



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Технологический факультет
Кафедра управления качеством и товароведение продукции

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская работа)
«Управление технологическими рисками на производстве
питьевого молока с применением ультразвуковой обработки»

по направлению 19.04.03 - «Продукты питания животного происхождения»

Зав. выпускающей кафедрой _____ д.т.н. профессор Дунченко Н.И.
(подпись, дата) ФИО

«Допустить к защите»
« ___ » _____ 20__ г.

Руководитель _____ д.т.н. профессор Дунченко Н.И.
(подпись, дата) ФИО

Магистрант _____ Сарбашев К.А.
(подпись, дата) ФИО

Рецензент _____ д.т.н. профессор Леонов О.А.
(подпись, дата) ФИО

Нормоконтроль _____ ст. преподаватель Гинзбург М.А.
(подпись, дата) ФИО

Москва, 2018 г.

Оглавление

1. Введение.....	4
2. Литературный обзор	6
2.1 Управление качеством и безопасностью молочных продуктов.	6
2.2. Пороки питьевого молока.....	12
2.3 Технологии производства молока с увеличенным сроком хранения.....	16
2.4 Теоретические аспекты использования УЗ обработки при производстве питьевого молока.....	19
2.4 Заключение по литературному обзору и задачи собственных исследований, актуальность и научная новизна.....	22
3. Материалы и методы	24
3.1 Общая схема исследований, объекты и инструменты качества.	24
3.1.1 Схема исследований	25
3.1.2 Объекты исследований.....	26
3.1.3 Используемые инструменты качества	26
3.2 Методы контроля стандартизованных параметров качества молока.....	26
3.3 Разработка интегральных методов контроля качества молока.....	27
3.3.1 Оптимизация метода исследования микроструктуры молока	27
3.3.2 Оптимизация метода исследования реологических характеристик молока на приборе «Структурометр СТ-2».....	29
3.3.3 Оптимизация метода экспресс- оценки цветометрических показателей молока на приборе Chroma meter CR410.....	32
3.5 Моделирование опытной УЗ установки для обработки сырого молока.....	42
3.5.1 Описание конструкции опытной УЗ установки.....	46
3.5.2 Разработка метода контроля работы установки путем измерения амплитудно- частотных характеристик.....	48
4. Исследования эффективности применения УЗ обработки с использованием опытной установки.	50
4.1 Изучение влияния УЗ обработки на параметры молока;.....	50

4.2 Оценка влияния УЗ обработки на технологические риски сырого молока и разработка ППМ при использовании УЗ обработки сырого молока и готового продукта;	53
5. Разработка рекомендаций по использованию УЗО сырого молока.	55
5.1 Разработка ТУ на питьевое молоко, произведенное с применением УЗ обработки;	55
5.2 Разработка плана ХАССП при производстве питьевое молоко с применением УЗ обработки;	55
5.2.1 Выявление и анализ опасных факторов	55
5.2.2 Определение критических контрольных точек	57
5.2.3 Разработка плана ХАССП	68
6. Заключение и выводы по проделанной работе;	71
Список литературы	72
Приложения	76
Приложение А.....	76
Приложение Б	79
Приложение В.....	85

1. Введение

Молочные продукты, а в частности молоко питьевое являются важнейшим компонентом полноценного рациона питания населения. Питьевое молоко источник минеральных элементов, имеет выраженное общеукрепляющее воздействие на организм взрослого человека и является необходимым продуктом для организма ребенка. На протяжении многих веков развития человечества молоко является важным продуктом питания.

В современном мире в условиях жесткой рыночной конкуренции молочные продукты производят с применением различных новых технологий: применяют новые технические решения в машино-аппаратурных схемах, используют новые улучшители технологических свойств, вкусовых свойств продукции, применяют добавки-обогазаторы для улучшения функциональных свойств молочных продуктов.

Сравнительно новым веянием в технологии обработки молока является ультразвуковая обработка молока или озвучивание молока. Использование ультразвука в обработке уже сейчас применяется для формирования ряда новых продуктов, которые невозможно получить классическими методами обработки. «Озвучивание» сырого молока способно оказывать существенное влияние на микробиологию и структурные свойства молока. При этом, такая технология предполагает низкую стоимость реализации, что может повысить экономическую эффективность производства молочных продуктов как бизнес процесса[13].

Применение ультразвука в молочной промышленности, пока только исследуемая тематика. Важнейшим этапом разработки любой новой технологии является создание принципов управления качеством протекания процессов в данной технологии, путем формирования теоретических представлений о процессе, определении критических контрольных точек, обозначении пределов. Итогом такой работы является разработка

концептуальной системы качества применимой к процессам данной технологии.

Данная работа имеет целью сформировать концепцию управления рисками при производстве молока с использованием ультразвуковой обработки.

2. Литературный обзор

2.1 Управление качеством и безопасностью молочных продуктов.

Управление качеством и безопасностью в первую очередь обеспечивается государством с использованием технического регулирования.

С момента вступления РФ в Таможенный союз, техническое регулирование имеет смысл рассматривать именно как функцию действующую в Едином экономическом пространстве.

Основополагающим элементом, нацеленным на интеграцию в Таможенном союзе и Едином экономическом пространстве, и наиболее важным направлением деятельности Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) является техническое регулирование.

С точки зрения терминологии в рамках Таможенного союза техническое регулирование понимается как правовое регулирование отношений в области разработки и применения технической документации, предъявляющей требования к продукции, в области оценки (подтверждения) соответствия, государственного контроля (надзора), которое осуществляется в соответствии с международными договорами и законодательством государств- членов данного союза;

В основе технического регулирования стран таможенной зоны лежит европейский опыт в данной сфере. Современная европейская концепция является либеральной моделью межгосударственной торговли, которая направлена на снятие торговых барьеров, что в свою очередь обеспечит свободное движение товаров путем установления единых обязательных требований к продукции в технических регламентах Таможенного союза.

Данные технические регламенты, как правило, содержат требования к продукции, связанные с требованиями к продукции процессы производства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, утилизации, а также правила идентификации, формы, схемы и процедуры оценки (подтверждения) соответствия.

Основным техническим регламентом в области пищевой промышленности является ТР ТС «О безопасности пищевой продукции» [2]. Данным документом регулируется выпуск безопасной пищевой продукции на территории стран, входящих в Таможенный союз.

Технический регламент является базой «Пищевого кодекса» стран Таможенной зоны. Данный кодекс представляет собой совокупность требований к производству, хранению, транспортированию и реализации продуктов питания на территории Таможенного пространства.

ТР ТС «О безопасности пищевой продукции» устанавливает только общие требования, а требования направленные на отдельные группы продукции содержат «вертикальные» регламенты.

Резюмируя, можно заключить, что нормы технического регулирования таможенного союза главенствуют и дополняют нормы технического регулирования принятые во внутреннем законодательстве стран участников.

В РФ во «внутреннем» законодательстве действуют несколько актов, это в первую очередь ФЗ «О техническом регулировании», который соответственно регламентирует необходимость и нормы технического регулирования применительно к различным отраслям промышленности. Далее, ФЗ №29 с изменениями на 13 июня 2015 года «О качестве и безопасности пищевых продуктов», устанавливает отношения в области

обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов, в частности вводит терминологию, устанавливает полномочия РФ в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов, меры ответственности за нарушения данного закона, регламентирует общие требования к качеству и безопасности пищевых продуктов.

Данный ФЗ, гармонирует с ФЗ «О защите прав потребителей», в котором регламентировано право потребителей на качество и безопасность продукции.

Таким образом в настоящий момент техническое регулирование обеспечивается техническими регламентами таможенного союза, которые дополняют внутренние стандарты на пищевые продукты.

Основной технический регламент таможенного союза, регулирующий обращение пищевых продуктов, как уже было указано выше – это ТР ТС 021. Выполнение требований данного технического регламента, обязательное условие для всех производителей пищевых продуктов.

В данном регламенте регламентируется применение производителями для управления качеством и безопасностью пищевых продуктов систем менеджмента качества основанных на принципах ХАССП.

Принципиальный механизм действия ХАССП – выявление критических контрольных точек в процессах производства и их мониторинг. Такие точки являются маркерами процессов образующих безопасность продукции. Дополнительно применяется система предварительных предупреждающих мероприятий для еще большей минимизации рисков.

Регулируя параметры процессов, производители должны добиваться соответствия показателей качества и безопасности получаемой продукции нормам регламентированным в стандартах.

В настоящее время, нормы относительно питьевого молока устанавливаются ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». [3]

Данный регламент устанавливает определение термина «питьевое молоко»:

«"питьевое молоко" - молоко цельное, обезжиренное, нормализованное, обогащенное - молочный продукт с массовой долей молочного жира менее 10 процентов, подвергнутый термической обработке, как минимум пастеризации, без добавления сухих молочных продуктов и воды, расфасованный в потребительскую тару;»

Данный регламент устанавливает правила идентификации для молочных продуктов.

Регламентируются так же следующие нормы для молока питьевого:

«Уровни содержания в молочной продукции, предназначенной для выпуска в обращение на таможенной территории Таможенного союза, токсичных элементов, потенциально опасных веществ, микотоксинов, антибиотиков, пестицидов, радионуклидов, микроорганизмов и значения показателей окислительной порчи не должны превышать уровней, установленных в приложениях N 1-4 к техническому регламенту Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции" (ТР ТС 021/2011) и в приложении N 4 к настоящему техническому регламенту.»

«Уровни содержания микроорганизмов в молочной продукции не должны превышать допустимые уровни, установленные в приложении N 8 к настоящему техническому регламенту.»

«Органолептические показатели идентификации продуктов переработки молока установлены в приложении N 3 к настоящему техническому регламенту.»

«Физико-химические и микробиологические показатели идентификации молочной продукции установлены в приложении N 1 к настоящему техническому регламенту.»

