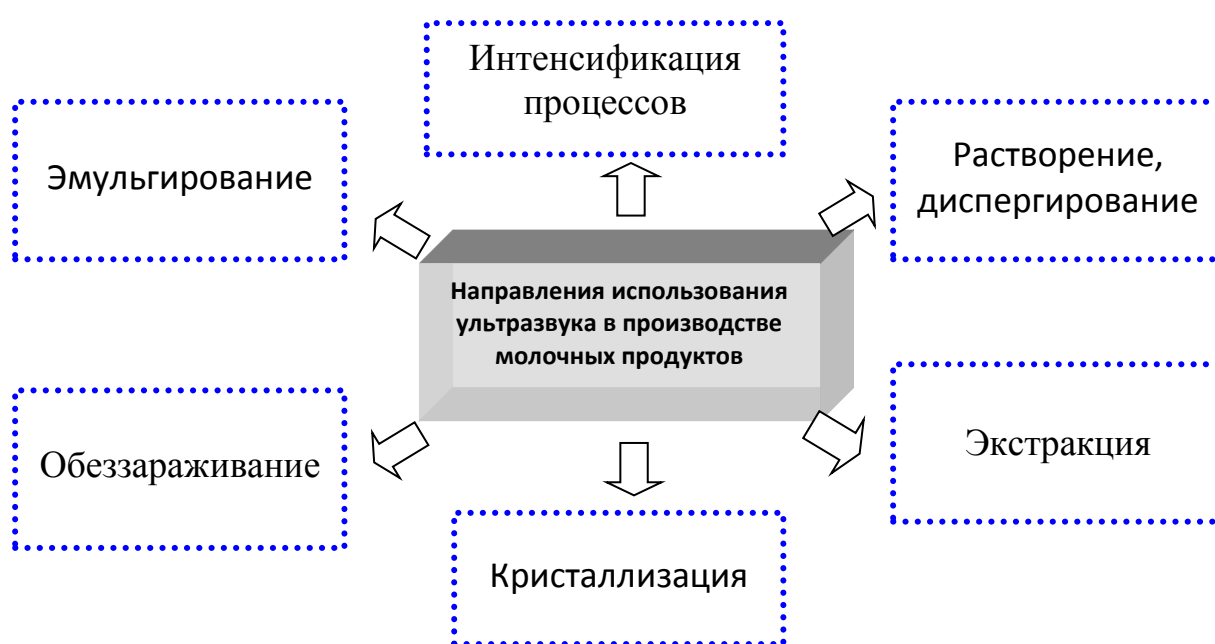


Рисунок 12 – Направления использования ультразвука в производстве молочных продуктов

Коллективом ученых под руководством Н.А. Тихомировой, [103] ведутся разработки в области модифицирования свойств цельного молока, используемого для производства кисломолочной продукции и творога. В частности, установлено, что совместная кавитация цельного молока с некоторым количеством сухого способствует изменению его дисперсности и углеводного состава, гомогенизирует и стабилизирует структуру. Аналогичные эффекты доказаны в работах Поповой Н.В. [77]

Рассматривая применение ультразвуковых воздействий в области обработки жидких пищевых сред, в том числе, при переработке молока можно выделить наиболее перспективное направление – ультразвуковую стерилизацию. Гибель микроорганизмов под воздействием ультразвука в жидкой среде, происходит за счет разрушения клеточных оболочек вторичным звуком. При этом разрушение происходит мгновенно или почти мгновенно. [112, 121, 124, 138, 158, 170]

Однако, необходимо подчеркнуть, что существует пороговая сила вторичного звука, ниже которой разрушение не наступает, более того, наблюдается ускоренное развитие колоний бактерий, которое обусловлено механическим разделением их скоплений, в результате чего, пакеты бактерий разделяются с образованием отдельных клеток, образующих новые колонии [174].

Так, летальный порог характеристик звукового поля различен для различного вида микроорганизмов и зависит также от формы их оболочки и ее механической прочности. Известно, что палочковые и жгутиковые бактерии погибают в акустическом поле вероятнее, чем кокковые [177]. Это также связано с разницей предельных механических напряжений, возникающих в оболочках под воздействием их деформации, возникающей вместе с деформацией среды, через которую распространяется возмущение давления.

Разрушение клеточных оболочек микроорганизмов под воздействием поля кавитации, приводящее к гибели последних, имеет в своей основе достаточно хорошо изученное явление разрушения материалов, называемое кавитационной эрозией и используемое в таких процессах, как диспергирование фаз

эмульсий и суспензий. Известно, что интенсивность кавитационного разрушения материалов также пропорциональна энергии деформации при разрушении, а эрозия пропорциональна квадрату давления [121].

Развитие и применение ультразвуковых технологий в пищевых производствах пока носит ограниченный характер, открывая при этом перспективы в создании новых, модифицированных продуктов, повышении эффективности технологических операций.

1.4 Заключение по аналитическому обзору литературы

На основании вышеизложенного можно говорить, что состояние сырьевой базы молокоперерабатывающей отрасли напрямую отражается на качестве производимой продукции. В таких условиях обеспечение заданного качества молочной продукции, ее потребительских свойств является весьма сложной задачей, для решения которой требуется поиск новых подходов.

Молоко и молочные продукты входят в список продукции, подпадающей под Доктрину национальной продуктовой безопасности и имеет первостепенное значение в рационе питания населения. При этом, показатель обеспеченности отрасли товарным молоком ниже 66 %; только около 60 % произведенного в России товарного молока соответствует требованиям высшего сорта. Перерабатывающие мощности отрасли загружены на 60-70 %, то есть их дефицит не является ограничивающим фактором для производства.

Спрос на кисломолочную продукцию удовлетворяется практически полностью за счет отечественного производства. Важнейшим условием успешного развития молокоперерабатывающей промышленности является преодоление существующих системных проблем. Приоритетами долгосрочного периода, согласно Стратегии развития пищевой и перерабатывающей отрасли на период до 2020 года являются: увеличение производства молочного сырья и повышение его качества, расширение ассортимента выпускаемой продукции за счет внед-

рения современных технологий, повышающих пищевую и биологическую ценность продуктов.

Одной из перспективных технологий при переработке молока и других жидких пищевых сред признана ультразвуковая. Установленные эффекты ультразвуковой обработки подтверждены во многих пищевых технологиях, причем как отечественными учеными, так и зарубежными. Основные направления исследований ученых в области производства кисломолочных напитков направлены на расширение ассортимента. Актуальной остается задача разработки эффективных ресурсосберегающих технологий, позволяющих получать продукцию высокого качества при условии сохранения в ней физиологически ценных компонентов сырья.

Учитывая вышесказанное, разработка инновационных технологий в сфере производства кисломолочной продукции имеет высокую степень актуальности.

В заключение, можно констатировать следующее:

- для молочной отрасли РФ актуальной является проблема недостаточных объемов молока-сырья, что создает сложности для обеспечения стабильности производства;
- увеличение производства молочного сырья и повышение его качества, а также расширение ассортимента выпускаемой продукции возможно за счет внедрения новых подходов в технологии, повышающих пищевую и биологическую ценность продуктов;
- технология ультразвукового воздействия с учетом возникающих эффектов, за счет порождения в жидкости импульсов сжатия и микропотоков, способна вызывать внутреннее структурное преобразования жидкой среды;
- доказано положительное влияние ультразвуковой кавитации на жидкие пищевые системы, что позволяет рекомендовать ее использование в молочной промышленности, в том числе производстве кисломолочных напитков.

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Организация эксперимента

Теоретические и экспериментальные исследования проводились на базе ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ), в лабораториях кафедр «Экспертиза и управление качеством пищевых производств», «Органической химии», Научно-образовательного центра (нанотехнологии) ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ) в период 2009 по 2014 г.г., в соответствии с разработанной схемой проведения исследований (Рисунок 13).



Рисунок 13 – Общая схема проведения эксперимента

Достоверность полученных результатов эксперимента оценивали методами математической статистики с привлечением современных программных средств. Расчеты и графическая интерпретация результатов реализации моделей проводились с использованием визуального программирования в среде MICROSOFT Office Word XP, Excel XP для Windows 2010.

Экспериментальные исследования проводились в трех-пяти кратной повторности для каждого из вариантов опыта и контроля с доверительной вероятностью 0,95.

2.2 Объекты исследований

На различных этапах работы в соответствии с поставленными целями были определены объекты исследования.

1) 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.

2) Для исследования применимости ультразвукового воздействия в модификации потребительских свойств кисломолочных напитков использовались:

- образцы молока коровьего сырого, производимого в Свердловской, Курганской и Челябинской областях Уральского региона, отобранные в соответствии с требованиями стандарта в различные периоды лактации (лето-осень, зима-весна);

- модельные образцы кисломолочных напитков, подготовленные в лабораторных условиях по традиционной (ТТИ ГОСТ Р 52093-005 «Кефир») и модифицированной с применением УЗВ технологий:

- 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).

Условия эксперимента.

Для обработки исследуемых объектов в качестве генератора ультразвука применялся аппарат ультразвуковой технологической «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ (Рисунок 14). Его технические характеристики представлены в Таблице 8.



Рисунок 14 — Внешний вид ультразвукового технологического аппарата «Волна-М» УЗТА-0,4/22-ОМ

Ультразвуковая колебательная система построена на пьезоэлектрических кольцевых элементах и изготовлена из титанового сплава ВТ5. Принцип действия основан на использовании свойств ультразвуковых колебаний высокой интенсивности в жидких и жидкодисперсных средах. Используемые инженерные решения защищены патентом РФ № 2141386.

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)

Таблица 8 – Технические характеристики «Волна-М» УЗТА-0,4/22-ОМ

Наименование показателя	Значение
Частота ультразвуковых колебаний, кГц	22±1,65
Мощность, Вт	400
Диапазон регулирования мощности, %	30-100
Интенсивность ультразвукового воздействия, Вт/см ² , не менее	10
Питание от сети переменного тока напряжением, В	220±22
Время непрерывной работы, не более, ч	8
Диаметр излучающей поверхности, мм	25
Габаритные размеры: электронный генератор, мм	300x280x110
колебательная система, мм	∅70x150
диаметр рабочего инструмента, мм	25

Для установления влияния ультразвукового воздействия на способность молочных продуктов, произведенных по модифицированным технологиям, сохранять потребительские свойства и качество в течение гарантированных сроков хранения (по МУК 4.2.1847-04) были определены следующие условия хранения: I режим хранения: 4±2 °С; II режим хранения: 9±1 °С. По принципу аггравированных температур, что позволяет учесть возможные нарушения условий хранения в логистической цепи на пути доставки продукции потребителю.

Показатели качества оценивали через каждые 24 часа в течение всего срока хранения, который составил для модельных образцов семь суток, с учетом установленного срока хранения не более 5 суток (МУК 4.2.1847-04 п.4.2).

2.3 Методы исследований

Оценку качества исследуемых объектов осуществляли по номенклатуре, включающей общепринятые (стандартные) и дополнительные показатели качества объектов (Таблица 9), в том числе методы сравнений и обобщений, анализа, моделирования, метод экспертных оценок.

Таблица 9 – Номенклатура показателей качества объектов исследования

Группа показателей	Наименование показателей и их коды
1. Органолептические	1.1. Внешний вид 1.2. Консистенция 1.3. Цвет 1.4. Запах 1.5. Вкус
2. Физико-химические	2.1. Температура, °С 2.2. Массовая доля кальция, % 2.3. Массовая доля влаги, % 2.4. Массовая доля жира, % 2.5. Группа чистоты 2.6. Массовая доля белка, % 2.7. Массовая доля лактозы, % 2.8. Титруемая кислотность, °Т 2.9. Активная кислотность, рН 2.10. СОМО, % 2.11. Плотность, кг/м ³ 2.12. Температура замерзания, °С 2.13. Дисперсный состав, мкм, нм 2.14. Влагоудерживающая способность, % 2.15. Массовая доля кефирана, % 2.16. Аминокислотный скор, усл.ед. 2.17. Содержание минеральных веществ, %
3. Структурно-механические	3.1. Вязкость, МПа/с 3.2. Синерезис, %
4. Микробиологические	4.1. КОЕ молочнокислых микроорганизмов тыс./см ³ 4.2. Морфологические признаки заквасочной микрофлоры 4.3. Количество соматических клеток, тыс./см ³ 4.4. Прирост биомассы кефирного грибка, г.

Отбор проб и подготовку для лабораторных исследований проводили согласно нормативным требованиям по ГОСТ 26809-86, ГОСТ 13928-84 [29, 32], а также с учетом особенностей пробоподготовки используемых методов и оборуду-

дования. Распределение определяемых показателей для объектов исследования представлено в таблице 10.

Таблица 10 – Распределение показателей исследования в отношении объектов

Объекты исследования	код определяемых показателей (в соответствии с таблицей 9)
Молоко коровье сырое	1.1-1.5, 2.1, 2.2, 2.4-2.13, 2.16, 2.17;
Кисломолочные напитки, отобранные на потребительском рынке	1.1-1.5, 2.4-2.11, 2.15, 2.17, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, 4.4;
Кисломолочные напитки, произведенные по модифицированным технологиям	1.1-1.5, 2.4-2.11, 2.15, 2.17, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, 4.4.

Для оценки органолептических показателей молока, кроме описательного метода, использовалась пятибалльная шкала с учетом коэффициентов весомости показателей на основе экспертных оценок ГОСТ 28283-89, ГОСТ Р 52054-2003, ТУ 9222–001–00430315–01, ТУ 9222–001–00434359–2000, ТР ТС «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). В состав дегустационной комиссии входили сотрудники кафедры Экспертиза и управление качеством пищевых производств ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ), а также специалисты молочных предприятий региона. Для сравнительной оценки результатов использовались методы дегустационного анализа: формирование вкусоароматических профилей – балловый (Pointmethod) и дескрипторно-профильный (по ISO 6564).

Определение массовой доли влаги (ГОСТ 29246), содержания сухого вещества и сухого обезжиренного вещества (СОМО) проводили по ГОСТ 3626. термогравиметрическим методом с применением анализатора влажности «ЭЛ-ВИЗ», основанным на изменении массы пробы анализируемых продуктов под воздействием температуры ИК света.

Массовая доля жира (ГОСТ 29247) определяется кислотным методом Гербера, который основан на выделении жира из молочных консервов под действием концентрированной серной кислоты и изоамилового спирта с последу-

ющим центрифугированием и измерении объема выделившегося жира в градуированной части жиросмера.

Массовая доля белка - по методу Кьельдаля (ГОСТ 23327). Метод основан на сжигании органических компонентов пробы молока в колбе Кьельдаля в присутствии серной кислоты и катализаторов.

Массовая доля лактозы— рефрактометрическим методом, основанном на определении показателя преломления безбелковой сыворотки (по ГОСТ 51259).

Титруемую кислотность молочного сырья и продуктов переработки определяли титрометрическим методом с применением индикатора фенолфталеина (ГОСТ 3624).

Активную кислотность определяли потенциометрически с помощью рН-метров: рН-150, WTW рН/Cond 340I и стеклянного электрода ЭСЛ-15-11 в паре с хлорсеребряным ЭВЛ-1М4 (по ГОСТ 26781).

Плотность молока определяли по ГОСТ 3625 ареометрическим методом.

Температура замерзания - по ГОСТ 30562. Метод основан на охлаждении пробы до заданной температуры, последующей кристаллизации и быстром повышении температуры.

Для оценки микроструктуры использовали анализатор Nanotrac Ultra (Microtrac Inc., США). Измерения, проводимые на Nanotrac, соответствуют стандарту ISO 13321. Анализ размеров частиц основан на методе Динамического Рассеяния Света. Минимальный размер обнаруживаемых прибором частиц – 0,8 нм, результаты измерений имеют высокую точность и воспроизводимость.

Термогравиметрический анализ проводили с помощью NetzchSTA 449 «Jupiter» позволяет выполнять измерения изменения массы и тепловых эффектов, при температурах между от 20 °С до 400 °С, с погрешностью $\pm 1,5$ % по температуре, ± 3 % по энтальпии, ± 2 % по теплоемкости. Автоматическое определение стадий изменения массы, остаточной массы, температуры начала и конца потери массы на кривая TG (экстраполяцией). 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 вязкости определяли от 1 мПа·с до 6×10^6 мПа·с, диапазон скоростей – 0,01...250 об/мин.

Содержание летучих жирных кислот (ЛЖК) (дистилляционное число) методом дистилляционной отгонки серной кислотой из продукта, с последующим титрованием дистиллята щелочью. [122]

Содержание аминного азота методом титрования в присутствии формалина. [122]

Определение степени синерезиса кисломолочных напитков устанавливается путем измерения количества сыворотки, выделившейся за 1 час свободного фильтрования 100 см³ продукта. [122]

Количественное определение полисахарида (кефирана) производимого молочнокислыми бактериями включает получение анализируемого раствора путем выдерживания навески продукта на кипящей водяной бане при перемешивании в течение не менее 10 минут, охлаждение и разбавление раствора с последующим отстаиванием осадка и отбором порции раствора, выдержку отобранного раствора в кислой среде при температуре 70-75°C в течение 5 минут, охлаждение и нейтрализацию раствора гидроксидом натрия с последующим осаждением полисахарида спиртом или ацетоном при центрифугировании, промывание осадка холодным 50%-ным раствором осадителя, полный гидролиз полисахарида в 1М растворе серной кислоты в течение 2 часов при 100°C с последующей нейтрализацией гидроксидом натрия и определение содержания полисахарида по градуировочному графику для глюкозы. (Патент RU 2437092 С1)

Определение показателей безопасности: минерализация проб для определения токсичных элементов - по ГОСТ 26929-94; определение содержания

токсичных элементов: свинца и кадмия – по ГОСТ 30178-96, мышьяка – по ГОСТ Р 51766-2001, ртути – по МУ 5178-90.

Микробиологические показатели продуктов, оценивались на соответствие требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01, ТР ТС 033/2013.

Количество молочнокислых микроорганизмов – по ГОСТ 10444.11-2013 (ИСО 15214:1998). Методы выявления и определения количества молочнокислых микроорганизмов основаны на высеве определенного количества продукта и (или) его разведения в жидкие, в или на плотные питательные среды, культивировании посевов в оптимальных для роста условиях и, при необходимости, подсчета их количества и определения морфологических и биохимических свойств.

Для определения качественного состава микрофлоры заквасок использовали метод микроскопических исследований. Для исследования готовили фиксированные препараты, окрашенные комбинированным фиксатором. Исследование осуществляли на просвечивающем микроскопе совмещённой камерой. Для исследования структуры кефирного грибка использовали электронный микроскоп «Jeol JEM-2100» с увеличением до 1500000 крат, разрешением до 0,19 нм. Толщина образца до 10 мкм, с возможностью исследования влажных, в том числе биологических объектов, в замороженном до минус 160 °С состоянии с возможностью реконструкции трехмерного изображения объектов размером менее 10 мкм.

Для **оценки удовлетворенности потребителей** в отношении молочной продукции, а также в целях прогнозирования потенциального портрета потребителя проведены социологические исследования методом анкетного опроса среди жителей г. Челябинска и Челябинской области; выборка респондентов составила 750 человек. Опрос проводился с помощью анкеты методом случайной выборки респондентов по разным возрастным категориям, респонденты заполняли анкету письменно и через Интернет пространство. Обработка материала осуществлялась с использованием пакета программ STATISTICA

Комплексную товароведную оценку проводили с помощью усовершенствованного метода квалиметрии применительно к молочным продуктам.

Исследуемые свойства были сгруппированы в группы:

- 1) группа характеризует органолептические показатели продукта (внешний вид, вкус, запах, консистенция);
- 2) группа характеризует пищевую полноценность (ОБЦ по тест-культуре *Tetrahimena rugiformis* W, массовая доля кефирана);
- 3) группа характеризует стабильность свойств в хранении (титруемая кислотность, влагоудерживающая способность сгустков, результаты обобщенной органолептической оценки на конец хранения).

Расчет комплексного показателя качества осуществляли по формуле (2):

$$K = M \left[M_A \sum m_{Aj} K_{Aj} + M_B \sum m_{Bj} K_{Bj} + M_B \sum m_{Bj} K_{Bj} \right] \quad (2)$$

где K - комплексный показатель качества;

M - коэффициент, характеризующий безопасность продукта по микробиологическим показателям. $M=1,0$, если все требования по микробиологическим показателям удовлетворены. Если это условие не выполняется, продукт становится непригоден к употреблению;

M_A, M_B, M_B - коэффициенты весомости для групп свойств, характеризующих соответственно органолептические показатели, показатели биологической полноценности, показатели сохраняемости.

Оптимальные режимы ультразвукового воздействия определяли с использованием двухфакторного регрессионного анализа с помощью программного продукта MathCAD 2000. С проверкой адекватности модели по критерию Фишера.

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ В ОТНОШЕНИИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К НЕЙ

3.1. Результаты маркетинговых исследований спроса на молочную продукцию в условиях Уральского региона

С целью проведения анализа ассортимента кисломолочных напитков, представленных на потребительском рынке г. Челябинска, выяснения отношения потребителей к функциональным продуктам, проведены исследования в торговой сети супермаркетов методом витринных наблюдений, опрос целевой группы потребителей методом анкетирования. Выборка составила 750 человек (респонденты в возрасте от 20 до 70 лет) на основе ISO 20252 – 2012 «Market, opinion and social research – Vocabulary and service requirements».

Анализ результатов частоты покупки молочной продукции, показал, что большинство людей покупают и потребляют молочную продукцию 2...3 раза в неделю, и наиболее часто это – молоко, кефир, масло сливочное, творожная продукция (Рисунки 15, 16).



Рисунок 15 — Соотношение ответов респондентов по частоте покупки молочной продукции, %

Согласно Рисунку 16, доли приоритетов по видам молочной продукции определились в следующей последовательности:

- лидеры предпочтений – молоко и кефир (более 60 %), что может быть связано с традициями потребления и уверенностью потребителей в диетических и лечебных свойствах этих видов продукции;
- средний уровень предпочтений – йогурт, сметана, творожные изделия (от 30 до 50 %)
- аутсайдеры предпочтений – объединенная группа прочие, включающая варенец, простоквашу, кумыс, молоко топленое и др. (менее 20 %)

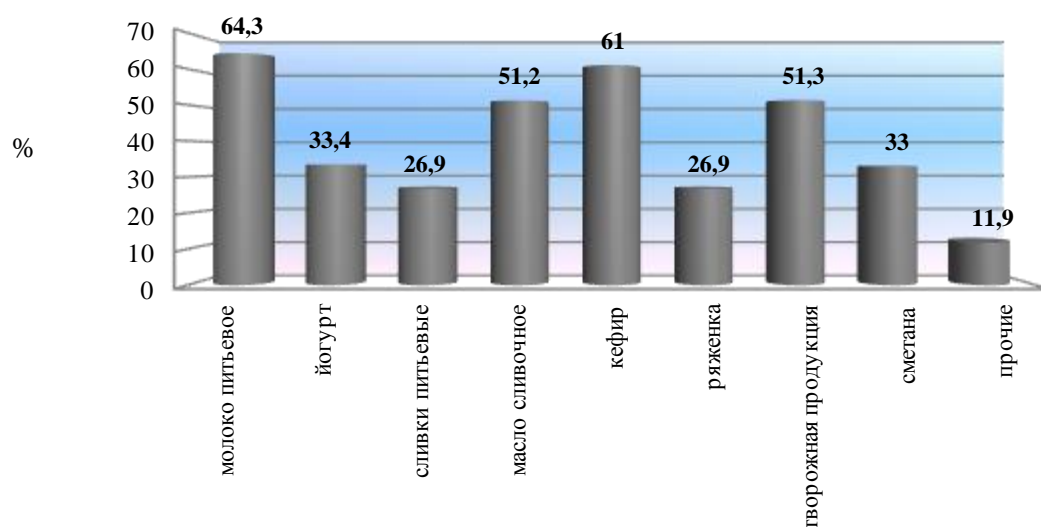


Рисунок 16 — Доли ответов респондентов по предпочитаемым видам молочной продукции, %

Для большинства опрошенных частота покупки молочной продукции не зависит от сезона, так по их мнению – это важный продукт питания, который должен ежедневно присутствовать в рационах, особенно для потребителей старшего возраста и для семей с детьми.

При выборе продукции важным фактором для потребителя является производитель, так как по их мнению, в частности кисломолочные напитки (ряженка, кефир и йогурты питьевые) имеют различные вкусовые свойства. Чаще всего (более 75 %) потребители отдают предпочтение продукции региональных предприятий, имеющих небольшие (не более 10 суток) сроки хранения. Для потребителей г. Челябинска и Челябинской области – это продукция Чебаркульского молочного завода (ТМ «Из Чебаркуля») и

Челябинского городского молочного комбината (ТМ «Первый вкус»). Для жителей г. Кургана и Курганской области – продукция ООО «Молоко Зауралье». Около 15 % респондентов в качестве предпочитаемой молочной продукции указывали следующие торговые марки – «Актимель», «Активия», «Даниссимо», «Чудо», «БиоМакс», «Домик в деревне» и другие, польза которых широко разрекламирована. Именно для данного сегмента продукции в качестве причины выбора, потребители указали, что доверяют заявленным лечебным свойствам и считают, что именно благодаря такой продукции они стали реже болеть.

Оценка предпочтений по массовой доле жира показала, что для молока и кисломолочных напитков приоритетной является продукция жирностью 2,5 % и 3,2 % (Рисунок 17).

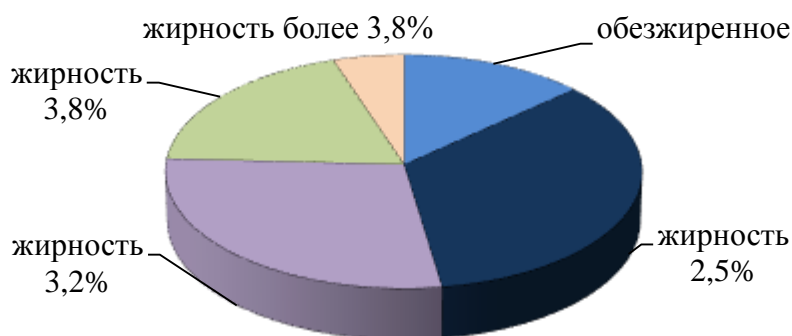


Рисунок 17 — Соотношение предпочтений респондентов по жирности молока и кисломолочных напитков, %

В качестве обоснования данного выбора указывались следующие факторы: приемлемая консистенция в сочетании с гармоничным вкусом продукта, а также сложившиеся привычки. Часть респондентов (около 13 %) отдают предпочтения обезжиренной продукции, так как она менее калорийна и обладает легким освежающим вкусом.

Для большей доли (около 93 %) опрошенных различия в технологиях производства кефира и кефирных напитков не определяет выбор продукции, так как они считают, что в их составе сохраняются заявленные свойства. Однако, на наличие сухого молока в составе обращают внимание 15,6 % опрошенных и это, в основном, потребители старших возрастных категорий.

Анализ приоритетности выбора молочной продукции по комплексу оценочных факторов (Рисунок 18) показал, что определяющими критериями выбора для 90 % потребителей является свежесть продукта, далее большая часть потребителей ориентируются на органолептические характеристики продукта, такие как вкус и запах, консистенция, внешний вид (88 %, 76 % и 54 %, от числа опрошенных соответственно), и 69 % опрошенных среди наиболее значимых критериев, на которые они обращают внимание при выборе кефира, отмечают производителя продукта.

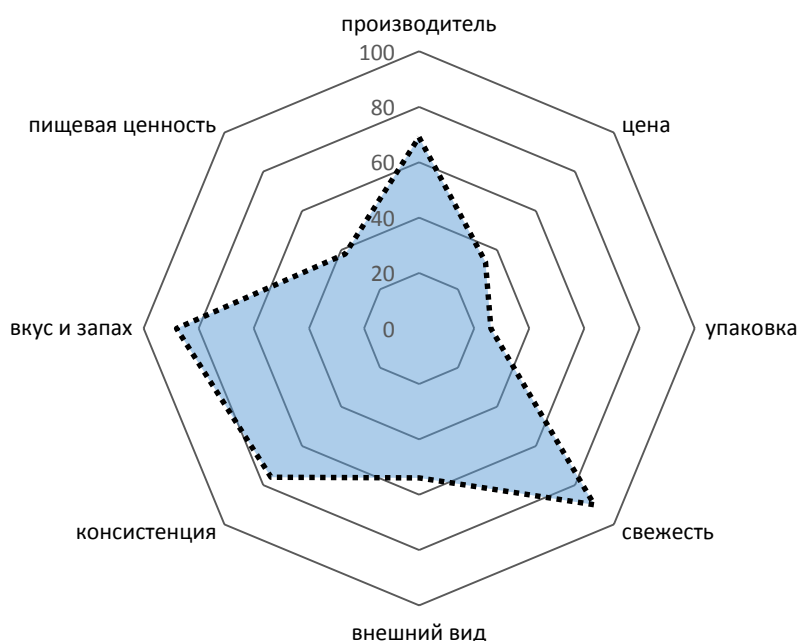


Рисунок 18 — Вектор распределения приоритетов респондентов, определяющих выбор молочной продукции, %

Высокая предпочтительность молочных продуктов для потребителей Уральского региона, определяет необходимость более глубоких исследований в части соблюдения производителями заявленных свойств.

3.2. Анализ потребительских требований и установление факторов их определяющих

Потребители молочных продуктов, сохраняя свои приоритеты, достаточно часто (в 2-3 случаях из 10) ощущают некоторую

неудовлетворенность (Рисунок 19) в их качестве. Так, почти 50 % потребителей недовольны вкусом и консистенцией продукции, более 60 % хотят быть уверенными в составе и пищевой ценности потребляемых напитков. Для 24 % опрошенных необходимы гарантии показателя свежести, а для 34 % – их безопасности, около 43 % потребителей молочной продукции волнует наличие в продукции сухих молочных компонентов, о чем как правило заявлено на маркировке.

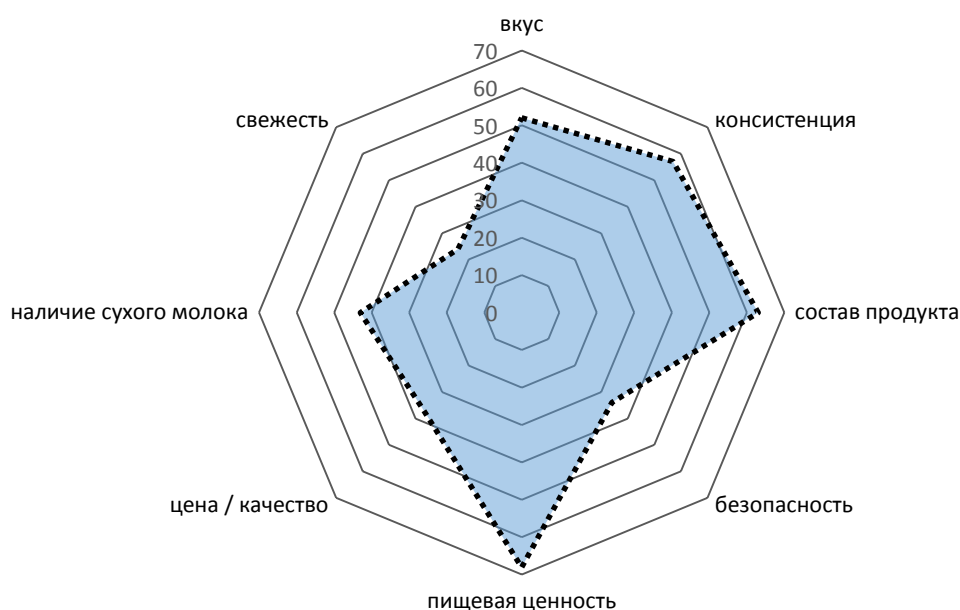


Рисунок 19 – Вектор распределения неудовлетворенности потребителей качеством молочной продукции (для Уральского региона), %

По результатам проведенных маркетинговых исследований была определена номенклатура потребительских требований с учетом ранжирования по степени важности. Анализ степени важности некоторых характеристик молочной продукции для потребителей приведен в таблице 11.

Как правило, потребители хотят приобретать свежую продукцию, связывая свежесть с качеством и полезностью продукта для организма человека, наличием в составе важных в пищевом и биологическом отношении компонентов.

Таблица 11 - Критерии важности характеристик молочной продукции для потребителей

Наименование характеристики	Отношение потребителей, %			
	очень важно	важно	неважно	совершенно неважно
Свежесть продукта	63,9	32,4	3,7	–
Цена	35,3	51,6	13,2	–
Запах и вкус	91,2	8,8	–	–
Консистенция	68,5	31,5	–	–
Натуральность (из цельных молочных компонентов)	87,4	12,6	–	–
Пищевая ценность (обеспеченность заявленных свойств)	74,6	25,4	–	–
Производитель	17,8	42,9	27	12,3

Таким образом, «качественный продукт» для потребителей – это свежий продукт (63,9 %), не имеющий посторонних запахов и вкусов (91,2 %), произведенный из натуральных компонентов (87,4 %) и имеющий высокую пищевую ценность (74,6 %).

Для того, чтобы установить факторы, обеспечивающие данные критерии важности, был проведен анализ технической документации и применен метод матричного анализа. В построении матрицы был использован метод QFD (Quality Function Deployment) – технология развертывания функций качества. Данный метод представляет собой технологию проектирования продукции и процессов, позволяющую преобразовывать пожелания потребителя в технические требования к изделиям и параметрам процессов их производства, начиная от разработки.

С помощью матрицы была установлена взаимосвязь между потребительскими свойствами и инженерными характеристиками (показатели качества сырья и технологические процессы) и выявлены абсолютные лидеры среди них (ранг 1), которыми оказались «заквасочная микрофлора» и «процессы сквашивания, созревания» (Таблица 12).

Таблица 12 – Матрица зависимости потребительских свойств кисломолочных напитков от показателей качества сырья и технологических процессов

Потребительские характеристики	Оценка потребителя	Инженерные характеристики							
		Показатели качества сырья					Технологические процессы		
		Массовая доля белка	Качественный белок	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			○			○	△	
Польза	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

Заквасочная микрофлора (ранг 1) определяет характер течения процессов сбраживания лактозы и формирования органолептических свойств кисломолочных продуктов. Накопление молочной кислоты при участии заквасочной микрофлоры влечет за собой дестабилизацию белка и образования геля, она проявляет консервирующее действие. Сбраживание лактозы до этанола (технология кефира) происходит при помощи дрожжей вида *Kluyveromyces lactis*.

Следует учитывать, что течение процессов сквашивания (ранг 1) невозможно без достаточного количества лактозы в молочном сырье (ранг 3). Превращение лактозы в молочную кислоту – основа для производства всех кисломолочных продуктов. Ферментация лактозы с образованием молочной кислоты является значимым фактором многих технологических процессов, формирования структурных и органолептических свойств кисломолочных продуктов.

Количественный состав белков молока (ранг 2) обуславливает консистенцию продукта, что в большей части связано с их третичной структурой, обладающей высокой влагосвязывающей способностью, которая определяет физико-химические свойства сгустков при сбраживании молока, текстуру продукта. Функциональным свойством белков молока является их способность связывать жиры и вкусоароматические вещества.

Высокое содержание белков за счет их влияния на консистенцию, одновременно улучшает внешний вид продукта. При сбраживании белки обладают высокой гелеобразующей способностью. Однако в том случае, когда проблемы низкого содержания белка решаются применением стабилизирующих компонентов, функциональных белоксодержащих пищевых добавок и влагоудерживающих агентов, нарушается требование «натуральность», что значительно снижает полезность продукта.

Достаточное содержание жира (ранг 5) определяют хорошие вкусовые свойства готовых продуктов, их нежность и вкусоароматику за счет уникального жирнокислотного состава.

Дополнительные условия для создания однородной и густой консистенции кисломолочных продуктов – это термические и механические воздействия (ранг 4 и 5), которые проводятся на различных этапах производства.

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 и характера ведения технологических процессов с точки зрения повышения потребительской ценности готовых продуктов.

Выводы по главе 3.

1. Для потребителя молочных продуктов при осуществлении выбора наиболее значимым фактором является надежность производителя, гарантирующего качество и пищевую ценность своей продукции. Чаще всего (более 75

%) потребители отдают предпочтение продукции региональных предприятий, имеющим небольшие (не более 10 суток) сроки хранения.

2. Исследование потребительских предпочтений позволяет установить наиболее предпочитаемые виды молочных продуктов. Так, более 60 % респондентов отдают предпочтения молоку и кефиру, а аутсайдеры по предпочтениям – объединенная группа «прочие», включающая следующие ассортиментные позиции – варенец, простокваша, кумыс, молоко топленое и др. (менее 20 %).

3. Для большей доли (около 93 %) опрашиваемых различия в технологиях производства кефира и кефирных напитков не определяет выбор продукции, так как они считают, что в их составе сохраняются заявленные свойства. Однако на наличие сухого молока в составе обращают внимание 15,6 % опрошенных. Таким образом, «качественный продукт» для потребителей – это свежий продукт (63,9 %), не имеющий посторонних запахов и вкусов (91,2 %), произведенный из натуральных компонентов (87,4 %) и имеющий высокую пищевую ценность (74,6 %).

4. В отношении качества, реализуемых на потребительском рынке молочных продуктов выявлена неудовлетворенность по следующим характеристикам – 50 % потребителей не удовлетворены вкусом и консистенцией продукции, более 60 % хотят быть уверенными в составе и пищевой ценности потребляемых напитков. Для 24 % опрашиваемых необходимы гарантии в свежести, а для 34 % – в их безопасности, около 43 % потребителей молочной продукции волнует наличие в продукции сухих молочных компонентов, о чем как правило заявлено на маркировке.

5. Для минимизации существующей неудовлетворенности необходимо осуществлять поиск путей по улучшению потребительских свойств кисломолочных продуктов исходя из оптимизации качественных характеристик молочного сырья и модификации технологических процессов с точки зрения повышения полезности готовых продуктов. В связи с чем, необходимо более глубоко изучить факторы, обуславливающие качество готового продукта на территориях Уральского региона.

ГЛАВА 4. ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ КОРРЕКЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ, КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО ФАКТОРА КАЧЕСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

В настоящее время моделирование рецептур высококачественных пищевых продуктов основано либо на выборе определенных видов сырья, либо на соотношениях рецептурных компонентов, которые обеспечивают достижение продуктом заданного качества. Вместе с тем, указанные подходы не учитывают высокую степень информационной неопределенности, в части прослеживаемости характеристик по составу сырья и их изменении на всех этапах товародвижения. По мнению ученых (Красуля О.Н., Краснов А.Е.) при проектировании многокомпонентных пищевых продуктов, где велика степень неопределенности входных и выходных параметров, а качество преимущественно оценивается по результатам сенсорного анализа, достичь стабильного положительного результата весьма сложно. В целях минимизации существующей неудовлетворенности потребителей в стабильности качества и поиска путей по улучшению потребительских свойств кисломолочных продуктов, была определена задача комплексного исследования факторов их определяющих.

4.1 Исследование свойств и пищевой ценности молочного сырья Уральского региона

Важной проблемой, определяющей несоответствие качества реализуемых в настоящее время молочных продуктов, является отклонение от нормируемых показателей характеристик сырья, обуславливающих его технологическую пригодность и пищевую полноценность конечных продуктов. Поэтому, исследование свойств и пищевой ценности молочного сырья Уральского региона позволит создать необходимый массив информации, осуществить выбор соответствующих способов воздействия в целях минимизации установленных отклонений.

Особенно остро вопрос о повышении качества молочного сырья встал после вступления России в ВТО, а также создание Таможенного союза, так как в качестве регламента были приняты следующие требования (Таблица 13) – нормы ЕЭС, Технический регламент Таможенного союза "О безопасности молока и молочной продукции" (ТР ТС 033/2013), которые несколько отличаются от требований ГОСТ Р 52054-2003 (восстановлен на территории РФ с 15 февраля 2015 года до 31 декабря 2015 г. Приказ Росстандарта от 09.07.2014 №747-ст.). Для всех перечисленных выше требований – молоко должно быть получено от здоровых сельскохозяйственных животных и соответствовать установленным показателям, что определяет степень безопасности потребителя.

Таблица 13 - Требования к качеству молока коровьего сырого, согласно норм ЕЭС, ТР ТС и ГОСТ Р

Показатель	Стандарт ЕЭС	ТР ТС 033/2013	ГОСТ Р 52054-2003			
			Нормы для молока сорта			
			высший	первый	второй	несортовое
Массовая доля, %			Базисная общероссийская норма			
Жиры	3,5	Не менее 2,8	3,4			
Белка	3,0	Не менее 2,8	3,0			
Кислотность, °Т	16-18	16-21	16-18	16-18	16-20,99	15,99-21,0
Плотность, °А	≥28	≥27	≥28	≥27	≥27	≥26,9
СОМО, %	—	Не менее 8,2	—	—	—	—
Группа чистоты, не ниже	—	II	I	I	II	III
Температура замерзания, °С не выше	—	-0,505	Не выше минус 0,520			≥ -0,520
Бактериальная обсемененность, тыс./см ³	90-100	Не более 1,0•10 ⁵	—	—	—	—
Количество соматических клеток тыс./см ³	До 400	Не более 4,0•10 ⁵	—	—	—	—
Ингибиторы	Не доп.	—	—	—	—	—

Исследование молока коровьего сырого проводили по химическому составу, физико-химическим и органолептическим показателям, характеризующих его технологическую полноценность. В выборку было включено молоко коровье сырое трех территорий Уральского региона (Челябинской, Курганской и Свердлов-

ловской областей). Как указывалось, в разделе 1.3 настоящей работы для Челябинской, Курганской и Свердловской областей в период с 2010 до 2013 гг. наметилась тенденция увеличения доли реализованного молока высшего сорта, однако объемы реализации не являются достаточным.

В Курганской области молоко на переработку, поставляют 22 хозяйства. Выделим из них: ООО Агростимул (Мокроусовский р-он); ООО им. Калинина (Каргапольский р-он); ООО «Луч» (Лебяжьеvский р-он)» ООО «Север» (Куртамышский р-он); ЧП Чепезубова И.Ф. Молоко, полученное от вышеназванных производителей, характеризуется высокими показателями качества (Рисунок 20, Рисунок 21).

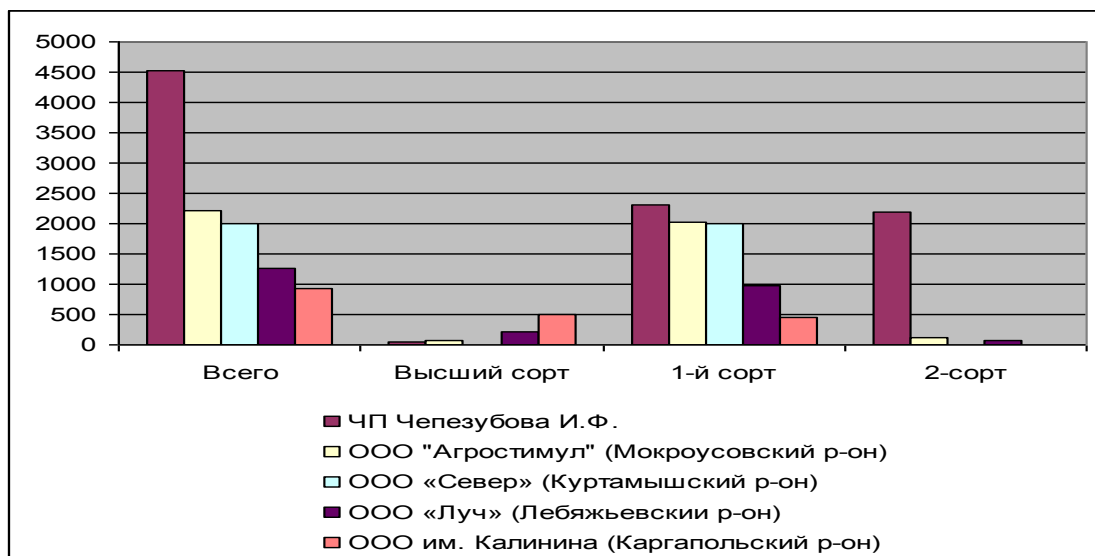


Рисунок 20 – Сортность молока-сырья в Курганской области в 2012 году, т

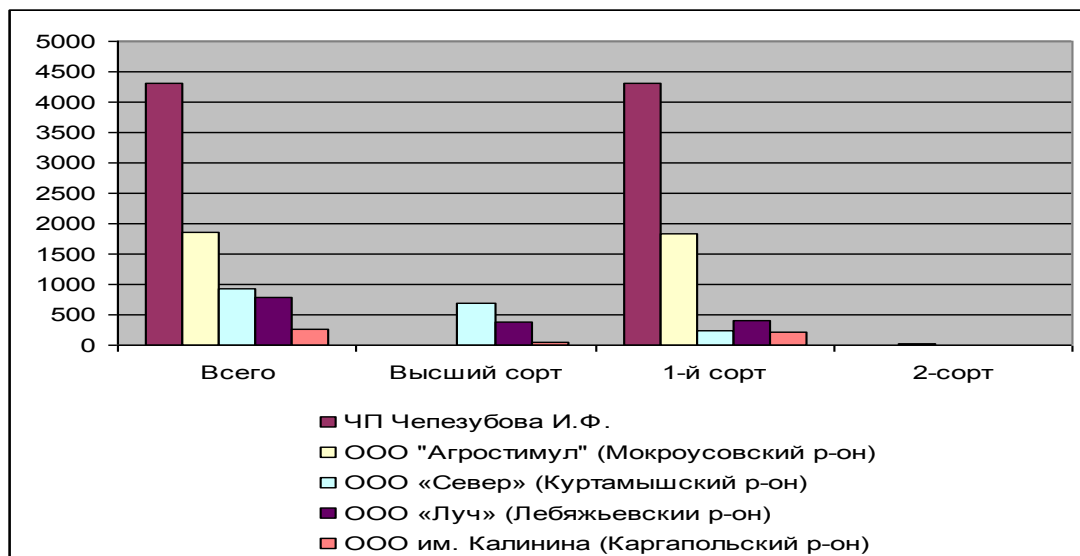


Рисунок 21 – Сортность молока-сырья в Курганской области в 2013 г., т

Лидером поставок молока высшего сорта является ООО «Север» (Куртамышский р-он) (47,3% из общего количества). Хозяйства ООО «Луч» (Лебяжье-евский р-он) и ООО «Агро-стимул» (Мокроусовский р-он) поставляют незначительную долю молока высшего сорта, соответственно – 16,2 и 17,6%. Остальные хозяйства молока высшего сорта не сдавали.

В 2013 г., по сравнению с 2012 г., количество закупленного молока увеличилось на 20,1%. Однако качество молока значительно снизилось. Доля молока высшего сорта составляет всего 9,8%, а 2 сорта достигло 16,1%. При этом лидером поставок молока высшего качества по-прежнему остается ООО «Север» (Куртамышский район).

В Челябинской области присутствуют на рынке 34 производителя молочной продукции, основными являются три крупных предприятия, объединенные в холдинг ОАО «Челябинский городской молочный комбинат», ОАО «Магнитогорский молочный комбинат», ОАО «Чебаркульский молочный завод».

ОАО «Челябинский городской молочный комбинат» применяет в производстве молоко следующих агропредприятий: ОАО «Совхоз Акбашевский» (Аргаяшский район), СПК «Коелгинское» (Еткульский район), ОАО ПЗ Россия (Сосновский район), СПК «Подовинное» (Октябрьский район), ГУ ОПСП Троицкое (Троицкий район), ООО ФМ «Семь гномов», ОАО СХП «Красноармейское», ООО «Карсинское», Колхоз «Карсы», ООО «Заря» и др.

Основными поставщиками сырого коровьего молока для ОАО «Магнитогорский молочный комбинат» являются: Совхоз «Брединский» (Брединский район), ООО «Светлое» (Чесменский район), СПК «Красный Урал» (Кизильский район), ССПК «Май» (Нагайбакский район), ООО «Кассельское» (Нагайбакский район), ЗАО Агаповское (Агаповский район), ССПК «Молочный мир» (Троицкий район), ООО «Станица» (Брединский район), ЗАО «Зингейское» (Агаповский район) и др.

Для ОАО «Чебаркульский молочный завод» молочное сырье поступает из: СПК «Сарафаново» (Чебаркульский район), СПК «Чебаркуль» (Чебаркульский район), СПК «Россия» (Чебаркульского района), ООО «Чебаркульская

птица» (Чебаркульский район), СХПК «Черновской» (г. Миасс), ССПК «Буренка» (Чебаркульский район) и др.

В Свердловской области насчитывается 220 хозяйств с отраслью молочного животноводства, где применяются различные технологии производства и первичной обработки молока.

ООО «УГМК-Агро» Производство «Верхнепышминский молочный завод» – одно из крупнейших предприятий молочной индустрии Свердловской области. Ежедневно предприятие перерабатывает около 80 тонн молока, производя более 30 наименований продукции. Основу сырьевой базы предприятия составляет молоко, поступающее от ЗАО «Агрофирма «Патруши» (Сысертский район Свердловской области), ЗАО «Агрофирма «Шутихинская» (Курганская область) и ООО «Агрофирма «Байрамгул» (Учалинский район, республика Башкортостан), также входящих в «УГМК-Агро» молочными комплексами.

ОАО «Ирбитский молочный завод» ежегодно принимает и перерабатывает свыше 70 тыс. тонн молока от 60 поставщиков, разного качества. На предприятии выпускают 20 т сыра в месяц, в том числе полутвердых сортов «Российский» и «Муромский».

На основании результатов оценки сортности сдаваемое молоко во всех сельскохозяйственных предприятиях Свердловской области, было выделено 5 групп:

- первая группа – 70...80 % молока высшего сорта: предприятия Белоярского (77,34 %), Верхотурского (76 %), Сухоложского (75,06 %) районов;
- вторая группа – 50...70 % молока высшего сорта: предприятия Шалинского (58,62 %), Каменского (51,49 %) районов;
- третья группа – 30...50 % молока высшего сорта: предприятия Сысертского (47,69 %), Пригородного (41,6 %), Ирбитского (37,2 %), Краснотурьинского (33,1 %) районов;
- четвертая группа – 10...30 %: предприятия Алапаевского (29,95 %), Красноуфимского (11,64 %), Нижнесергинского (10,6 %) районов;
- пятая группа – 10 % и менее: предприятия Талицкое (5,8 %), Богданович-

ское (5,39 %), Артинское (3,74 %), Байкаловское (2,72 %), Режевское (2,3 %), Камышловское (2,2 %).

Для исследований качества молочного сырья в качестве регламента применялись ТР ТС 033/2013 и ГОСТ Р 52054-2003. Результаты органолептической оценки по показателю вкус и запах (Рисунок 22) варьировали в значительном диапазоне значений. Однако сохранялась общая тенденция, позволяющая установить в пробах градацию качества не ниже первого сорта.

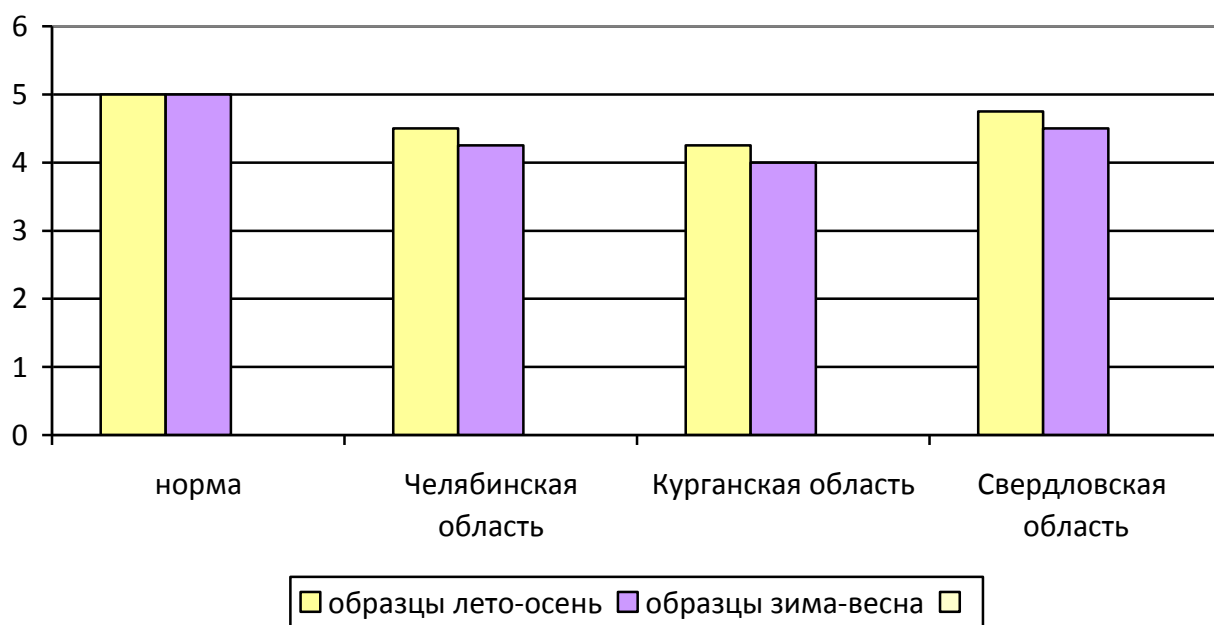


Рисунок 22 - Результаты усредненных оценок вкуса и запаха молока коровьего сырого в разные периоды лактации для разных территорий, балл

Важными факторами, определяющими качество сырого молока, являются порода коров (на Урале – это Черно-пестрая и Голштинизированные породы), период лактации и кормовые рационы. Известно, что присутствие кормового запаха и привкуса (чаще всего отмечалось в пробах молока Курганской и Челябинской области) может быть обусловлено сезонными колебаниями в рационах кормления животных, либо использованием в рационе лактирующих животных некачественных кормов и других факторов.

Кормовые пороки молока обусловлены большим количеством веществ по данным Шидловской В.П., среди которых метилсульфид, ацетон, бутанон, эта-

нол, пропанол, изопропанол, этаналь, этилацетат, около 22 химических соединений. [99,122]

Пробы молока, отобранные в разных хозяйствах, значительно отличаются качеством. Для молока, поставляемого в Курганской области установлены достаточно высокие показатели качества (усредненные значения) – массовая доля сухих обезжиренных веществ в среднем 8,57 %, содержание белка в среднем 3,17 %, содержание соматических клеток в среднем $7,26 \times 10^5$ в 1 см^3 , плотность молока выше $1,027 \text{ г/см}^3$, кислотностью 16-20 °Т, содержанием КМАФАнМ – 5×10^5 КОЕ/см³.

Качество молока коровьего сырого, поставляемого на предприятия из разных сельскохозяйственных районов Челябинской области, отличаются по массовой доле белка, жира и СОМО (Рисунок 23). Наибольшее отклонение показателя СОМО было установлено для образцов молока, поступающего из Аргаяшского района, в зимне-весенний период на 22,16% и летне-осенний период на 18,9% ниже нормы. Количество белка и жира в исследуемых объектах изменялось в зависимости от периода лактации.

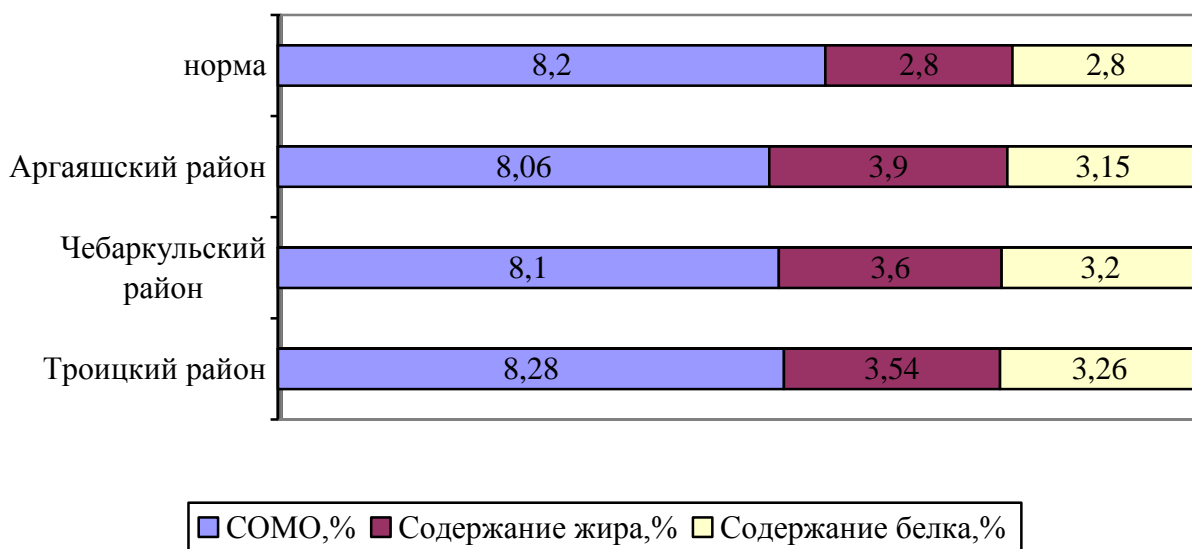


Рисунок 23 – Соотношение основных показателей качества сырого коровьего молока для отдельных территорий Челябинской области, %

Сравнительный анализ качества молока, поступающего на переработку в ОАО – «Ирбитский молочный завод» показал, что молоко имеет явное разли-

чие с учетом сортности (Таблица 14). Выявлено различие по плотности (1,026...1,028 г/см³) и кислотности (17...20 °Т), массовая доля жира и белка соответствуют установленным нормам.

Таблица 14 – Результаты анализа качества молока коровьего сырого, поступающего на переработку ОАО «Ирбитский молочный завод»

Поставщик	Сорт	Массовая доля жира, %	Массовая доля белков, %	Кислотность, °Т	Плотность, г/см ³	Термостойкость
СПК «Шаламовский»	высший	3,8	3,03	17	1,028	II
СПК «Заря»	I	3,6	3,07	18	1,027	I
ООО «Родина»	I	3,6	3,01	20	1,026	IV

Результаты оценки физико-химических показателей качества молока (Таблица 15), поступающего на молокоперерабатывающие предприятия Челябинской, Курганской и Свердловской областей, характеризуют различия в качестве, которые могут проявлять при его переработке.

Выявлена вариативность не только в зависимости от периода лактации, что весьма очевидно, но от территориального фактора. Содержание жира (при норме не менее 2,8%) изменяется от 3,06±0,07 % до 4,30±0,05 % (коэффициент вариации 0,17...1,53), содержание белка (при норме 2,8%) от 2,8±0,03 % до 3,8±0,05 % (коэффициент вариации 0,03...0,33), что влияет на показатели плотность и СОМО. В целом коэффициент вариативности по показателю плотность составил 5,04; по показателю кислотность 3,78; по массовой доле белка 0,98; по массовой доле жира 1,24.

Анализируя данные (Рисунок 24, Рисунок 25), можно наблюдать, что в целом относительно территориального критерия вариативность показателей химического состава весьма невысокая. Так, коэффициент вариации по содержанию белка в сыром молоке имеет диапазон колебаний 1,3, по содержанию жира 1,5, значения показателя изменяются в течение периода лактации.

Таблица 15 – Характеристика физико-химических показателей качества образцов сырого коровьего молока

Наименование показателя, единицы измерения показателя	Нормируемое значение ТР ТС	Хозяйств Челябинской области		Хозяйств Курганской области		Хозяйств Свердловской области	
		1*	2	1	2	1	2
Плотность, А	≥27	26,67..28,66	27,02..28,76	28,4..30,0	27,0..30,6	26,7...29,2	26,6...28,9
<i>Среднее квадратическое отклонение</i>		0,82	0,263	0,77	1,4	1,15	1,07
<i>Коэффициент вариации.</i>		2,56	1,94	2,48	3,02	2,83	2,69
Кислотность, Т	16-21	16,69..18,08	16,81..18,73	16,8..19,0	16,2...19,3	17,57..20,02	17,38..19,65
<i>Среднее квадратическое отклонение</i>		0,65	0,95	1,1	1,55	1,2	1,15
<i>Коэффициент вариации.</i>		1,97	2,72	2,78	3,15	2,94	2,80
Массовая доля жира, %	не менее 2,8	3,06..3,92	3,82..3,99	3,54..3,88	3,75..4,30	3,2..3,83	3,3..3,92
<i>Среднее квадратическое отклонение</i>		0,25	0,08	0,12	0,46	0,62	0,27
<i>Коэффициент вариации.</i>		0,17	0,21	0,15	1,53	1	1,23
СОМО, %	не менее 8,2	7,56...8,37	8,13..8,40	8,28..8,38	8,40..8,49	7,5..8,46	7,6..8,54
<i>Среднее квадратическое отклонение</i>		0,31	0,22	0,05	0,08	0,56	0,61
<i>Коэффициент вариации.</i>		1,54	1,17	0,57	1,02	2,01	2,19
Массовая доля белка, %	не менее 2,8	3,15..3,23	3,18..3,25	3,12..3,76	3,15..3,80	2,9..3,62	2,8..3,55
<i>Среднее квадратическое отклонение</i>		0,08	0,07	0,1	0,05	0,32	0,33
<i>Коэффициент вариации.</i>		0,55	0,47	0,63	0,46	0,81	0,90

□ Примечание: 1-период лактации зима-весна; 2- период лактации лето-осень

Белки молока их количество и качественный состав во многом определяют характер течения биотехнологических процессов. Аминокислотный состав белков молока сырого коровьего разных хозяйств Уральского региона представлен в Приложении Г. Наиболее сбалансированным по аминокислотному составу является молоко хозяйств Курганской области, а лимитирующей аминокислотой является – треонин.

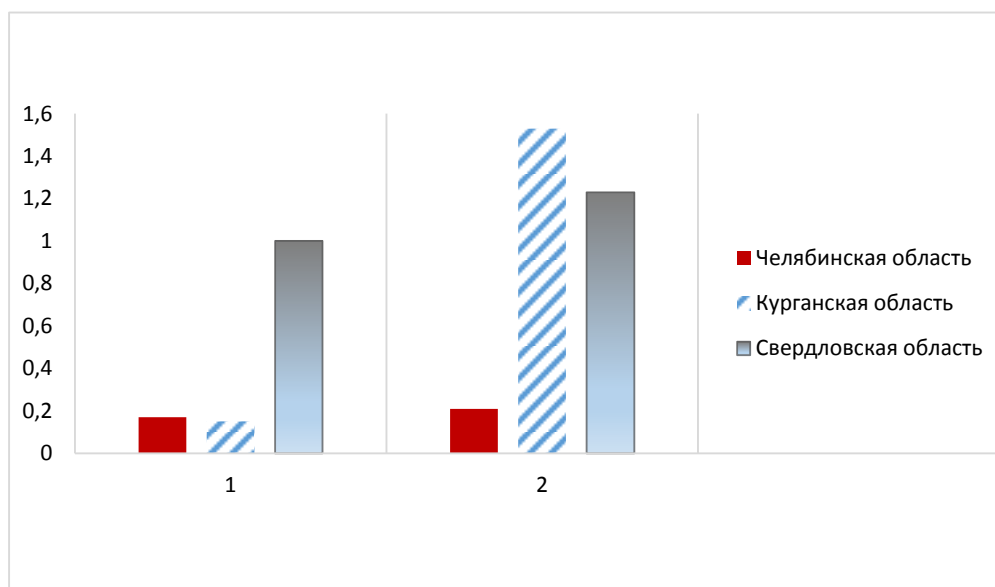


Рисунок 24 - Вариативность молочного сырья по массовой доле жира в зависимости от периода лактации и территорий получения

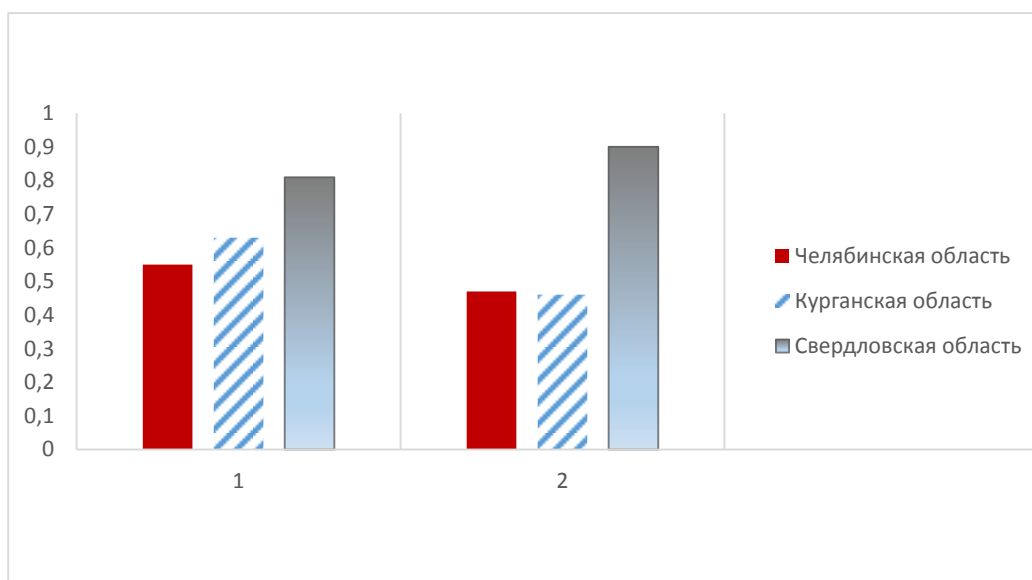


Рисунок 25 - Вариативность молочного сырья по массовой доле белка в зависимости от периода лактации и территорий

Содержание основных макроэлементов (Рисунок 26 и Рисунок 27), в основном, регламентируемых значений (базисных норм), за небольшим отклонением по калию ($122,2 \pm 0,02 \dots 131,2 \pm 0,02$ мг/л), кальцию ($116,3 \pm 0,03 \dots 125,3 \pm 0,04$ мг/л) и фосфору ($83,1 \pm 0,02 \dots 84,5 \pm 0,04$ мг/л).

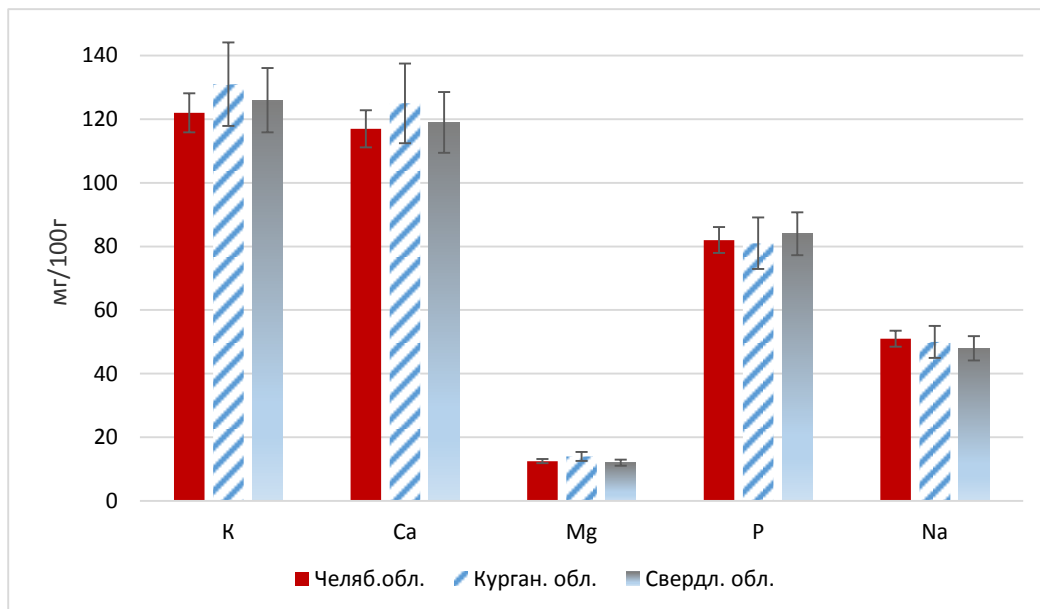


Рисунок 26 – Содержание макроэлементов в молоке сыром коровьем разных территорий, мг/л

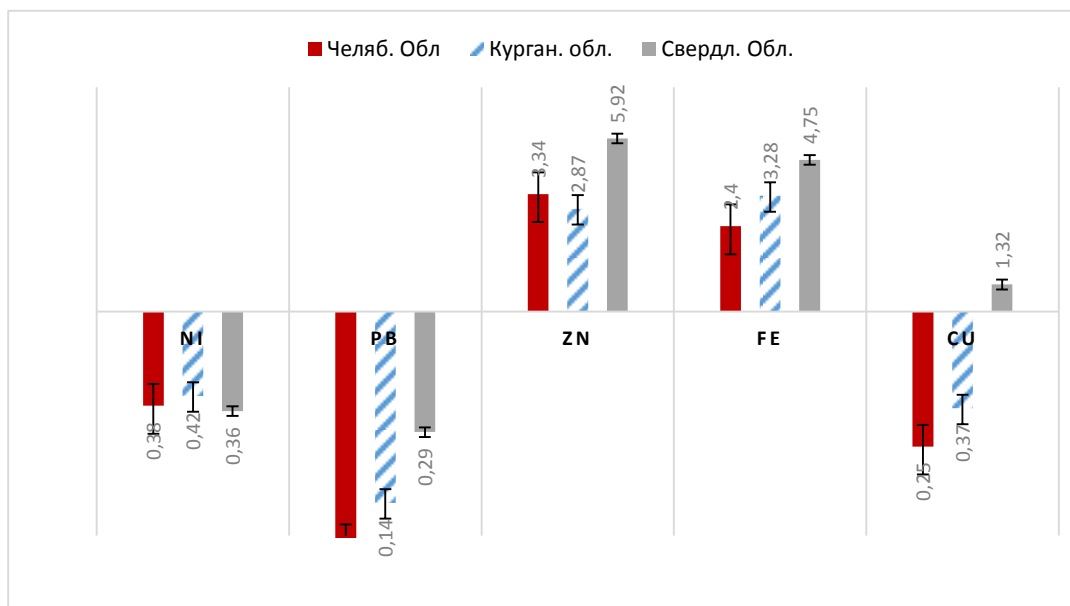


Рисунок 27 – Содержание микроэлементов в молоке сыром коровьем разных территорий, мг/кг

Следует отметить, что наиболее благоприятно по минеральному составу молоко, полученное из хозяйств Курганской области. По содержанию микроэлементов в молоке выявлено превышение ПДК содержание никеля (в диапазоне от 0,24...0,42 мг/кг), меди, железа, цинка, соответственно выше ПДК в 1,3; 1,6 и 1,4 раза, при значительном разбросе данных.

Таким образом, наиболее сбалансированным по содержанию микро- и макроэлементов является молоко из хозяйств Курганской области. В целом, состояние качества сырьевой базы молокоперерабатывающих предприятий является весьма нестабильным, а вариативность свойств может серьезно влиять на итоговое качество продуктов переработки.

4.2 Исследование качества кисломолочных напитков, реализуемых на потребительском рынке Уральского региона

В целях выявления наиболее часто встречающихся несоответствий качества кисломолочных продуктов и обоснования возможности применения воздействующих факторов электрофизической природы для их корректировки было проведено исследование образцов кисломолочных напитков, реализуемых на потребительском рынке Курганской, Челябинской и Свердловской областей. На основании оценки потребительских предпочтений в выборку для исследований были включены – кефир, ряженка, питьевые йогурты. Оценка качества осуществлялась по регламентируемым показателям – органолептическим и физико-химическим показателям.

В розничных сетях в соответствии с требованиями ГОСТ 26809-86 «Молоко и молочные продукты. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу», были отобраны образцы кисломолочных напитков, их качество определяли по ГОСТ Р 52093-2003 «Кефир. Технические условия», ГОСТ Р 52094-2003 «Ряженка. Технические условия», ГОСТ 31981-2013 «Йогурты. Общие технические условия», ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».

Результаты органолептической оценки качества исследуемых образцов кисломолочных напитков (Рисунок 28), показали, что для образцов кефира, произведенного в Челябинской области, значения показателей лежат в диапазоне 2,4...2,9 балла, против 2,8...3,2 балов образцов, произведенных в Курганской области и 3,2...3,6 баллов – для кефира, произведенного в Свердловской области. Результаты оценки по показателю «вкус и запах» лежат в зоне приемлемых значений, однако имеют отличия по выраженности и характерности.

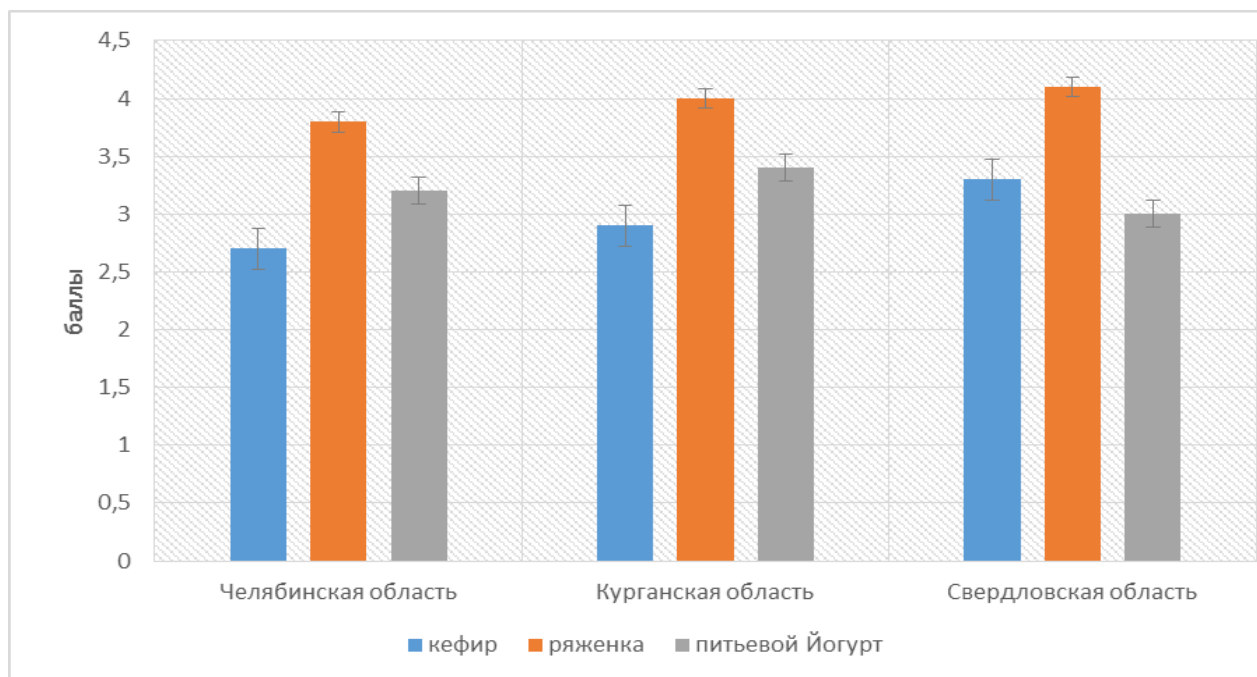


Рисунок 28 - Результаты органолептической оценки кефира, ряженки и питьевого йогурта, произведенных в Уральском регионе, баллы

По физико-химическим показателям качества (титруемой кислотности, рН, способности сгустка к синерезису, массовой доле влаги) значительных отклонений от нормативных требований не установлено (Таблица 16), однако может быть отмечена тенденция изменения значений показателей в зависимости от территории получения продукта. Показатель титруемой кислотности кисломолочных напитков изменяется для кефира в диапазоне от 81,9 до 122,7 град. Т (при норме 85...130 град. Т); для ряженки от 80,7 до 93,2 град. Т (при норме 70...110 град. Т), для йогуртов от 87 до 116 град. Т (при норме 75...140 град. Т).

Таблица 16 – Результаты оценки физико-химических показателей качества кефира, йогурта и ряженки, выработанных в Уральском регионе

Наименование показателя	Норма	действительные значения показателей качества напитков		
		Челябинская область	Курганская область	Свердловская область
Кефир, массовая доля жира 2,5 % (ГОСТ Р 52093-2003)				
Кислотность, Т	85...130	81,9...115,3	86,2...103,5	94,2...122,7
СОМО, %		9,12...9,42	8,62...8,97	8,94...9,34
Синерезис, мл сыворотки		45...52	47...59	47...58
Ряженка, массовая доля жира 4,0 % (ГОСТ Р 52094-2003)				
Кислотность, Т	70...110	80,7...91,9	82,6...89,8	85,5...93,2
СОМО, %		8,18...8,32	8,68...8,96	8,53...8,89
Синерезис, мл сыворотки		50...61	54...59	55...62
Йогурты питьевые 2,5% (ГОСТ 31981-2013)				
Кислотность, Т	75...140	87...113	101...116	96...110
СОМО, %		8,7...9,2	8,5...9,3	8,7...9,5
Синерезис, мл сыворотки		53...56	45...54	49...53

Протеолитическая активность заквасочных культур, применяемых в технологии кисломолочных напитков, обуславливает накопление различных растворимых азотистых веществ, которые вместе с химическими соединениями формируют запах, вкус и аромат. Наименьшее количество свободных аминокислот (САК) образуется при развитии молочнокислых стрептококков (по данным Шидловской В.П. 2...4 мг%). [122] В связи с чем исследование микрофлоры напитков составляет определенный интерес и будет рассмотрено в следующем разделе работы.

Важной характеристикой, определяющей состояние белковых систем продукта, является способность сгустка к синерезису. Причиной синерезиса по мнению Тепел А. является уменьшение длины связей между казеиновыми частицами и нарастание количества точек сопряжения. [99] Степень синерезиса связана с двумя структурными свойствами геля – пористостью и проницаемостью, которые зависят от количества и размеров капилляров в геле.

При выработке кисломолочных напитков во время формирования сгустка в основном образуются необратимо разрушающиеся связи, тиксотропно обратимых связей в них мало. Структурно-механические (реологические свойства), влагоудерживающая способность и синергетические свойства зависят от состава молока, технологии производства, качественного и количественного состава закваски. [27] Устойчивость сгустка напрямую взаимосвязана с накоплением экзополисахаридов (ЭПС), повышающих вязкость и влагоудерживающую способность. Считают, что накапливаемые ЭПС (в частности кефиран) соединяются с белками молока, образуя углеводно-белковые комплексы, обладающие большой гидрофильностью. [173,182]

Показатель эффективной вязкости разрушенных структур (η_p) для кефиров, произведенных в Курганской области находился в диапазоне 8,1...9,4 10^{-3} Па•с; в Свердловской области – 12,3...15,9 10^{-3} Па•с; в Челябинской области – 17,9...25,3 10^{-3} Па•с. Сопоставляя эти данные с результатами оценки синергетических свойств, которые выражаются в объеме отделившегося количества сыворотки, можно отметить отсутствие прямой корреляции между показателем вязкости и показателем синерезиса. Однако масса сухого обезжиренного остатка выше у кефиров, производимых в Челябинской области, что свидетельствует о возможной рекомбинации

молочного сырья, не заявленной на этикетке. Из чего следует, что кисломолочный напиток содержит компоненты (например, загустители, заменители молочного жира, растительные белки и т.д.), которые способны обеспечить вязкую консистенцию. Возможно отсюда, показатель вязкости имеет более высокую вариативность по сравнению с показателем вариативности молочного сырья.