«Молочная продукция, предназначенная для реализации, должна быть расфасована в упаковку, соответствующую требованиям технического регламента Таможенного союза "О безопасности упаковки" (ТР ТС 005/2011) и обеспечивающую безопасность и сохранение потребительских свойств молока и молочной продукции требованиям настоящего технического регламента в течение срока их годности.»

«Каждая упаковка молочной продукции должна иметь маркировку, содержащую информацию для потребителей в соответствии с разделом XII настоящего технического регламента.»

«Оценка (подтверждение) соответствия молока и молочной продукции требованиям настоящего технического регламента осуществляется в следующих формах:

а) декларирование соответствия;

б) государственная регистрация продуктов детского питания - в соответствии с требованиями технического регламента Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции" (ТР ТС 021/2011);

в) государственная регистрация молочной продукции нового вида - в соответствии с положениями технического регламента Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции" (ТР ТС 021/2011);

г) ветеринарно-санитарная экспертиза сырого молока, сырого обезжиренного молока и сырых сливок, поставляемых на предприятие для дальнейшей переработки.»

Кроме технического регламента ТС нормы качества и безопасности на питьевое молоко регламентируются:

- Межгосударственным стандартом ГОСТ 31450-2013 Молоко питьевое. Технические условия;
- ГОСТ 32252-2013 Молоко питьевое для питания детей дошкольного и школьного возраста. Технические условия;
- ГОСТ 33478-2015 Молоко питьевое обогащенное. Общие технические условия;
- ГОСТ Р 56580-2015 Молоко питьевое для питания беременных и кормящих женщин. Технические условия.

Все перечисленные стандарты построены по общему принципу и регламентируют термины и определения в соответствии с областью применения, классификацию продукции, технические требования к продукции, правила приемки и транспортировки продукции, а так же методы контроля технических требований.

Сырьем для производства молока питьевого в соответствии с ГОСТ 31450-2013 «Молоко питьевое. Технические условия» является соответственно сырое молоко коровье.

ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» регламентирует определение сырого молока которое звучит следующим образом:

«"сырое молоко" - молоко, не подвергавшееся термической обработке при температуре более 40°С или обработке, в результате которой изменяются его составные части».

Дополнительно технические нормы по сырому молоку регламентируются ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия».

Так как главенствующую роль в нормировании показателей качества занимает технический регламент, в данной работе будет использоваться именно он.

ТР ТС 033/2013 на молоко и молочные продукты регламентирует для питьевого молока следующие нормы и правила[3]:

- Физико-химические и микробиологические показатели регламентированные в ТР ТС 033/2013 (Приложение А. Таблица 1).
- Органолептические показатели качества для молока питьевого (Приложение А. Таблица 2).
- Допустимые уровни содержания микроорганизмов, то есть микробиологические показатели качества (Приложение А. Таблица 3).

Несоответствие приведенным нормам, как результат нарушения технологии, в общем случае приводит к возникновению специфических несвойственных данному продукту в нормальном состоянии признаков. Такие признаки называют пороки продукции.

2.2. Пороки питьевого молока

Результатом неконтролируемого воздействия факторов риска на производственный процесс может стать превышение установленных допусков в ключевых точках технологического процесса. Что обернется возникновением несоответствующей продукции.

Такая продукция характеризуется как продукция способная нанести вред при использовании потребителем. Пороки продукции – это типовые для конкретного вида продукции несоответствия.

Пороки питьевого молока подразделяются по видам:

- Пороки консистенции

- Пороки цвета
- Пороки вкуса

Объективный анализ, требует применения специальной аппаратуры контроля, поэтому целесообразно рассматривать пороки молока в привязке к инструментальным методам с помощью которых можно их однозначно идентифицировать.

Пороки, определяемые реометрически:

- Густая консистенция – результат деятельности молочнокислых бактерий. Изменяется вязкость молока[21].
- Тягуче и слизистое молоко – результат деятельности гнилостных бактерий. Изменяется вязкость и поверхностное натяжение молока[21].
- Избыточно пенистое молоко – результат воздействия избыточного количества дрожжей[15].
- Расслоение молока – отслоение жировой фазы при хранении, в следствии недостаточной гомогенизации[12].

Пороки молока определяем цветометрически:

- Желтый оттенок молоку придает растворенный в жире каротин, а так же пигменты, которые имеют кормовое происхождение. Желтая пигментация молока может быть следствием применения в кормах большого количества моркови и кукурузы. Слабый желтоватый оттенок молока является по существу нормой. Такой оттенок особенно проявляется в молозивный период, который продолжается от 7 до 10 дней после отела.
- Яркий желтый оттенок молока может свидетельствовать о заболевании коровы лептоспирозом, в острой форме появляется красный оттенок, вызванный примесью крови.

- Голубой оттенок может свидетельствовать о низком содержании жировой фазы в молоке. Такой оттенок может так же появиться в результате фальсификации молока, как результат преднамеренного разбавления молока водой.
- Розовый-красный оттенок свидетельствует о кровоизлиянии в молочных ходы, что в любом случае свидетельствует о возникновении несоответствия, в результате патологического состояния дойной коровы и требует терапевтического воздействия. Красный оттенок появляется при заболевании коровы пироплазмозом, пастереллезом, сибирской язвой и геморрагическим маститом, а также при нарушении правил машинного доения, когда после окончания молокоотдачи передерживают на сосках доильные стаканы.
- Красный оттенок, однако, так же как и желтый, может быть результатом влияния пигментов кормов. Скармливание коровам большого количества некоторых растений из семейства лютиковых, молочайных и хвощей придает молоку красноватый цвет. Свидетельствует об изменении рациона животных[7].
- Зеленоватый оттенок молока свидетельствует о высокой бактериальной обсемененности молока, может быть признаком ящура, иных заболеваний коров[7].
- По существу, любое отклонение цвета молока является маркером каких либо изменений.

Микробиологические пороки молока

- Повышенная кислотность и свернувшийся белок – вторичная обсемененность молока в результате возможного нарушения герметичности в одной из систем обработки. Повышенное содержание микроорганизмов.

- Низкая кислотность, появление горького привкуса – Недостаточность температурного режима стерилизации молока.
- «Бомбаж» молочной тары – попадание сторонней микрофлоры в молоко и как следствие интенсивное газообразование. Нарушение асептического режима фасовки.

Отдельно следует рассматривать технологические пороки, как пороки, вызванные условиями проведения технологических операций процесса производства молока.

- Посторонние привкусы молока – молоко хорошо адсорбирует любые запахи, поэтому технологические операции должны производиться в аппаратах, поверхности которых изготовлены из материалов максимально инертных к молоку. Например в случае использования недостаточно луженой тары, в молоке может появиться металлический привкус.
- Салистый прикус - возникает в результате продолжительного воздействия на молоко ультрафиолетового излучения.
- Пригорелый и дымный привкус – результат возникновения в оборудовании зон с неравномерным, завышенным температурным режимом.

Анализируя приведенные выше пороки молока, можно заключить, что ключевым влияющим на молоко фактором является микробиологический фактор.

Эта специфика обуславливает применение различных дробных режимов тепловой обработки молока. Выработка питьевого молока по технологии «увеличенного срока хранения» или ESL требует поэтапной обработки молока с различными температурными режимами.

К другим способам производства питьевого молока так же относится производство методами ультрапастеризации, бактофугирования, ультрафильтрации. Рассмотрим их подробнее ниже.

2.3 Технологии производства молока с увеличенным сроком хранения.

Конкурентоспособность молока обуславливается тремя составляющими – сроком хранения, функциональными свойствами и вкусовыми характеристиками.

Традиционный способ обработки молока - тепловая обработка обладает определенными недостатками. Это либо довольно малый срок хранения в случае низкотемпературной обработки, либо частичная потеря функциональных, питательных и вкусовых свойств при высокотемпературной обработке, обеспечивающей длительный срок хранения[10].

Поэтому, задача технологических разработок в области обработки молока, сводится к поиску технологии обеспечивающей мягкий но при этом эффективный режим обработки.

Любой продукт питания, который был обработан в «щадящем» режиме и имеющий более долгий, чем обычный для него, срок хранения, считается продуктом ESL.

Концепция производства ESL продуктов (Extended Shelf Life, или «увеличенный срок хранения») предполагает воздействие нескольких факторов, влияющих на срок реализации качественно сохраненного продукта[16].

Фактор 1. Первичная обсемененность молока. Необходимо контролировать микробиологическую обсемененность сырья. Молоко поступающее на предприятие с высоким уровнем микробиологической обсемененности несет более высокий потенциальный риск, даже после

применения тепловой обработки. Поэтому следует использовать молоко с низким содержанием микроорганизмов.

Фактор 2. Подготовка оборудования и линий по приемке и хранению сырого молока. Необходимо уделять должное внимание обработке и очистке производственного оборудования, а особенно поверхностей непосредственно контактирующих с продуктом. При этом необходимо обеспечивать контроль отмывания от химических моющих средств.

Фактор 3. Предварительная тепловая обработка и хранение сырого молока. Предварительная тепловая обработка молока, позволяет существенно минимизировать микробиологические риски при производстве. Необходимо поддерживать специальный температурный режим при хранении сырого молока, но даже в этом случае, сроки хранения должны четко контролироваться.

Фактор 4. Вторичная тепловая обработка и очистка молока. В промежутках между стадиями переработки молока, необходимо так же обеспечивать специфический температурный режим, для уменьшения вероятности нарастания микробиологической обсемененности.

Фактор 6. Сохранение качества молока в процессе розлива. Важнейшим этапом определяющим качество продукта является обеспечение чистоты молока при розливе. Для этого должно быть использовано оборудование, обеспечивающее достаточную чистоту. Оптимально применение санитарных чистых помещений для разливающих линий[22].

Фактор 8. Хранение готового упакованного продукта. Хранение после розлива на молочном заводе, транспортировка при правильном температурном режиме, хранение в местах реализации.