Для улучшения консистенции и структуры кисломолочных напитков некоторые авторы [27,99] рекомендуют проводить магнитную обработку молока, повышающую вязкость на 16...18%, а также использовать пищевые добавки и стабилизирующие смеси различной природы. [51,52]

Для оценки глубины ферментирования белков, их свойств, обуславливающих связывание и удержание влаги, были проведены исследования с использованием термогравиметрического анализа. Представленные ниже термограммы (Рисунки 29 – 31) синхронного термического анализа, совмещенного с масс-спектрометрическим анализом выделяющихся газов (H_2O и CO_2), адекватно описывают термодинамические процессы сложных по химическому составу белковых фракций ферментированного молока

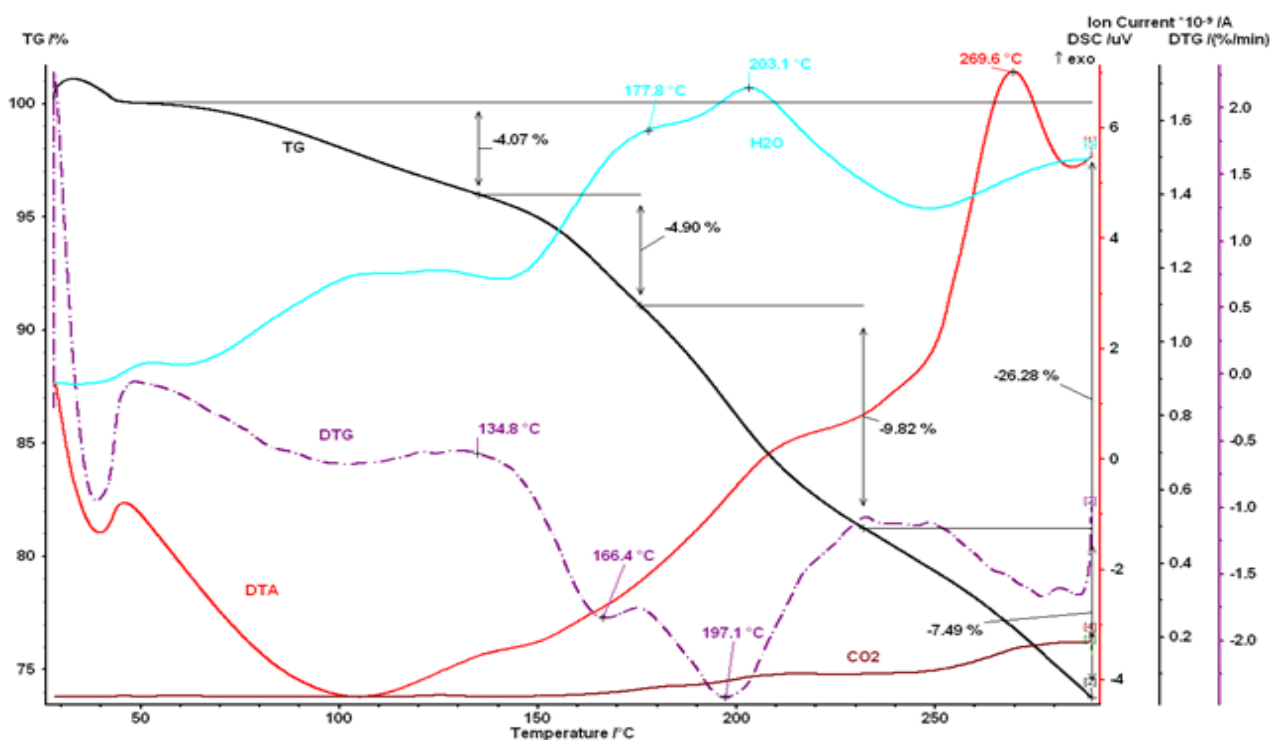


Рисунок 29 – Результаты термогравиметрического анализа белковой фракции йогурта

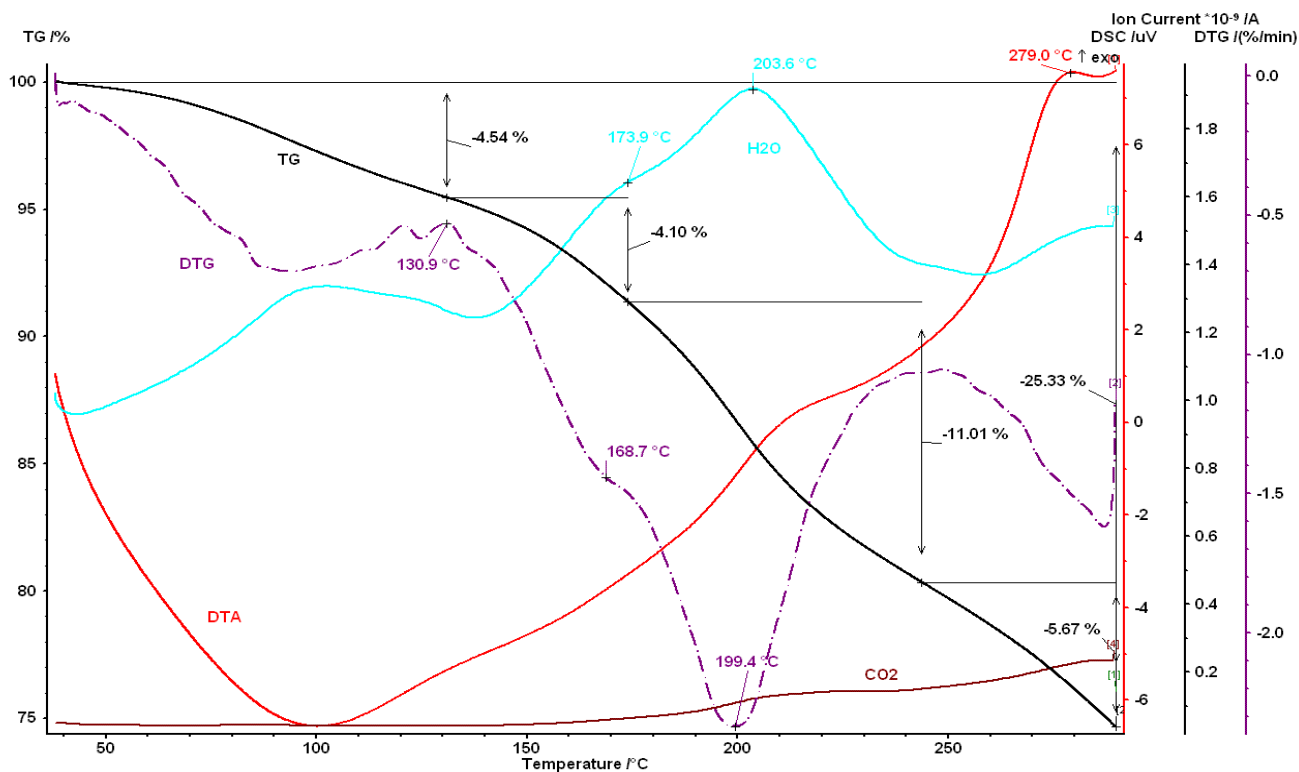


Рисунок 30 – Результаты термогравиметрического анализа белковой фракции ряженки

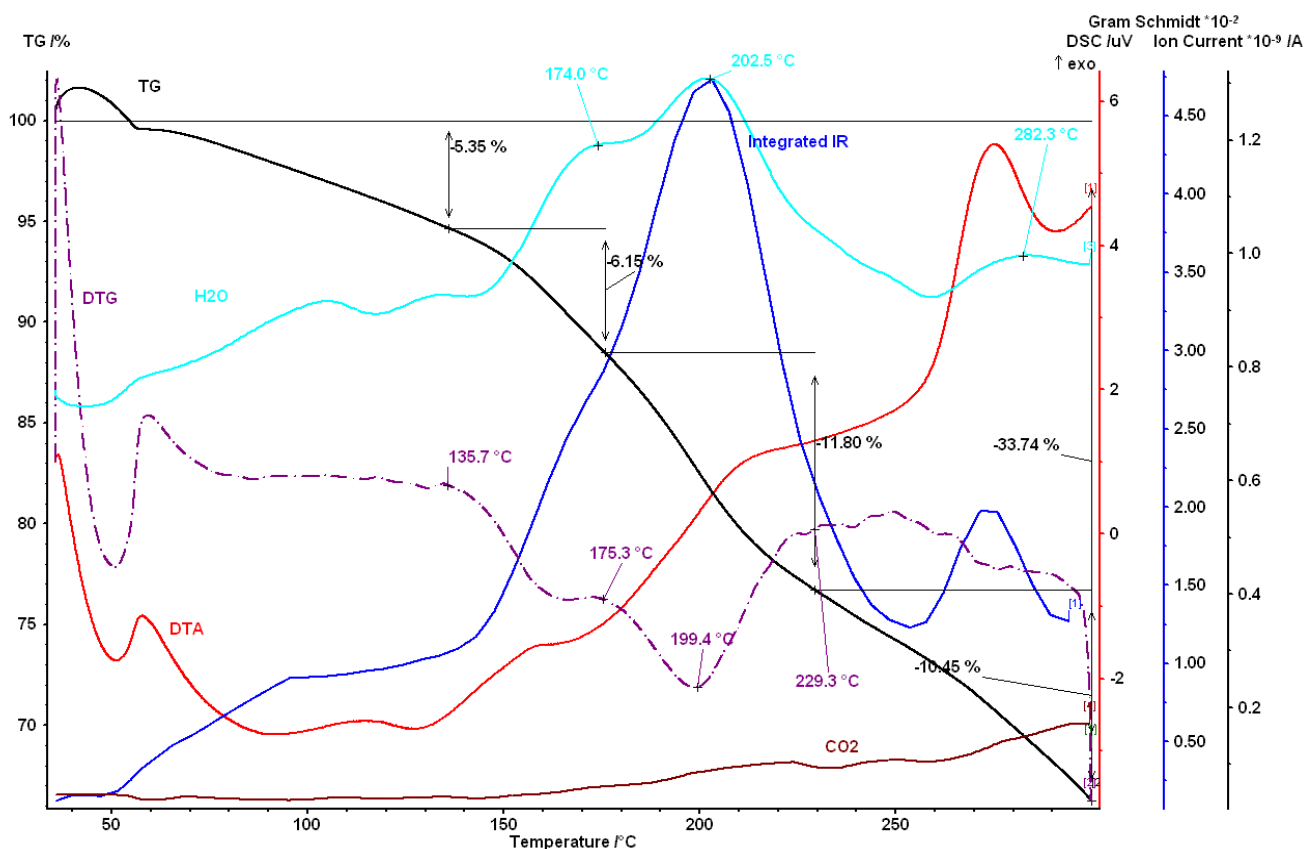


Рисунок 31 – Результаты термогравиметрического анализа белковой фракции кефира

Анализ термограмм образцов кефира, ряженки и йогурта, произведенных в Челябинской области, позволяет сделать выводы о равномерности протекания термических процессов (по глубине пиков) и температурных интервалах разрушения основных компонентов белковой системы молочного продукта.

Исследования процесса уноса влаги (кривая H_2O) и изменения массы (кривая TG) позволяют установить температурные интервалы выделения влаги и разрушения вещества, свидетельствующие о силе связи «вещество-вода» в системе молочного продукта. В свою очередь анализ кривой DTG показывает полную картину происходящих в пробе термических превращений.

Смещение пика в область более высоких температур позволяет установить силу влагоудерживающих свойств, белковой фракции молочных продуктов. Согласно анализу термограмм, были выявлены температурные интервалы, в которых наблюдается максимальный всплеск эндотермического разложения веществ (Таблица 17) Сопоставление интервалов основного пика разрушения свидетельствует о повышении влагоудерживающей способности белков кефира за счет симбиоза микроорганизмов кефирного грибка, способных синтезировать экзополисахариды (ЭПС).

Таблица 17 – Температурные интервалы эндотермического разложения веществ, град.

	Основной эндотермический пик	Максимум выделения H_2O	Дополнительные эндотермические пики
кефир	175,3...199,4 °C	202,5 °C	229,3...292,3 °C
ряженка	168,7...199,4 °C	203,2 °C	245,6...279,0 °C
йогурт	166,4... 197,4 °C	203,1 °C	237,8...269,6 °C

*Точность составляет $\pm 0,5$ °C.

Наблюдается смещение пика на 175,3 °C для кефира, в тоже время он более размыт в температурном диапазоне (229,3...292,3 °C). Для образцов ряженки и йогурта основной эндотермический пик занимает более узкий температурный интервал (168,7... 199,4 °C и 166,4...197,4 °C, соответственно),

что свидетельствует о идентичной картине удержания воды компонентами структуры для этих продуктов.

Установленный факт может свидетельствовать 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 белка.

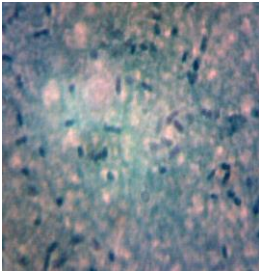
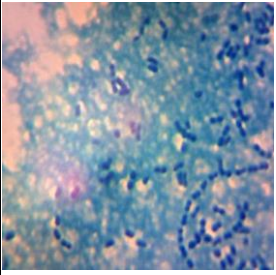
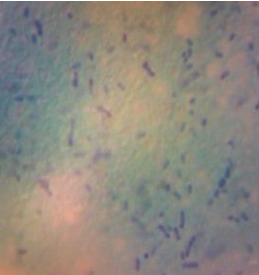
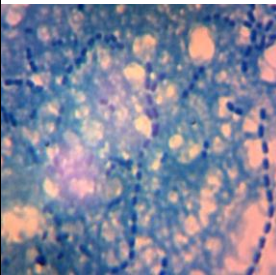
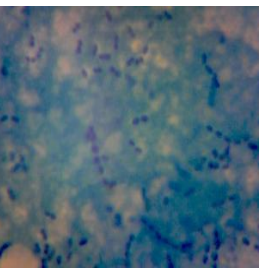
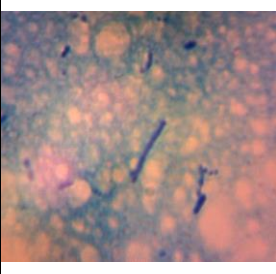
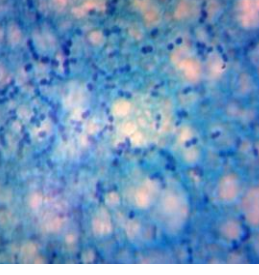
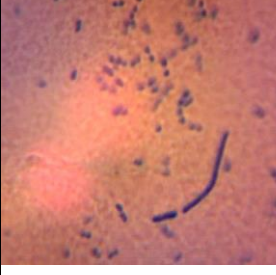
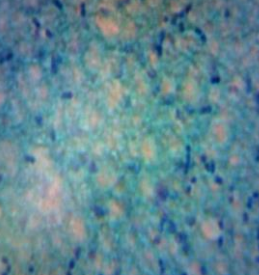
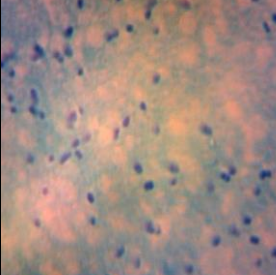
Эти процессы требуют дополнительного изучения, анализ результатов исследования представлен ниже.

4.3 Исследование функциональных свойств кисломолочных напитков - лидеров потребительских предпочтений

Известно, что значение кисломолочных напитков в питании человека, определяется их диетическими, лечебными свойствами и легкой усвояемостью. Молочная кислота, присутствующая в этих продуктах, улучшает обмен веществ, усиливает перистальтику кишечника, причем, молочнокислые бактерии вырабатывают такие витамины, как В₁, В₂, С, и природные антибиотики, подавляющие развитие болезнетворных микробов. Кефир и его разновидности (группа обогащенных продуктов биокефир, бифидок и др.) можно назвать лидерами кисломолочного ряда. Эти напитки содержат витамины группы В, дрожжи, уксуснокислые бактерии и другие микроорганизмы, которые продуцируют симбиоз уникальных нутриентов, в том числе, полисахарид кефиран. Доказано, что кефир благотворно действует на психические процессы, улучшает память и придает бодрость. [9,46, 50, 53,59, 62,88]

Безусловно, исходное качество молока, его технологические свойства влияют на развитие заквасочной микрофлоры продукта и определяют формирование запаха, вкуса и аромата продукции, ее потребительские свойства. Результаты оценки состояния микрофлоры кефира, йогурта и ряженки, произведенных в Уральском регионе, представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Исследование микрофлоры в образцах в образцах кисломолочных напитков (увеличение x1500), разных территорий производства

Наименование продукта/ характеристика состава (с маркировки)	Микроскопия образцов кисломолочных напитков	Наименование продукта/ характеристика состава (с маркировки)	Микроскопия образцов кисломолочных напитков
<p>Кефир, г. Чебаркуль Молоко цельное, молоко обезжиренное, закваска на кефирных грибах</p>		<p>Кефир, г. Чебаркуль Молоко цельное, молоко обезжиренное, закваска на кефирных грибах</p>	
<p>Биокефир «Активия» (биопродукт кисломолочный) молоко, молоко сухое обезжиренное, чистые культуры молочнокислых бактерий LGG</p>		<p>Кефир «Первый вкус», г. Челябинск Молоко цельное, молоко обезжиренное, закваска на кефирных грибах</p>	
<p>Кефир, г. Копейск Молоко цельное, молоко обезжиренное, закваска на кефирных грибах</p>		<p>Кефир «Молоко Зауралья», г. Курган. Нормализованное молоко на закваске на кефирных грибах</p>	
<p>«Деревенский кефир», Свердлов. обл. Нормализованное молоко, с использованием закваски на кефирных грибах</p>		<p>Йогурт «Молоко Зауралья», г. Курган. Молоко цельное, молоко обезжиренное, сахар, йогуртовая закваска</p>	
<p>Йогурт "Молоко Зауралья», г. Курган. Молоко цельное, молоко обезжиренное, молоко сухое обезжиренное, йогуртовая закваска сок концентр. Банана, краситель Бэтакаротин 3% НТ</p>		<p>Йогурт «Таллица», Свердловск. обл., Нормализованное молоко с использованием закваски болгарской молочной палочки, термофильных стрептококков, фруктово-ягодный наполнитель</p>	

Характер развития микрофлоры указывает на то, что во всех образцах проанализированных кефиров и йогуртов, кроме произведенных в Кургане, выявлено наличие молочнокислых моно-, дипло- и стрептококков, при отсутствии молочнокислых бактерий и дрожжей. Этот факт может быть обусловлен возможными отклонениями в технологии производства, в частности, сокращении сроков созревания, либо нарушении технологии приготовления производственной кефирной закваски.

Термофильные молочнокислые палочки при производстве кефира достигают количества $10^7 \dots 10^8$ в 1 мл, при повышенных температурах и увеличении процесса сквашивания количество их может достигать 10^9 в 1 мл и приводить к перекисанию продукта. Дрожжи развиваются значительно медленнее, чем молочнокислые бактерии, поэтому визуально заметного количества они достигают лишь во время созревания продукта. Излишнее развитие дрожжей может происходить при повышенных температурах сквашивания и длительной выдержке продукта при этих температурах. [18,51,98,102, 127,149,166]

Уксуснокислые бактерии содержатся, в кефире в количестве $10^4 \dots 10^5$ в 1 мл. Они развиваются медленнее, чем молочнокислые стрептококки, способствуют формированию вязкого сгустка. Излишнее развитие уксуснокислых бактерий в кефире может привести к появлению слизистой тягучей консистенции. Палочковидные молочнокислые бактерии были обнаружены в продукции произведенной в Курганской области, на их присутствие указывает более высокое значение показателя титруемой кислотности в этих образцах, по сравнению с другими образцами.

Установленный факт свидетельствует о высокой степени традиционности («классичности») применяемых технологий. По-видимому, предприятие использует производственную закваску на кефирном грибке. Другие производители, вероятно, применяют в своих технологиях закваски прямого внесения, что не свойственно классической технологии кефира (ТР ТС 033/2013). Таким образом, изучение качественного состава микрофлоры позволяет сделать выводы об уровне оптимальной траектории технологии в фазовом пространстве, кото-

рая характеризует степень вариативности реализации технологии в условиях информационной неопределенности. В работах Красули О.Н., Краснова А.Е., Большакова А.С. подобное утверждение было получено для технологий в мясной промышленности.

Результаты современных исследований в части продуцирования в кисломолочных продуктах высоковязких полисахаридов доказали возможность регулирования степени их полезности на основе оценки количественного содержания кефирана. Положительные эффекты наблюдаются при дозировке от 50 мг/кг до 300 мг/кг, есть данные по зависимости доза-эффект. [50,126,158,166,169, 170]

Весьма сложно установить вклад кефирана в функциональное, или регуляторное действие кефира на организм человека, поскольку оно многофакторное и включает в себя: пробиотическое действие, то есть влияние микроорганизмов на состояние микрофлоры человека, наличие выделяемых молочнокислыми бактериями биоактивных пептидов, растворенной бактериальной ДНК, а также нативных биологически активных веществ молока. [158,166,168] Учеными доказано, что экзополисахарид кефиран обладает противоопухолевой и иммуномодулирующей активностью. В опытах на мышах, которым подкожно вводили клетки карциномы Эрлиха и саркомы 180, рост солидной опухоли был задержан на 40...59 % и 21...81 %, соответственно в группе животных, которым вводили в пищу или интраперитонеально кефиран, по сравнению с контрольной группой. Причем, непосредственно на опухолевые клетки *in vitro* этот полисахарид никакого действия не оказывает. [50, 171, 172]

Кефиран имеет разветвленное строение и состоит из остатков глюкозы и галактозы примерно в равном соотношении. Структура кефирана представлена на Рисунке 32. По различным источникам кефиран может содержать глюкозу и галактозу в молярном отношении 1,00:1,05 , 0,9:1,1. [50,171, 173, 207].

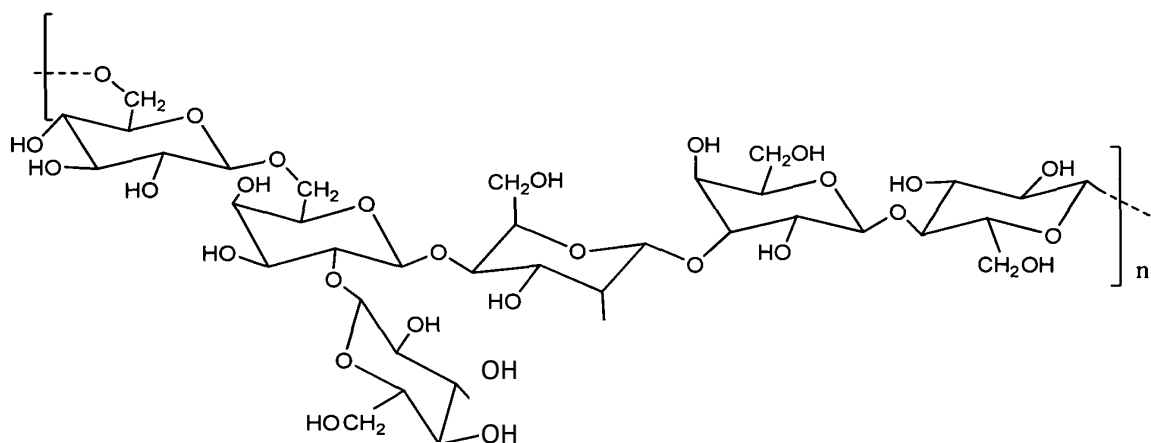


Рисунок 32 - Структурная формула кефирана

Большое количество различных микроорганизмов способно к выработке внеклеточных полисахаридов, включая используемые для приготовления различных кисломолочных продуктов. Однако, состав и структура бактериальных полисахаридов очень многообразна; в их состав могут включаться остатки пентоз, гексоз, гептоз, аминсахаров, метилированных сахаров и уроновых кислот, а также неуглеводные остатки, такие как фосфат, аминокислоты, глицерин и рибитол.

В связи с чем в диссертационной работе предложено рассматривать показатель «массовая доля кефирана» как интегральный показатель физиологической ценности кисломолочных напитков – «коэффициент функциональности» и в совокупности с минорными компонентами (витамины, минеральные вещества, ферменты, антибиотики), степенью усвояемости может определять пищевую полноценность.

Содержание кефирана определяли в кефирах и других кисломолочных напитках, имеющих высокие приоритеты у потребителей, представленных выше. Результаты содержания кефирана представлены на Рисунке 33; выделено среднее значение по всем образцам. Выделенные отрезки на столбчатой диаграмме соответствуют диапазону вариации значений показателя «содержание кефирана».

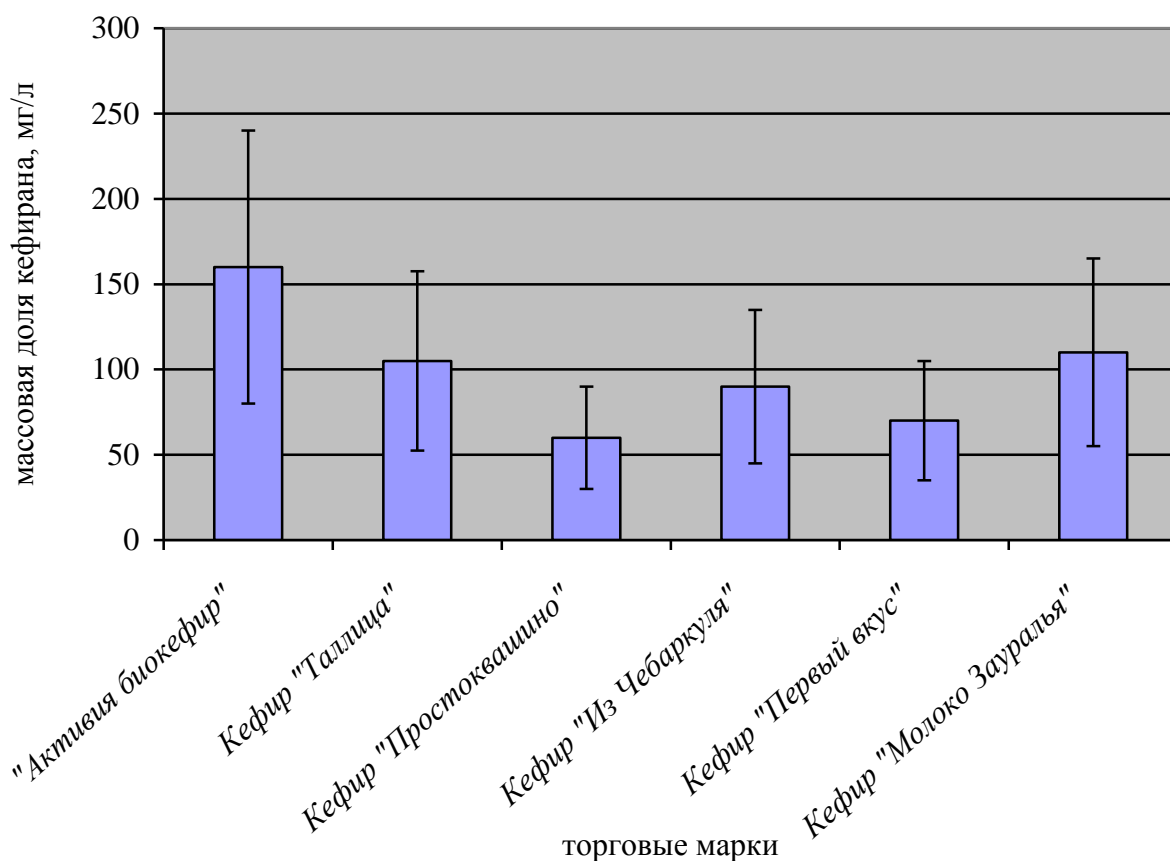


Рисунок 33 — Содержание кефирана в кисломолочных напитках различных торговых марок

Установлено, что степень накопления кефирана максимальна у продукции торговой марки «Активия» возможно за счет присутствия чистых культур LGG, заявленных на маркеровке напитка (Таблица 18 с. 81). Для остальных образцов – содержание кефирана варьировало в диапазоне от 30 до 150 мг/л, что указывает на наличие информационной неопределенности для данного показателя. Следовательно, можно полагать, что накопление растворимых полисахаридов в кисломолочных напитках, как фактора определяющего, их функциональные свойства, необходимо регулировать. Возможно за счет эффектов ультразвукового воздействия.

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 микробной биомассы кефирного грибка.

Выводы по главе 4.

1. Молочное сырье, используемое в молочном производстве на территории Уральского региона, характеризуется значительной разнородностью качественного состава, при росте показателя сортности поставляемого молока наблюдаются колебания по показателям массовой доли жира и белка. Так, коэффициент вариативности по показателю плотность, определяющему соотношение основных нутриентов, составляет 5,04, по показателю кислотность 3,78; по массовой доле белка 0,98; по массовой доле жира 1,24. Содержание основных макроэлементов, в основном, укладывается в рамки значений базисных норм, отмечены небольшие отклонения от норм по содержанию некоторых элементов – для калия диапазон колебаний значений $9,1 \pm 0,03$ мг/л, кальция – $9,8 \pm 0,04$ мг/л, фосфора – $1,5 \pm 0,04$ мг/л. В целом, относительно территориального критерия, вариативность показателей химического состава невысокая.

2. Результаты органолептической оценки качества исследуемых образцов кисломолочных напитков показали, что для образцов кефира, произведенного в Челябинской области, значения показателей лежат в диапазоне 2,4...2,9 балла, против 2,8...3,2 баллов образцов, произведенных в Курганской области и 3,2...3,6 баллов – для кефира, произведенного в Свердловской области. Результаты оценки по показателю «вкус и запах» лежат в зоне приемлемых значений, однако имеют отличия по выраженности и характерности. В комплексе физико-химических показателей качества (кислотности, синерезис, массовой доле влаги) в большинстве случаев отклонений от требований нормативных документов не установлен, однако прослеживается вариативность значений показателей в зависимости от территории получения продукта.

3. Характер развития микрофлоры в продуктах имеет явные отклонения от нормы, для кефира в 90% случаев отсутствует типичный симбиоз бактериальных и дрожжевых клеток и как следствие наблюдается снижение уровня накопления функционально значимых веществ. Так, количество растворимого полисахарида (кефирана), определяющего противоопухолевой, иммуномодули-

рующей активностью и определяющего функциональные свойства кисломолочных напитков варьирует в диапазоне 30...150 мг/л. Следует отметить, что кефир, произведенный на основе традиционной технологии, содержит больше кефирана, так как для микрофлоры данного продукта свойственно накопление экзополисахаридов. Низкие значения, полученные в ходе исследований, указывают на некоторые отклонения в рецептурах, либо технологиях. Следовательно, можно говорить о высокой степени информационной неопределенности.

4. Установленные колебания качества сырья определяют некоторые «помехи» для технологий производства и, как следствие, порождают отклонения от требований нормативных документов по качественным характеристикам полученной из него продукции. Учитывая вышесказанное, необходимо осуществить исследование возможности регулирования процессов формирования потребительских свойств кисломолочных напитков, а также процессов выделения кефирана при наращивании биомассы кефирных грибков на этапе приготовления молочнокислой закваски.

Таким образом, изучение структуры производства кисломолочных продуктов позволит выделить группы общих и специальных процессов, обуславливающих свойства кисломолочных продуктов, а, следовательно, являющимися точками приложения воздействующего фактора. Базируясь на результатах научных исследований отечественных и зарубежных ученых (раздел 1.3) в качестве воздействующего фактора возможно применения ультразвука, в частности эффектов кавитации. Данный подход был определен в качестве основной рабочей гипотезы на последующих этапах исследований.

ГЛАВА 5. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ

Мониторинг качества кисломолочных напитков, проведенный в предыдущем разделе работы, определил необходимость поиска путей оптимизации их потребительских и функциональных свойств.

Матрица, представленная в разделе 3.2. позволила установить взаимосвязь между потребительскими свойствами и показателями качества сырья и технологическими процессами. Установленные взаимосвязи, на наш взгляд, могут являться основой для исследования применимости метода воздействия на основе ультразвука для комплексного решения поставленных задач.

Анализ процессов, положенных в основу производства кисломолочных продуктов дает возможность определить точку воздействия – сырое коровье молоко (Рисунок 34).

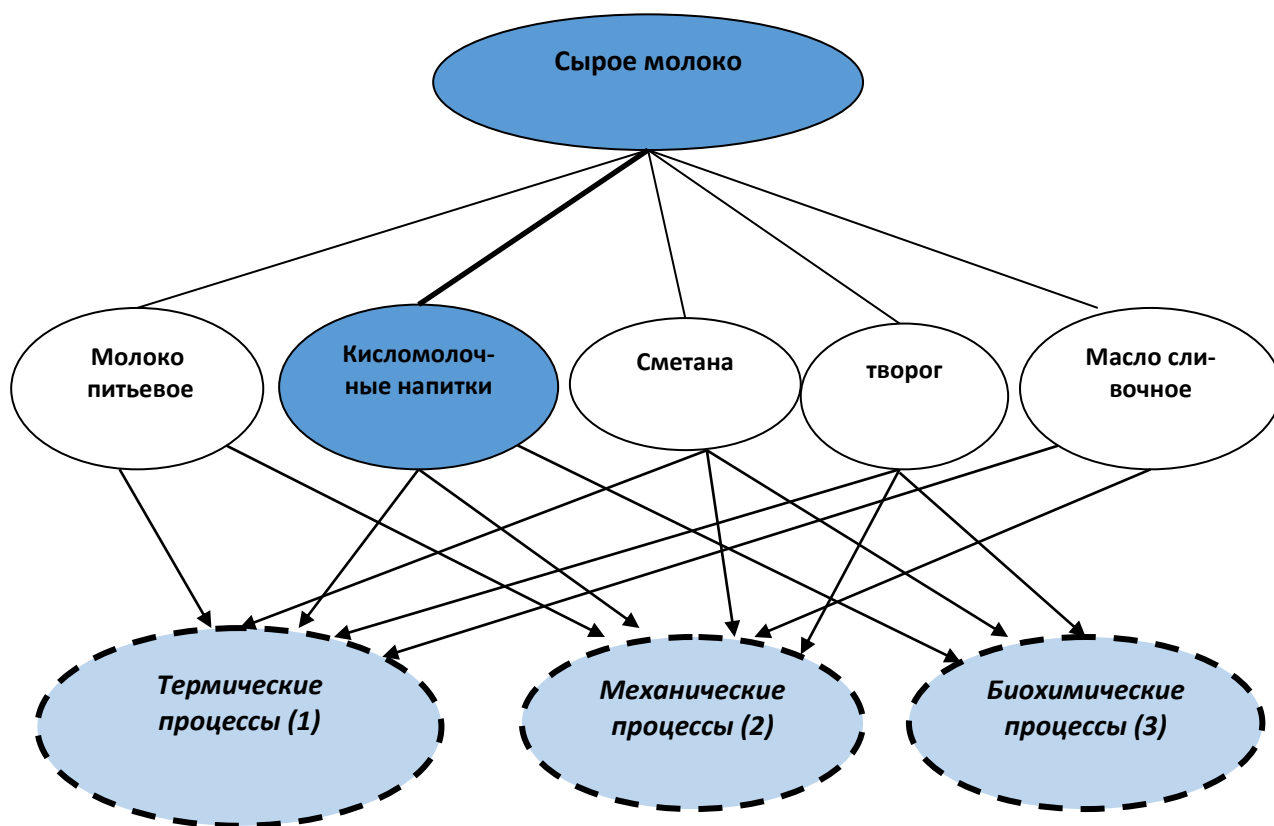


Рисунок 34 – Технологические процессы производства, определяющие видовые особенности кисломолочных напитков (1, 2, 3 – условное обозначение)

Вопросами изучения влияния различных факторов на свойства продуктов, полученных на основе ферментации молока, в своих работах занимались Н.А. Тихомирова, З.Х. Диланян, Н.Н. Липатов, В.Ф. Семенихиной, П.Ф. Крашенинин, А.Г. Храмцов, Р.М. Раманаускас, Л.А. Остроумов, М.С. Уманский, А.А. Майоров; С. G. de Kruif, J.A. Lucey, E. Dickinson и другие. [18,23, 25,45,51,54,102]

По мнению А. Тепел [99] ультразвуковое воздействие на дисперсную систему молока является мало изученным и имеет определенные перспективы для применения в технологии. В связи с чем исследование влияния УЗВ на характер течения сопровождающих производство кисломолочных напитков процессов (термические(1) + механические(2) + биохимические(3)) составляет особый интерес.

5.1 Изменение свойств сырого коровьего молока под влиянием эффектов кавитации ультразвукового воздействия и установление оптимальных режимов его обработки

В рамках работы была поставлена серия рекогносцировочных опытов, нацеленных на исследование изменений свойств сырого коровьего молока под воздействием эффектов ультразвуковой кавитации. Номенклатура показателей для установления оптимума воздействия, в целях оптимизации консистенции продуктов (состояние кислотных молочных гелей) включала: активная кислотность (рН), температура, дисперсность среды, вязкость.

В качестве генератора ультразвука применялся аппарат ультразвуковой технологической «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ (технические характеристики представлены главе 2).

Образцы в объеме 250 мл обрабатывались ультразвуком мощностью 120 Вт (30% от номинальной мощности прибора), 180 Вт (45% от номинальной мощности прибора) и 240 Вт (60% от номинальной мощности прибора), экспозиция 1, 3 и 5 минут. Каждому обработанному образцу был присвоен условный

код, в зависимости от длительности и мощности воздействия ультразвуком на него (Таблица 19).

Таблица 19 – Характеристика условных кодов модельных образцов

Мощность обработки, Вт (% от номинальной мощности прибора)	Время обработки, мин		
	1	3	5
120 (30%)	1-30*	3-30	5-30
180 (45%)	1-45	3-45	5-45
240 (60%)	1-60	3-60	5-60

* «1-30» - означает 1 минуту обработки про 30% мощности прибора от паспортной.

В совокупности с контрольным образцом (без УЗВ), всего было задействовано в исследовании 10 образцов сырого коровьего молока.

Термические изменения в молоке под влиянием УЗВ. В технологии производства кефира сырое молоко подвергают термической обработке в различных режимах, в основном для регулирования общей обсеменённости. Оптимальная температура пастеризация, рекомендованная технологической инструкцией, около 75°C с выдержкой в течение 15...20 секунд, после чего молоко постепенно охлаждают. Термическая обработка молока перед образованием кислотного геля изменяет поверхностную структуру казеиновых мицелл, по данным А. Тепел плотность волокон казеина изменяется от 1 нм до 0,23 нм. Появление развернутой структуры при уменьшении размерных параметров усиливает гидратацию. Кроме того, под действием высоких температур изменяются основные компоненты молока, что обуславливает изменение вязкости, кислотности, окислительно-восстановительного потенциала, появляются новые оттенки во вкусе и запахе и другие изменения. [98,99,102,122].