Таким образом, для производства продукции по технологии ESL необходимо рассматривать всю цепочку – от получения сырого молока до реализации готовой продукции.

Существует три направления на достижение этих целей производства молока ESL. При этом каждая из таких технологий завершается асептическим розливом.

1. Ультрапастеризация полностью удаляет споры, однако вкус молока и качество некоторых производимых из него продуктов ухудшается[18].

2. Бактофугирование молока. При одно- или двукратном бактофугировании можно удалить до 95% бактерий и спор, что снижает риск возникновения пороков, но не предотвращает его полностью. Бактофугированное молоко отличается хорошими вкусовыми качествами, но срок хранения увеличивается всего лишь на несколько дней[11], так как в молоке остаются споры микроорганизмов.

3. Мембранная стерилизация молока в сочетании с требуемой законодательством пастеризацией обеспечивает срок хранения 21 день без изменения вкуса, состава молока и его функциональных свойств. Мембранная стерилизация молока удаляет все бактерии с помощью селективно проницаемых мембран, не влияя на состав молока. При этом количество спор и бактерий сокращается на 99,5%, а в сочетании с «легкой» пастеризацией – более чем на 99,99%. В результате покупатель приобретает молоко длительного хранения, в котором при сохранении вкуса и функциональных свойств содержится меньше бактерий по сравнению с обычным пастеризованным молоком, и исключена опасность вторичного обсеменения после пастеризации. Риск появления поздних пороков, а значит потерь, полностью исключен[10].

Однако, мембранная ультрафильтрация так же не лишена недостатков[28].

Основным элементом мембранной стерилизации является керамическая мембрана. В связи с тем, что молочный жир образует слой на поверхности мембран, препятствующий процессу, обрабатывается только обезжиренное молоко, в которое после мембранной стерилизации добавляется необходимое для нормализации количество стерилизованных сливок.

Мембранные установки требуют постоянного и качественного технического обслуживания[11].

УЗО, рассматриваемая ниже, может стать новым методом обработки молока для получения ESL продукции.

2.4 Теоретические аспекты использования УЗ обработки при производстве питьевого молока.

Ультразвуковое облучение используют в различных сферах промышленности:

1. Ультразвуковые очистители для проведения тонкой очистки сложных деталей.

2. Ультразвуковое воздействие применяется так же для интенсификации различных химических процессов. Например ультразвук применяют в качестве катализатора окислительных процессов.

Использование ультразвука в пищевых производствах – только зарождающаяся тенденция.

Ультразвуковыми называются упругие акустические волны, способные распространяться в материальных средах (твердых, жидких, газообразных) [10]. Частота ультразвуковых волн превышает частоты 20 кГц. Такие частоты не слышимы человеческим ухом. Ультразвуковые волны способны оказывать существенное воздействие на среды через которые они проходят.

Ультразвуковое излучение вызывает локальные сдвиговые деформации в структуре облучаемой среды. Упругость обеспечивает возвращение в исходное положение частиц среды, смещенных под воздействием внешних сил[25].

Ультразвук, как уже было сказано выше распространяется в виде волн. Выделяют продольные, поперечные, и стоячие ультразвуковые волны. В замкнутых емкостях с обрабатываемой средой, в результате отражения от границ раздела фаз, возникают так называемые «стоячие ультразвуковые волны», которые имеют в своей структуре крегерные точки - «пучности» - пиковые значения амплитуды и «узлы» - точки пересечения нуля[26]. В таких крегерных точках, наиболее интенсивно возникает явление акустической кавитации [5, 12]. Стоячая волна представлена на рисунке 1.

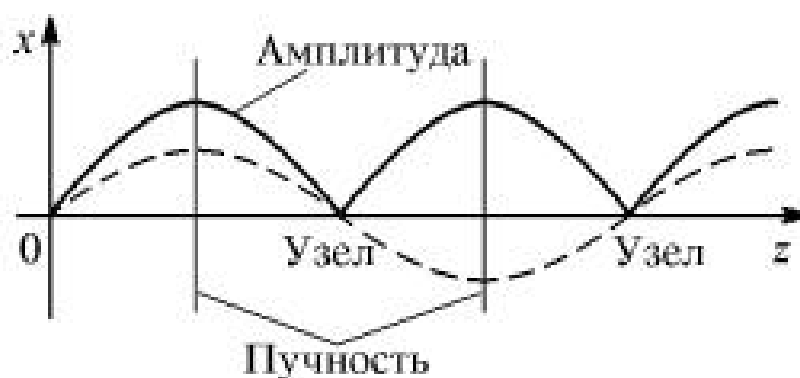


Рисунок 1. Стоячая ультразвуковая волна[24]

Кавитация – это процесс возникновения микропузырьков вакуума в толще среды, под действием сдвиговых напряжений формируемых ультразвуковой волной. Такие пузырьки, являются достаточно агрессивной средой - они заполнены парами самой жидкости, причем температура внутри пузырька может достигать 1500С [24]. Продолжительность существования такого пузырька крайне мала – порядка доли секунд. Пузырьки схлопываются, порождая интенсивные перепады давления и локальный нагрев окружающей среды. Перепады давления, возникающие

при схлопывании кавитационных пузырьков, способны разрушать не только твердые и жидкие тела, но и многие биообъекты, в частности микроорганизмы [1, 24, 31].

Явление кавитации тесно взаимосвязано с образующейся стоячей волной. Узлы и пучности стоячей волны четко локализованы в пространстве.

Биологическое действие ультразвуковых волн связывают как раз с явлением кавитации [1]. Действие УЗ может приводить к существенному изменению механических, электрических и иных свойств клеточных мембран, а также к нарушению внутреннего состава клеток и изменению концентраций веществ, растворенных в цитоплазме [18, 23, 28, 31]. Установлено, что наиболее эффективное воздействие оказывают низкие частоты [18, 34]. Однако даже при низких частотах максимальное механическое повреждение и гибель клеток происходят только при достаточно мощности ультразвукового излучения, составляющего порядка 10-20 Вт/см² [28]. Такая мощность может обеспечить достаточное количество кавитационных флуктуаций.

Существуют данные подтверждающие эффективность воздействия УЗ на микробиологию молока[31]. Однако, установлено, что применение УЗО способствует снижению микробиологической обсемененности только на 95%.

Другой аспект применения УЗО при обработке молока и молочной продукции, это потенциальное воздействие на микроструктуру молока. УЗО способствует самосепарации в структуре молока и может быть использовано как способ предварительной очистки[23].

2.4 Заключение по литературному обзору и задачи собственных исследований, актуальность и научная новизна.

Питьевое молоко пищевой продукт имеющий стратегическое значение и технические нормы устанавливающие его качество должны быть точными и не допускать различных трактов. В процессе разбора норм, регламентируемых в ГОСТ и ТР ТС, обнаруживается некоторая разница в показателях качества и в частности в применяемых параметрах качества молока питьевого.

Данная особенность – область дальнейших работ комиссии таможенного союза по гармонизации норм ТР ТС и норм регламентированных действующим законодательством стран участников таможенного союза.

Ключевые факторы риска при производстве питьевого молока имеют микробиологическое происхождение и основная цель технологических операций производства питьевого молока – снижение содержания микроорганизмов в молоке с сохранением при этом функциональных и вкусовых потребительских свойств[5].

Как видно из приведенного обзора технологий производства питьевого молока с повышенным сроком хранения, самым перспективным направлением является производство питьевого молока с применением ультрафильтрации. С последующей дополнительной тепловой обработкой. Однако применение ультрафильтрации сопряжено с использованием селективно проницаемых мембран и не лишено некоторых недостатков. В частности, это связано с износом и засором фильтров. Ультрафильтрация уничтожает бактериальную среду на 99,90%, и требует дополнительной обработки молока температурным воздействием[7].

Рассмотренный экспериментальный способ обработки молока ультразвуковым излучением представляется не менее эффективным чем способ ультрафильтрации. Применение ультразвуковой обработки может быть более экономичным[27]. Ультразвуковая обработка так же может использоваться как вспомогательная на других стадиях производства молока, например, при подготовке сырья или при облучении уже готового продукта прямо в упаковках. Это возможно, благодаря сравнительно низкой технологической сложности такого метода.

Вариантом использования ультразвуковой обработки может стать комплексное применение с методом ультрафильтрации.

Такой метод кажется перспективным для дальнейших исследований возможности его применения. Важным этапом в формировании практики применения ультразвукового метода является разработка системы обеспечения качества и безопасности с учетом специфических факторов такого типа обработки.

3. Материалы и методы

3.1 Общая схема исследований, объекты и инструменты качества.

Задача исследования методов управления рисками начинается с изучения технологии и выявления критических контрольных точек для анализируемых процессов. В виду чего, в данном случае необходимо смоделировать технологическую операцию обработки молока ультразвуком, с тем, что бы используя датчиковую аппаратуру осуществить выявление параметров процесса и определение пределов.

Ультразвуковая обработка, являясь технологией применяемой пока еще на малом количестве производств, требует изучения и рассмотрения с позиции влияния на пробы различных типов продукции.

Следующим шагом является определение значимых параметров качества питьевого молока и разработка перечня критических контрольных точек с учетом выявленных особенностей процесса обработки питьевого молока ультразвуком.

Заключительным этапом работы является разработка системы управления рисками при производстве молока питьевого, обработанного ультразвуком.

Цель исследования:

Сформировать концепцию управления рисками при производстве молока с использованием ультразвуковой обработки.

Задачи:

- Оптимизировать методы и средства определения физико-химических, в том числе реологических характеристик молока.
- Сформировать исходные требования на разработку опытной информационно-измерительной системы мониторинга ультразвуковой

обработки молока (ИИС УЗОМ), выполнить натуральный образец и произвести испытания.

- Предложить схему применения УЗО при производстве ESL молока методом ультрафильтрации.
- Предложить концепцию управления рисками при производстве питьевого молока ESL с применением УЗО –
 - разработка ТУ;
 - системы управления рисками на базе концепции ХАССП;

3.1.1 Схема исследований

Блок-схема исследований приведена на рисунке 2:



Рисунок 2. Схема исследований

3.1.2 Объекты исследований

Для проведения исследований в этой работе было использовано следующее сырье:

- Молоко сырое по ГОСТ 31449-2013;
- Молоко нормализованное, пастеризованное с м.д.ж. 3,2%

Данное сырье было получено в ходе прохождения производственной практики на предприятии АО «Вимм-Биль-Данн»

Так же использовалось

- Молоко пастеризованное с м.д.ж. 3,2% «Домик в деревне»
- Молоко пастеризованное с м.д.ж. 1,5% «Домик в деревне»
- Кефир «Домик в деревне» с м.д.ж. 3,6%
- Ряженка «Домик в деревне» с м.д.ж. 3,5%

3.1.3 Используемые инструменты качества

Для разработки рекомендаций по использованию УЗО при производстве молока питьевого использовались следующие инструменты качества:

- Диаграмма сродства
- Квалиметрический анализ
- Декомпозиция процессов (IDF0 диаграмма)
- FMEA анализ

3.2 Методы контроля стандартизованных параметров качества молока

Для контроля качества обрабатываемого молока использовали приборы экспрессной оценки параметров качества молока, регламентированных техническим регламентом таможенного союза:

- Содержание жира
- СОМО

- Плотность
- Вода
- Белок
- Лактоза
- Соли
- Температура замерзания

Использовали прибор Лактан 1-4 и Лактоскан СП (Рисунок 2).



Рисунок 3. Приборы экспресс контроля качества молока Лактан 1-4 и Лактоскан СП

3.3 Разработка интегральных методов контроля качества молока.

3.3.1 Оптимизация метода исследования микроструктуры молока

Исследование микроструктуры молока позволяет получить интегральную экспрессную оценку правильности протекания технологических процессов очистки молока и гомогенизации. На основании разработанного метода возможен экспрессный контроль содержания жировой фазы в пробе молока.

Для исследования микроструктуры и оценки гранулометрического состава пищевых сред применяли информационно-измерительную систему

(ИИС) на базе прибора «ГИУ-1» (разработка МГТУ им. Баумана, Россия) (Рисунок 3).

Данная ИИС позволяет измерять характеристики полидисперсных сред с максимальным размером частиц в 500 мкм.

Принцип действия прибора ГИУ-1 основан на проведении микрофотографирования исследуемой пробы, с последующим подсчетом частиц и оценки их размеров в специализированном ПО. В ходе измерения получают гистограмму распределения частиц по размерам с шагом до 2 мкм.

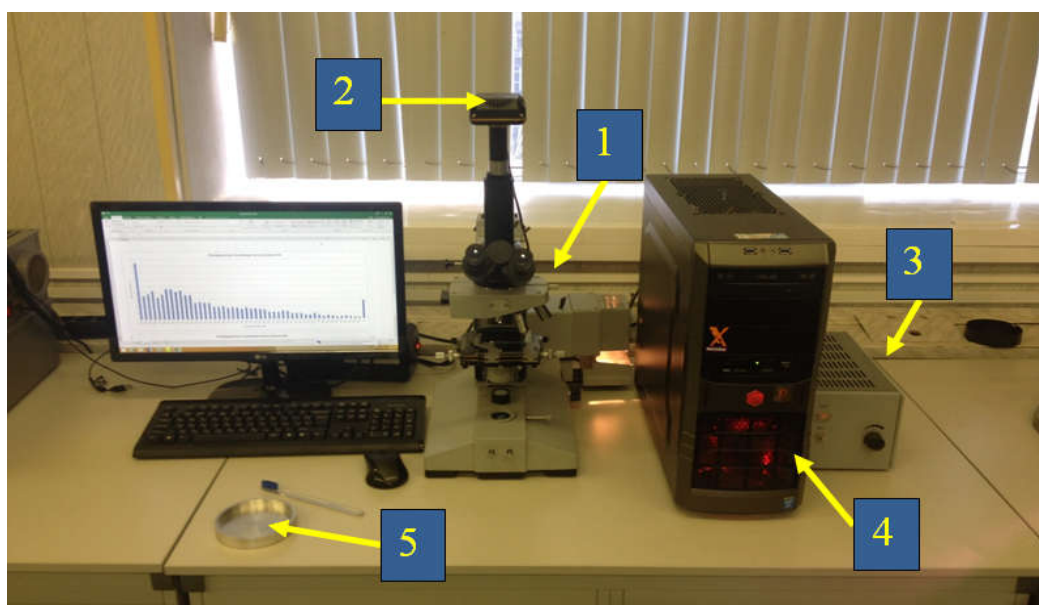


Рисунок 4. ИИС оценки гранулометрического состава на базе прибора ГИУ-1 (1- Микроскоп БИОЛАБ; 2- Камера для электронной микроскопии; 3 - Блок питания освещения; 4 - ПК; 5 - Кювета и зубная щетка)

Основные положения данного метода, а также последовательность проведения эксперимента, установка и настройка прибора «ГИУ-1» описаны в разработанной методике (Приложение Б).

Характерная кривая распределения частиц по размерам представленная на рисунке 4.

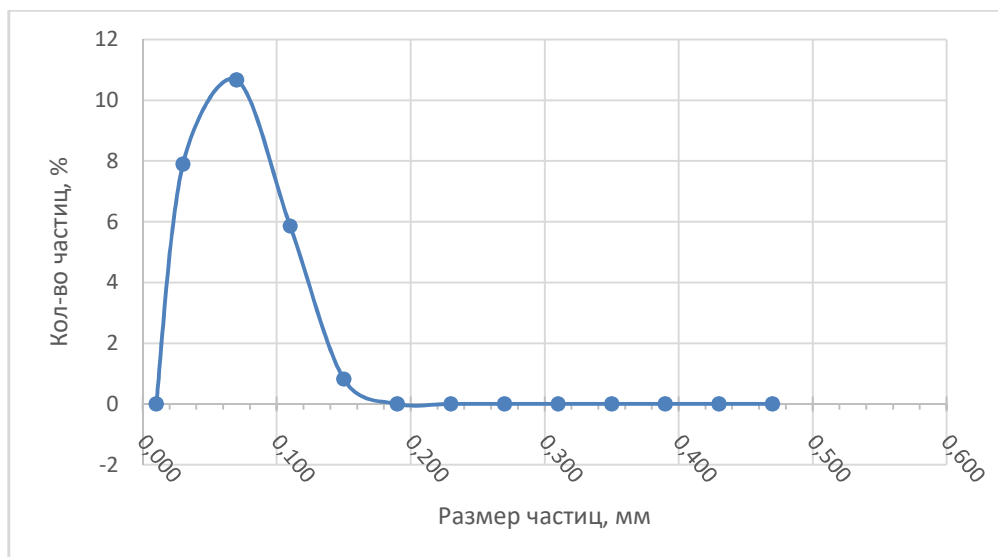


Рисунок 5. Характерная кривая распределения частиц по размерам (График распределения жировых шариков сырого молока, полученный в ходе измерения на ИИС ГИУ-1)

3.3.2 Оптимизация метода исследования реологических характеристик молока на приборе «Структурометр СТ-2»

Применение реометрии к молоку позволяет оценить структурные свойства молока и выявить возможное влияние их на качество последующих продуктов переработки.

Молоко – полифазная система. Основой является жидкая фаза сыворотки в которой растворена жировая фаза представленная жировыми шариками, белковая фаза представленная цепочками белков, белковыми агломератами, фаза сухого остатка представленная некоторыми минеральными веществами и сахарами. Молоко находится в постоянных биохимических превращениях, этому способствуют содержащиеся в нем ферменты, внешние факторы среды и микрофлоры.

Именно поэтому для молока целесообразно применение метода исследования, позволяющего интегрально оценить систему, т.е.

исследования реометрического, а не только измерения аналитических параметров качества.

Молоко – жидкость, соответственно ему присущи такие параметры как вязкость, плотность, а так же поверхностное натяжение.

Вязкость молока зависит от содержания компонентов молока и их агрегатного состояния. Вязкость молока зависит главным образом от содержания казеина и жира, дисперсности мицелл казеина и шариков жира, степени их гидратации и агрегирования. Содержание сывороточных белков и лактозы незначительно влияют на вязкость молока. В процессе технологических операций, вязкость молока повышается. Это происходит в результате укрупнения белковых частиц, увеличения дисперсности жира.

Известно, что вязкость молока при 20 °С равна $1,8 \cdot 10^{-3}$ Па*с.

Поверхностное натяжение молока σ (сила, действующая на единицу длины границы раздела фаз молоко - воздух) ниже поверхностного натяжения воды ($72,7 \cdot 10^{-3}$ Н/м) и при 20 °С равно около $5 \cdot 10^{-3}$ Н/м. Более низкое по сравнению с водой значение σ объясняется наличием в молоке поверхностно- активных веществ (ПАВ) - фосфолипидов, белков, жирных кислот и т. д. [2]

Для реометрической оценки молока использовали текстурометр «Структурометр СТ-2».

Текстурометр «Структурометр СТ-2» является отечественным аналогом зарубежного прибора ТА.ХТ. И представляет собой универсальную реометрическую информационно-измерительную систему. Принципиальное устройство прибора представлено на рисунке 6 – ключевые элементы – сервопривод, тензометрическая балка и блок АЦП (Аналого-цифрового преобразования) для коммутации с подключенным ПК.