Результаты изменения температуры молока при различных режимах УЗВ представлена на Рисунке 35. В целом, можно отметить, что УЗВ вызывает некоторое повышение температуры, наиболее значение достигается при максимальной мощности и длительности воздействия. Так пятиминутная обработка при мощности 240 Вт способствует повышению температуры молока до 48,5±2 °С, без предварительной термизации.

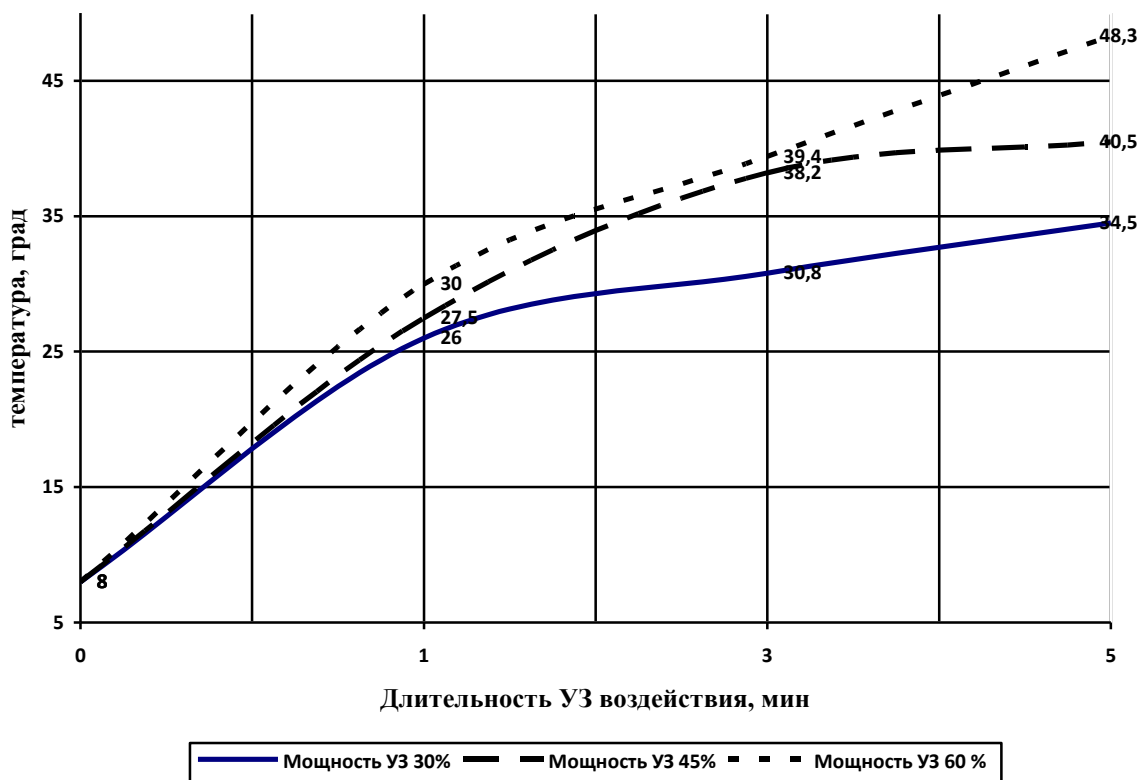


Рисунок 35 - Изменение температуры молока при УЗВ разной мощности и длительности, град

При прохождении через жидкость ультразвука в ней возникает акустические эффекты, основанные на разрыве жидкости с образованием пустот, в которую выделяются пузырьки растворенных в жидкости газов. Научно доказано, что кавитация, как эффект УЗВ, представляет собой адиабатический процесс и термическая диссоциация воды, влекущая за собой увеличение рН, может протекать только внутри кавитационных пузырьков, объем которых ничтожно мал по сравнению с общим объемом водной системы продукта.

Изменение активной и титруемой кислотности под влиянием УЗВ. Согласно Тепел А., Шидловская В.П., Горбатова К.К., регулирование рН необходимо осуществлять при формировании заданной консистенции и органолептических свойств кисломолочных продуктов. Это определено влиянием рН на коллоидное состояние молочного белка, поверхностный заряд мицелл казеина. Значение показателя активной кислотности позволяет оценить возможный ха-

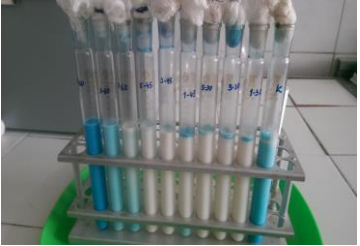



рактёр течения физико-химических и биохимических процессов, происходящих в системе молока.

Длительность УЗ обработки снижает рН молока на 0,2...0,1 ед. Так при длительности обработки одна и три минуты рН снижается на 0,1 ед., после 5 минут обработки на 0,2 ед. от контрольного значения. Повышение температуры приводит к снижению рН, что обусловлено увеличением объема диссоциированных молекул воды и протеканием реакций в молоке.

В ходе исследования зависимости показателя рН молока от мощности и длительности ультразвукового воздействия установлено, что значительных изменений показателя рН не наблюдается. Однако для молока, обработанного УЗ мощностью 180 и 240 Вт снижение рН наиболее активно протекает в течение первых трех минут, при 5-минутной обработке эти изменения несколько затухают. Титруемая кислотность молока изменялась в зависимости от длительности и мощности воздействия. Диапазон колебаний составлял 17...24 °Т, при титруемой кислотности контрольного образца 19 °Т. Однако все образцы молока не зависимо от режима УЗВ обладали свойствами свежего молока – имели приятный сладковатый вкус, хорошо выдерживали нагревание, не свертывались этанолом при алкогольной пробе.

Изменение микробной обсеменённости под влиянием УЗВ. Уменьшение количества остаточной микрофлоры в молоке тесно связано с повышением температуры пастеризации. Определение количества микроорганизмов в сыром молоке по редуктазной пробе (Таблица 20) показало, что по истечению более 3,5 часов (высший класс) молоко, обработанное УЗ 60% от мощности установки в течение 5 и 3 мин, сохранило окраску без изменения (количество бактерий в диапазоне до 300тыс. КОЕ в 1 см³). В то время как 5 минутная обработка при мощности 45% и 30% (первый класс) и 3 минутная при мощности 30% (второй класс) не оказывают угнетающего действия на бактериальную микрофлору.

Таблица 20 – Результаты оценки бактериальной обсеменённости молока, КОЕ в 1 см³

Класс чистоты	Продолжительность обесцвечивания, ч	Ориентировочное количество бактерий в 1 см ³ молока, КОЕ	Визуализация результатов	Кодовый результат, где «+» означает обесцвечивание образца										Описание результата	
				контр	1-30	3-30	5-30	1-45	3-45	5-45	1-60	3-60	5-60		
Высший	Более 3,5	До 300 тыс.		-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	Обесцветились все образцы, кроме контрольного, 3-60 и 5-60.
I	3,5	От 300 тыс. до 500 тыс.		-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	Обесцветились образцы 5-30, 5-45 и 3-45. Остальные образцы не обесцветились или показывают начальные признаки обесцвечивания
II	2,5	От 500 тыс. до 4 млн.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Все образцы сохраняют окраску. Отмечаются первоначальные признаки начала обесцвечивания отдельных образцов.
III	40 мин	От 4 млн. до 20 млн.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Все образцы сохраняют устойчивую окраску

Известно, что бактерицидное действие ультразвука зависит от интенсивности кавитации и связано со скоростью распада бактериальных клеток. Нами установлено, что под действием ультразвука первыми погибают патогенные микроорганизмы, грамположительные и грамотрицательные аэробные и анаэробные бактерии. Результаты микробиологической оценки образцов молока (Таблица 21) подтверждают данное заключение.

Таблица 21 – Результаты микробиологической оценки образцов молока, подвергнутых УЗ воздействию разной мощности

Время обработки, мин	Микробиологическая характеристика КМАФАнМ, КОЕ/см ³ (г) при разной мощности УЗ воздействия, %		
	30	45	60
Контроль (без обработки)	7,1•10 ⁴ (ТР ТС не более 1 •10 ⁵)		
1	4,3•10 ⁴	2,5•10 ⁴	9,1 •10 ³
3	8,4•10 ³	1,6•10 ⁵	2,1 •10 ³
5	1,7 •10 ⁵	9,3 •10 ⁴	0,9 •10 ³

Микробиологическая обсеменённость контрольного образца составила $(7,1 \pm 0,002) \cdot 10^4$, что укладывается в рамки требований. Исследование влияния ультразвуковой кавитации на микробиологические характеристики показало, что длительность и мощность воздействующего фактора оказывает значительное влияние на жизнедеятельность бактерий. Так, количество микроорганизмов уменьшается в 5...10 раз, показатель КМАФАнМ сохраняется на уровне стандарта, кроме образцов при пятиминутном воздействии УЗ 30% мощности от номинальной и 3 минутах обработки УЗ 45% мощности от номинальной. Количество соматических клеток в молоке снижается в 5 раз, БГКП отсутствовали во всех образцах, повышение кислотности не наблюдается в течение 48 часов.

Присутствие фосфатазы во всех образцах молока, кроме контроля, не обнаружено. В свежесвыдоенном молоке присутствует щелочная фосфатаза с оптимумом рН 9,6 и незначительное количество кислой фосфатазы (фосфопротеидфосфатазы) с оптимумом рН 5,0. Известно, что нативная фосфатаза молока

может восстанавливать свою активность после кратковременной высокотемпературной пастеризации.

Изменение вязкости молока под влиянием УЗВ. Вязкость сырого молока при 20 °С может колебаться в диапазоне 1,3...2,18 мПа•с, а ее основные определяющие факторы — это присутствие коллоидных элементов структуры и их дисперсное состояние.

Линейной зависимости влияния мощности и длительности ультразвукового воздействия на молочную систему не обнаруживается, что видно на рисунках 36 и 37.

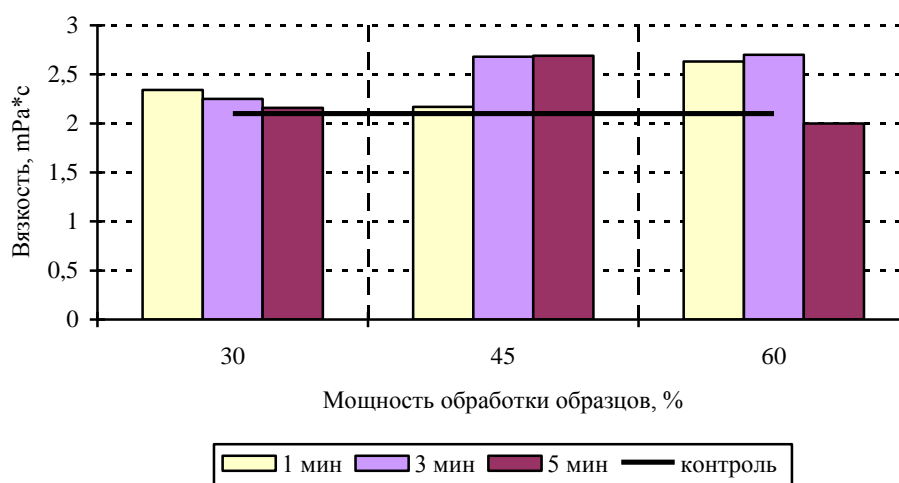


Рисунок 36 – Зависимость вязкости молока от мощности ультразвукового воздействия, мПа•с

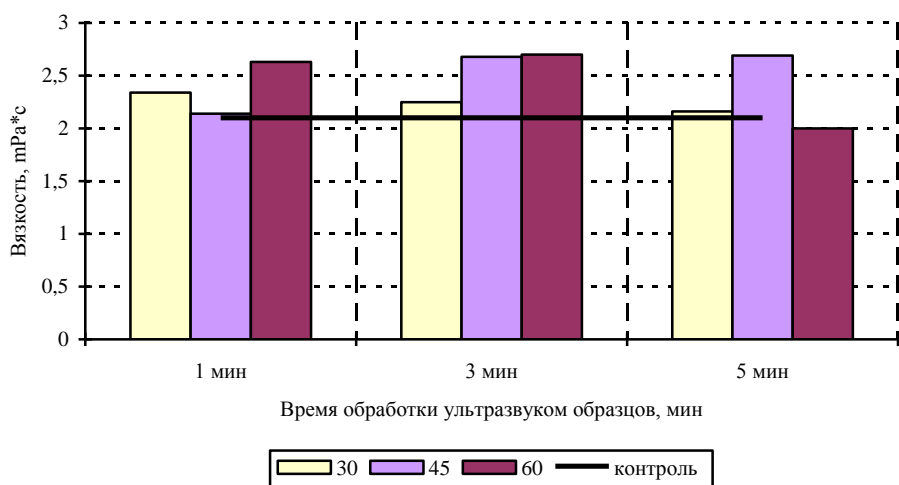


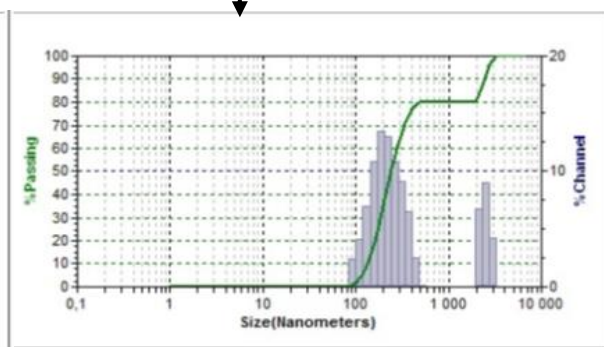
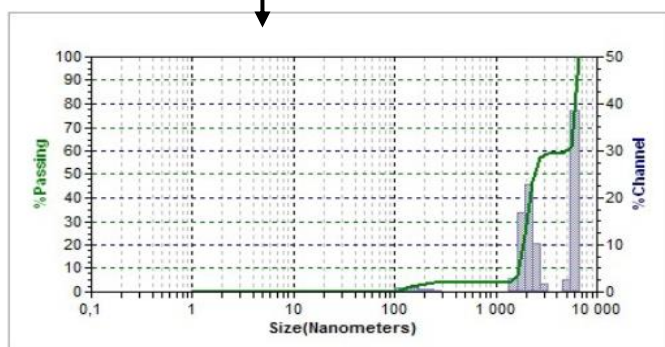
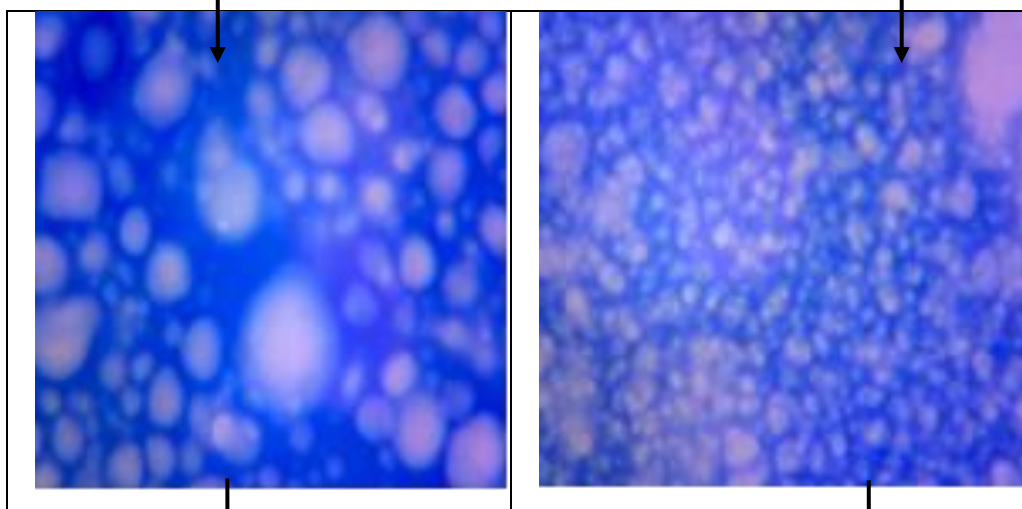
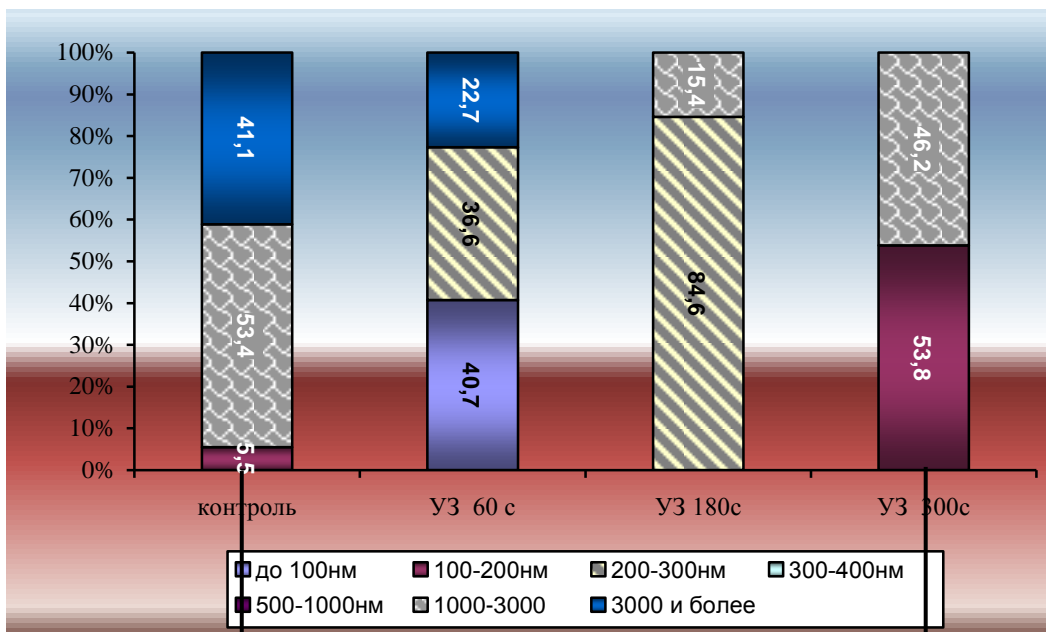
Рисунок 37 – Зависимость вязкости молока от длительности ультразвукового воздействия, мПа•с

Можно отметить незначительное повышение вязкости для образцов молока обработанных мощностью 180 Вт (45% от номинального), а также образцов с трехминутной обработкой молока.

Истинно растворенные соли и лактоза, а также сывороточные белки оказывают лишь незначительное влияние на вязкость молока. При повышении рН среды ее вязкость увеличивается, поскольку набухают мицеллы казеина. С возрастанием объемной доли фракций вязкость снижается, что, возможно, обусловлено увеличением концентрации составных частей молока и изменением гидродинамического объема за счет гидратации или изменения структуры частиц.

Вязкость молока зависит в основном от дисперсности мицелл казеина и жировых шариков, степени их гидратации и агрегирования. По мнению Горбатовой К.К., сывороточные белки и лактоза незначительно влияют на вязкость молока. Решающее значение, по мнению А. Тепел, имеют объемная доля фракции диспергированных и растворенных составных частей молока.

Изменение дисперсности системы молока под влиянием УЗВ. Диспергирование твердых компонентов в жидкости, как известно, обычно более затруднительно и требует большего расхода энергии, чем гомогенизация системы «жидкость-жидкость». Полагают, что основную роль в процессе диспергирования играет кавитация [119, 141], что подтверждается зависимостью скорости диспергирования от температуры. Эффекты кавитации, изменяющие объемную долю диспергированных частиц, влияют на вязкость молока, что подтверждается изменением степени дисперсности. На рисунках 38 – 40 представлены результаты оценки степени дисперсии системы молока при различных режимах УЗВ.



– Анализ дисперсной системы молока при различной длительности УЗВ 30%-ной мощности на основе результатов электронной микроскопии и дисперсного анализа

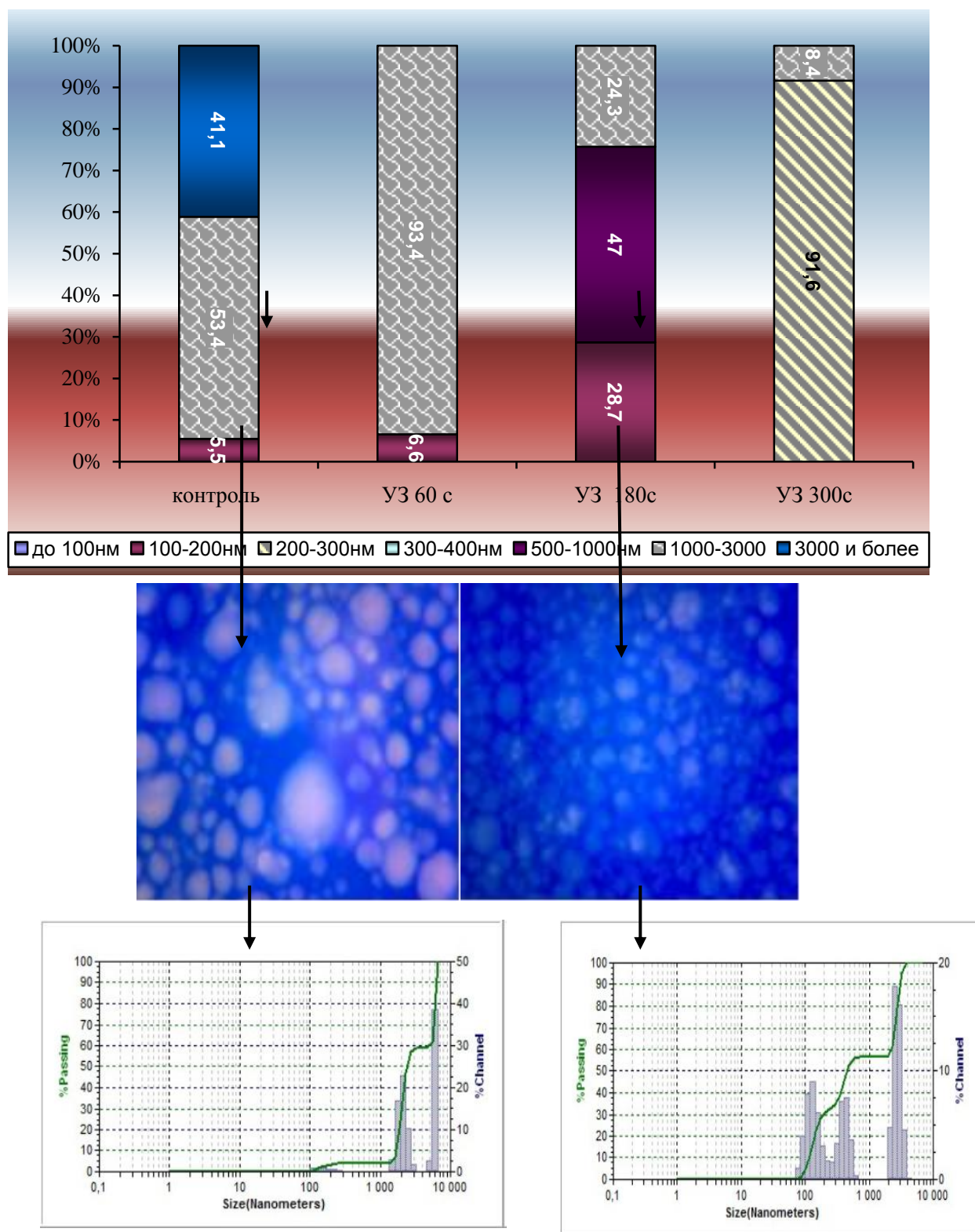


Рисунок 39 – Анализ дисперсной системы молока при различной длительности УЗВ 45%-ной мощности на основе результатов электронной микроскопии и дисперсного анализа

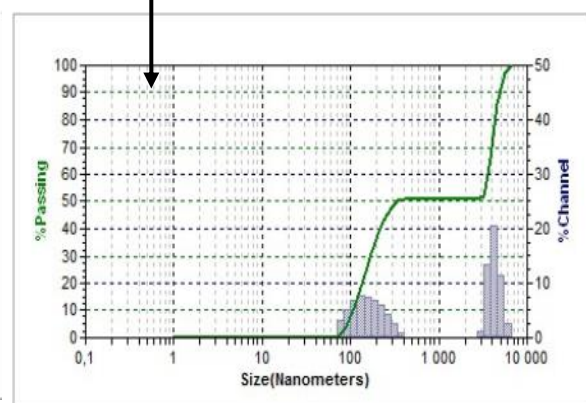
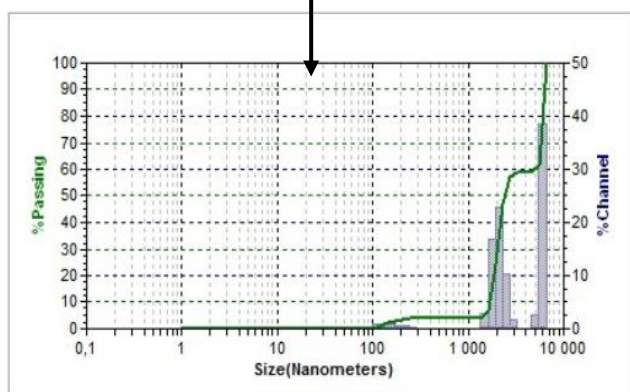
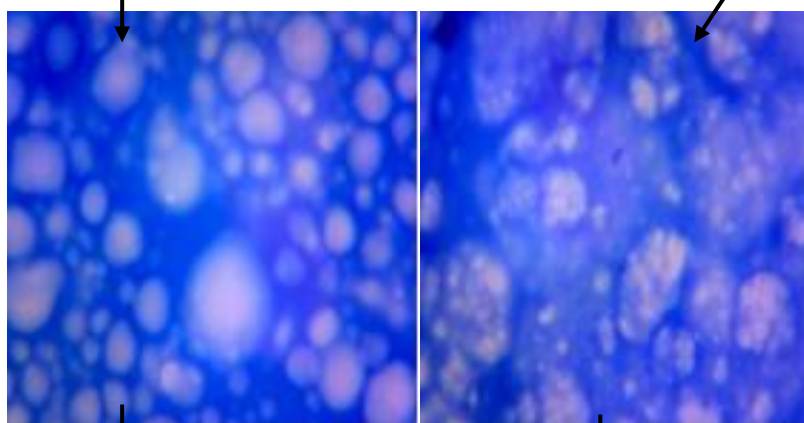
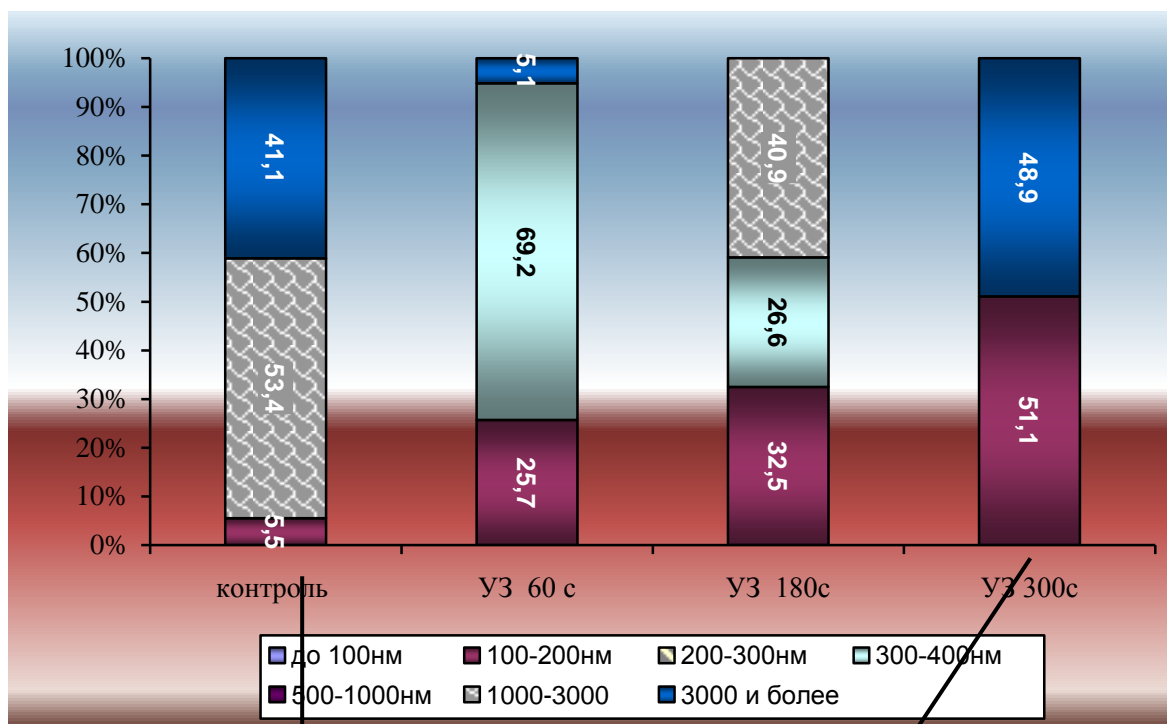


Рисунок 40 – Анализ дисперсной системы молока при различной длительности УЗВ 60%-ной мощности на основе результатов электронной микроскопии и дисперсного анализа

Представленные результаты дисперсного анализа показывают, что молоко весьма чувствительно к ультразвуковой кавитации, которая обуславливает увеличение размеров капли при попадании ее в область разреженного давления и последующий разрыв на более мелкие капельки. [99] Воздействие ультразвуковой кавитации обуславливает изменение состояния дисперсной системы продукта. Из результатов видно, что пофракционный состав образцов перераспределится, однако режимы ультразвукового воздействия по-разному влияют на систему продукта. Нарастание длительности ультразвукового воздействия приводит к выравниванию размеров частиц.

Вместе с тем, при нарастании мощности и длительности отмечены эффекты агрегирования частиц:

- при воздействии УЗ 30 % мощности (120 Вт) в течение 5 мин (300 с) присутствуют частицы следующих фракций 2656 нм – 46,2 %; 148,3 нм – 53,8 %;
- при воздействии УЗ 45 % мощности (180 Вт) в течение 5 мин (300 с) присутствуют частицы двух фракций 1461 нм – 8,4 %; 294,7 нм – 91,6 %;
- при воздействии УЗ 60 % мощности (240 Вт) в течение 5 мин (300 с) присутствуют 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. Диспергирование влияет на ту часть белков, которые участвуют в построении новых адсорбционных оболочек жировых шариков. Белки, которые остаются в плазме, структуру и свойства не изменяют.

Ультразвуковая кавитация позволяет комплексно обеспечить заданные функционально-технологические характеристики для производства кисломолочных продуктов, в частности кефира. Ее применение на этапах подготовки молочного сырья к сквашиванию может позволить снизить длительность процесса пастеризации, уменьшить тепловую нагрузку на молоко-сырье, что будет способствовать сохранению нативных компонентов; выступать альтернативой процессу гомогенизации и ускорить процесс сквашивания при производстве кисломолочных напитков.

5.2 Исследование качества и функциональных свойств кисломолочных напитков, полученных на основе УЗВ

В настоящее время на потребительском рынке присутствуют кисломолочные напитки, полученные на основе цельного молока по традиционным технологиям, имеющие исторически сложившиеся названия (кефир, ряженка, простокваша и т.д.) и сквашенные продукты, в технологии которых используют различные модификации. Согласно ТР ТС такие продукты должны иметь сходные органолептические и физико-химические свойства, вместе с тем исследования качества и функциональных свойств кисломолочных напитков, реализуемой на потребительском рынке (раздел 4) указывают на явные отклонения.

Основная цель исследования на данном этапе – изучить влияния УЗВ на качество сгустков, полученных при внесении заквасок, приготовленных на кефирном грибке и закваске прямого внесения при соблюдении традиционных технологий получения кефира.

Для установления оптимальных режимов ультразвукового воздействия, используемого в получении кисломолочных продуктов был проведен анализ данных оценки качества молока коровьего сырого, представленный в разделе 5.1. После кавитационной обработки в молочном сырье было отмечено незначительное повышение массовой доли сухих веществ, массовой доли жира, плотности, титруемой кислотности. Можно предположить, что изменение этих показателей является следствием кавитационной обработки, аналогичные эффекты наблюдали в своих исследованиях Н.А. Тихомирова, О.Н. Красуля, О. Кочубей-Литвинова и др.[104]

Для обработки данных была применена методика центрального композиционного планирования, основанная на двухфакторном анализе. В качестве переменных факторов были выбраны мощность и длительность УЗВ, за контролируемые показатели – СОМО, массовая доля лактозы и плотности на фоне дисперсных изменений в молоке после УЗВ. В результате решения задачи оптимизации были получены поверхности отклика и уравнения, адекватно их описывающие (рис. 41-43). Это позволило сократить число опытов, необходи-

мых для определения наиболее приближенного к оптимальному сочетание факторов.

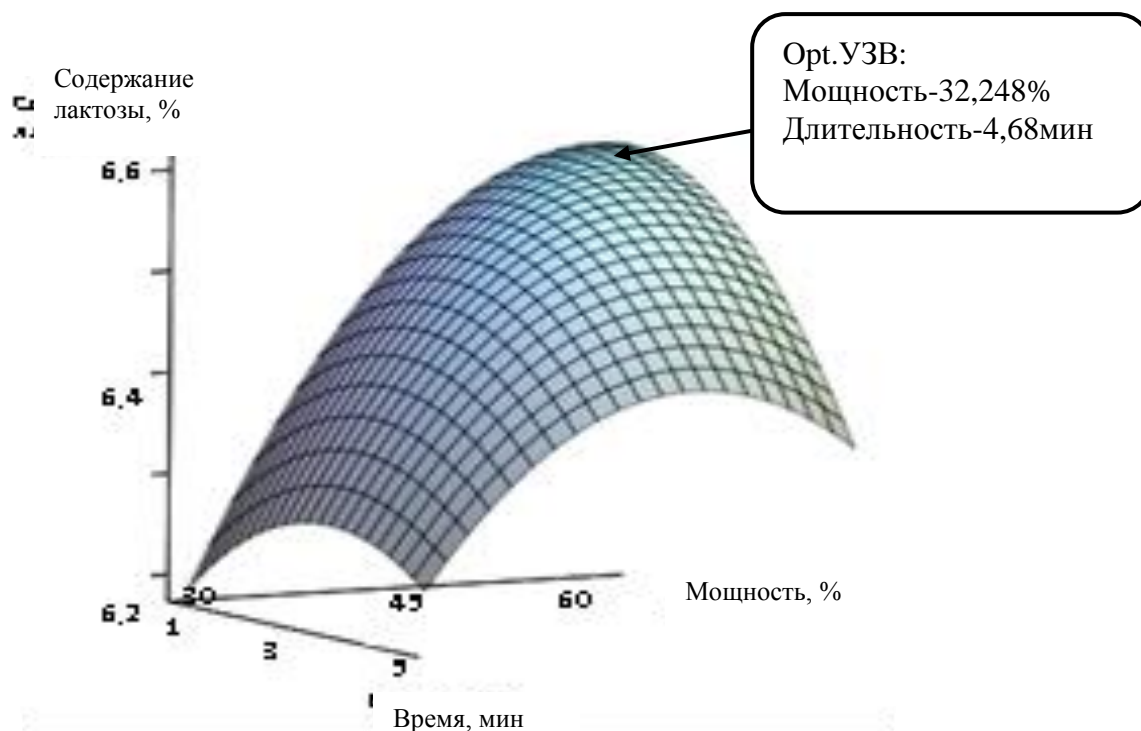


Рисунок 41 — Поверхность отклика зависимости массовой доли лактозы от режимов ультразвукового воздействия

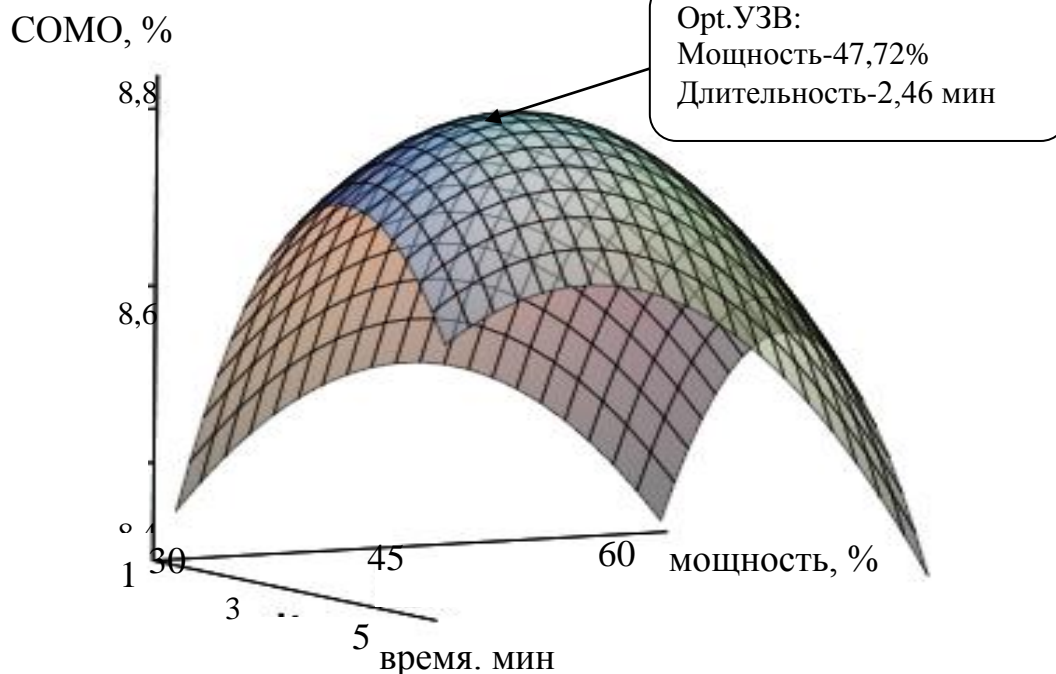


Рисунок 42 – Поверхность отклика зависимости показателя СОМО от режимов ультразвукового воздействия

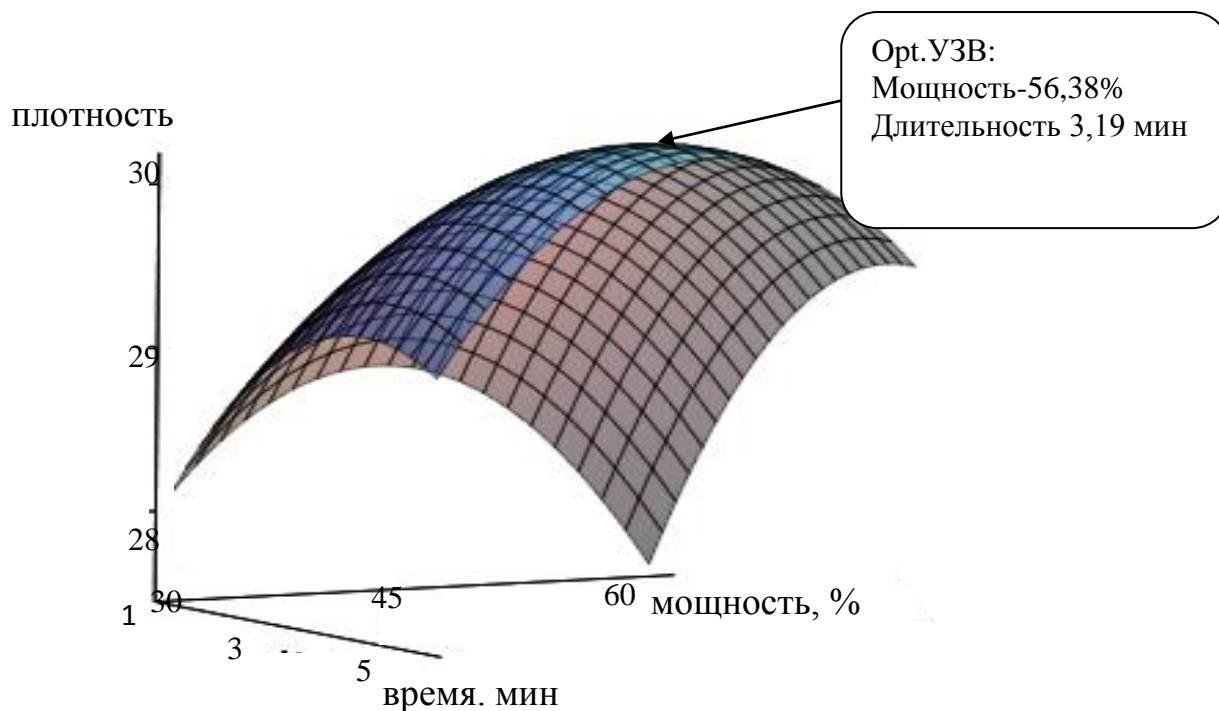


Рисунок 43 – Поверхность отклика зависимости показателя плотности молока от режимов ультразвукового воздействия

Реализация плана двухфакторного эксперимента и статистическая обработка полученных данных позволили получить следующие уравнения регрессии (3-5), адекватно описывающие процесс для лактозы (Y_1), СОМО (Y_2) и плотности (Y_3):

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

$$Y_2 \text{ (СОМО)} = -1,081 \cdot 10^{-3} \cdot x_1^2 - 0,043 \cdot x_2^2 - 2,083 \cdot 10^{-3} \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,108 \cdot x_1 + 0,312 \cdot x_2 + 5,879 \quad (4)$$

$$Y_3 \text{ (плотность)} = -2,785 \cdot 10^{-3} \cdot x_1^2 - 0,278 \cdot x_2^2 - 0,011 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,28 \cdot x_1 + 1,168 \cdot x_2 + 20,625 \quad (5)$$

Обобщенный анализ данных с учетом физического смысла определяемых величин, а также в сопоставимости с результатами дисперсной оценки молочной системы позволил установить с помощью инструмента исследования функции двух переменных, установили оптимальные значения режимов УЗВ:

- для массовой доли лактозы, оптимум достигается при значениях $X_1 = 32,248 \%$; $X_2 = 4,689$ мин.;
- для показателя СОМО, оптимум достигается при значениях $X_1 = 47,472 \%$; $X_2 = 2,46$ мин.;

- для показателя плотность молока, оптимум достигается при значениях $X_1 = 56,38 \%$; $X_2 = 3,192$ мин.