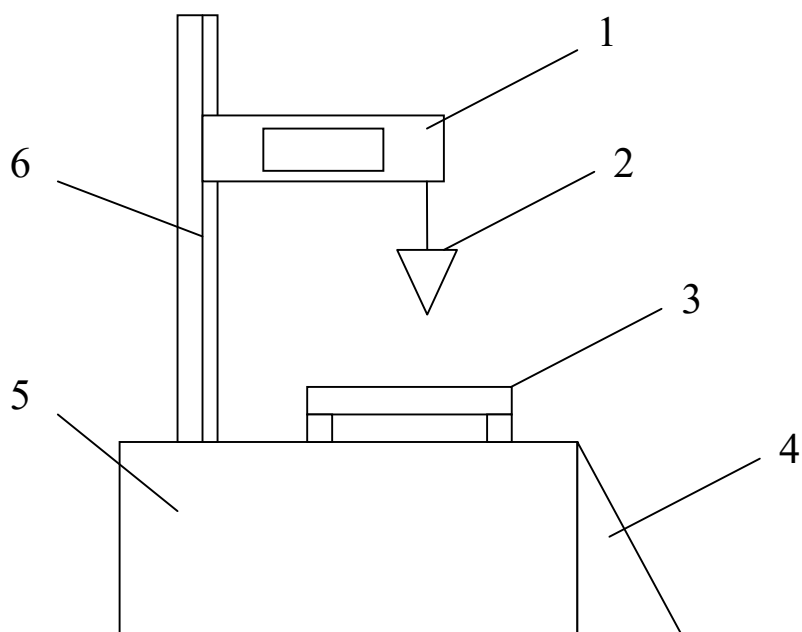


Рисунок 6. Принципиальная схема текстурометра СТ-2. 1 – Тензометрический датчик, 2 – Индентор, 3 – Рабочая поверхность/столик, 4 – Панель управления прибора, 5 – Корпус прибора, 6 – Подвижная станина.

Измерения на приборе производятся с помощью варирования насадок (инденторов) и столиков держателей соответственно исследуемому продукту и характеристикам.

Принципиальная методика исследования молока основывается на исследовании вязкости предложенной Геплером. Классическая методика базируется на представлении жидкости как многослойной системе, в которой каждый слой взаимодействует с другим, препятствуя его движению. Таким образом, что бы измерить вязкость достаточно измерить силу сопротивления сдвига слоев. Для этого в трубку заполненную исследуемой жидкостью опускают шарик и измеряют время за которое он опускается на дно трубки. Зная время, длину трубки и размеры шарика вычисляют сопротивление сдвигу слоев жидкости.

В приборе текстурометр «Структурометр СТ-2» процесс измерения производят автоматически. Индентор шар представляющий из

себя металлический шарик, закрепленный на штоке, погружают с заданной скоростью в трубку, заполненную исследуемой жидкостью. В ходе погружения в жидкость измеряют сопротивление продвижению шарика в жидкости. Во время реверсивного движения шарика из жидкости в верхней его точке соприкосновения с жидкостью возможно измерение поверхностного натяжения исследуемой пробы.

Характеристическая кривая представлена на рисунке 7.

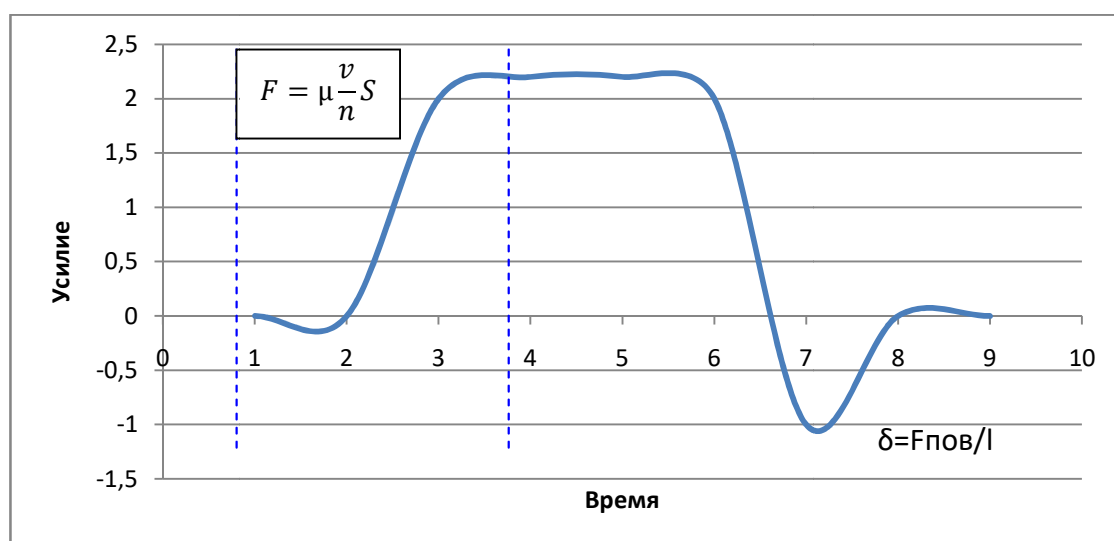


Рисунок 7. Характеристическая кривая изменения усилия при внедрении и извлечении индентора шар из пробы молока, полученная при измерении на текстурометре «Структурометр СТ-2»

На основании проведенных исследований можно построить реологическую модель молока.

3.3.3 Оптимизация метода экспресс-оценки цветометрических показателей молока на приборе Chroma meter CR410.

Приемка молока на предприятиях производящих молочные продукты является ключевым этапом обеспечения качества продукции. На этом этапе принимается решение о пригодности молока к применению на производстве, формируются режимы дальнейшей обработки молока.

Сегмент отечественных предприятий производящих сырье для молочной продукции, представленный фермерскими хозяйствами, зачастую пренебрегает проведением аналитических исследований своей продукции, полагаясь на лаборатории входного контроля предприятий перерабатывающего сегмента. Так происходит во многом, в следствии сложности и невозможности оперативного применения классических арбитражных методик.

Выходом из сложившейся ситуации может стать применение специфических косвенных интегральных методов контроля. В данной работе рассматриваются перспективы применения цветометрических исследований молока, как средства оперативного выявления продукции с высоким риском несоответствия.

Специфический цвет молока, как поликомпонентного продукта, обуславливается как фазой, так и средой. Дисперсионная фаза, представлена коллоидными частицами белка – мицеллами казеина и жировыми шариками, которые рассеивают свет. Дисперсионная среда, представлена растворителем - водой. Изменение качества, состояния жировой и белковой фазы молока, в частности изменение содержания этих компонентов в молоке, и степени их дисперсности, отражается на цветометрических характеристиках молока[7,8].

Оттенки цвета молока могут быть следствием влияния различных, в том числе критически значимых факторов. Например, изменение оттенка цвета сырого, только что полученного молока могут быть признаками заболеваний дойных коров.

Желтый оттенок молоку придает растворенный в жире каротин, а так же пигменты, которые имеют кормовое происхождение. Желтая пигментация молока может быть следствием применения в кормах большого количества моркови и кукурузы. Желтоватый оттенок молока

является по существу нормой. Такой оттенок особенно проявляется в молозивный период, который продолжается от 7 до 10 дней после отела.

Яркий желтый оттенок молока может свидетельствовать о заболевании коровы лептоспирозом, в острой форме появляется красный оттенок, вызванный примесью крови.

Голубой оттенок может свидетельствовать о низком содержании жировой фазы в молоке. Голубой оттенок может так же появиться в результате фальсификации молока, как результат преднамеренного разбавления молока водой.

Розовый-красный оттенок свидетельствует о кровоизлиянии в молочных ходы, что в любом случае свидетельствует о возникновении патологического состояния дойной коровы и требует терапевтического воздействия. Красный оттенок появляется при заболевании коровы пироплазмозом, пастереллезом, сибирской язвой и геморрагическим маститом, а также при нарушении правил машинного доения, когда после окончания молокоотдачи передерживают на сосках доильные стаканы.

Красный оттенок, однако, так же как и желтый, может быть результатом влияния пигментов кормов. Скармливание коровам большого количества некоторых растений из семейства лютиковых, молочайных и хвощей придает молоку красноватый цвет.

Зеленоватый оттенок молока свидетельствует о высокой бактериальной обсемененности молока, может быть признаком ящура, иных заболеваний коров[7].

Цвет молока так же является самостоятельной характеристикой состояния молока как системы.

Исследование [3] подтверждает взаимосвязь цветометрических параметров молока и параметров равновесной газовой фазы молока (РГФ).

Совмещение исследований цвета и газовой фазы молока позволяет выявить нарушения и фальсификацию при производстве молока, предварительно оценить содержание легколетучих соединений молока, влияющих на органолептику.

Зарубежные авторы так же указывают на возможность экспресс детектирования молока с нарушением технологии или фальсификацией по цветометрическим измерениям, содержанием антибиотиков [4,5]. Существуют так же данные указывающие на взаимосвязь колориметрических параметров сырого молока и активности содержащейся в нем липазы и эстеразы[6].

Как видно, в каждый случай изменения цвета молока требует установление причин, однако каждый такой случай может свидетельствовать о, возможно критическом, изменении качества молока. Метод колориметрического исследования сырья и продукции, так же привлекателен, благодаря простоте применения и возможности быстро произвести анализ. Таким образом, оперативный контроль изменений цвета может стать маркером для выявления влияния критических факторов при производстве молока и молочных продуктов, еще на фермерских хозяйствах.

Теория цвета

Принцип измерения цветометрических характеристик сырья или продукции заключается в измерении интенсивности отраженного от поверхности объекта света в заданных диапазонах спектра. Чаще всего, интенсивность измеряется кремниевыми фоторезисторами, которые выдают соответствующее изменение электрического сигнала на аналого-цифровой преобразователь. В результате формируются цифровые значения цвета в системе координат цветового пространства. Предварительно производят измерение цвета в простых основных цветах – красном, зеленом и синем,

что соответствует системе цветовой координата XYZ (стандарт CIE 1931 XYZ). Использование такой системы координат однако представляет трудности связанные с линейностью цветового восприятия человеческим глазом. По этой причине целесообразно использовать систему цветовой координат Lab (CIE LAB). Lab создает цветовое пространство, изменение цвета в котором более линейно с точки зрения человеческого восприятия (по сравнению с XYZ). То есть, в такой системе, одинаковое изменение значений координат цвета в разных областях цветового пространства производит одинаковое ощущение изменения цвета. Таким образом математически вводятся корректировки нелинейности восприятия цвета человеком[9].