Учитывая технические возможности настройки режимов воздействия аппарата, оптимальным режимом УЗВ можно считать следующие параметры воздействия: для показателя «плотность молока» оптимумом является мощность 240 Вт (60 % от паспортной) в течение 3 минут; для показателя «СОМО» оптимальная мощность составила 180 Вт (45 % от паспортной) в течение 3 минут, для массовой доли лактозы - мощность 120 Вт (30 % от паспортной) в течение 5 минут.

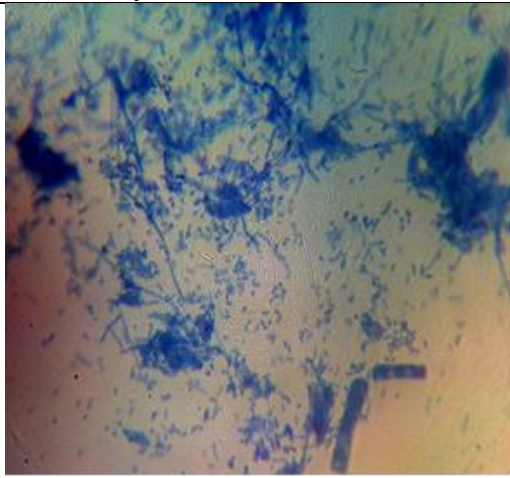
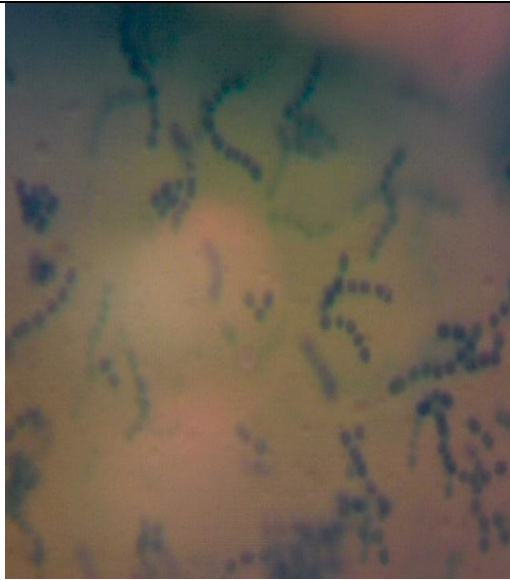
Качество кисломолочных продуктов определяли по активности молочно-кислого брожения и свойствам сгустка, который при этом формируется, а также на основании оценки органолептических показателей. Большая часть оцениваемых показателей взаимосвязана с жизнедеятельностью заквасочной микрофлоры, которая обеспечивает интенсивность протекания физико-химических и биохимических процессов. Объектами исследования являлись сгустки, образующиеся в результате внесения в молоко после УЗ обработки при указанных выше оптимальных режимах заквасок двух типов (Таблица 22):

- симбиотическая закваска на основе кефирного грибка, выдержанную после сквашивания при температуре 10...12 °С в течение 12...24 час;
- закваска прямого внесения (сухой заквасочной культуры LAT LC К), которые повсеместно используются в технологии кефира. Это высококонцентрированные и стандартизированные закваски, высушенные методом сублимационной сушки для прямого внесения в молоко. Они не требуют перед использованием активации или другой предварительной обработки.

Производственную закваску на кефирном грибке вносили в количестве 5% от массы заквашиваемой смеси. Культивирование осуществляли при температуре 23±1 °С, в течение 10...12 часов. Последующее созревание продукта проводили в течении 10...12 часов в условиях бытового холодильника ($t = 4...10$ °С). Комбинированную закваску, состоящую из закваски прямого внесе-

ния (сухой заквасочной культуры LAT LC K) в сочетании с закваской на кефирном грибке.

Таблица 22 — Характеристика заквасочных культур

Наименование закваски	Усл. обозначение	Состав микрофлоры закваски	Микроскопия закваски окраска комбинированным фиксатором, увеличение x1350
Симбиотическая закваска кефирного грибка	КГ	молочнокислые микроорганизмы, уксуснокислые бактерии дрожжи *	
сухая заквасочная культура LAT LC K	КЗ	Lac.lactis, Lac.cremoris, Leu.cremoris, Lactobacillus kefir, Acetobacter subsp. aceti, Saccharomyces lactis	

Комплексная оценка сгустков проводилась по следующим параметрам:

- 1) Динамика процесса сквашивания – по показателю «титруемая кислотность» и показателю «активная кислотность» (рН);
- 2) Оценка структурного состояния сгустков – органолептическим показателям (консистенция и внешний вид); показателю эффективная вязкость и синергическим свойствам сгустков (синерезис);

- 3) функциональные свойства – массовой доле кефирана; составу микрофлоры (качественный и количественный состав);
- 4) потребительские достоинства по: массовой доле летучих кислот; содержанию аминного азота.

Исследования титруемой и активной кислотности осуществляли через каждый час в течение всего периода сквашивания (Рисунки 44-45, Таблица 23). Процессы сквашивания протекали идентично, наблюдалось некоторое снижение интенсивности кислотообразования в первые два часа для образцов полученных на основе УЗВ, а затем активизация процесса накопления молочной кислоты.

Таблица 23 – Результаты оценки титруемой кислотности в процессе сквашивания

Наименование Режим УЗВ	Титруемая кислотность, град. Т при культивировании в течение времени, час.				
	2	4	6	8	10
Контроль ККГ	34±0,02	48±0,03	68±0,02	80±0,05	103±0,02
ККГ5-30	30±0,04	43±0,02	74±0,04	84±0,03	96±0,05
ККГ 3-45	32±0,03	46±0,02	76±0,02	94±0,04	101±0,04
ККГ 3-60	29±0,03	43±0,02	78±0,03	92±0,02	111±0,03
Контроль ККГ+КЗ	27±0,04	42±0,02	68±0,03	82±0,03	104±0,02
ККГ+КЗ 5-30	29±0,04	45±0,03	67±0,05	83±0,03	98±0,05
ККГ+КЗ 3-45	32±0,05	48±0,04	73±0,03	88±0,02	106±0,03
ККГ+КЗ 3-60	26±0,04	45±0,03	75±0,04	96±0,03	110±0,02

Представленные на рисунках 44-45 исследования показали, что сквашивание кефира на закваске кефирного грибка (образец ККГ 3-60 и ККГ 3-45) протекало интенсивнее, чем в остальных образцах. Так, через (6 ± 0,5) часов сквашивания титруемая кислотность смеси достигла (85 ± 2) °Т. Интенсивное нарастание титруемой кислотности позволяет сократить процесс сквашивания на 2-3 часа. Другие образцы сквашивались гораздо медленнее, рекомендуемый уровень титруемой кислотности (85 °Т) в сгустках ККГ 5-30 и ККГ+КЗ 5-30 был достигнут через 9±0,5 часов сквашивания.

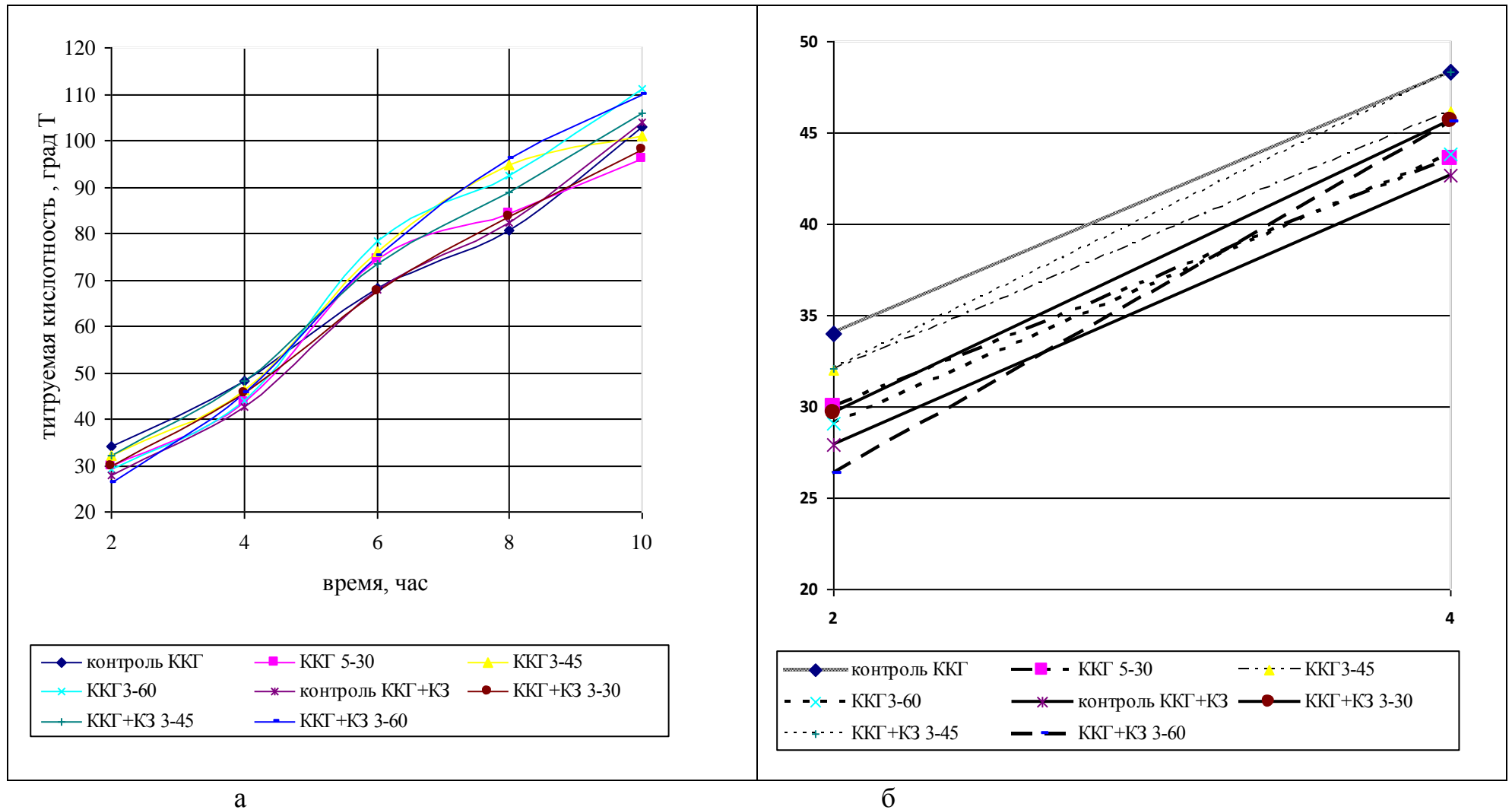


Рисунок 44 — Динамика изменения титруемой кислотности в процессе сквашивания: а) всего периода-10 час; б) первых 4 часов.

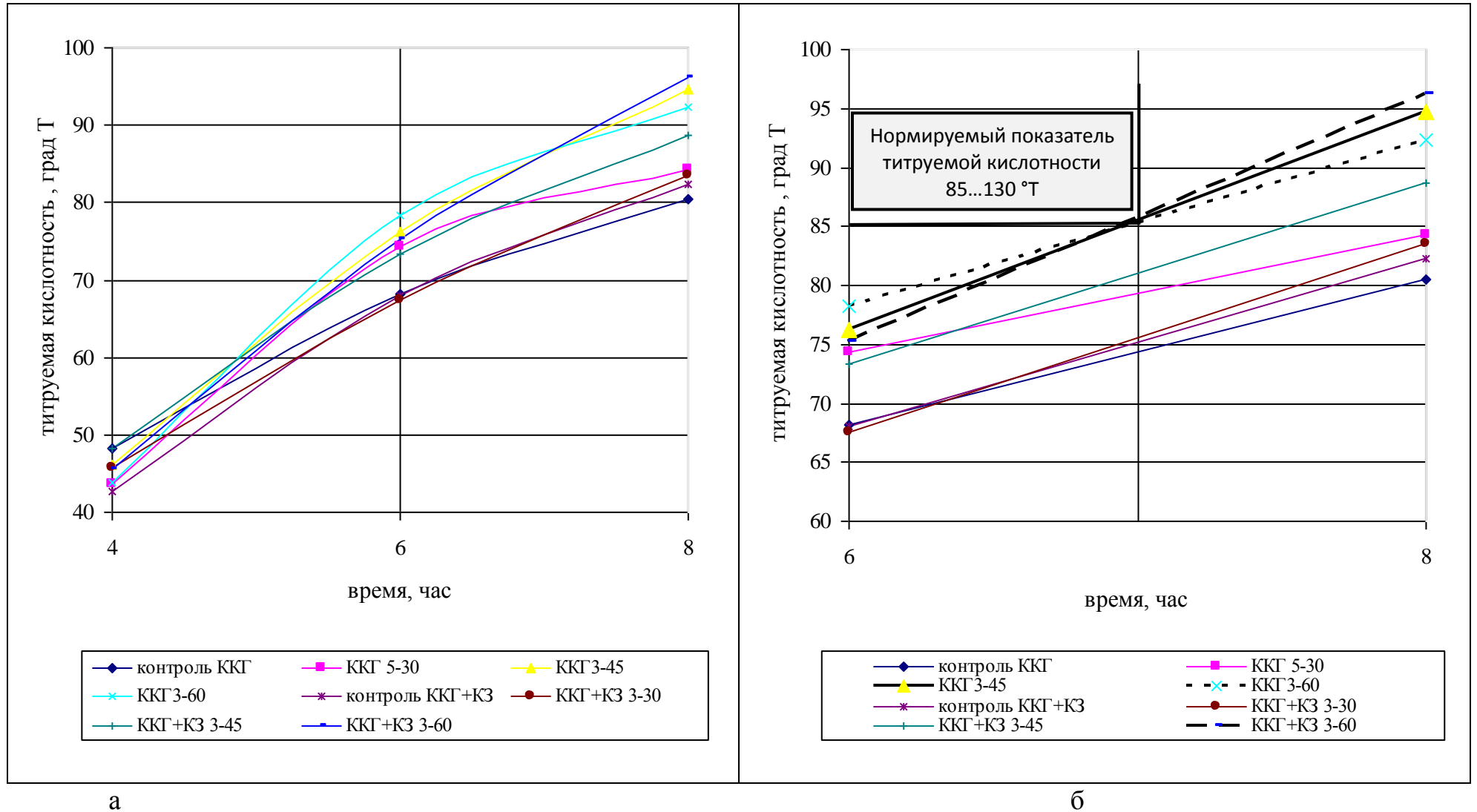


Рисунок 45 — Динамика изменения титруемой кислотности в процессе сквашивания периода: а) с 4 до 6 часов; б) с 6 до 8 часов.

Вероятно, УЗВ высокой мощности инактивирует микрофлору, обеспечивает дисперсность молочной системы и, как следствие, биодоступность белков молока к действию бактериальных ферментов. Развитие заквасочной микрофлоры и активность ферментов зависят от рН. Оптимальное значение рН для сквашенных продуктов на отдельных этапах производства составляет: начало охлаждения – 4,6-4,7; начало перемешивания 4,2-4,6; готовый продукт 4,0-4,4. Активная кислотность образцов кефира в конце сквашивания (Рисунок 46) достигла оптимума для всех напитков на закваске кефирного грибка (ККГ) и заквасочной смеси (ККГ+КЗ). Органолептические свойства, в том числе консистенция кисломолочных напитков, взаимосвязаны с показателем активной кислотности (рН).

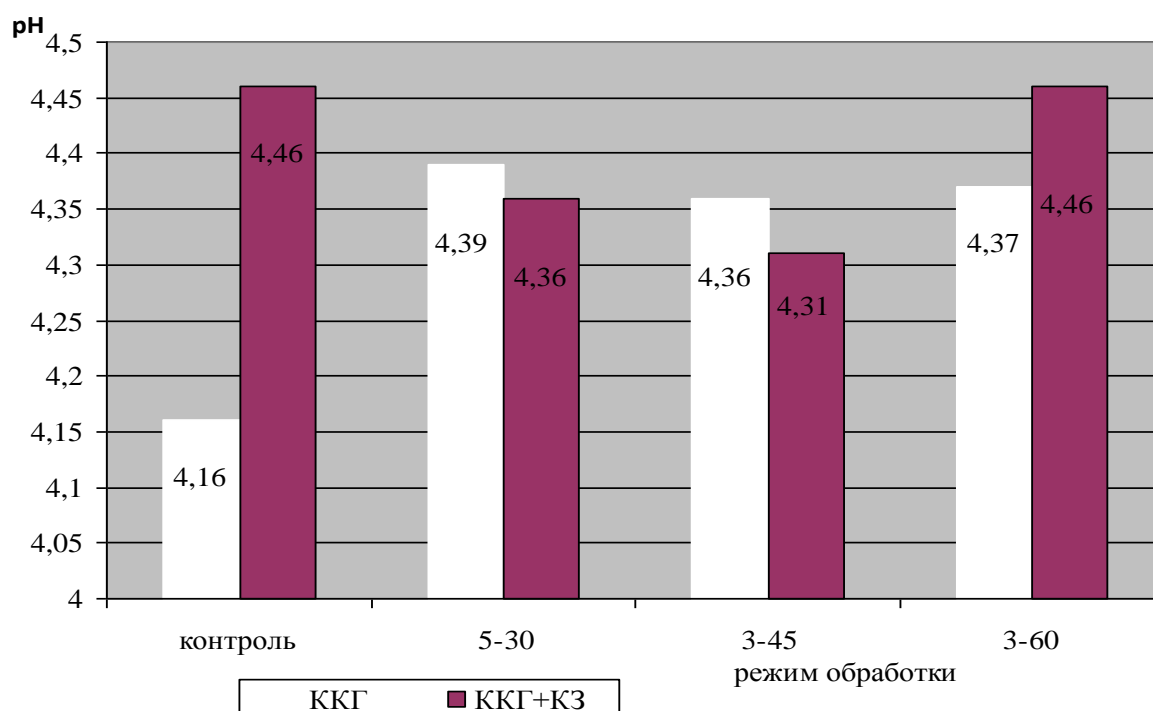


Рисунок 46 — Зависимость активной кислотности (рН) от состава закваски и режимов УЗВ, усл. ед.

В результате органолептической оценки было установлено, что применение ультразвукового воздействия благоприятно влияет на консистенцию и внешний вид сгустков (Таблица 24). Однако, степень влияния на структуру и однородность сгустка различна, так, наиболее прочным был сгусток, сформир-

рованный в ККГ при УЗВ в режиме 3-60. Наиболее приближенным к данному образцу по характеристикам были сгустки ККГ и ККГ+КЗ на молоке обработанном УЗВ в режимах 3-45.

Таблица 24 — Характеристика показателя внешний вид и консистенция

Наименование образца и режим УЗ обработки	Характеристика консистенции и внешнего вида
	По ГОСТ Р 52093-2003 Консистенция однородная, с нарушенным или ненарушенным сгустком. Допускается газообразование, вызванное действием микрофлоры кефирных грибов
Кефир на кефирном грибке (ККГ)	
контроль	Сгусток слабый, не сформировавшийся. Консистенция текучая
5-30	Сгусток нарушенный, незначительное отделение сыворотки, после вымешивания ровный.
3-45	Сгусток слегка расслаивается, при вымешивании колющейся, после активного вымешивания однородный
3-60	Сгусток однородный по всей массе, без отделения сыворотки. После вымешивания наблюдается незначительное газообразование.
Кефир на сухой заквасочной культуре (ККЗ)	
контроль	Сгусток не сформировавшийся, рыхлый. Консистенция сильная подвижная.
5-30	Сгусток нарушенный, значительное отделение сыворотки.
3-45	Сгусток расслаивается, хлопьевидный.
3-60	Сгусток не однородный по всей массе, отделение сыворотки.
Кефир на кефирном грибке + сухая заквасочная культура (ККГ и КЗ)	
контроль	Сгусток слабый. Консистенция подвижная.
5-30	Сгусток не прочный с небольшим отделением сыворотки, после вымешивания выровненный.
3-45	Сгусток слегка расслаивается, после вымешивания однородный
3-60	Сгусток однородный, не рваный с небольшим отделением сыворотки. После вымешивания однородный.

В процессе органолептической оценки сгустков были отмечены приятный запах, характерный для кефилов, ярко выраженный кисломолочный вкус, однородная консистенция. Образцы кефилов, полученные на смеси заквасок, имели слабо выраженный аромат. Применение УЗВ в технологии кисломолочных напитков приводит к повышению прочности сгустка к механическому воздействию (вымешиванию), причем все образцы, полученные с использованием УЗВ значительно отличались от контроля в лучшую сторону.

Переход коллоидной системы молока из свободнодисперсного состояния (золя) в связнодисперсное (гель) обусловлено кислотной коагуляцией казеина и гелеобразованием. [27,99,122] По данным П.А. Ребиндера, в коагуляционных структурах частицы удерживаются межмолекулярными силами (силами Ван-дер-Ваальса-Лондона). Между частицами остаются тонкие прослойки дисперсной среды, что придает структуре эластичность и пластичность. Для них характерны тиксотропия и синерезис. [85]

Для оценки структурно механических и синергетических свойств образовавшихся кислотных сгустков оценивали показатели вязкость и степень синерезиса в совокупности с показателем дисперсности частиц молока после УЗВ (Рисунок 47).

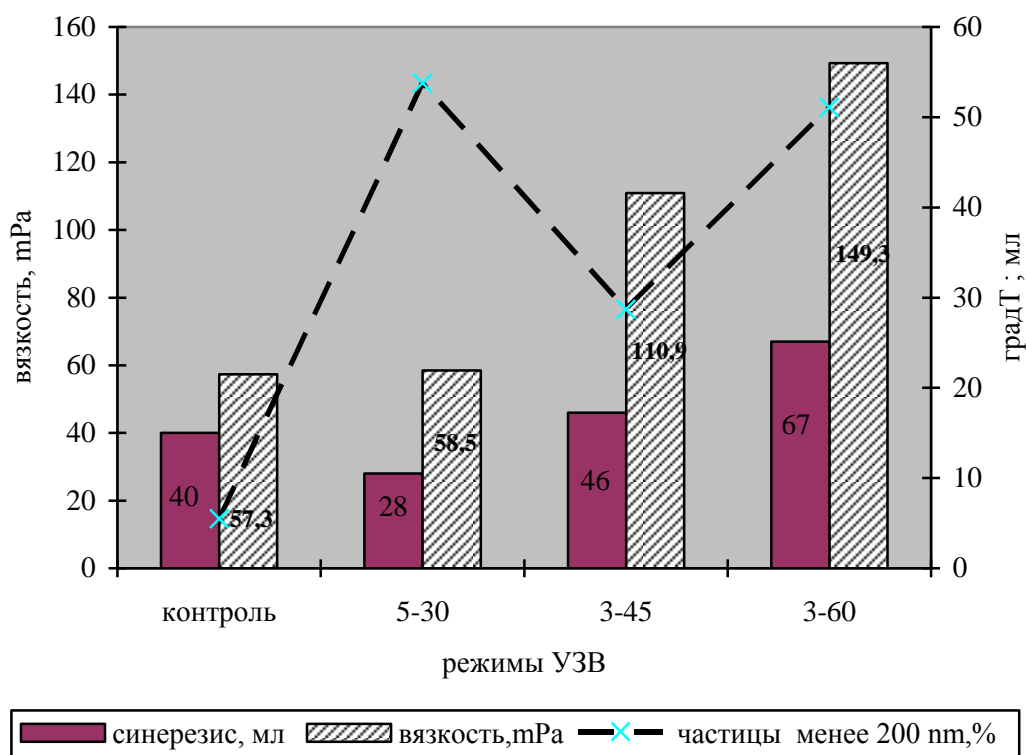


Рисунок 47 — Соотношение показателей титруемой кислотности, вязкости и синерезиса сгустков кефира при различных режимах УЗВ

Структурно-механические свойства, влагоудерживающая способность, синергетические свойства зависят в большей степени от состава молока, режимов тепловой и механической обработки. Применение ультразвуковой кавитации на этапе подготовки молочного сырья к сквашиванию повлияло на устойчивость сгустка к самопроизвольному уплотнению структуры.

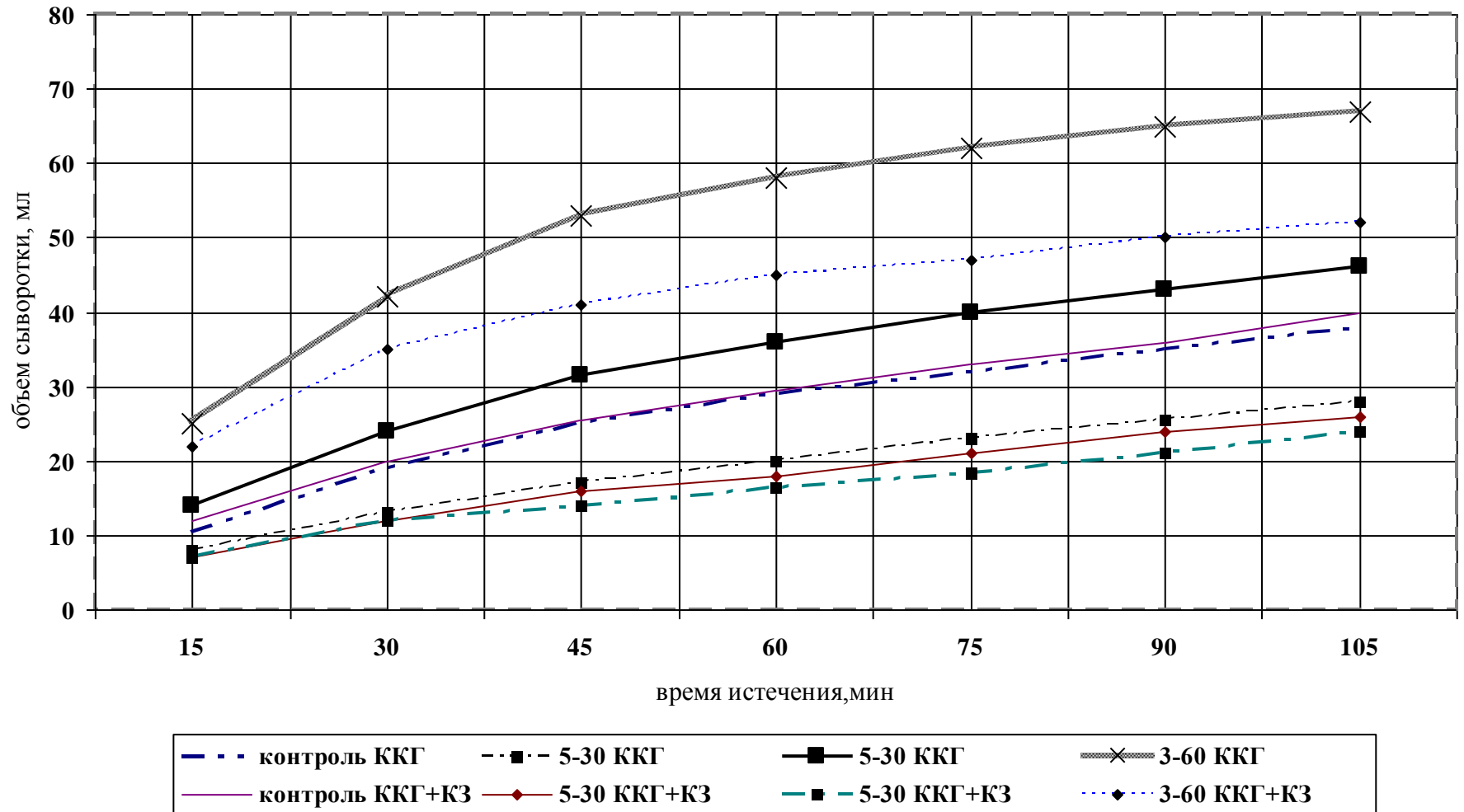


Рисунок 48 – Динамика синерезиса сгустков кефиров, полученных при различных режимах УЗВ, мл

Так динамика отделения сыворотки от сгустка (Рисунок 48) имела различную скорость, особенно это проявилось в первые 30 мин наблюдений. Средний прирост объема составлял для контроля от 5,5 мл до 9 мл, сгусток с режимом обработки УЗВ 3-60 для всех видов заквасок в первые пятнадцать минут слабо удерживал сыворотку, объем истечения 17 мл для ККГ и 13 мл для ККГ+КЗ.

В последующие периоды объем истечения находился в диапазоне от 4 до 2 мл. Наибольший объем отделившейся сыворотки был у образцов молоко для которых обрабатывалось в режиме УЗВ мощность 60 %, длительность 3 минуты. Из приведенных данных видно, что применение УЗВ в режиме 3 минуты при 30 % мощности для обработки сырого молока в технологии ККГ снизила отделение сыворотки от сгустка в 1,4 раза, а для ККГ+КЗ в 1,5 раз, что согласуется с визуальными наблюдениями рисунки 38-40 (раздел 5.1).

Прочность кислотного геля является показателем качества кисломолочных напитков и зависит от состава продукта и технологических параметров (Рисунок 49): содержания казеинов, присутствия полисахаридов, температуры и продолжительности термообработки, гомогенизации и других факторов. [99]



Рисунок 49 — Факторы качества и стабильности кислотного сгустка

Консистенция и структура кисломолочных напитков в значительной степени зависит от способности заквасочных культур образовывать высоковязкие экзополисахариды (ЭПС), моносахаридный состав которых представлен в таблице 25

Таблица 25 — Моносахаридный состав микробных ЭПС кефира. [27]

Продукт	Содержание моносахаридов, %						
	галактоза	глюкоза	манноза	рамноза	арабиноза	Глюкоз амин	Галактоз амин
Кефир 1	50	25	1,1	1,1	-	1,2	1,2
Кефир 2	22	22,2	21,1	10,8	-	2,1	1,1

Сухой остаток кефирных зерен составляет около 10% и имеет следующий состав: белок (30 – 34) %, жир (3 – 4) %, зола (7 – 12) % и полисахариды 45...60 % [50]. Кислотный гидролиз полисахарида, называемого кефиран, дает только D- глюкозу и D- галактозу в приблизительно равных соотношениях. Существует мнение, что накапливаемые при сквашивании молока ЭПС образуют с белками углеводно-белковые комплексы, которые имеют высокую гидрофильность и оказывают влияние на структуру кефирного сгустка.

При микроскопировании срезов кефирного грибка (Рисунок 50) визуализируются тесные переплетения палочковидных нитей, которые образуют стро- му грибка, удерживающую остальные микроорганизмы [127,150].

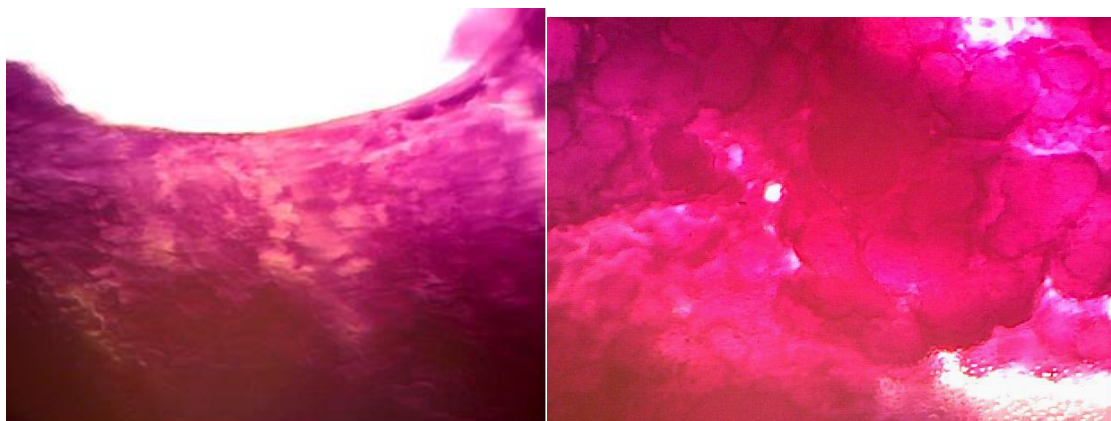


Рисунок 50 – Микрофотография кефирного зерна (препарат кефирного грибка окраска гематоксилин-эозином, увеличение x1500). [150]

Две гетероферментативные бактерии *L. kefir* и *L. parakefir* обладают поверхностным белковым слоем, они показывают хорошие пробиотические свойства. [148,149] В связи с чем исследования заквасочной микрофлоры и накопление кефирана составляет особый интерес с точки зрения обеспеченности функциональных свойств напитков.

Так оценка микроструктуры кефирных сгустков (Таблица 26) показала, что развитие заквасочной микрофлоры в зависимости от условий УЗ обработки исходного сырья протекает различно.

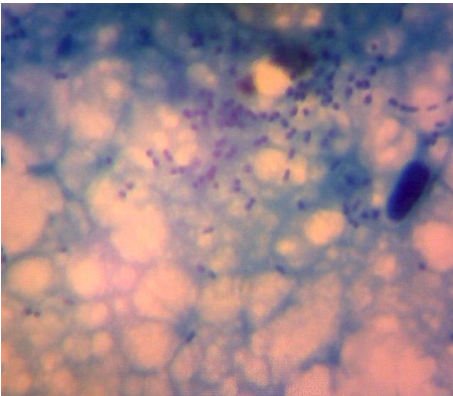

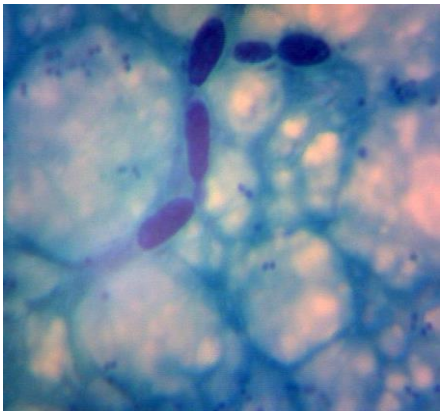
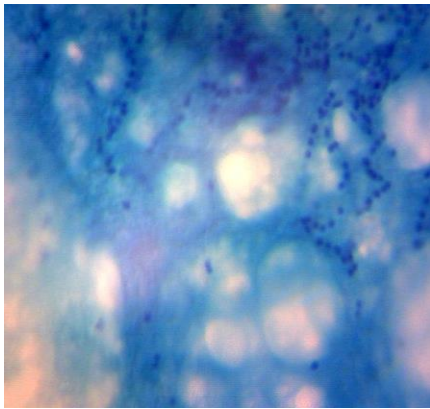
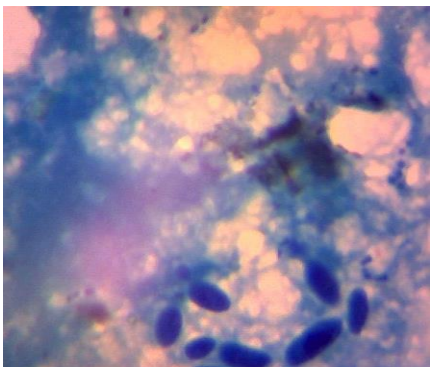
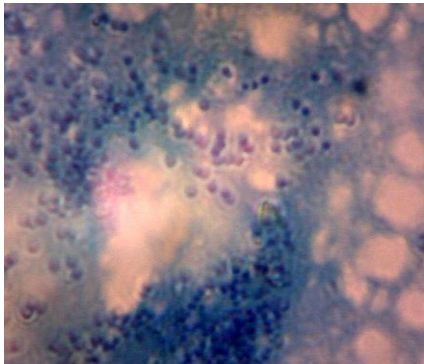
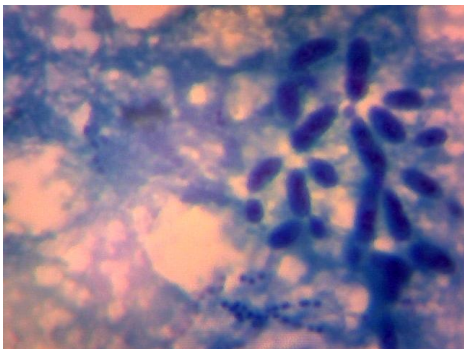
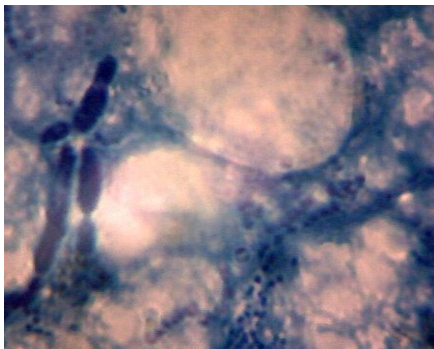
При микрокопировании экспериментальных образцов наблюдалась типичная для данных видов заквасок микрофлора, посторонних микроорганизмов не обнаружено. Вместе с тем, при микроскопировании фиксированных препаратов выявлено, что сгустки, полученные на основе симбиотической закваски КГ, характеризуются однородной консистенцией с меньшими агрегатами молочного белка и большим количеством комплексов белка небольшого размера, по сравнению с образцами, полученным на основе комбинированной закваски ККГ+КЗ, содержащий культуры *Lac.lactis*, *Lac.cremoris*, *Leu.cremoris*, *Lactobacillus kefir*, *Acetobacter subsp. aceti*, *Saccharomyces lactis*.

Основными морфологическими типами микрофлоры в исследованных образцах являлись стрептококки, диплококки, палочки, дрожжи. Дрожжи существенно преобладали над кокковой микрофлорой по мере увеличения мощности УЗВ. В образцах кефира дрожжи присутствовали практически в каждом поле зрения, в отличие от кефирного продукта, полученного на основе комбинированной закваски. При выработке кефира с использованием грибковой закваски уровни БГКП и *S. aureus* во время сквашивания и созревания не увеличивались.

В целом результаты эксперимента дают возможность сделать вывод о том, что УЗВ на молочном сыре поддерживает жизнеспособность молочнокислых микроорганизмов и дрожжей на регламентируемом уровне.

Микроструктура кефира представляет собой крупные сгустки белковых частиц, так называемые молочные тельца. [122] Исследование дисперсной системы кисломолочных напитков показало, что образцы ККГ 3-45 и ККГ 3-60 отличались зернистыми комплексами молочного белка, образующих в общей массе продукта неоднородные зоны большей или меньшей плотности, сгруппированные как в небольшие комплексы, так и в крупные агрегаты.

Таблица 26 — Микрофотографии образцов кефирных сгустков (окраска комбинированным фиксатором метиленовым синим, увеличение 90x15)

Наименование и режим УЗВ	Микрофотографии микрофлоры сгустков кисломолочных напитков в зависимости от исходного сырья и технологий	
	ККГ	ККГ+КЗ
контроль		
5-30		
3-45		
3-60		

Также исследовали прирост биомассы гриба (Таблица 27) в зависимости от мощности и длительности ультразвукового воздействия на молоко. Измерение массы гриба проводили до сквашивания и после сквашивания.

Таблица 27 — Прирост биомассы кефирного грибка в зависимости от условий культивирования

Показатель		Питательная среда (восстановленное обезжиренное молоко)			
		контроль	Режим ультразвукового воздействия		
			5-30	3-45	3-60
Масса, г		6,65	7,21	7,75	8,21
Прирост биомассы	г	1,65	2,21	2,75	3,21
	%	33	44,2	55	64,2

Наибольший прирост биомассы кефирного грибка наблюдался при УЗВ мощностью 60 % при длительности 3 минуты, что согласуется с микроскопическим наблюдением. Кроме того, активизация процесса роста кефирного грибка согласно данным исследователей должна сопровождаться накоплением продуктов метаболизма, в частности ЭПС. На следующем этапе работы проводили исследование по оценке влияния УЗВ на накопление кефирана.

Для более полного изучения роли УЗВ в формировании кислотного сгустка и накопления ЭПС проводили факторный анализ (Рисунок 51). Исследовали влияние мощности, длительности УЗВ и заквасочной микрофлоры, на вязкость и накопление экзополисахарида – кефирана.

Динамика накопления кефирана в кисломолочных напитках находится в прямой зависимости от режимов УЗВ и активности заквасочных культур. Так при приготовлении кисломолочных напитков с использованием закваски КГ количество кефирана составляет 164,24...204,94 мкг/г. В напитках, полученных на комбинированной закваске ККГ+ЗК продуцируется кефирана меньше и его содержание колеблется в диапазоне 187,7...190,7. На рисунке 51 наглядно отражено влияние экспозиции УЗВ на накопление ЭПС, кривые линий тренда имеют разную степень кривизны, но тем не менее коррелируют с кривыми вязкости.

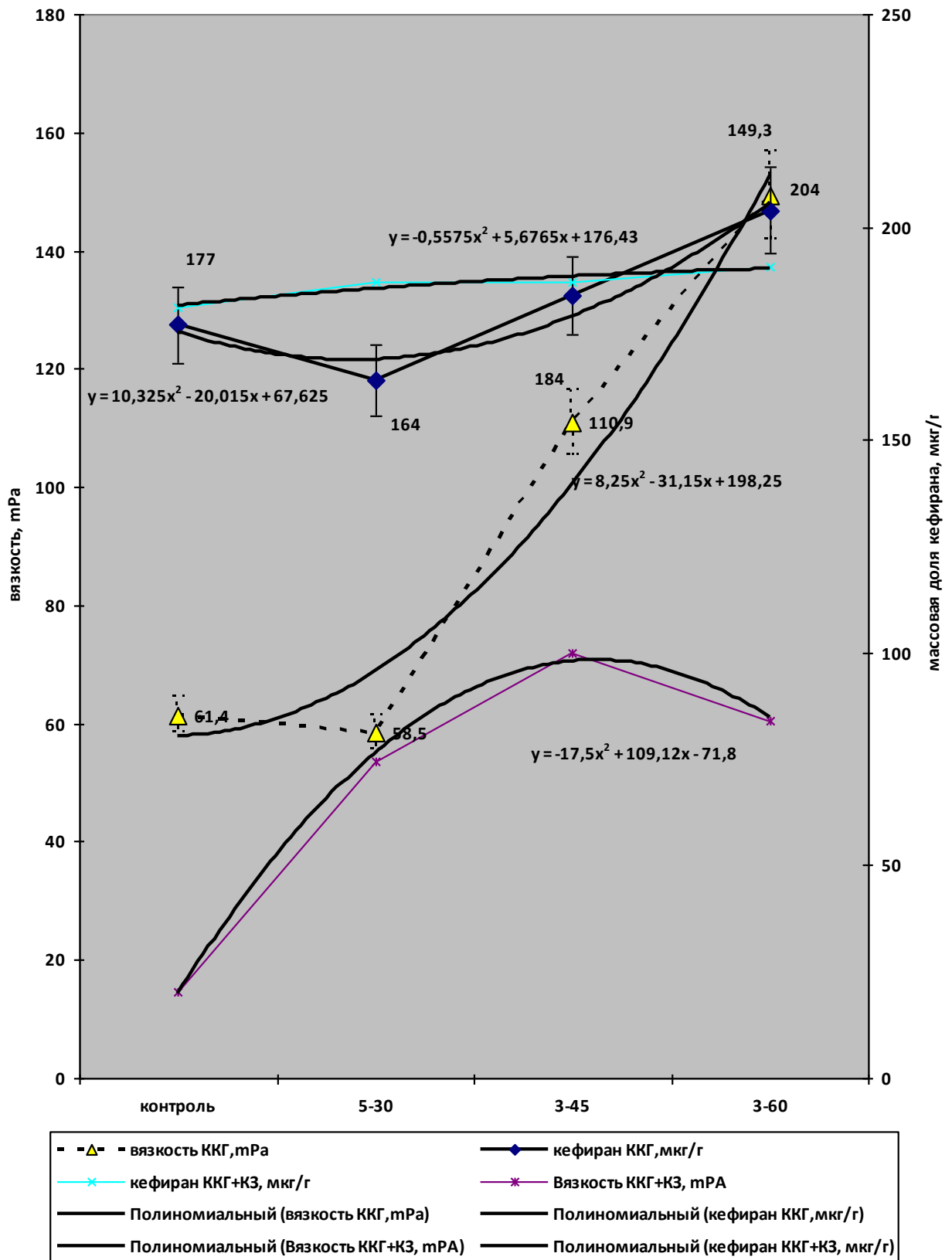


Рисунок 51 – Соотношение показателя вязкости сгустков и массовой доли кефирана в образцах ККГ и ККГ+КЗ при различных режимах УЗВ

Структурные характеристики кисломолочных напитков обусловлены дисперсностью белковых частиц, структурой сгустков и их устойчивостью. Известно, что структура кефира представляет собой крупные сгустки белковых частиц с вязкостью в диапазоне 30...90 мПа. В наших исследованиях значения показателя вязкости варьировало в диапазоне 58,5 до 149 мПа в образцах кефира на КГ и в диапазоне от 74,3 до 100,19 мПа в образцах кисломолочных напитков, полученных сквашиванием на комбинированной закваске ККГ+КЗ.

Антагонистическое влияние по отношению к внеклеточным факторам, продуцируемым *Bacillus cereus* согласуется с результатами накопления кефирана и оценки напитков в части присутствия БГКП. Механизм биологической активности остается неизученным, но авторы полагают, что кефиран может блокировать рецепторы на поверхности клетки или ингибировать цитолитические факторы [170]. Для дальнейшей работы в направлении создания кисломолочного напитка с выраженным функциональным действием необходимо определить оптимальные условия накопления бактериальных полисахаридов (кефирана). Актуальность данного направления в исследовании обусловлена отсутствием достаточного объема информации по этому вопросу.

Для установления оптимальных параметров УЗВ определяющих возможность обеспечения показателей вязкости и количество кефирана в продукте была применена методика центрального композиционного планирования, основанная на двухфакторном анализе. В качестве переменных факторов были выбраны мощность и длительность УЗВ, за контролируемые показатели – массовая доля кефирана и вязкость. В результате решения задачи оптимизации были получены поверхности отклика и уравнения, адекватно их описывающие.

Обработка полученных данных позволили получить следующие уравнения регрессии (5-8), адекватно описывающие процесс изменения вязкости и накопления кефирана для образцов кефира на закваске кефирного грибка. Поверхности отклика представлены на рисунке 52 и рисунке 53, где вязкость (Y_1), массовая доля (М.д.) кефирана (Y_2):

$$Y_1 = -0,065 \cdot x_1^2 - 6,968 \cdot x_2^2 - 0,15 \cdot x_1 \cdot x_2 + 7,949 \cdot x_1 + 50,097 \cdot x_2 - 182,036 \quad (5)$$

$$Y_2 = -8,341 \cdot 10^{-3} \cdot x_1^2 - 5,549 \cdot x_2^2 - 3,667 \cdot 10^{-3} \cdot x_1 \cdot x_2 + 1,071 \cdot x_1 + 35,613 \cdot x_2 + 106,613 \quad (6)$$

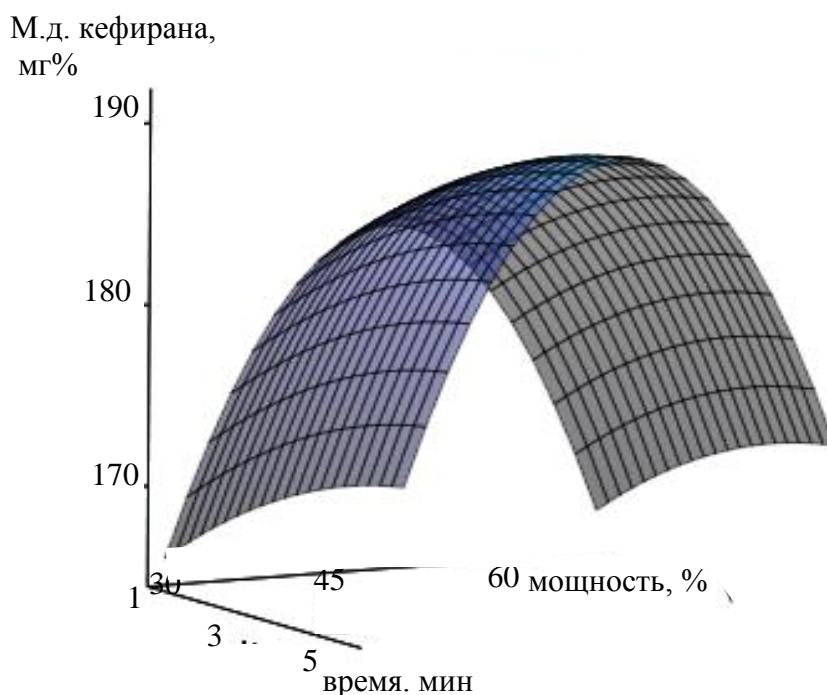


Рисунок 52 Зависимость массовой доли кефирана от режимов ультразвукового воздействия в образцах ККГ, мг%

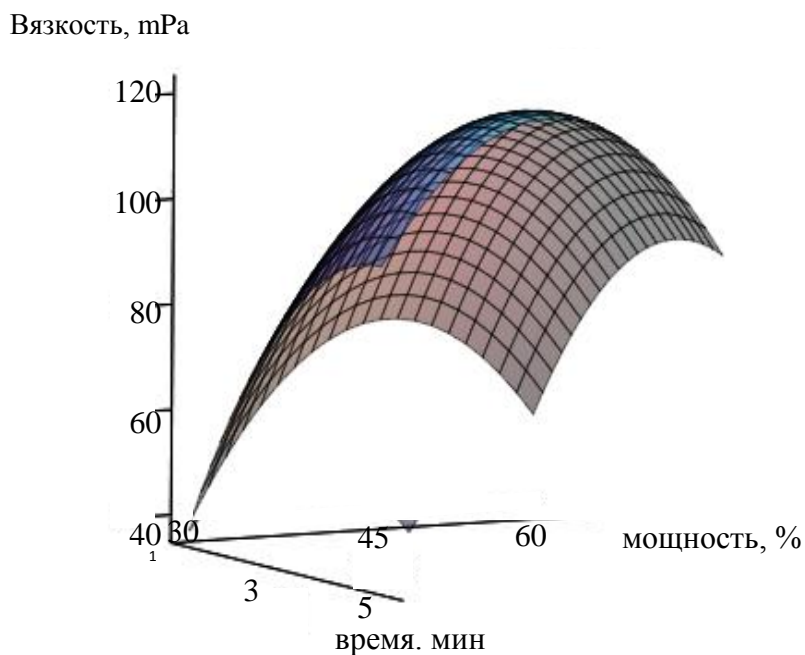


Рисунок 53 – Зависимость вязкости от режимов ультразвукового воздействия в образцах ККГ, мг%

Для образцов кефира на комбинированной закваске (ККГ+ЗК) поверхности отклика представлены на рисунке 54 и рисунке 55, где вязкость (Y_3), массовая доля кефирана (Y_4):

$$Y_3 = -0,096 \cdot x_1^2 - 5,968 \cdot x_2^2 - 0,016 \cdot x_1 \cdot x_2 + 8,938 \cdot x_1 + 38,236 \cdot x_2 - 155,536 \quad (7)$$

$$Y_4 = -0,013 \cdot x_1^2 - 4,965 \cdot x_2^2 - 0,087 \cdot x_1 \cdot x_2 + 1,429 \cdot x_1 + 34,892 \cdot x_2 + 104,83 \quad (8)$$

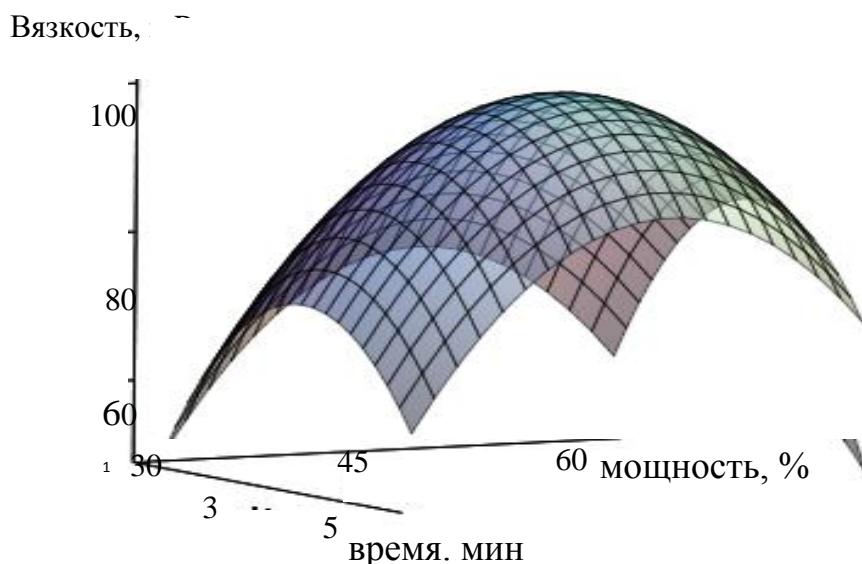


Рисунок 54 – Зависимость вязкости от режимов ультразвукового воздействия в образцах ККГ+ЗК, мг%

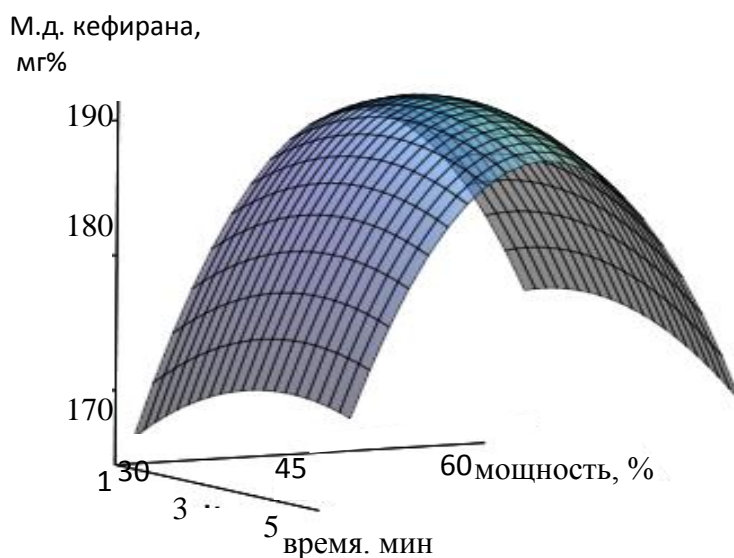


Рисунок 55 Зависимость массовой доли кефирана от режимов ультразвукового воздействия в образцах ККГ+ЗК, мг%

Обобщенный анализ данных с учетом физического смысла определяемых величин, а также в сопоставимости с результатами дисперсной оценки молочной системы, характера развития заквасочной микрофлоры позволил установить с помощью инструмента исследования функции двух переменных. В результате были установлены оптимальные значения режимов УЗВ:

1. кисломолочные напитки на основе кефирного грибка (ККГ)
 - для массовой доли кефирана, оптимум достигается при значениях $X_1 = 63,512 \%$; $X_2 = 3,024$ мин.
 - для показателя вязкость, оптимум достигается при значениях: $X_1 = 58,139 \%$; $X_2 = 2,96$ мин.;
2. кисломолочные напитки на основе комбинированной закваски (ККГ+ЗК):
 - для массовой доли кефирана, оптимум достигается при значениях $X_1 = 43,967 \%$; $X_2 = 3,129$ мин.
 - для показателя вязкость, оптимум достигается при значениях $X_1 = 47,008 \%$; $X_2 = 3,27$ мин.

Учитывая технические возможности настойки режимов воздействия аппарата, оптимальным режимом УЗВ можно считать следующие параметры воздействия:

- для максимального продуцирования кефирана в кефирах, приготовленных по традиционным технологиям на основе закваски кефирного грибка является мощность 60% длительность воздействия 3 минут; в кефирных напитках мощность 45% в течение 3 минут.
- для показателя вязкость в кефирах, приготовленных по традиционным технологиям является мощность 60% длительность воздействия 3 минут; в кефирных напитках мощность 45% в течение 3 минут.

Таким образом, при математическом моделировании процесса формирования консистенции и накопления функциональных веществ кисломолочных напитков получены оптимальные значения параметров.

5.3. Потребительская оценка качества кисломолочных напитков, полученных с использованием ультразвукового воздействия

Заключительным этапом в установлении эффективности ведения технологических процессов производства на основе УЗВ, ориентированных на формирование потребительских свойств, является оценка продукции потенциальными потребителями. С целью установления потребительской приемлемости качества кисломолочных напитков, полученных на основе УЗВ проводили их оценку методом дескрипторно-профильного анализа. Дескриптивно-профильный метод или метод QDA разработан компанией "Трагон" (США) в 70-е годы, является одним из самых востребованных методов дегустационного анализа, позволяющего создавать продукты с заданными потребительскими свойствами. [103,214]

Первый этап дескриптивно-профильного анализа заключается в составлении каждым дегустатором своего списка свойств, наиболее точно и полно описывающих продукт, которые указываются в порядке их восприятия. Списки выносятся на обсуждение дегустационной комиссии, целью которого является определение свойств продукта, необходимых для количественного анализа.

Окончательная панель дескрипторов (основных свойств продукта) формируется в зависимости от следующих критериев: исключение гедонических понятий (вкусный, невкусный, приятный и т.п.), группирование аналогичных наименований (окраска, цвет, внешний вид), объединение противоположных свойств. Дегустаторы определяют интенсивность отобранных дескрипторов и строят профиль продукта.

Целевой аудиторией потребителей кисломолочных напитков, согласно социологического опроса (раздел 3), являются все слои населения, которые потребляют данную продукцию ежедневно. Так как целевая аудитория рассматривает эти продукты, как благотворно влияющие на физиологию организма и внимательно относится к составу продукта, для потребительской оценки было предложено выбрать наиболее подходящие, по их мнению, дескрипторы из предложенных, а именно:

- консистенция – вязкая, водянистая, густая, жидкая, слизистая, однородная, хлопьевидная;
- вкус – кисломолочный, освежающий, кислый, горький прогорклый, спиртовой, другой;
- вторичный вкус (послевкусие) – горький, кислый, выраженный;
- запах – выраженный, интенсивный, дрожжевой, слабый, сильный, кислый, сливочный, другой;
- эмоциональные характеристики – функциональность, освежающий вкус, полезность.

Для визуализации идеального образа продукта, было проведено определение коэффициентов значимости дескрипторов, в ходе которого фокус-группе дегустаторов было предложено обозначить на шкале степень значимости в диапазоне от 1 до 9, как рекомендовано А Tamime, R.Robinson. Полученные результаты использовались для исключения наименее значимых дескрипторов (Таблица 28).

Таблица 28 – Панель дескрипторов «идеального» образа кефира с коэффициентами значимости (K_3) [214]

Консистенция	K_3	Вкус	K_3	Запах	K_3	Эмоциональные характеристики	K_3
вязкая	4,0	кисломолочный	7,0	выраженный	6,0	функциональность	4,0
водянистая	2,0	освежающий	4,0	интенсивный	1,0	полезность	9,0
густая	6,0	кислый	1,0	дрожжевой	1,0	освежающий	4,0
жидкая	3,0	горький	0	слабый	4,0		
слизистая	3,0	прогорклый	0	кисловатый	6,0		
однородная	7,0	спиртовой	1,0				
хлопьевидная	2,0						

По результатам фокус-дегустаций сформированы ожидаемые потребителем вкусовой портреты «идеального» кисломолочного продукта (приемлемый диапазон 4-9) (Рисунок 56).



Рисунок 56 – Сенсорный портрет «идеального» кефира с учетом шкалы желательности потребителей

Для потребителей вкусоароматические характеристики кефира, его консистенция и полезность оказались важнее, чем внешний вид и цвет напитка. На основании вышесказанного, можно говорить, что данный портрет (профиль «идеального» напитка), является эталоном для сопоставления разработанных кисломолочных напитков.

Потребительская оценка проводилась на основе специального метода hall-тест (холл-тест), отличительной особенностью которого является непосредственный контакт участника с тестируемым объектом. Так как, количество образцов для потребительской оценки не должно превышать 4-5 единиц, дегустационная оценка проводилась в два этапа (Таблица 29)

Результаты органолептической оценки кисломолочных напитков с различными заквасочными культурами, полученные на основе УЗВ проводилась на основе вкуса и запаха, текстуры и общей приемлемости.

Таблица 29 – Характеристика условий проведения потребительской дегустации

Этапы работ	Характеристика образцов				
	Применяемая закваска	Режим ультразвуковой обработки (мощность, %; длительность, мин)			
1-й этап	ККГ	Образец 1 (контроль)	Образец 2	Образец 3	Образец 4
		б/о	5-30	3-45	3-60
2-й этап	КГ+КЗ	Образец 1а (контроль)	Образец 2а	Образец 3а	Образец 4а
		б/о	5-30	3-45	3-60

Дегустация проводилась закрытым способом, использовалась девяти-балльная шкала желательности. Образцы на тестирования предлагались в следующей последовательности:

1-й этап:

1. Сенсорная оценка для выявления вкуса и запаха – Образец 2 ⇒ Образец 1 ⇒ Образец 4 ⇒ Образец 3;
2. Сенсорная оценка текстуры – Образец 1 ⇒ Образец 3 ⇒ Образец 2 ⇒ Образец 4;
3. Общая оценка приемлемости – Образец 1 ⇒ Образец 2 ⇒ Образец 4 ⇒ Образец 3;

2-й этап:

1. Сенсорная оценка для выявления вкуса и запаха – Образец 2а ⇒ Образец 3а ⇒ Образец 4а ⇒ Образец 1а;
2. Сенсорная оценка текстуры – Образец 4а ⇒ Образец 3а ⇒ Образец 1а ⇒ Образец 2а;
3. Общая оценка приемлемости – Образец 1а ⇒ Образец 2а ⇒ Образец 4а ⇒ Образец 3а;

Потребительская приемлемость каждого сенсорного показателя должны укладываться в диапазон оценок 4-9 баллов. Обобщённые результаты потребительской оценки представлены в таблице 30.

Таблица 30 – Потребительская оценка кисломолочных напитков, полученных на основе УЗВ с разными заквасочными культурами

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

Результаты данных потребительской оценки (Рисунок 57) указывают на то, что большая часть образцов, полученных на закваске кефирного грибка, включая контрольные, укладывается в диапазон приемлемости.

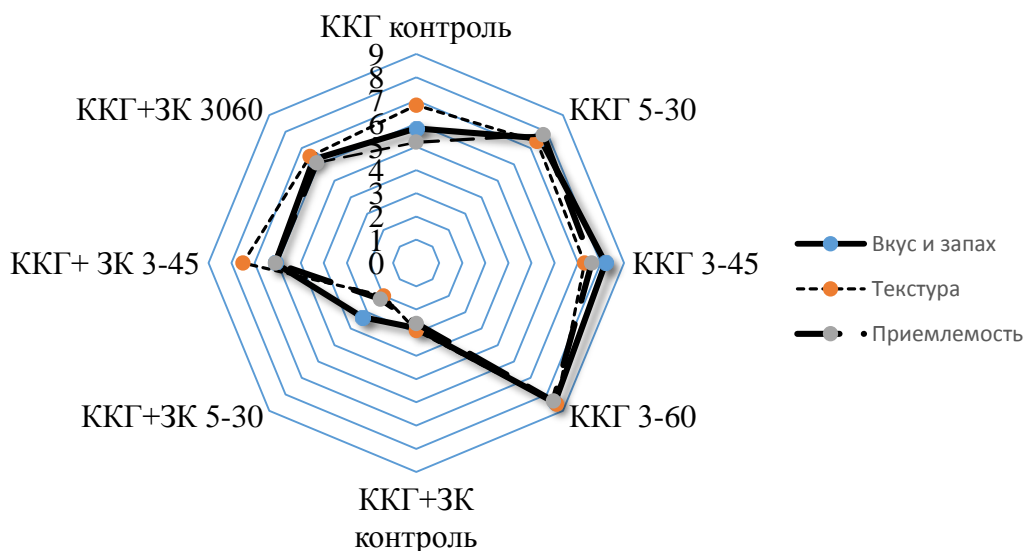


Рисунок 57 – Профиль вкуса, запаха, текстуры и приемлемости кисломолочных напитков

Однако, сенсорные оценки – вкус, запах консистенция ККГ, полученного на основе УЗВ мощностью 60 % в течение 3 минут имеют наилучшие характеристики и наиболее высокие оценки в диапазоне $8,4 \pm 0,3 \dots 8,5 \pm 0,6$ баллов, незначительно ниже были оценены образцы на основе УЗВ 45 % мощности в течение 3 минут $7,6 \pm 0,5 \dots 8,2 \pm 0,8$ баллов. Кефиры (контроль и УЗВ мощностью 30 % в течение 5 минут), полученные на комбинированной закваске (ККГ+ЗК) во всех трех сенсорных характеристиках оценивались ниже приемлемого диапазона 4...9 баллов ($2,0 \pm 0,3 \dots 3,3 \pm 0,8$), причем у всех дегустаторов. Однако, при нарастании мощности наблюдается значительное улучшение характеристик, что наглядно отражают данные рисунка.

Это означает, что УЗВ может выступать фактором, формирующим приемлемые сенсорные характеристики, даже в случае малой активности комбинированных заквасок. Наиболее приемлемым было качество кисломолочных напитков полученных на основе кефирного грибка при УЗВ мощностью 60 % в течение 3 минут. Образцы кисломолочных напитков, полученные на основе применения комбинированной закваски (ККГ+ЗК) получили наивысшие оценки при УЗВ мощностью 45 % длительностью 3 минуты. Следовательно, данные режимы УЗВ приемлемы для улучшения потребительских свойств в технологии кисломолочных напитков.

Выводы по главе 5

Исследование возможности использования ультразвукового воздействия в технологии кисломолочных напитков, направленной на оптимизацию потребительских свойств и повышение функциональности показало, что изменение свойств сырого коровьего молока под влиянием эффектов кавитации ультразвукового воздействия протекает по нескольким показателям и включает:

– изменение температуры, так пятиминутная обработка при мощности 240 Вт способствует повышению температуры молока до $48,5 \pm 2$ °С, без предварительной термизации;

– длительность УЗ обработки снижает рН молока на $0,2 \dots 0,1$ ед. Так

при длительности обработки одна и три минуты рН снижается на 0,1 ед., после 5 минут обработки на 0,2 ед. от контрольного значения;

– диапазон колебаний титруемой кислотности составлял 17...24 °Т (контроль 19 °Т), при этом все образцы молока обладали свойствами свежего молока – имели приятный сладковатый вкус, хорошо выдерживали нагревание, не свертывались этанолом при алкогольной пробе;

– количество микроорганизмов уменьшается в 5...10 раз, показатель КМАФАнМ сохраняется на уровне стандарта, кроме образцов при пятиминутном воздействии УЗ 30 % мощности от номинальной и 3 минутах обработки УЗ 45 % мощности от номинальной. Количество соматических клеток в молоке снижается в 5 раз, БГКП отсутствовали во всех образцах, повышение кислотности не наблюдается в течение 48 часов;

– УЗВ обуславливает незначительное изменение вязкости при 5 минутах воздействия и 30 % мощности УЗ (2,16 мПа/ с), 1 мин. и 45 % мощности УЗ (2,17 мПа/ с) и 5 мин и 60 % мощности УЗ (2,0 мПа/ с);

– воздействие ультразвуковой кавитации обуславливает изменение состояния дисперсной системы продукта. Из результатов видно, что пофракционный состав образцов перераспределился, однако режимы ультразвукового воздействия по-разному влияют на систему продукта. Нарастание длительности ультразвукового воздействия приводит к выравниванию размеров частиц. Однако при воздействии УЗ в режиме 60 % мощности 5 мин наблюдается эффекты агрегирования частиц.

Полученные результаты исследований были математически обработаны методом центрального композиционного планирования, основанном на двухфакторном анализе. В результате чего было определено, что оптимальными значениями режимов УЗВ можно считать следующие параметры воздействия: для показателя «плотность» – режим УЗВ 3-60; для показателя «СОМО» – режим УЗВ 3-45, для показателя «массовая доля лактозы» – режим УЗВ 5-30.

Исследование качества и функциональных свойств кисломолочных напитков, полученных на основе УЗВ подтвердило применимость данного под-

хода для формирования улучшенных потребительских свойств кефиров на закваске кефирного грибка (ККГ) и комплексной закваске (ККГ+ЗК).

Применение ультразвукового воздействия благоприятно сказывается на консистенцию и внешний вид сгустков. Однако степень влияния на структуру и однородность различна, так наиболее прочным был сгусток, сформированный в кефире на закваске кефирного грибка (ККГ) при УЗВ 3-60. Наиболее приближенным к данному образцу по характеристикам были сгустки ККГ и ККГ+ЗК на молоке обработанном УЗ в режимах 3-45.

Применение УЗВ в режиме 3 минуты при 30 % мощности для обработки сырого молока в технологии ККГ снизила отделение сыворотки от сгустка в 1,4 раза, а для ККГ+ЗК в 1,5 раз. Динамика накопления кефирана в кисломолочных напитках находится в прямой зависимости от режимов УЗВ и активности заквасочных культур. Так при приготовлении ККГ количество кефирана составляет 164,24...204,94 мкг/г. В напитках, полученных на комбинированной закваске ККГ+ЗК продуцируется кефирана меньше и его содержание колеблется в диапазоне 187,7...190,7.

Результаты потребительской оценки указывают на то, что большая часть образцов, полученных на закваске кефирного грибка, включая контрольные, укладывается в диапазон приемлемости. Однако, сенсорные оценки – вкус, запах консистенция ККГ, полученного на основе УЗВ в режиме 3-60 имеют наилучшие характеристики и наиболее высокие оценки в диапазоне $8,4 \pm 0,3$... $8,5 \pm 0,6$ баллов, незначительно ниже были оценены образцы на основе УЗВ в режиме 3-45 – $7,6 \pm 0,5$... $8,2 \pm 0,8$ баллов.

Наиболее приемлемым является применение в технологии кисломолочных напитков полученных на основе кефирного грибка УЗВ мощностью 60 % в течение 3 минут, кисломолочных напитков, полученные на основе применения комбинированной закваски (ККГ+ЗК) УЗВ мощностью 45 % длительностью 3 минуты. Следовательно, данные режимы УЗВ приемлемы для улучшения потребительских свойств в технологии кисломолочных напитков.

ГЛАВА 6. КОМПЛЕКСНАЯ ТОВАРОВЕДНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ, ВЫРАБОТАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Кисломолочные напитки – многокомпонентные весьма неустойчивые системы, которые содержат липиды, азотистые вещества, углеводы, витамины, минеральные вещества и другие соединения, в том числе летучие. Часть этих веществ может накапливаться, другая часть разрушаться в процессе хранения. Такие преобразования могут привести к снижению пищевой ценности кисломолочных напитков и их вкусовых достоинств. Применительно к продуктам, имеющим выраженное функциональное действие исследования в данном направлении приобретают особую ценность.

В задачи данного раздела входит исследование изменений качества и потребительских свойств кисломолочных напитков, полученных на основе УЗВ в процессе хранения. Качество кисломолочных продуктов является неустойчивой системой, на которую сильное влияние оказывают внешние факторы, поэтому исследование сохранности их качества в процессе хранения является важным. Режимы хранения продуктов устанавливали с учетом рекомендаций МУК 4.2.1847-04 Эпидемиологическая оценка сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. [69]

Объектами исследования были определены кефиры, полученные на закваске кефирного грибка (ККГ) и комбинированной закваске кефирного грибка, и кефирной закваске прямого внесения (ККГ+ЗК), с использованием УЗВ. Для ККГ был применен режим УЗВ мощностью 60 % длительностью 3 минуты, для ККГ+ЗК – мощностью 45 % при длительности 3 минуты (Приложение Е).

Хранение напитка, выработанного по технологии, предложенной в п. 4.1, проводили при двух температурных режимах – I режим – 4 ± 2 °С, II режим – 9 ± 1 °С. Данный принцип агрегированных температур позволяет учесть возможные нарушения в холодной 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) Дегустационные испытания образцов исследуемых продуктов проводятся по 5-балльной системе (Приложение Д), число независимых участников дегустации, не осведомленных о кодах образцов, должно быть не менее 7. (МУК 4.2.1847-04 п. 5)

Известно, что сохранение органолептические свойства кисломолочных напитков в течение регламентируемых сроков хранения, в большей мере зависят от активности заквасочной микрофлоры, глубины преобразования компонентов. Данные, характеризующие изменения органолептических показателей качества кисломолочных напитков в процессе хранения, представлены в таблице 31 и на рисунке 58.

Таблица 31 – Обобщенная оценка органолептических показателей качества кисломолочных напитков в процессе хранения

Сроки и условия хранения, показатели Наименование образцов	Режим хранения	Обобщенная органолептическая оценка, балл				Общее отклонение качества на конец хранения Δ , балл
		Исходное	3 сут.	5 сут	7 сут	
ККГ контроль	I	4,2	4,3	4,5	3,0	-1,2
	II		4,0	3,4	2,7	-1,5
ККГ 3-60	I	4,7	4,9	4,6	3,8	-0,9
	II		4,7	4,2	3,6	-1,1
ККГ+ЗК контроль	I	4,3	4,0	3,8	3,0	-1,3
	II		4,1	3,8	3,1	-1,2
ККГ+ЗК 3-45	I	4,5	4,0	3,8	3,7	-0,8
	II		4,0	4,2	3,5	-1,0

Анализируя результаты исследования, можно сказать, что все контрольные образцы кисломолочных напитков концу хранения имели снижение значений органолептических характеристик. Так для кефира (ККГ) от 4,2 до 3,0 баллов при I режиме хранения и от 4,2 до 2,7 баллов при II режиме хранения. Для кефирных напитков (ККГ+ЗК) от 4,3 до 3,0 баллов при I режиме хранения и от 4,3 до 3,1 баллов при II режиме хранения. Однако необходимо отметить, что у

образца ККГ 3-60 не зависимо от сроков хранения, в первые пять суток хранения наблюдается стабильно приемлемое качество, с некоторым улучшением значений от 4,7 у контроля до 4,9 баллов у модельного образца.