Цветовое пространство Lab представлено в виде трех координат – L – характеризующей яркость цвета, а – как положительного, так и отрицательного значения характеризующего оттенки цвета от зеленого к красному, b – от желтого к синему (Рисунок 8)[2].

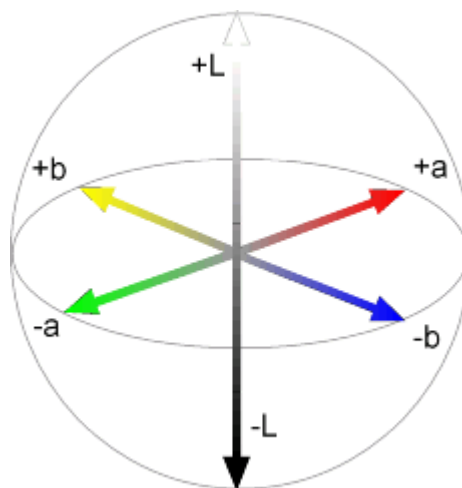


Рисунок 8. Цветовое пространство Lab

Пространство Lab задает значение светлоты и отделено от значения хроматической составляющей цвета (тон, насыщенность). Применение такой системы координат обосновывается так же и в других отечественных работах по цветометрии пищевых продуктов [1,10]. Таким образом, оценку

цвета молочных продуктов можно произвести используя данную систему цветowych координат.

Материалы и методы

Цветометрические исследования молока и молочных продуктов, как дисперсной многокомпонентной среды с различной степенью светопрозрачности и светоотражающей способностью, были выполнены с применением портативного колориметра Chroma meter cr-410 (производства компании Conica Minolta, Япония) (Рисунок 9).



Рисунок 9. Спектрофотометр (колориметр) Chroma meter CR-410

Прибор «Chroma meter cr-410» снабжен ксеноновой лампой и шестью кремниевыми фотодатчиками, которые преобразуют измеряемую интенсивность потока световых волн разной длины отраженных от поверхности пробы в значения координат в цветовом пространстве Lab.

Волновой диапазон, в котором работает прибор представлен на рисунке 8.

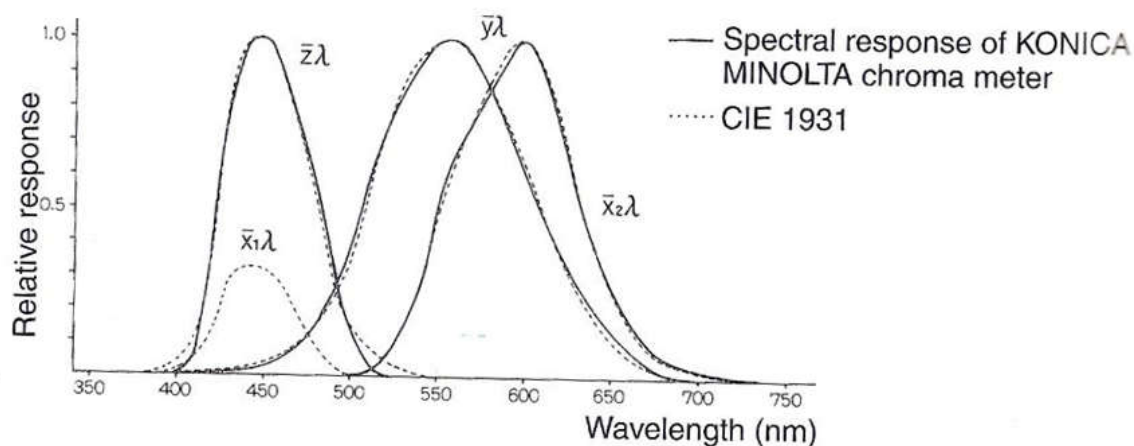


Рисунок 10. Рабочие диапазоны длин волн прибора Chroma meter cr-410

Данный колориметр универсален в своем применении, благодаря большому количеству цветовых стандартов в которых он работает и высокой точности измерения. Принцип действия трехпозиционного колориметра Chroma meter Cr-410, основан на подсчете фотоэлектрическими датчиками интенсивности отраженного светового потока в разных диапазонах излучения. В результате проведенного измерения, получают координаты цветового пространства соответствующие цветометрическим характеристикам исследуемого вещества[1].

При исследовании молока оценивали несколько параметров – цветовые координаты в системе CIE Lab, по аналогии с уже проводившимся цветометрическими исследованиями на базе данного прибора[1], а так же белезны (W) и желтизны (Y) проб молока рассчитываемой прибором автоматически по стандарту оценки цветового оттенка ASTM E313 - 15e1.

Принципиальная методика проведения измерения следующая:

Из пробы молока отбираются объемы в 0,5 мл, которые наносятся на приборные стекла размером 5x8 см. и прижимается сверху другим таким же стеклом. Таким образом между стеклами образуется тонкий слой молока, который в дальнейшем возможно использовать для исследования микроструктуры молока на гранулометрическом анализаторе ГИУ-1. Затем стекла укладывают на лист белой типографической бумаги формата А4, для обеспечения максимального светоотражения. Прибор устанавливается на стекло сверху и производится измерение. Принципиальная схема эксперимента приведена на рис. 9.

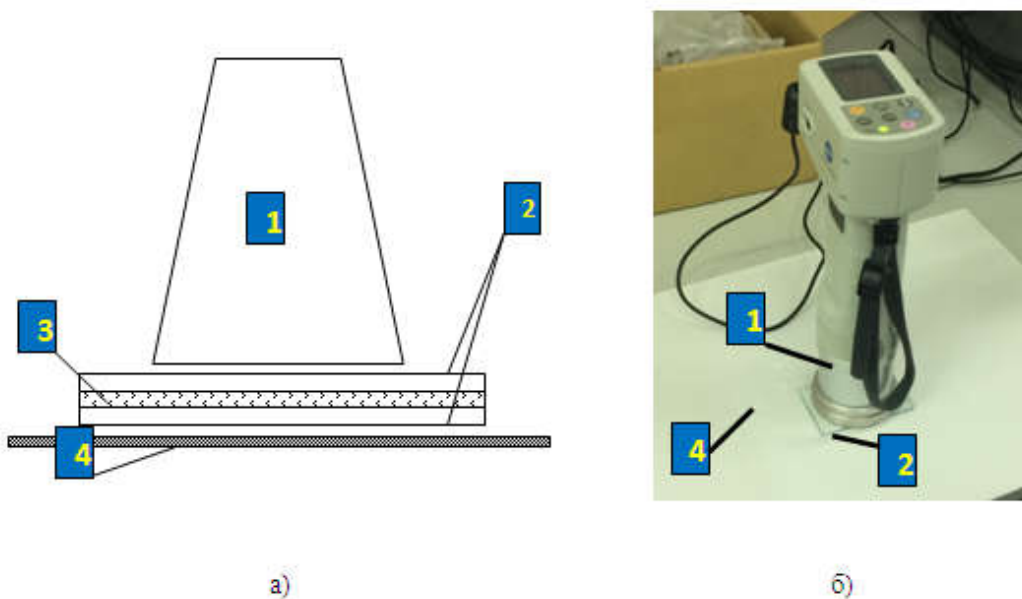


Рисунок 11. а) - Принципиальная схема проведения измерения цветовых характеристик молока; б) Фотография проведения исследования цветометрических характеристик молока с применением цветомера Chroma meter cr-410; 1 – Объектив цветомера; 2 – Приборные стекла 5x8 см

Результаты и их обсуждение

В ходе разработки методики исследовали молоко 1,5 % жирности, молоко 3,7 % жирности цельное, кефир 3,6%, ряженку 3,5%, а так же для оценки специфичности и правильности методики провели измерение цветометрических характеристик воды дистиллированной. В результате проведенных измерений были получены следующие данные (Таблица 1).

Таблица 1. Результаты цветометрических исследований проб молочных продуктов и дистиллированной воды.

Показатели	Цветометрические характеристики проб молока 3,2%		Цветометрические характеристики проб ряженки 3,2%		Цветометрические характеристики проб кефира 3,6%		Цветометрические характеристики проб воды дист.	
	Ср.знач.	SD	Ср.знач.	SD	Ср.знач.	SD	Ср.знач.	SD
L	82,39	0,14	76,44	0,12	91,42	0,12	88,22	0,03
A	-1,64	0,02	-2,28	0,08	-0,75	0,4	-1,49	0,01

В	3,02	0,06	2,93	0,08	2,11	0,03	2,78	0,01
W (Белизна)	56,44	0,28	52,24	0,22	64,33	0,23	59,64	0,07
Y(Желтизна)	5,24	0,15	6,18	0,15	4,12	0,09	4,70	0,02

Как видно по полученным данным, цветометрические показатели имеют существенную статистическую нестабильность, что может быть результатом некоторой неоднородности проб (Рисунок 12).

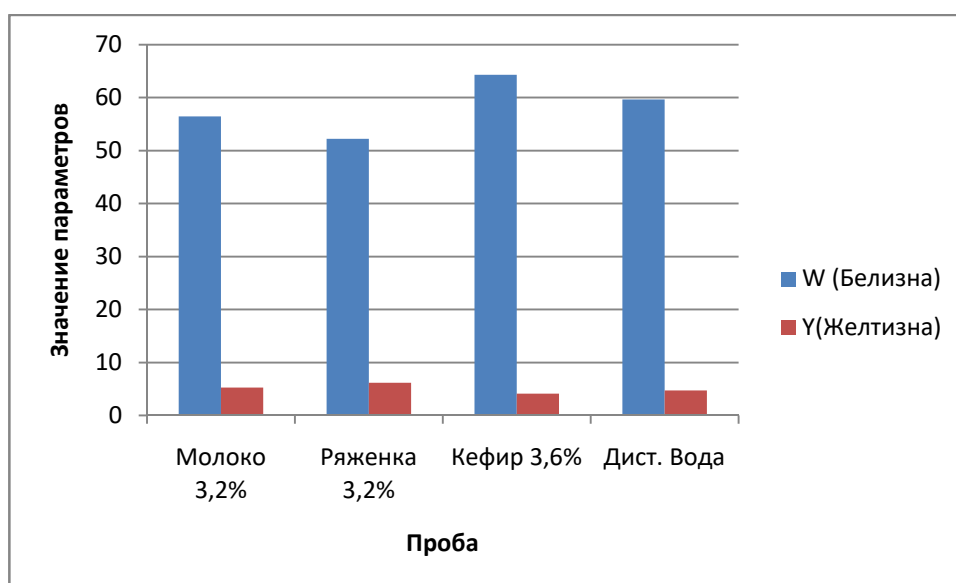


Рисунок 12. Цветометрические показатели проб молочных продуктов и дистиллированной воды

Как видно из полученных результатов, просматривается явное отличие по цветометрическим характеристикам между образцами. Это вызвано вероятно различным содержанием жировой фазы, способами обработки молока. Таким образом подтверждается возможность применения предложенного цветометрического метода исследования молока для дифференциации проб по параметрам качества.

Используя предложенную методику контроля цветовых параметров молока, предлагается следующие варианты алгоритмов оперативного контроля качества надойного молока:

1. Сравнение измеренных цветометрических характеристик с эталонами цвета. В случае с молоком, учитывая что основной оттенок цвета молока – белый, имеет смысл сравнивать цвет молока с цветом эталона белого цвета. Для этих целей использовался эталон Hunterlab Standard C2-22302.

Предлагается использовать 5 бальную оценочную шкалу, градуированную по показателю светоотражения, ближайших характеристический параметр которого – координата L цветового пространства Lab. Результаты сравнения приведены в таблице 2.

Таблица 2. Бальная оценка исследованных проб, при сравнении со стандартом белого цвета C2-22302. а) Сравнение бальной оценки проб; б)

Шкала бальной оценки белизны.

Проба	Молоко 1,5%	Молоко 3,7%	Дист. вода	ST
Показатель	82,39	86,44	88,22	91,93
Оценка	2	3	4	5

а)

Шкала оценки белизны	
ST	Балл
91,93	
89,54	5
87,16	4
84,77	3
82,39	2
80,00	1

б)

2. Оценка цветометрических характеристик молока методом сравнения со средней пробой.

Цветовые характеристики молока отличаются не постоянностью и подвержены влиянию таких факторов, как периоды жизнедеятельности дойных коров, особенности влияния пигментов кормов, влияние индивидуальных особенностей организмов дойных коров. В результате для точного контроля за качеством, требуется предварительная подготовка эталонов цвета для конкретных условий содержания коров.

Например, производят измерения цвета средней пробы молока с общего надоя по ферме в различные периоды жизнедеятельности коров, при использовании различных кормов. А затем используют полученные эталоны для сравнения.

Сравнение производят рассчитывая параметр цветового отличия между пробами - ΔE_{*ab} (1).

$$\Delta E_{*ab} = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2} \quad (1)$$

Цветовое отличие различаемое человеческим глазом примерно равно 2,3. Как видно из результатов измерения показателей качества, значимым цветовым отличием, то есть отличием, которое может быть маркером несоответствия партии молока, будет цветовое отличие от 4.

Конечно, применение такого метода предполагает наличие системы трассировки на фермерском хозяйстве.

Исходя из полученных данных, можно предположить, что цветометрия может оказаться эффективным методом выявления несоответствий молока, в том числе на фермерских хозяйства. В ходе дальнейших разработок планируется сформировать интегральный цветометрический показатель качества молока с возможностью присвоения балла качества для упрощения представления.

Основные положения данного метода, а также последовательность проведения эксперимента, установка и настройка прибора «Chroma meter cr-410» описаны в разработанной методике (Приложение Б).

3.5 Моделирование опытной УЗ установки для обработки сырого молока.

В производственных условиях оперативный контроль обработки молока ультразвуком должен осуществляться по амплитудно-частотным характеристикам проходящего через среду ультразвука.

В результате проведенного патентного поиска и литературного анализа, установлено, что у всех существующих установок облучения молока ультразвуком отсутствуют первичные измерительные преобразователи для визуализации изменения физико-химических характеристик обрабатываемого продукта и контроля правильности протекания технологических операций – это датчики температуры продукта (молока), датчики колебательных явлений возникающих в облучаемой среде, а также – датчики потока для оценки скорости протекания сырья по объемам излучателя.

Первичные измерительные преобразователи необходимы для организации мониторинга процесса обработки молока в озвучивающих установках и своевременной корректировки режима работы оборудования.

Алгоритмы управления технологическими операциями обработки молока являются параметрическими. Управление обработкой ультразвуком молока и его температурой в процессе замеса предлагается осуществлять в рамках разработанной параметрической модели, представленной на рисунке 13.

В соответствии с требованиями системного анализа все факторы и показатели, обозначаемые в параметрических моделях, подразделяются на: возмущающие, управляющие, управляемые и наблюдаемые.

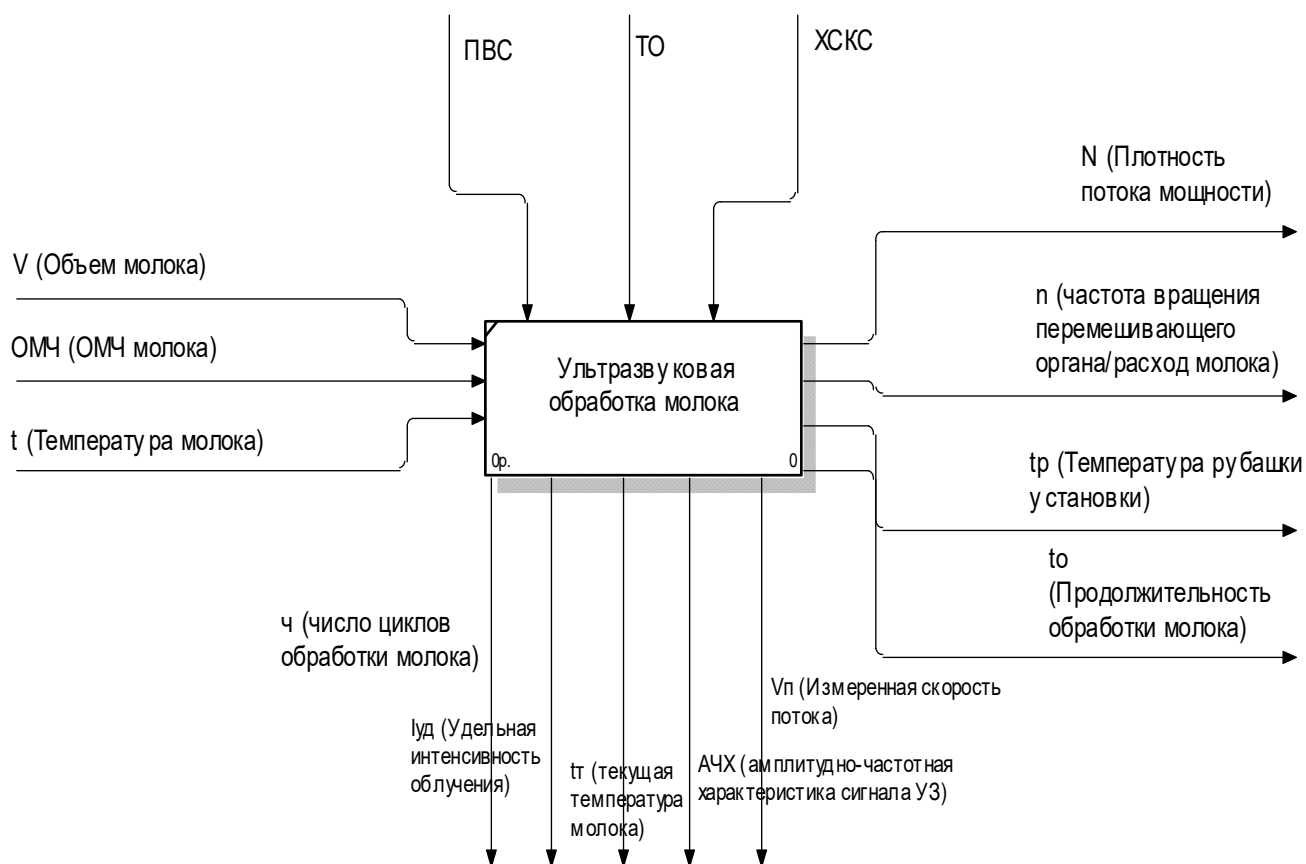


Рисунок 13. Параметрическая модель операции обработки молока ультразвуком

Возмущающие параметры:

- **ПВС** – параметры внешней среды (давление атмосферного воздуха, относительная влажность воздуха, температура воздуха и др.);
- **ХСКС** – химический состав и качество сырья;
- **ТО** – технологические отклонения (объем обрабатываемого молока, температура молока, скорость протекания обрабатываемого молока через оборудование и т.д.);

Управляющие параметры:

- **V** – объем молока, л;
- **ОМЧ** – содержание микроорганизмов в молоке, КОЕ/мл;
- **t** – температура молока поступившего на обработку, °C;

Управляемые параметры:

- **N** – плотность потока мощности, Вт/см²;

- n – частота вращения перемешивающего органа или давление нагнетаемое насосом, c^{-1} ;

- t_p – температура рубашки установки, $^{\circ}C$;

- t_o – продолжительность обработки молока, c ;

Наблюдаемые параметры:

- измеряемые параметры:

- t_m – температура молока на выходе из установки, $^{\circ}C$;

- $AЧХ$ – амплитуда и частота проходящего через молоко ультразвукового излучения;

- V_n – измеренная скорость потока, л/мин;

Полноценная реализация приведенной параметрической модели установки для ультразвуковой обработки молока должна включать в себя следующие конструктивные элементы:

- Двухколенный змеевик для равномерного облучения всего проходящего объема.
- Два ультразвуковых излучателя размещенных таким образом, что бы обеспечить максимальное заполнение формируемой стоячей волной сечения молокопровода.