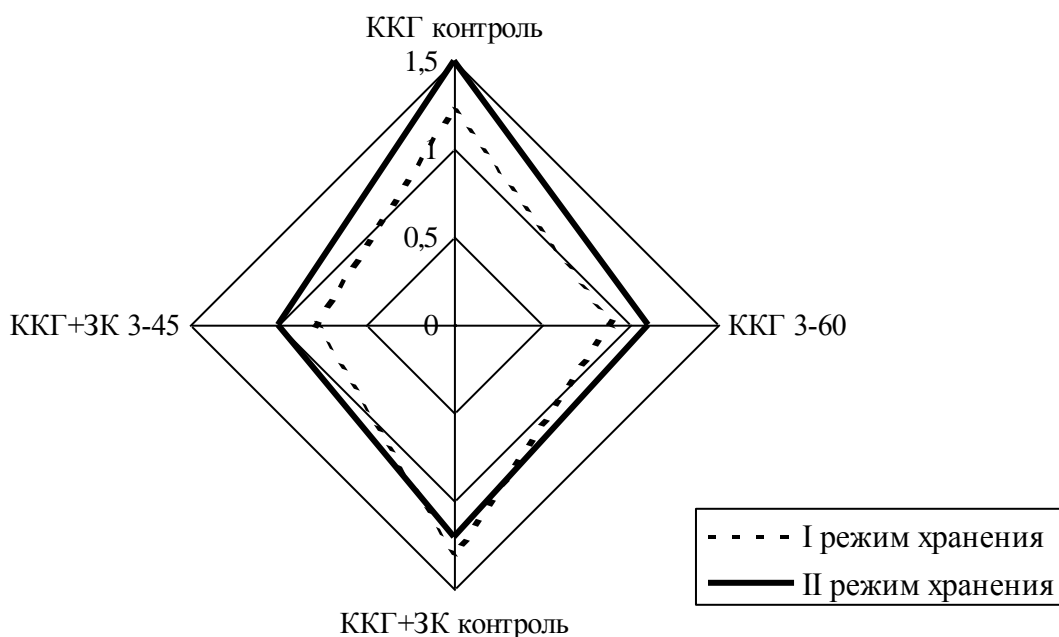
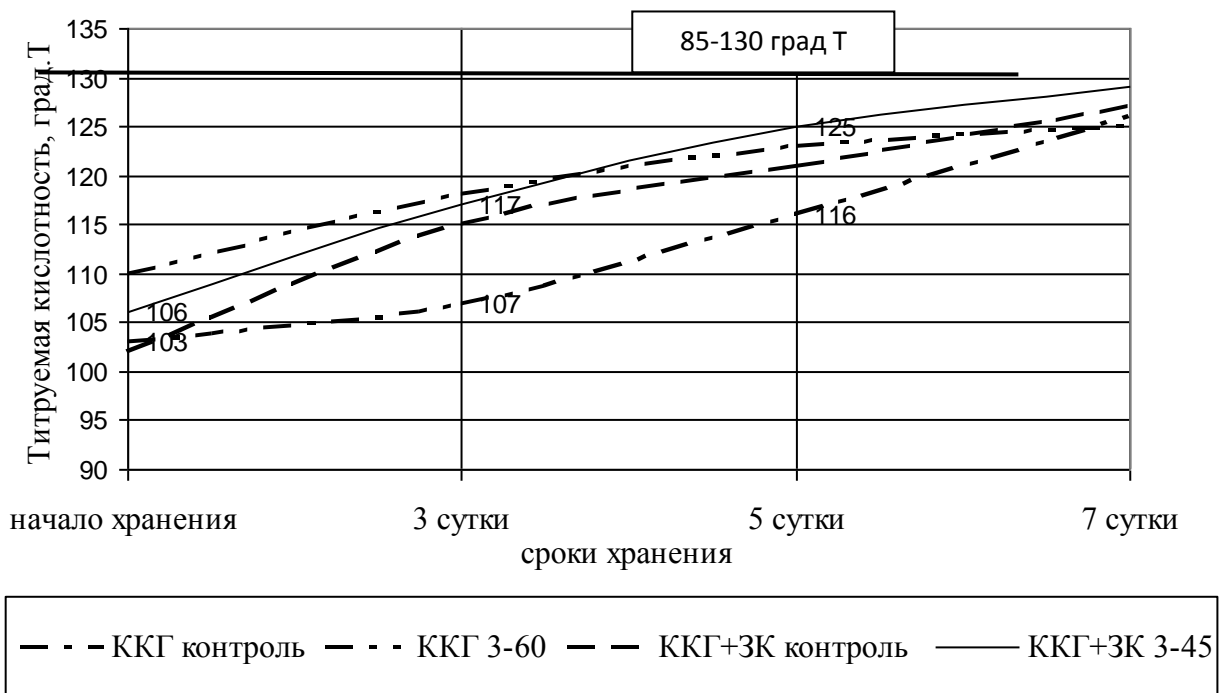


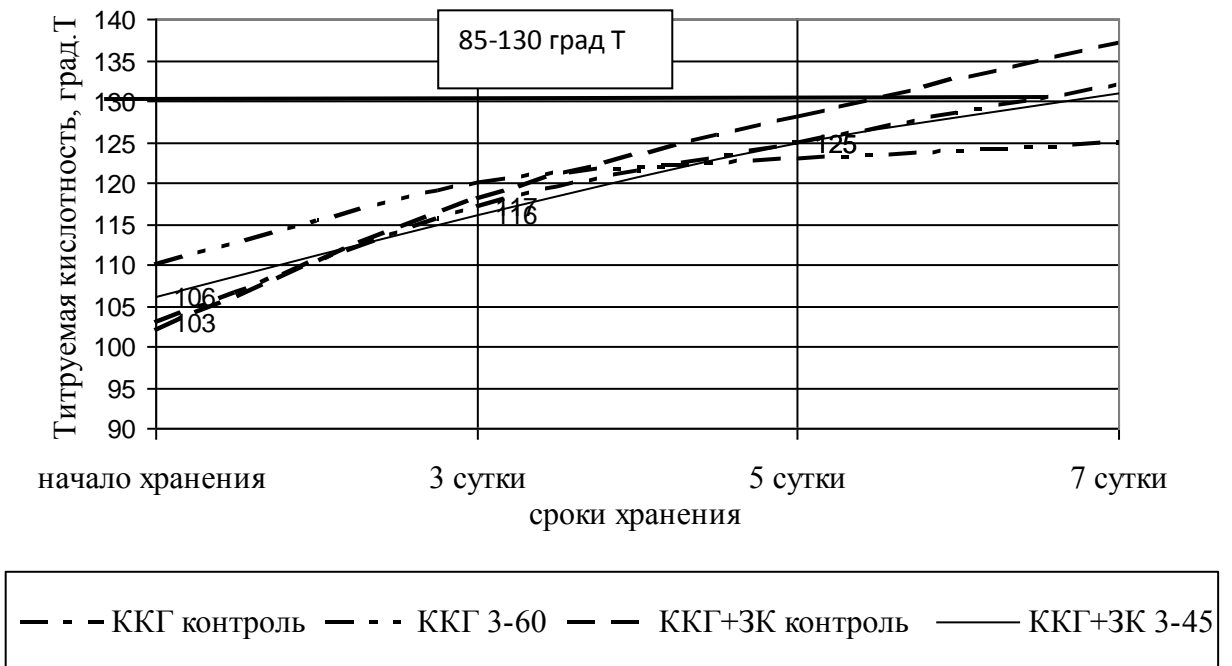
Рисунок 58 — Вектор снижения качества образцов кисломолочных напитков на конец хранения, балл

Среди всех кисломолочных напитков контрольные имели самые низкие значения показателей качества на начало периода $-4,2 \dots 4,3$ балла, которые в конце хранения снизилось до $2,7 \dots 3,0$ баллов, что не попадает в зону приемлемости качества. Рассматривая оценки по единичным органолептическим показателям, можно сделать заключение, что применение УЗВ позволяет уменьшить динамику изменения отдельных составляющих органолептической оценки – (консистенции, вкуса и запаха) в среднем на $25 \dots 30$ %. Такое действие УЗ, вероятно, обусловлено его влиянием на характер развития микрофлоры и гидратационные свойства белков, которые определяют данные органолептические показатели продукта.

Изменение показателя титруемой кислотности напитков протекало с различной интенсивностью, о чем свидетельствуют данные представленных ниже рисунков (рис. 59 а-б)



а)



б)

Рисунок 59 – Изменение титруемой кислотности при хранении в разных режимах, град. Т; а) I режим – 4 ± 2 °С, б) II режим – 9 ± 1 °С.

Кривые, описывающие изменение титруемой кислотности в исследуемых образцах кисломолочных напитков, указывают на различия в течении процессов накопления кислот в различных режимах хранения. На кривых, отражающих изменение титруемой кислотности, можно выделить несколько участков, причем характер излома линий на каждом из них явно зависит от режима УЗВ. Так в условиях первого режима хранения, контрольные образцы кефира к концу хранения имели прирост показателя титруемая кислотность 23...25 °Т, а полученные на основе УЗВ 15...23 °Т. К концу хранения значения титруемой кислотности укладывается в рамки требований нормативных документов (для кефира от 85 до 130 °Т).

Несколько иначе протекают процессы при повышении температуры хранения (режим – 9 ± 1 °С). Достижение верхнего предела регламентируемого значения наблюдается уже на пятые сутки хранения во всех контрольных образцах. Лучшим в этом режиме был образец, полученный на основе УЗВ – ККГ 3-60, в конце хранения показатель титруемой кислотности был на уровне $126,0 \pm 2,0$ °Т, что может быть обусловлено нормальным развитием симбиотической закваски кефирного грибка.

В процессе накопления продуктов брожения продолжают изменения в белковой системе продукта, которые влияют на свойства буферных систем напитков, а, следовательно, показатели активной кислотности. Эти процессы тесно взаимосвязаны с характером развития заквасочной микрофлоры и обуславливают в совокупности изменения потребительских свойств. [27,121]

Значения рН активной кислотности кисломолочных напитков в процессе хранения, снижались в диапазоне 0,02...0,09. Для напитков, полученных на основе УЗВ, значения активной кислотности были более высокими, по сравнению с напитками, полученными по традиционным технологиям, них изменения лежат в диапазоне 0,18...0,24 единиц. Изменение кислотности напитков влияют на вкус, запах и текстуру напитков и определяют степень преобразования белковых систем. Важным в этой связи является исследование гидратационной способности белковых веществ, их способности удерживать видную систему

продукта в связанном состоянии. Анализ результатов исследования влагоудерживающей способности сгустков (Рисунок 60 и Рисунок 61) в процессе хранения по объему выделившейся сыворотки показал, что синергетические свойства сгустков для всех напитков является величиной непостоянной.

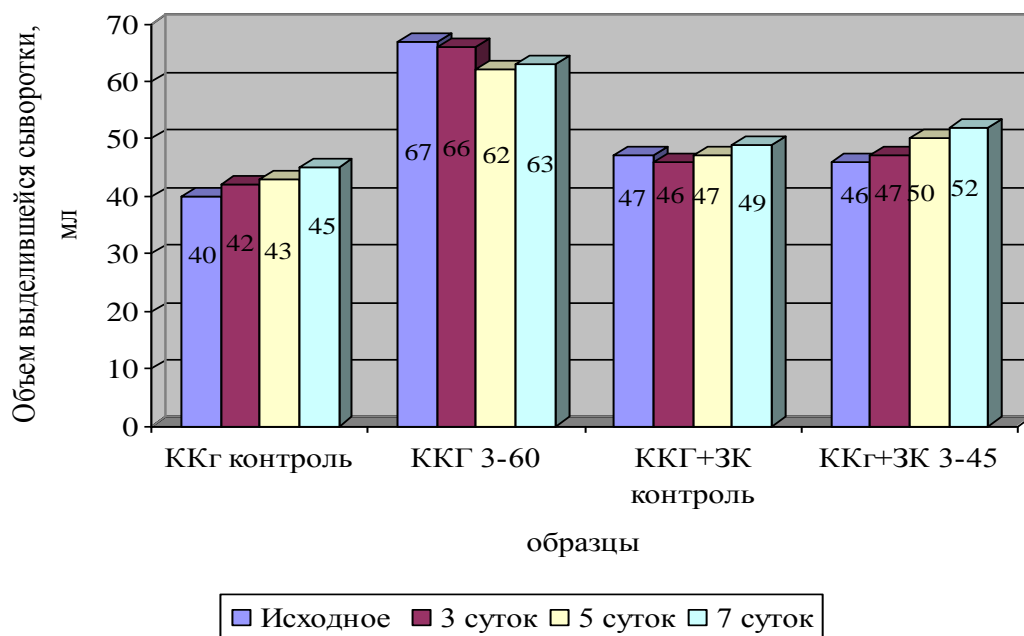


Рисунок 60 – Изменение влагоудерживающей способности сгустков в процессе хранения в условиях I режим – 4 ± 2 °C

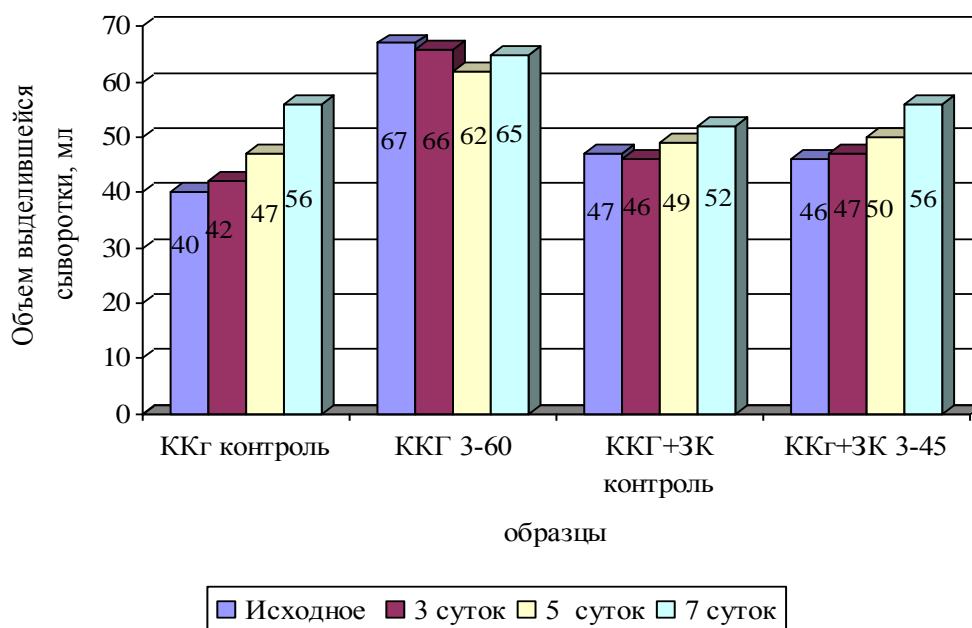


Рисунок 61 – Изменение влагоудерживающей способности сгустков в процессе хранения в условиях II режим – 9 ± 1 °C

Для контрольных образцов наблюдается снижение влагоудерживающей способности при I режиме хранения на 2...5 ед. и при II режиме хранения на 5...16 ед. Выявлено улучшение влагоудерживающей способности при использовании в технологии напитков УЗВ.

Глубина преобразований белкового сгустка определяет накопление минорных соединений (аминный азот, свободные аминокислоты, летучие жирные кислоты), которые влияют на потребительские свойства. Определение содержания аминного азота в кисломолочных напитках (Таблица 32) в процессе хранения показало, что УЗВ может обеспечивать влияние на накопление минорных продуктов распада, а интенсивность процесса обусловлено режимами УЗВ

Таблица 32 – Изменение содержания аминного азота в кисломолочных напитках по отношению к исходному значению при разных условиях хранения

Наименование продукта	Режим хранения	Содержание аминного азота (мг%) в напитках при хранении(сутки)			
		Начало хранения	3 сут.	5 сут.	7 сут.
ККГ контроль	I	13,3 ± 0,5	13,0 ± 0,5	14,2 ± 0,3	14,8 ± 0,4
	II	13,3 ± 0,5	13,4 ± 0,5	14,9 ± 0,4	15,2 ± 0,3
ККГ 30-60	I	15,7 ± 0,5	16,4 ± 0,3	16,6 ± 0,2	17,4 ± 0,5
	II	15,7 ± 0,6	16,7 ± 0,2	17,3 ± 0,6	18,3 ± 0,6
ККГ+КЗ контроль	I	12,5 ± 0,4	12,9 ± 0,2	13,3 ± 0,4	14,3 ± 0,2
	II	12,5 ± 0,4	13,2 ± 0,5	13,8 ± 0,3	14,6 ± 0,5
ККГ+КЗ 3-45	I	14,4 ± 0,3	14,9 ± 0,4	15,1 ± 0,3	15,8 ± 0,3
	II	14,4 ± 0,3	15,3 ± 0,4	15,9 ± 0,3	16,5 ± 0,4

Для контрольных образцов кисломолочных напитков накопление аминного азота лежит в следующих диапазонах: для кефира 1,5...1,9 мг%, а для кефирного напитка на комбинированной закваске – 1,9...2,1 мг%. После УЗВ накопление аминного азота лежит в диапазонах: для кефира 1,7...2,8 мг%, для кефирного напитка на комбинированной закваске – 1,4...2,1 мг%. Следует отметить, что применение УЗВ интенсифицирует накопление аминного азота: так, в ККГ при УЗВ 30-60 содержание аминного азота 15,7 ± 0,6 мг%, при контроле 13,3 ± 0,5 мг%; в ККГ+КЗ 3-45 – 14,4 ± 0,3 мг%, при контроле 12,5 ± 0,4 мг%.

Накопление летучих жирных кислот (ЛЖК) протекает как правило синхронно с изменением белков и молочного жира. Процесс накопления летучих жирных кислот является достаточно последовательным, начинается на этапе производства, а затем интенсифицируется в процессе хранения. В наших наблюдениях наибольшие изменения происходят в условиях второго режима хранения исследуемых объектов (Таблица 33). Липолитическая активность заквасочных культур изучена недостаточно, но некоторые авторы [121,183] отмечают, что *Str. thermophilus*, *Lac.Lactis* имеют низкую активность. В связи с определением изменения содержания ЛЖК под воздействием УЗ составляет особый интерес, так косвенно характеризует ферментативную активность заквасочной микрофлоры.

Таблица 33– Содержание летучих жирных кислот в кисломолочных напитках при хранении

Наименование продукта	Режим хранения	Содержание ЛЖК мг% при хранении, сутки			
		Исходное	3 сут.	5 сут.	7 сут.
ККГ контроль	I	4,3 ± 0,1	4,7 ± 0,2	4,8 ± 0,09	4,9 ± 0,09
	II	4,3 ± 0,1	4,8 ± 0,1	4,9 ± 0,1	5,1 ± 0,1
ККГ 3-60	I	5,5 ± 0,09	5,5 ± 0,08	5,6 ± 0,06	6,5 ± 0,03
	II	5,5 ± 0,09	5,9 ± 0,07	5,9 ± 0,03	6,8 ± 0,02
ККГ+ЗК контроль	I	4,2 ± 0,08	4,3 ± 0,09	4,6 ± 0,04	5,2 ± 0,08
	II	4,2 ± 0,08	4,4 ± 0,08	4,7 ± 0,05	5,5 ± 0,06
ККГ+ЗК 3-45	I	5,4 ± 0,05	5,2 ± 0,05	5,5 ± 0,05	6,0 ± 0,05
	II	5,4 ± 0,05	5,6 ± 0,04	5,9 ± 0,05	6,2 ± 0,07

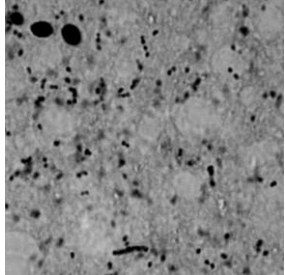
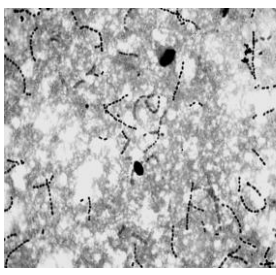
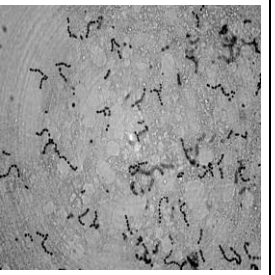
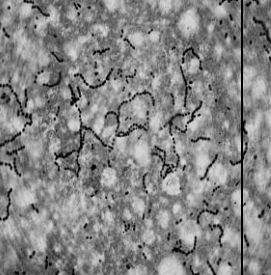
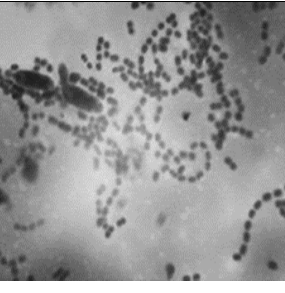
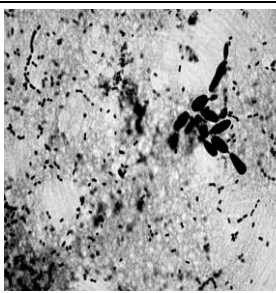
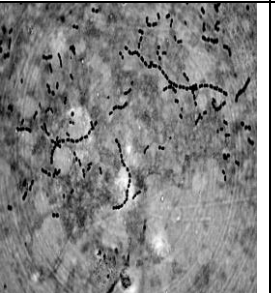
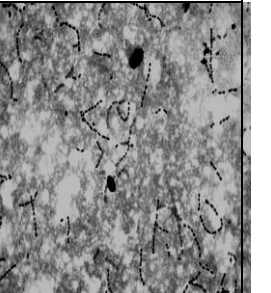
Молочная кислота и ЛЖК в совокупности определяют наличие специфического кисломолочного вкуса и запаха кисломолочных напитков, поэтому достижение соответствующего уровня кислотности и нарастание количества ЛЖК важно для формирования важных потребительских свойств.

Для контрольных образцов кисломолочных напитков накопление ЛЖК лежит в следующих диапазонах: для кефира 0,6...0,7 мг%, а для кефирного напитка на комбинированной закваске 1,0...1,3 мг%. После УЗВ накопление

ЛЖК лежит в диапазонах: для кефира 1,0...1,3 мг%, для кефирного напитка на комбинированной закваске 0,6...0,8 мг%. Следует отметить, что применение УЗВ интенсифицирует накопление ЛЖК, так: в ККГ при УЗВ 30-60 их содержание составляет $5,5 \pm 0,09$ мг%, при контроле $4,3 \pm 0,1$ мг%; в ККГ+КЗ 3-45 – $5,4 \pm 0,05$ мг%, при контроле $4,2 \pm 0,08$ мг%.

Изменение состава микрофлоры в кисломолочных напитках в процессе их хранения представлен в таблице 34. Применение УЗВ в технологии кисломолочных напитков активизирует заквасочную микрофлору и, как следствие, скорость преобразования основных компонентов сырья.

Таблица 34 – Характеристика микрофлоры кисломолочных напитков в процессе хранения

Образцы напитков		Изображение микрофлоры (Оригинал об. 90, ок. 15)			
		ККГ контроль	ККГ 3-60	ККГ+ЗК контроль	ККГ+ЗК 3-45
Период хранения	Начало хранения				
	Конец хранения				

Действительные изображения микрофлоры наглядно отражают ее изменение, так к концу хранения у всех исследуемых объектов наблюдаются качественные изменения в составе микрофлоры. Можно визуализировать дрожжевые клетки, количество которых больше у напитков, полученных на основе УЗВ. Количественный и качественный состав микрофлоры согласуется с динамикой изменений всех исследуемых параметров, определяющих качество напитков.

В процессе хранения изменялась пищевая ценность напитков. Степень перевариваемости белка исследуемых продуктов определялась посредством микробиологических тестов. В качестве тест-объекта применяли культуру реснитчатой инфузории *Tetrahimena pyriformis* W. Доказано, что живой организм этих простейших дает интегрированный ответ на состав и структуру продукта, в отличие от формального химического анализа, каким бы он ни был полным и совершенным, дает хорошо совпадающие и воспроизводимые результаты с данными опытов на крысах, что позволяет применять их для оценки показателей биологической ценности. В работах Самохина И.В. показана возможность применения биотеста при оценке токсичности продовольственного сырья животного происхождения и определении биологической ценности.

В ходе исследований установлено (Таблица 35), что в процессе хранения наблюдается изменение относительной биологической ценности (ОБЦ, %) кисломолочных напитков, произведенных по традиционным и модельным технологиям.

Таблица 35 – Результаты исследования пищевой ценности кисломолочных напитков в процессе хранения (относительная биологическая ценность)

Наименование оцениваемого продукта	ОБЦ, %	Выживаемость простейших (при экспозиции 3 час), ед.	
		Исходное	В конце хранения
ККГ контроль	77,0	87	67
ККГ 3-60	91,4	93	85
ККГ+ЗК контроль	77,1	83	64
ККГ+ЗК 3-45	91,1	90	82

К концу хранения все напитки снижали пищевую ценность, количество выживших простейших уменьшилось на 19...20 % в контрольных образцах, и на 7...8 %, в напитках полученных на основе УЗВ. Значит, выбранные режимы УЗВ и условия хранения могут в полной мере способствовать сохранению пищевой ценности кисломолочных напитков и факторов их функциональности.

Для того чтобы всесторонне оценить показатели готового продукта, учитывая при этом все оцениваемые составляющие качества, в рамках данной работы была проведена комплексная оценка продукта, результаты которой приведены ниже в таблице 36.

Таблица 36 – Результаты комплексной товароведной оценки качества кисломолочных напитков

Наименование показателя качества	К весомости	Эталон	Характеристика продукта			
			ККГ		ККГ+ЗК	
			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 биологической полноценности:	0,50					
Массовая доля кефирана, мкг/г	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
Перевариваемость по Tetrahimena pyriformis W., %	0,30	100	77	91	77	91
R _n /P _{Эт} перевариваемость			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
Влагоудерживающая способность сгустков	0,24	40	45	63	49	52
R _n /P _{Эт} влагоудерживающая 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

Группирование свойств проводилось по трем комплексным показателям, в оценке учитывались показатели стабильности свойств в периоде хранения. [102] 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.

Выводы по главе 6

Таким образом, результаты комплексной товароведной оценки показателей качества кисломолочных напитков, полученных на основе УЗВ различных режимов, позволяют отметить стабильное качество и потребительские свойства в течение всего периода хранения. Изменения, происходящие в образцах, протекают равномерно и на всех этапах хранения укладываются в требования соответствующих нормативных документов. Кроме того, более активное развитие микрофлоры в образцах, полученных по разработанным технологиям, предполагает наличие достаточного для сквашивания количества полезных веществ,

что в свою очередь обуславливает полноценность исследуемых образцов кисломолочной продукции по пищевой ценности.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- интенсивность и направленность развития микрофлоры в кисломолочных продуктах тесно взаимосвязаны с потребительскими достоинствами напитков;
- использование УЗВ в технологии кисломолочных напитков благотворно влияет на состав микрофлоры, особенно для кефиров на основе применения закваски кефирного грибка;
- исследуемые кисломолочные напитки даже в конце хранения отличаются незначительным изменением пищевой ценности, наименьшая изменчивость характерна для продукции, произведенной с применением УЗВ;
- результаты оценки позволяют увеличить продолжительность хранения кефира на основе УЗВ по сравнению со стандартным его образцом на 24 ч (20 %).

Поэтому налицо проявление положительного влияния на технологию производства кисломолочных напитков эффектов УЗВ, а оптимальными режимами являются мощности 60 % и 45 % при длительности 3 минуты. Получен более качественный продукт (органолептические показатели, увеличенный срок хранения) при меньших временных затратах.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

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

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.

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.

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.

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.

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 ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агранат Б.А. Основы физики и техники ультразвука: Учебное пособие для вузов/ Б.А. Агранат, М.Н. Дубровин, Н.Н. Хавский и др. – М.: Высш.шк. 1987. – 352 с.
2. Акуличев, В.А. Пульсации кавитационных полостей// Мощные ультразвуковые поля/ под ред. Л.Д. Розенберга. – М.: Наука, 1968. – Ч.4. – С. 129 – 166.
3. Алексеева, Е.В. Взаимосвязь качества пищевой продукции с концепцией качества жизни [Текст]/ Е.В. Алексеева// Пищевая промышленность. – 2007. – №10. – С. 78 – 79.
4. Алексеева, Н.Ю. Справочник. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности / Н.Ю. Алексеева, В.П. Аристова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 240 с.
5. Анализ рынка молока и сливок в России в 2010-2014 гг, прогноз на 2015-2019 гг. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://businessstat.ru>.
6. Арет, В.А. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции / В.А. Арет, Б.Л. Николаев, Л.В. Николаев. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 448 с.: ил.
7. Аспандиярова, М.Т. Методы оценки эффективности пастеризации молока/ М.Т. Аспандиярова// Молочная река. – 2011. – № 10.
8. Байхожева, Б.У. Маркетинговые исследования по определению уровня спроса на продукцию диетического и профилактического назначения / Б.У. Байхожева, В.И. Хлебников // Поиск. – 2003. – №1. – С. 29 – 35.
9. Банникова, Л.А. и др. Микробиологические основы молочного производства: Справочник/ Л.А. Банникова, Н.С. Королева, В.Ф. Семенихина; под ред. канд.техн.наук Я.И. Костина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.
10. Барабанщиков, Н.В. Качество молока и молочных продуктов / Н.В. Барабанщиков. – М.: Колос, 1980. – 255 с.

11. Батурин, А.К. Питание и здоровье: проблемы XXI века / А.К. Батурин, Г.И. Мендельсон // Пищевая промышленность. – 2005. – №5. – с.105 – 107.
12. Бахир, В.М. Регулирование физико-химических свойств технологических водных растворов униполярным электрохимическим воздействием и опыт его практического использования/ В.М. Бахир: Дисс. канд. техн. наук в виде науч. докл. канд. техн. наук. – Казань: Казанский хим.- технол. институт, 1985. – 16 с.
13. Бергман, Л. Ультразвук и его применение в науке и технике. /Л. Бергман. – М: ИИЛ, 1956. – 726 с.
14. Берник, И.Н. Гидролиз-экстракция пектиновых веществ растительного сырья с использованием механических колебаний/ И.Н. Берник // Вибрации в технике и технологиях. – 2008. – № 2 (51). – С. 90 – 93.
15. Биологически активные вещества молока/ А.М. Шалыгина, Н.А. Тихомирова, И.И. Ионова и др. – М.: АгроНИИТЭиПП, 1997. – 16 с.
16. Богатова, О.В. Химия и физика молока: Учебное пособие/ О.В. Богатова, Н.Г. Догарева. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 137 с.
17. Богданов, В.Д. Общие принципы переработки сырья и введение в технологии производства продуктов питания: Учебное пособие/ В.Д. Богданов, В.М. Дацун, М.В. Ефимова – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. – 213 с.
18. Бредихин, С.А. Технология и техника переработки молока/ С.А. Бредихин, Ю.В. Космодемьянский, В.Н Юрин. – М.: Колос, 2003. – 400 с.
19. Бункин, Н.Ф. Бабстоны, стабильные газовые микропузырьки в сильно разбавленных растворах электролитов/ Н.Ф. Бункин, Ф.В. Бункин// Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 1992. – Т.101, вып. 2. – С. 512 – 527.
20. Быков, А.В. Перспективы использования кавитационного гидролиза некрахмальных полисахаридов/ А.В. Быков, Л.В. Межуева, С.А. Мирошников, Л.А. Быкова, В.М. Тыщенко. – Вестник ОГУ. – 2011. – №4 (123).

21. Витенько, Т.Н. Механизм активирующего действия гидродинамической кавитации на воду/ Т.Н. Витенько, Я.М. Гумницкий // Химия и технология воды. – 2007. – Т. 29, № 5. – С. 422 – 432.
22. Востриков, С.В. Подготовка воды для пищевых производств и контроль ее качества: Учеб. пособие/ С.В. Востриков, С.А. Довгань. – Воронеж: Изд-во ВГТА, 2009. – 293 с.
23. Галстян, А.Г. Нетрадиционные способы подготовки воды для растворения сухих продуктов/ А.Г. Галстян, А.Н. Петров // Молочная промышленность. – 2006. – № 10.
24. Глобальная стратегия в области режима питания, физической активности и здоровья// 57-я сессия Всемирной Ассамблеи Здравоохранения, ВОЗ.2004 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.who.int>.
25. Голубева, Л.В. Влияние степени очистки питьевой воды на показатели восстановленного обезжиренного молока/ Л.В. Голубева. – <http://www.ecodoma.ru>.
26. Голубева Л.В. Справочник технолога молочного производства/ Л.В. Голубева. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 265 с.
27. Горбатова К.К. Химия и физика молока: Учебник для вузов/ К.К. Горбатова. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с.: ил.
28. ГОСТ 13928-84. Молоко и сливки заготавливаемые. Правила приемки, метода отбора проб и подготовка их к анализу.
29. ГОСТ 23327-98. Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка.
30. ГОСТ 26781-85. Молоко. Метод измерения рН.
31. ГОСТ 26809-86. Молоко и молочные продукты. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу.
32. ГОСТ 28283-89. Молоко коровье. Метод органолептической оценки запаха и вкуса.
33. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством.

34. ГОСТ 30562-97. Молоко. Определение точки замерзания. Термисторный криоскопический метод.
35. ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности.
36. ГОСТ 3625-84. Молоко и молочные продукты. Методы определения плотности.
37. ГОСТ 3626-73. Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества.
38. ГОСТ Р 52054-2003. Молоко натуральное коровье-сырье. Технические условия.
39. ГОСТ 31454-2012. Кефир. Технические условия.
40. ГОСТ Р 53430-2009. Молоко и продукты переработки молока. Методы микробиологического анализа.
41. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2013 году». – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2013. – 431 с.
42. Гурков, И. Инновационная деятельность российских промышленных предприятий [Текст]/ И. Гурков, А. Аврамова, В. Тубалов// Вопросы экономики. – 2001. – № 7. – С. 75 – 84.
43. Дакуорт Р.Б. Вода в пищевых продуктах. Пер. с англ./ Р.Б. Дакуорт – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 376 с.
44. Дежкунов, Н.В. Оптимизация активности кавитации в импульсно модулированном ультразвуковом поле/ Н.В. Дежкунов, П.В. Игнатенко, А.В. Котухов// Электронный журнал «Техническая акустика», 2007. – № 16. – <http://www.ejta.org>.
45. Демуров, М.Г. Технология молочных продуктов и технологический контроль/ М.Г. Демуров. – М: Пищепромиздат, 1962.
46. Динякова, М.В. Кефир, обогащенный БАД «Йодохитозан» / М.В. Динякова// Молочная промышленность. – 2012. – № 6. – С. 80 – 81.

47. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации
Указ Президента Российской Федерации от 30 января 2010 года №120.

48. Дунченко, Н.И. Экспертиза молока и молочных продуктов. Качество и безопасность/ Н.И. Дунченко, А.Г. Храмцов, И.А. Смирнова. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2006. – 488 с.

49. Европа подвергает испытанию продукты, рекламируемые как полезные для здоровья// Бюллетень Всемирной организации здравоохранения. Выпуск 87, №9, сентябрь 2009 г. С. 645-732 645-732 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.who.int/bulletin/volumes/87/9/09-020909/ru/>.

50. Еникеев, Р.Р. Разработка технологии производства кефира с повышенным содержанием полисахарида кефирана: автореф. дис. кандидата. техн. наук: 05.18.04 / Еникеев Р.Р. – Самара, 2011. – 23 с.

51. Забодалова, Л.А. Технология молочных продуктов: современность и перспективы/ Л.А. Забодалова // Вестник Международной Академии Холода. – Санкт-Петербург, 2013. – №2. – С. 19 – 22.

52. Захарова, Л.М. Оценка синергетической способности кисломолочного сгустка в зависимости от температуры тепловой обработки и дозы наполнителя [Текст]/ Л.М. Захарова, Ю.С. Щербинина// Инновационный конвент: Кузбасс: образование, наука, инновации: сб. трудов студ., аспирантов, ученых. – Кемерово, 2011. – Т.1. – С. 211 – 213.

53. Зимичев, А.И. Кефирные грибки и закваски на их основе/ А.В. Зимичев, Д.В. Зипаев// Молочная промышленность. – 2007. – №8. – с. 34 – 35.

54. Зобкова, З.С. Производство молока и молочных продуктов с наполнителями и витаминами/ З.С. Зобкова, И.М. Падарян. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 80 с.

55. Инихов, Г.С. Биохимия молока/ Г.С. Инихов. – М.: Пищепромиздат, 1956. – 343 с.

56. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии/ А.Г. Касаткин. – 9-е изд. – М.: Химия, 1973. – 750 с.

57. Клындюк А.И. Поверхностные явления и дисперсные системы: пособие/ А.И. Клындюк. – Минск: БГТУ, 2011. – 282 с.
58. Кнэпп, Р. Кавитация/ Р. Кнэпп, Дж. Дейли, Ф. Хэммит. – М.: Мир, 1974. – 668 с.
59. Кононович, Н.Г. Влияние микробных экзополисахаридов на консистенцию кефира/ Н.Г. Кононович, М.Г. Камалян, Г.Н. Дмитровская, Л.В. Косенко, И.Я. Захарова// Молочная промышленность, 1987. – № 4. – С. 25 – 28.
60. Концепция продовольственной безопасности УФО на период до 2020 г. Общие положения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.uralfo.ru/prodovolst_bez.html.
61. Крусь, Г.Н. Технология молока и молочных продуктов/ Г.Н. Крусь, А.Г. Храмцов, З.В. Волокитина, С.В. Кропачев; под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: Колос С, 2006. – 455 с.
62. Крючкова, В.В. Пребиотики в функциональных кисломолочных продуктах/ В.В. Крючкова// Молочная промышленность. – 2009. – №7. – С. 34 – 36.
63. Кунижев, С.М. Новые технологии в производстве молочных продуктов/ С.М. Кунижев, В.А. Шуваев. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 203 с.
64. Лактоза и ее производные/ Б.М. Синельников, А.Г. Храмцов, И.А. Евдокимов, С.А. Рябцева, А.В. Серов; науч.ред.акад. РАСХН А.Г. Храмцов. – СПб.: Профессия, 2007. – 768 с.
65. Липатов, Н.Н. (ст.). Восстановленное молоко (теория и практика производства восстановленных молочных продуктов) / Н.Н. Липатов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.
66. Маргулис, М.А. Основы звукохимии (химические реакции в акустических полях): Учеб. пособие для хим. и хим.-технол. спец. вузов/ М.А. Маргулис. – М., Высш. шк., 1984. – 272 с.
67. Мачихин, Ю.А. Инженерная реология пищевых материалов/ Ю.А. Мачихин, С.А. Мачихин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 110 с.

68. Месяцев, В.И. Актуальные проблемы переработки молока и производства молочных продуктов. Тезисы докладов/ В.И. Месяцев. – Вологда.: Вологодский мол. институт – 1989.
69. МР 2.3.1.2432-08. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации. – М., 2008. – 39 с.
70. МУК 4.2.1847-04. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания.
71. Национальные инновационные системы в России и ЕС/ Под общей редакцией: В. Иванова (Россия), С. Клесовой (Франция), П. Линдхольма (Германия), О. Лукши (Россия). – М.: ЦИПРАН РАН, 2006. – 280 с.
72. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2014 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mcx.ru/documents/document/show/22026.htm>.
73. Новости молочного рынка. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://milknews.ru/analitika-rinka-moloka/rinok-moloka-v-Rossii>.
74. Осинцев, А.М. Развитие фундаментального подхода к технологии молочных продуктов/ А.М. Осинцев. – Кемерово: КемТИПП, 2004 – 152 с.
75. Официальный сайт Института Конъюнктуры Аграрного рынка. – <http://www.ikar.ru/>.
76. Патент RU 2184145 С2/ Р.Д. Поландова, С.Д. Шестаков, Т.П. Волохова Способ активации хлебопекарных дрожжей.
77. Попова, Н.В. Инновации в технологии восстановления сухого молока как фактор управления качеством восстановленных продуктов переработки молока/ Н.В. Попова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». – 2013. – Вып.7. – №4. – С.181 – 186.

78. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 14 июня 2013 г. N 31 г. Москва "О мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом микронутриентов, развитию производства пищевых продуктов функционального и специализированного назначения" Зарегистрировано в Минюсте РФ 9 сентября 2013 г. [Электронный ресурс] /URL: <http://www.rg.ru> (дата обращения 15. 07.2014).

79. Правительство РФ. Постановление от 14 июля 2012 г. №717 «О государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2012 – 2020 годы.

80. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 2 августа 2010 г. N 593н г. Москва «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания» [Электронный ресурс]/ URL: <http://www.rg.ru> (дата обращения 0.07.2012).

81. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации (Минздравсоцразвития России) от 2 августа 2010 г. N 593н г. Москва "Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания"[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.garant.ru>.

82. Радж Балдев. Применение ультразвука/ Радж Балдев, В. Раджендран, П. Паланичами. – М.: Техносфера, 2006. – 576 с.

83. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. N 1873-р Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.rg.ru>.

84. Ребиндер, П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика/ П.А. Ребиндер. – М.: Издательство Наука, 1978. – 371 с.

85. Римская декларация по вопросам питания. Итоговый документ Второй Международной конференции по вопросам питания. Рим, 19-21 ноября 2014 года. – <http://www.fao.org/3/a-ml542r.pdf>.
86. Родина, Т.Г. Дегустационный анализ продуктов/ Т.Г. Родина, Г.А. Вукс. – М.: Колос, 1994. – 160 с.
87. Российский рынок кисломолочной продукции: кефир и творог [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://article.unipack.ru/>.
88. Российский рынок функциональных продуктов: цифры и факты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bfi-online.ru>.
89. Российский статистический ежегодник. – 2012. – <http://www.gks.ru/>.
90. Рынок молока – текущая ситуация. Мониторинг сельскохозяйственных товаров// АгроXXI. Новости. Аналитика. Комментарии. – <http://www.agroxxi.ru>.
91. Сводные обзоры конъюнктуры аграрного рынка России. Еженедельный информационно-аналитический обзор. – www.specagro.ru
92. Совершенствование технологии производства кисломолочного напитка за счет применения биологически активных добавок/ Ахтямова Д.И., Бушуева И.С. //Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2014. № 1 (2) .URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/907>.
93. Способ производства кумыса. Авторское свидетельство А.С. 1555341 (СССР). (Мамабеталиев Б.Д.). Опубл. в БИ №7, 23.03.90.
94. Степанова, Л.И. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. В трех томах. Т.1. Цельномолочные продукты/ Л.И. Степанова. – СПб: ГИОРД, 1999. – 384 с.
95. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена Распоряжением правительства РФ от 17 апреля 2012г. № 559-р.
96. Субъекты Российской Федерации, входящие в Уральский федеральный округ [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.uralfo.ru/region_urfo.html.

97. Твердохлеб, Г.В. Химия и физика молока и молочных продуктов/ Г.В. Твердохлеб, Р.И. Раманаускас. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 360 с.
98. Тёпел, А. Химия и физика молока/ А.Тёпел. – Пер. с нем. под ред. канд. техн. наук, доц. С.А. Фильчаковой. – СПб.: Профессия, 2012. – 832 с., табл., ил.
99. Технический регламент ТС 033/2013. О безопасности молока и молочной продукции.
100. Технология пищевых продуктов: Учебник/ под ред. д-ра техн. наук, проф. А.И. Украинца. – К.: Издательский дом «Аскания», 2008. – 736 с.
101. Тихомиров, С.А. Разработка комплексной товароведной оценки качества кисломолочных продуктов на основе нетрадиционного сырья: автореф. дис. кандидата. техн. наук: 05.18.15/ С.А. Тихомиров. – Москва, 2013. – 26 с.
102. Тихомирова, Н. А. Перспективы использования сонохимической обработки в биотехнологии ферментированных молочных продуктах / Н. А. Тихомирова, О. В. Кочубей-Литвиненко// Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов: сборник научных трудов. – Москва, 2014. – С. 276 – 281.
103. Тихомирова, Н.А. Технология и организация производства молока и молочных продуктов. / Н.А. Тихомирова – М.: ДеЛи принт, 2007. – 560с.
104. Тутельян, В.А. Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания населения/ В.А. Тутельян// Федеральные и региональные аспекты политики населения. – Новосибирск, 2002. – С. 11 – 13.
105. Указ Президента РФ от 7 мая 2012 г. N 598 "О совершенствовании государственной политики в сфере здравоохранения" Система ГАРАНТ: <http://base.garant.ru>.
106. Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика/Интерактивная витрина. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cbsd.gks.ru>.

107. Федорищенко, Г.М. Оценка структурного строения активированной воды/ Г.М. Федорищенко, Г.П. Стародубцева, Г.Е. Ковалева// Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе. Материалы 1-й Российской научно-практической конференции. – Ставрополь, – 2001. – Т 2. – С. 285 – 287.

108. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник. Под редакцией проф. Скурихина И.М. и проф. Тутельяна В.А. – М.: ДеЛи принт, 2007.

109. Хмелев, В.Н. Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности/ В.Н. Хмелев [и др.]. – Барнаул: АлтГТУ, 2007. – 416 с.

110. Хмелев, В.Н. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве: научная монография/ В.Н. Хмелев, О.В. Попова// Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: изд. АлтГТУ, 1997. – 160 с.

111. Хмелев, В.Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности/ В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, А.В. Шалунов; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203 с.

112. Цирульниченко, Л.А. Возможности обеспечения потребительских свойств продуктов переработки мяса птицы в условиях информационной неопределенности качества сырья/ Л.А. Цирульниченко// Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». – 2014. – Том № 8, №1. – С. 180 – 184.

113. Цирульниченко, Л.А. Исследование кинетических закономерностей посола мяса птицы с использованием кавитационно активированных жидких сред/ И.Ю. Потороко, Л. А. Цирульниченко// Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Пищевые биотехнологии». – 2014. – Том 2. №1. – С. 21 – 28.

114. Шабров, А.В. Биохимические основы действия микрокомпонентов пищи/ А.В. Шабров, В.А. Дадали, В.Г. Макаров. – М., 2003. – 150 с.
115. Шалыгина, А.М. Общая технология молока и молочных продуктов/ А.М. Шалыгина, Л.В. Калинина. – М.: КолосС, 2004. – 455с: ил.
116. Шендеров Б.А. Функциональное питание/ Б.А. Шендеров, А.Ф. Дорнин. – М.: Грантъ, 2002. – 295 с.
117. Шестаков, С.Д. К теории кавитационного реактора [Текст]/ С.Д. Шестаков// Сборник трудов XIII сессии Российского акустического общества. – М.: ГЕОС, 2003. – Т.1, с. 252 – 255.
118. Шестаков, С.Д. Кавитационный реактор как средство приготовления и стабилизации эмульсий для хлебопекарной промышленности [Текст]/ С.Д. Шестаков// Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – №3. – с. 27 – 30.
119. Шестаков, С.Д. Многопузырьковая акустическая кавитация: Математическая модель и физическое подобие [Текст]/ С.Д. Шестаков// Электронный журнал «Техническая акустика». – 2010. – №14. – <http://www.ejta.org>.
120. Шестаков, С.Д. Технология и оборудование для обработки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции/ С.Д. Шестаков, О.Н. Красуля, В.И. Богуш, И.Ю. Потороко. – М.: Изд-во «ГИОРД», 2013. – 152 с.
121. Шестаков, С.Д. Математическая модель и критерий подобия кавитации в сонореакторах. Текст/ С.Д. Шестаков, А.Е. Краснов, П.А. Городищенский// Прикладная физика. – 2012. – №1. – С. 31 – 39.
122. Шидловская, В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов/ В.П. Шидловская. – М.: Колос, 2000. – 360 с.
123. Шутилов, В.А. Основы физики ультразвука: Учебн. пособие/ В.А. Шутилов. – Л.: Изд-во Ленингр. Ун-та, 1980. – 280 с.
124. Эльпинер, И.Е. Биофизика ультразвука/ И.Е. Эльпинер. – М.: Наука, 1973. – 384 с.
125. Ядов, В.А. Стратегия социологического исследования/ В.А. Ядов. – М.: Омега-Л, 2007. – 567с.

126. About Kefir Grains and Kefir; their History, Use, Extended Use, and Health Benefits of These <http://users.sa.chariot.net.au/~dna/kefirpage.html>.

127. Ahmed, N.H Improving the textural properties of an acid-coagulated (Karrish) cheese using exopolysaccharide producing cultures. (Lebensmittel- Wissenschaft und- Technologie)/Ahmed, N.H, El Soda M, Hassan AN, Frank J// Food Sci Technol. 2005;38:843 – 847.

128. Akbari Mousavi, S.A.A.. Investigations on the effects of ultrasonic vibrations in the extrusion process. J. Materials Proc. Tech/ S.A.A. Akbari Mousavi, H. Feizi, R. Madoliat. – 2007. – 187...188, 657...661 p.

129. Athanasiadis I. Whey liquid waste of the dairy industry as raw material for potable alcoholproduction by kefir granules/ I. Athanasiadis, D. Boskou, M. Kanellaki, V. Kiosseoglou, A.A. Koutinas // J. Agric. Food Chem., 2002, Vol. 50, №25. – P.7231 – 7234.

130. Balachandran, S. Ultrasonic enhancement of the supercritical extraction from ginger. Ultrasonics Sonochemistry/ S. Balachandran, S.E. Kentish, R. Mawson, M. Ashokkumar. – 2006. – 13. – 471...479 p.

131. Bates, D.M., Bagnall, W.A., & Bridges, M.W. Method of treatment of vegetable matter with ultrasonic energy (US patent application 20060110503), 2006.

132. Bernal, V. Effect of calcium binding on thermal denaturation of bovine a-lactalbumin/ V. Bernal, P. Jelen// J. Dairy Sci. – 1984. – V. 67. – № 10. – pp. 2452 – 2454.

133. Benedikte Grenov. Probiotic properties of Bifidobacterium Bb-12/ Benedikte Grenov// Reseach news. – 2000. – № 2. – P. 5.

134. Bodyfelt, F. W. (1981) Dairy product score cards: are they consistent with principles of sensory evaluation?/ F.W. Bodyfelt// J. Dairy Sci., 64. – pp. 2303 – 2308.

135. Burton, H. Reviews of the progress of dairy science: the bacteriological, chemical, biochemical and phisical changes thet occur in milk at temteratures of 100 – 150 C / H. Burton // J. Dairy Res. – 1984. – V. 51. – № 2. – pp. 341...363.

136. Canselier, J.P. Ultrasound emulsification – an overview/ J.P. Canselier, H. Delmas, A.M. Wilhelm, B. Abismail// *J. Dispersion Science and Technology*. – 2002. – 23. – 333...349 p.
137. Carcel, J.A. High intensity ultrasound effects on meat brining/ J.A. Carcel, J. Benedito, J. Bon, A. Mulet// *Meat Science*, in press, 2007.
138. Cavitation and Inhomogenities in Underwater Acoustics, ed. Lauterborn W., Springer. – Verlag. Berlin. – N.-Y., 1980.
139. Chow, R. The sonocrystallization of ice in sucrose solutions: primary and secondary nucleation/ R. Chow, R. Blindt, R. Chivers, M. Povey. *Ultrasonics*. – 2003. – 41. – 595...604 p.
140. Cogan, T.M. The utilization of citrate by lactic acid bacteria in milk and cheese/ T.M. Cogan// *Dairy Ind. Int.* – 1976. – V. 41. – № 1. – pp. 12...16.
141. *Dairy Chemistry and Biochemistry* P. F. Fox, T. Uniacke-Lowe, P. L. H. McSweeney, J. A. O'Mahony.
142. DIN 51005: Thermische Analyse (TA): Begriffe. Entwurf 12/1999 Berlin: Beuth Verlag, 1999.
143. *Drug and Therapeutics Bulletin* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.who.int>.
144. Eigel, W.N. Nomenclature of proteins of cow's milk: fifth revision/ W.N. Eigel, J. E. Butler// *J. Dairy Sci.* – 1984. – V. 67. – № 8. – pp. 1599... 1631.
145. Farid Chemat and Jochen Strube *Green extraction of natural products. Theory and practice*. 2015, Wiley-VCH, Germany; 363p.
146. Fox, P.F. Milk proteins: molecular, colloidal and functional properties/ P.F. Fox, D.M. Mulvihill// *J. Dairy Res.* – 1982. – V. 49. – № 4. – pp. 679...693.
147. Gabriel Iglesias Molecular identification and typing of lactobacilli isolated from kefir grains/ Lucrecia Delfederico, Axel Hollmann, Mariano Martínez, Graciela De Antoni, Liliana Semorile// *Journal of Dairy Research* / Volume 73 / Issue 01/ February 2006. – pp. 20 – 27.
148. Garrote, G.L. Lactobacilli isolated from kefir grains evidence of the presence of S-layer proteins/ G.L. Garrote, L. Delfederico, R. Bibiloni, A.G. Abra-

ham, P.F. Perez, L. Semorile , G.L. De Antoni// Journal of Dairy Research, 2004. – Vol. 71. – P. 222 – 230.

149. Golowczyca, A. Interaction between Lactobacillus kefir and Saccharomyces lipolytica isolated from kefir grains: evidence for lectin-like activity of bacterial surface proteins/ Marina Alejandra Golowczyca, Pablo Mobilia, Graciela Liliana Garrotea ets// Journal of Dairy Research / Volume 76 / Issue 01 / February 2009, pp 111 – 116.

150. Grimley, H.J. The effect of calcium removal from milk on casein micelle stability and structure/ H.J. Grimley, A.S. Grandison, M.J. Lewis// Milchwissenschaft, 65 (2). – 2010. – pp. 151...154.

151. Hemminger, W.F. Methoden der Thermischen Analyse/ W.F. Hemminger, H.K. Cammenga. – Springer, 1989. – pp. 201...213.

152. Hielscher, T. Ultrasonic production of nano-size dispersions and emulsions, paper presented at 1st Workshop on Nano Technology Transfer, ENS Paris, 14-16 December, Paris France, 2005.

153. International Dairy Federations: Milk in the diet from the angle of calcium metabolism. Bull. IDF, F-Doc., 1987. – 142. – P. 1.

154. International Dairy Federations: Mizota T, Tamura Y. Lactulose as a sugar with physiological significance. Bull. IDF, 1987. – № 212. – pp. 69...76.

155. Jensen, R.G. Lipids of bovine and human milks: a comparison/ R.G. Jensen, A.M. Ferris// J. Dairy Sci. – 1990. – V. 73. – № 2. – pp. 223...240.

156. Kim, H.Y. Enhancement of natural convection and pool boiling heat transfer via ultrasonic vibration/ H.Y. Kim, Y.G. Kim, B.H. Kang// Int. J. of Heat and Mass Transfer. – 2004. – 47. – 2831...2840 p.

157. Knorr, D. Applications and potential of ultrasonics in food processing/ D. Knorr// Trends in Food Science & Technology. – 2004 – 15. – 261...266 p.

158. Kwon O.K., Ahn K.S., Lee M.Y., Kim S.Y., Park B.Y., Kim M.K., Lee I.Y., Oh S.R., Lee H.K. Inhibitory effect of kefirin on ovalbumin-induced lung Inflammation in a murine model of asthma // Arch. Pharm. Res., 2008, Vol. 31, №12. P. 1590-1596.

159. Krymsky, V.V. Calculation of electromagnetic fields from lightning discharges/ V.V. Krymsky// Proceedans of. Int. Sump. On Electromagnetig compatibility. – Beiging, 1992. – pp. 294...295.
160. Laborde, J.L. Acoustic bubble cavitation at low frequencies/ J.L. Laborde, C. Bouyer, J.P. Caltagirone, A. Gerard// Ultrasonics. – 1998 – 36. 589...594 p.
161. Lahey, R. Sonofusion technology revisted/ R. Lahey, R.Taleyarkhan and R.Nigmatulin// Nuclear Eng. and Design. – 2007. – V.237. – pp. 1571...1585.
162. Leighton, T.G. The Acoustic bubble/ Leighton T.G. – London, U.K.: Academic Press, 1994. – 240 p.
163. Lomholt, S.B. Reationship between Theological properties and degree of [kappa]- casein proteolysis during renneting of milk/ S.B. Lomholt, K.B. Qvist// J. Dairy Res.– 1997. – V. 64. – № 4. – pp. 541...549.
164. Luque de Castro, M.D., Ultrasound assisted crystallization (sonocrystallization)/ M.D. Luque de Castro, F. Priego-Capote// Ultrasonics Sonochemistry, in press, 2007.
165. Maeda, H. Structural characterization and biological activities of an exopolysaccharide kefiran produced by *Lactobacillus kefiranofaciens* WT-2BT/ H. Maeda, X. Zhu, S. Suzuki, K. Suzuki, S. Kitamura// J. Agric. Food Chem.,2004, Vol. 52. P. 5533 – 5538.
166. Maeda H., Mizumoto H., Suzuki M., Tsuji K. Effects of kefiran-feeding on fecal cholesterol excretion, hepatic injury and intestinal histamine concentration in rats // Bioscience Microflora, 2005, Vol. 24, № 2. P. 35-40.
167. Mason, T.J. Power ultrasound in food processing – the way forward. In M.J.W. Povey & T.J. Mason (Eds.)// Ultrasonid in Food Processing. – Blackie Academic & Professional, London, 1998. – pp 103...126.
168. Matar C. et al. Bioactive peptides from fermented foods: their role in the immune system. In: Fuller, R., Perdigo' n, G. (Eds.), Probiotics 3: Immunomodulation by the Gut Microflora and Probiotics // Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2000. P. 193-212.

169. Marshall V.M., Cowie E.N., Moreton R.S. Analysis and production of two exopolysaccharides from *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* LC330 // *J. Dairy Res.*, 1995, Vol. 62. P. 621-628.
170. Medrano, M. Kefiran antagonizes cytopathic effects of *Bacillus cereus* extracellular factors/ M. Medrano, P.F. Perez, A.G. Abraham// *International Journal of Food Microbiology*, 2008, Vol. 122. P. 1 – 7.
171. Micheli, L., Isolation and characterization of aropy *Lactobacillus* strain producing the ex-opolysaccharide kefiran/ L. Micheli, D. Ucelletti, C. Palleschi, V. Crescenzi// *Appl Microbiol Biotechnol.* 1999;53:69–74. doi: 10.1007/s002530051616. [PubMed] [Cross Ref]
172. Moholkar, V.S. Modeling of the acoustic pressure fields and the distribution of the cavitation phenomena in a dual frequency sonic processor/ V.S. Moholkar, S. Rekveld, M.M.C.G. Warmoeskerken// *Ultrasonics.* – 2000. – 38. – 666...670 p.
173. Mukai T., Toba T., Itoh T., Nimura T., Adachi S. Carboxymethyl kefiran: Preparation and viscosimetric properties // *Journal of Food Science*, 1990, Vol. 55, №5. P. 1483-1484.
174. Muthukumaran, S. Mechanisms for the ultrasonic enhancement of dairy whey ultrafiltration/ S. Muthukumaran, S.E. Kentish, M. Ashokkumar, G.W. Stevens// *J. Membrane Sci.* – 2005. – 258. – 106...114 p.
175. Muthukumaran, S. Application of Ultrasound in Membrane Separation processes: A Review/ S. Muthukumaran, S.E. Kentish, G.W. Stevens, M. Ashokkumar// *Rev. Chem. Eng.* – 2006. – 22. – 155...194 p.
176. Nassib, T.A. Assessment of the presence of *Salmonella* spp. in Egyptian dairy products using various detection media/ T.A. Nassib, M.Z. El-Din, W.M. El-Sharoud// *Letters in Applied Microbiology.* – 2003. – 37 (5). – pp. 405...409.
177. New opportunities and challenges in production and bioactivity of functional dairy foods Proceedings of the IDF/DIAA Symposium on Functional Dairy Foods 2009, Melbourne, Australia, February 24/25, 2009 <http://www.fil-idf.org>

178. Pankaj. Theoretical and Experimental Sonochemistry Involving Inorganic Systems/ Pankaj, M. Ashokkumar. – Springer Dordrecht Heidelberg London New, 2011. – 404 p.

179. Physiological and functional properties of probiotics// Bulletin of the international Dairy Federation. – 2008. – № 429. – 7 pp.

180. Piermaria, J.A. Films based on kefiran, an exopolysaccharide obtained from kefir grains: development and characterization/ J.A. Piermaria, A. Pinotti, M.A. Garcia, A.G. Abraham// Food Hydrocoll. 2009; 23: 684–690. doi: 10.1016/j.foodhyd.2008.05.003. [Cross Ref]

181. Piermaria, J.M. Gelling properties of kefiran, a food-grade polysaccharide obtained from kefir grain/ J.M. Piermaria// Food Hydrocolloid 2008, 22: P 1520 – 1527.

182. Plowman J. E. et al. Structural features of a peptide corresponding to human [kappa]-casein residues 84-101 by H-nuclear magnetic resonance spectroscopy // J. Dairy Res. – 1999. – V.66. – № 1. – P. 63...63.

183. Prasanna, P.H.P. Microbiological, chemical and rheological properties of low fat set yoghurt produced with exopolysaccharide (EPS) producing Bifidobacterium strains/ P.H.P. Prasanna, A.S. Grandison, D. Charalampopoulos// Food Research International. – 2013. – 51 (1). – pp. 15...22.

184. Rachel Pflieger. Marcoule Institute for Separative Chemistry/ Rachel Pflieger, Tony Chave, Matthieu Virots, Sergey I. Nikitenko. – Physical Chemistry Issue 6, 2011.

185. Rehman, T. Identifying and understanding factors influencing the uptake of new technologies on dairy farms in SW England using the theory of reasoned action/ T. Rehman, K. McKemey, C.M. Yates, R.J. Cooke, C.J. Garforth, R.B. Tranter, J.R. Park, P.T. Dorward// Agricultural Systems. – 2007. – 94 (2). – pp. 281...293.

186. Ritter P., Schwad H., Holzern. Testing the stimulatory or inhibitory effect of micrococci on propionic bacteria // Schweir. Milchgztg. 1967. Vol. 93. -№113.-P. 929-930.

187. Roelfma, W.A. Chemical reaction's reactions of lactose derivatives/

W.A. Roelfma, B.F. Kuster// Netherlands Milk Dairy. J. – 1998. – 42. – pp. 469...483.

188. Sala, F.J. Effect of heat and ultrasound on microorganisms and enzymes. In Gould, G.W. (Ed), New Methods of Food Preparation/ F.J. Sala, J. Burgos, S. Condon, P. Lopez, J. Raso// Blackie Academic & Professional, London, 1995. – pp 176...204.

189. Seshadri, R. Ultrasonic processing influences rheological and optical properties of high methoxyl pectin dispersions/ R. Seshadri, J. Weiss, G.J. Hulbert, J. Mount// Food Hydrocolloids. – 2003. – 17. – 191...197 p.

190. Shahani, K.M. Enzymes in bovine milk. A review/ K.M. Shahani, W.J. Harper// J. Dairy Sci. – 1973. – V. 56.– N 5.– pp. 531...543.

191. Singh, H. Heat stability of milk: pH-dependent dissociation of micellar k-casein on heating milk at ultra high temperatures/ H. Singh, P.F. Fox// J. Dairy Res. – 1985. – V. 52. – № 4. – pp. 529...538.

192. Sinisterra, J.V. Application of ultrasound to biotechnology: an overview/ J.V. Sinisterra// Ultrasonics. – 1992. – 30. – 180...185 p.

193. Sivakumar, M. Cavitation. A novel Energy-efficient Technique for the generation of nanjmaterials / Manickam Sivakumar, Muthupandian Ashokkumar –Pan Stanford publishing Pte. Ltd. – 2014. – 433p.

194. Stone, H. Sensory evaluation practices (2nd ed.)/ H. Stone, J.L.// Sidel, San Diego: Academic Press, 1993.

195. Stone, H. and Sidel, J.L.: Sensory Evaluation Praktices, 2nd Ed. Academic Press, New York 1993.

196. Structure of Dairy Products редактор(ы): A. Y. Tamime

197. Suslick, K.S. The chemical effects of ultrasound/ K.S. Suslick// Scientific American. 1989. February. – pp. 80...86.

198. Suslick, K.S. In Ultrasound: Its Chemical, Physical, and Biological Effects/ K.S. Suslick// VCH Publishers, New York, 1998.

199. Sweetsur A.W. Effect of homogenization on the heat stability of milk/ A.W. Sweetsur, D.D. Murr // J. Dairy Res. – 1983. – V. 50. – № 3. – pp. 291 ...308.

200. Taleyarkhan, R. Evidence for nuclear emissions during acoustic cavitation/ R. Taleyarkhan [et al.]// *Science*. – 2002. – 295. – pp. 1868...1873.
201. Tamime, A.Y. *Yoghurt: Science and Technology*/ A.Y. Tamime, Richard Kenneth Robinson// CRC Press, 1.09.1999 g. – 619 p.
202. Tamime, A.Y. *Yoghurt Science and Technology*/ A.Y.Tamime, R.K. Robinson. – London: Woodhead Publishing Ltd., 1999.
203. Tieking, M. Exopolysaccharides from cereal associated lactobacilli/ M. Tieking, MG. Ganzle// *Trends Food Sci Technol*. 2005;16:79–84. doi: 10.1016/j.tifs.2004.02.015. [Cross Ref]
204. Tieking, M., Exopolysaccharides from cereal associated lactobacilli/ M. Tieking, MG. Ganzle// *Trends Food Sci Technol*. 2005;16: 79 – 84. doi: 10.1016/j.tifs.2004.02.015. [Cross Ref]
205. Trevor J. Britz. *Advanced Dairy Science and Technology*/ Trevor J. Britz, Richard K. Robinson// Blackwell Publishing Ltd, 2008. – 300 p.
206. Vinatoru, M. An overview of the ultrasonically assisted extraction of bio-active principles from herbs/ M. Vinatoru// *Ultrasonics Sonochemistry*. – 2001. – 8. – pp. 303...313.
207. Vinderola, G. Effects of the oral administration of the exopolysaccharide produced by *Lactobacillus kefirianofaciens* on the gut mucosal immunity/ G. Vinderola, G. Perdigon, J. Duarte, E. Farnworth, C. Matar// *Cytokine*. 2006;36:254–260. doi: 10.1016/j.cyto.2007.01.003. [PubMed] [Cross Ref]
208. Virone, C. Primary nucleation induced by ultrasonic cavitation/ C. Virone, H.J.M. Kramer, G.M. Rosmalen, A.H. Stoop, T.W. Bakker//, *J. Crystal Growth*. – 2006. – 1. – 9...15 p.
209. World Gastroenterology Organisation. Пробиотики и пребиотики. Практические рекомендации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-russian-2008.pdf>.

210. Wu, H. Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter/ H. Wu, G.J. Hulbert, J.R. Mount// Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2000. – 1. – 211...218 p.

211. Young F.R. Cavitation/ F.R. Young. – London, U.K.: Imperial College Press, 1999. – 418 p.

212. Zheng, L. Innovative applications of power ultrasound during food freezing processes – a review/ L. Zheng, D.W. Sun//, Trends in Food Sci. & Technol. – 2006. – 17. – 16...23 p.

213. Zook, K.L. and Pearce, J.H. Quantitative descriptive analysis. In Applied Sensory Analysis of Foods, Vol. I, ed., Moskowitz, H., CRC Press, Boca Raton, FL, 1988. – pp. 43 – 71.

ПРИЛОЖЕНИЯ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2529360

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КЕФИРА

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южно-Уральский государственный университет" (национальный исследовательский университет) (ФГБОУ ВПО "ЮУрГУ" (НИУ)) (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013123708

Приоритет изобретения **23 мая 2013 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **31 июля 2014 г.**

Срок действия патента истекает **23 мая 2033 г.**



Врио руководителя Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2529361

СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южно-Уральский государственный университет" (национальный исследовательский университет) (ФГБОУ ВПО "ЮУрГУ" (НИУ)) (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013124181

Приоритет изобретения 27 мая 2013 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 31 июля 2014 г.

Срок действия патента истекает 27 мая 2033 г.



Врио руководителя Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2531404

**СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ**

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южно-Уральский государственный университет" (национальный исследовательский университет) (ФГБОУ ВПО "ЮУрГУ" (НИУ)) (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013123709

Приоритет изобретения 23 мая 2013 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 26 августа 2014 г.

Срок действия патента истекает 23 мая 2033 г.

*Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Л.Л. Кирий



АКТ
выработки опытной партии кефира

Основание: экспериментальная проверка технологии изготовления кефира с использованием кавитационной обработки исходного молочного сырья с помощью аппарата ультразвукового технологического «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ.

Настоящий акт составлен о том, что в феврале 2015 года были проведены производственные испытания способа получения кефира в условиях ООО «Молоко Зауралья».

В процессе проверки был выработан кисломолочный диетический напиток – кефир, с массовой долей жира 2,5 %.

Технологический процесс осуществлялся по следующему алгоритму:

кефир выработывался из нормализованного молока-сырья, которое подвергали ультразвуковому воздействию с помощью аппарата ультразвукового технологического «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ с частотой механических колебаний 22 кГц; условия обработки – мощность 240 Вт (60 % мощности генератора), длительность – 3 минуты;

ультразвуковое воздействие осуществлялось в замен пастеризации и гомогенизации до внесения заквасочных культур кефирного грибка (в количестве 5%). Последующие технологические операции выполнялись согласно утвержденной схеме производства: сквашивание в течение 8...10 часов (до уровня рН – 4,4...4,5), охлаждение и вымешивание, розлив.

При использовании данной технологии сокращается время выдержки, не требуется дополнительно гомогенизировать молочный продукт. Сквашивание закваской кефирного грибка протекает более интенсивно по сравнению с контролем, что сокращает производственный процесс выработки кефира.

Кефир, полученный по приведенной технологии, имел улучшенные показатели по органолептическим (вкус, консистенция) и физико-химическим показателям (массовая доля кефирана, кислотность).

Разработанный способ может быть рекомендован для внедрения на предприятиях пищевой отрасли для повышения качества и потребительских свойств продукции.

Начальник производства



Л.В. Кузнецова

Аспирант

В.В. Ботвинникова

АКТ
выработки опытной партии кисломолочного напитка

Основание: экспериментальная проверка технологии изготовления кисломолочного напитка на комбинированной закваске с использованием кавитационной обработки исходного молочного сырья с помощью аппарата ультразвукового технологического «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ.

Настоящий акт составлен о том, что в феврале 2015 года были проведены производственные испытания способа получения кисломолочного напитка в условиях цеха переработки молока. В процессе проверки был выработан кисломолочный кефирный напиток, с массовой долей жира 2,5 %.

Технологический процесс осуществлялся по следующему алгоритму: кисломолочный напиток вырабатывался из нормализованного молока-сырья, которое подвергали ультразвуковому воздействию с помощью аппарата ультразвукового технологического «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ с частотой механических колебаний 22 кГц; условия обработки – мощность 180 Вт (45 % мощности генератора), длительность – 3 минуты;

ультразвуковое воздействие осуществлялось взамен пастеризации и гомогенизации до внесения заквасочных культур кефирного грибка и закваски прямого внесения LAT LC K. Последующие технологические операции выполнялись согласно утвержденной схеме производства: сквашивание в течение 8...10 часов (до уровня pH – 4,4...4,5), охлаждение и вымешивание, розлив.

При использовании данной технологии сокращается время выдержки, не требуется дополнительно гомогенизировать молочный продукт. Сквашивание комбинированной закваской протекает более интенсивно по сравнению с контролем, что сокращает производственный процесс выработки.

Кисломолочный напиток, полученный по приведенной технологии, имел улучшенные показатели по органолептическим (вкус, консистенция) и физико-химическим показателям (массовая доля кефирана, кислотность).

Разработанный способ может быть рекомендован для внедрения на предприятиях пищевой отрасли для повышения качества и потребительских свойств продукции.

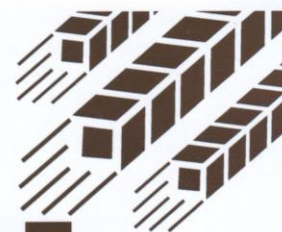
Начальник производства



Л.В. Кузнецова

Аспирант

В.В Ботвинникова



АГРО-2015

Челябинск



КОНКУРС «ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ»
В РАМКАХ XXII ОБЛАСТНОЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОЙ
ВЫСТАВКИ «АГРО-2015»

Диплом

награждается

золотой медалью

ЮУРГУ кафедра «Экспертиза и управление
качеством пищевых производств»

за «Обеспечение функциональных свойств
кисломолочных напитков
и напитков на природном сырье»

Министр сельского хозяйства
Челябинской области _____



С. Ю. Сушков

Организатор:



Министерство
сельского хозяйства
Челябинской области

Оператор:



1 Первое
выставочное
объединение
rvo74.ru



Ассоциация
полномочных представителей
Президента России в УрФО



Администрация
Ханты-Мансийского
автономного округа - Югры



Торгово-
промышленная
выставка
«85 Югра»

85 ЮГРА



VI МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ
АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ
ВЫСТАВКА УрФО

ДИПЛОМ

I степени

Номинация
НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ

награждается

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский
государственный университет» (НИУ)
Кафедра экспертиза и управление качеством
пищевых производств
за обеспечение функциональных свойств
кисломолочных напитков и напитков на природном сырье

Заместитель Губернатора
Ханты-Мансийского
автономного округа Югры

С.М. Полукеев

2729 августа 2015 г.
г. Ханты-Мансийск

Аминокислотный скор белков сырого коровьего молока, полученного в разных хозяйствах

Наименование показателя	Нормируемое значение	Действительные значения показателей						
		Хозяйства Челябинской области	Хозяйства Курганской области	Хозяйства Свердловской области				
Усредненное значение массовой доли белка, %	2,8	3,15±0,7	3,12±0,8	2,7±0,9				
Аминокислотный скор сырого коровьего молока								
Аминокислота	Шкала ФАО/ВОЗ		Действительные значения показателей					
	г/100г	%	г/100г белка	%	г/100г белка	%	г/100г белка	%
Лейцин	7,0	100	8,9±0,8	127,14	8,3±1,8	118,57	7,3±0,5	104,29
Лизин	5,5	100	6,9±0,22	125,45	9,4±0,4	170,91	6,8±0,31	123,64
Метионин	3,5	100	4,8±2,3	137,14	9,3±0,9	265,71	6,0±0,3	171,43
Треонин	4,0	100	3,5±0,13	87,5	4,3±0,5	107,5	4,0±0,31	100,0
Фенилаланин + тирозин	6,0	100	10,3±1,9	171,67	14,1±2,7	235,0	11,5±2,4	191,67
Валин	5,0	100	6,1±0,9	122,0	7,4±0,7	148,0	6,3±2,2	126,0
Изолейцин	4,0	100	6,6±2,1	165,0	7,6±2,2	190,0	5,1±1,7	127,5

Дегустационная шкала оценки кефира

№ п/п	Показатель качества	Количество баллов				
		5	4	3	2	1
1	Консистенция	Однородная по всей массе, с ненарушенным сгустком.	Однородная, с ненарушенным или нарушенным сгустком	Однородная, с нарушенным сгустком; наблюдается незначительное отделение сыворотки	Неоднородная, с нарушенным сгустком; активное отделение сыворотки	Неоднородная, расслоившийся сгусток
		Однородная жидкость, без газообразования, вызванного действием микрофлоры кефирных грибков	Однородная жидкость с незначительным газообразованием	Однородная жидкость с наличием газообразования	Неоднородная жидкость, наблюдается значительное отделение сыворотки	Расслоившаяся масса, с плотным сгустком, нетипичный
3	Цвет	2 Молочно-белый, равномерный по всей массе.			1 Неравномерный по всей массе, со сгустками и отстоем сливок	
		Чистый, хорошо выраженный, кисломолочный, без посторонних запахов, очень типичный	Выраженный кисломолочный запах, без посторонних запахов, типичный	Слабовыраженный кисломолочный запах, присутствуют слабые дрожжевые запахи; типичный	Слабовыраженный кислый запах с посторонними неприятными запахами спирта и дрожжей, мало типичный	Неприятный кислый запах с дрожжевыми оттенками; нетипичный
4	Запах	Чистый, хорошо выраженный, кисломолочный, без посторонних привкусов. Слегка острый, допускается привкус дрожжей. Очень интенсивный	Чистый, выраженный, кисломолочный, без посторонних привкусов, интенсивный, слегка острый	Слабовыраженный кисломолочный вкус, среднеинтенсивный, острый	Слабо ощутимый вкус, с неприятными посторонними привкусами, кислотавый	Неприятный; интенсивный посторонний вкус; кислый
		Чистый, хорошо выраженный, кисломолочный, без посторонних привкусов. Слегка острый, допускается привкус дрожжей. Очень интенсивный	Чистый, выраженный, кисломолочный, без посторонних привкусов, интенсивный, слегка острый	Слабовыраженный кисломолочный вкус, среднеинтенсивный, острый	Слабо ощутимый вкус, с неприятными посторонними привкусами, кислотавый	Неприятный; интенсивный посторонний вкус; кислый

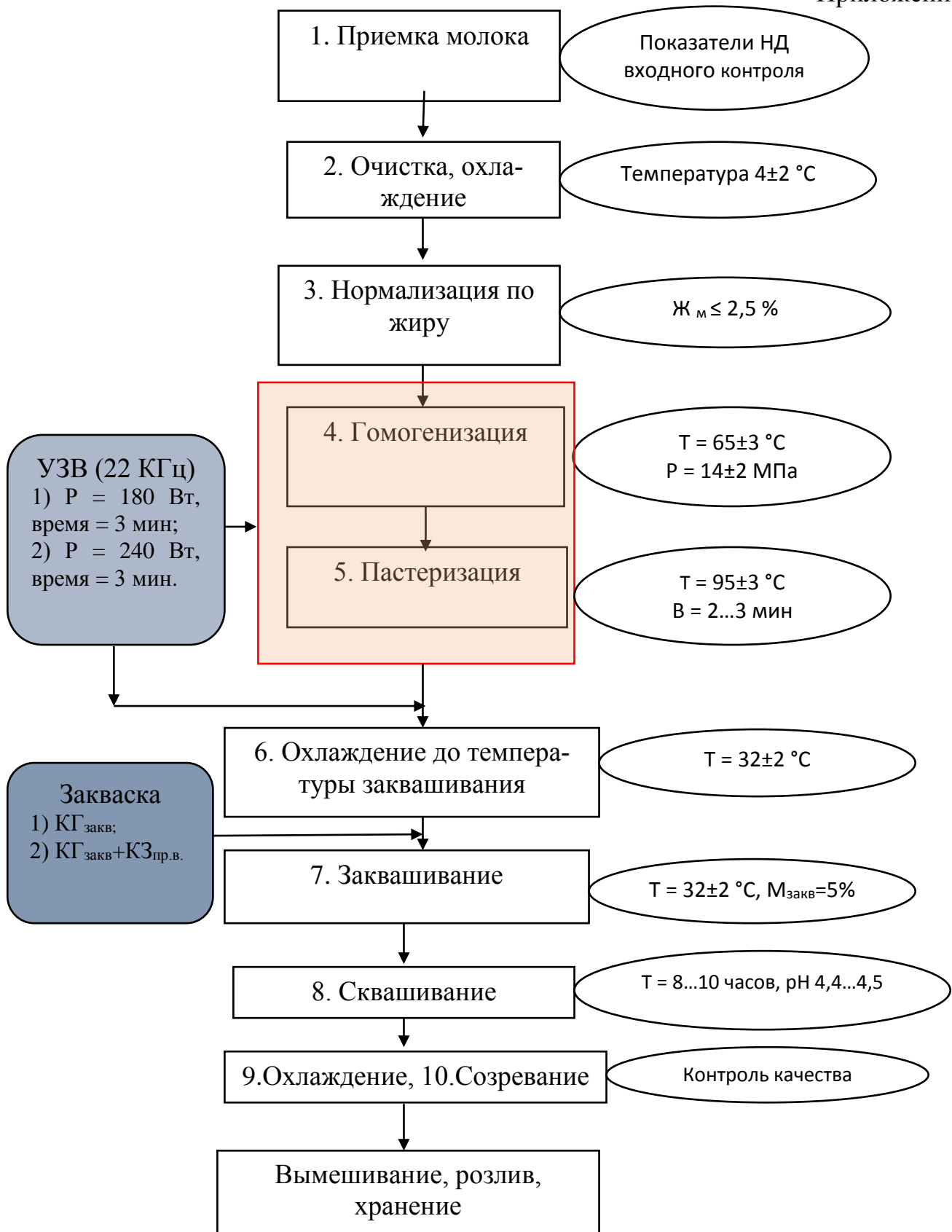


Рисунок – Технологическая схема производства кисломолочного напитка и кефира на основе УЗВ