Частично, предлагаемая методология по организации мониторинга процесса обработки молока ультразвуком была реализована в созданной опытной информационно-измерительной системе УЗОМ на базе ультразвуковой ванны «Dadi DA-968» и блока измерительной аппаратуры (рисунок 14).

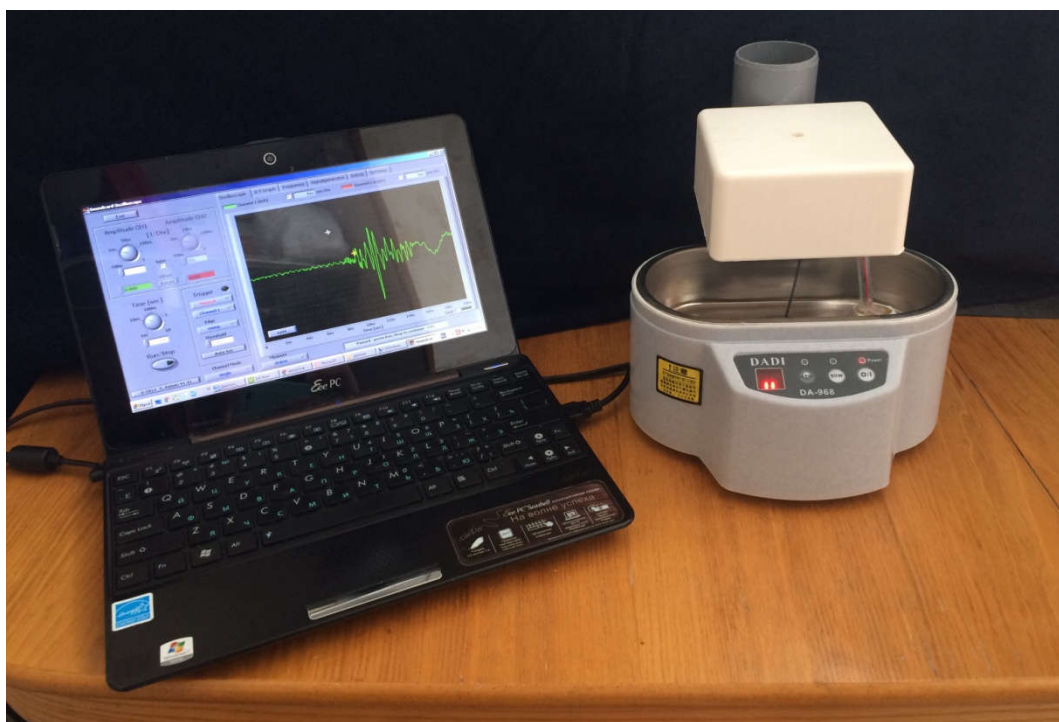


Рисунок 14. Опытная установка обработки молока ультразвуком
«ИИС УЗОМ»

3.5.1 Описание конструкции опытной УЗ установки.

Прототип опытной установки обработки жидких пищевых сред ультразвуковым облучением состоит из нескольких конструктивных элементов:

1. Пьезокерамический ультразвуковой излучатель;
2. Емкость обработки.
3. Датчиковая аппаратура – контактный датчик температуры обрабатываемого продукта, датчик вибраций для исследования амплитудно-частотных характеристик, распространяющихся в пробе продукта ультразвуковых волн.
4. Интерфейс управления режимами обработки и АЦП для преобразования сигналов датчиков.

Полученная ИИС УЗОМ позволяет генерировать ультразвуковой сигнал с мощностью 30 Вт. Частота излучаемого ультразвука при этом составляет 40 кГц.

Блок контролирующей аппаратуры представлен пьезоэлектрическим датчиком вибраций и контактным термометром резистором. Для преобразования и передачи сигналов используется интерфейс АЦП – контроллер Arduino nano V3. Данные измерений передаются на ПК.

Интерфейс программы для определения АЧХ ультразвука проходящего через молоко представлен на рисунке 15.

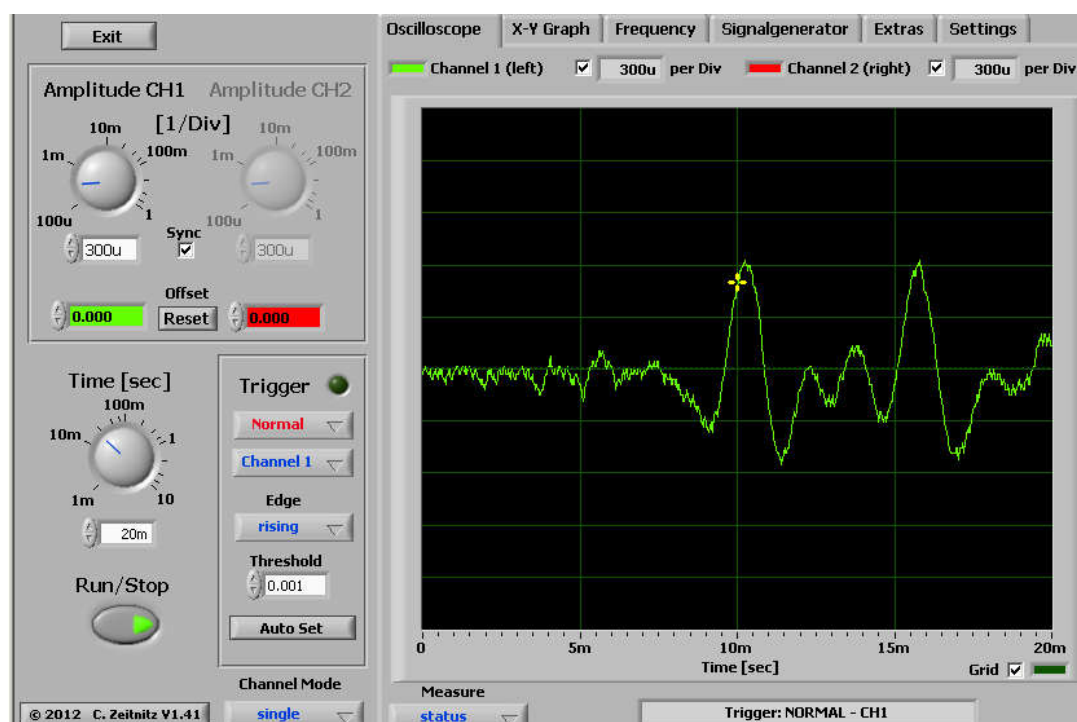


Рисунок 15. Интерфейс программы измерения АЧХ ультразвука

3.5.2 Разработка метода контроля работы установки путем измерения амплитудно-частотных характеристик.

Ультразвук распространяется в виде волн. Излучатели ультразвука генерируют колебания в соприкасающейся с ними среде с заданными амплитудно-частотными характеристиками. Распространение ультразвука в замкнутом объеме среды характеризуется возникновением «стоячих волн».

В разработанной ИИС ультразвуковой излучатель располагается в центральной части емкости обработки. Первичная оценка воздействия ультразвуком была выполнена так называемым «эрозионным тестом». Для чего в емкость обработки был помещен лист фольги сечением равным сечению основной передающей колебания поверхности – дна емкости..

На рисунке 16 представлена схематическое изображение емкости обработки с обозначенными зонами кавитации.

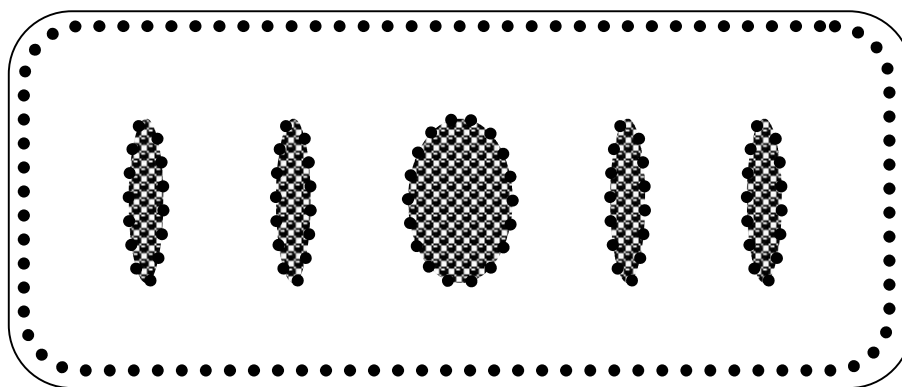


Рисунок 16. Зоны кавитации в емкости обработки "ИИС УЗОМ" (Эрозионный тест)

Как видно, наибольшая кавитационный эффект наблюдается в центральной части емкости, так как там находится УЗ излучатель. Кавитационные флуктуации размещенные слева и справа от центральной части упорядочены и указывают на крегерные точки сформированной ультразвуковым излучением стоячей волны. Кавитационная активность так

же наблюдалась на границе раздела фаз по краям емкости. Вероятно так проявляется краевой эффект УЗО.

На основании полученных эрозионным тестом данных о локализации крестерных точек стоячих волн для исследования АЧХ процесса УЗО были выбраны контрольные точки измерения, расположение которых представлено на рисунке 17.

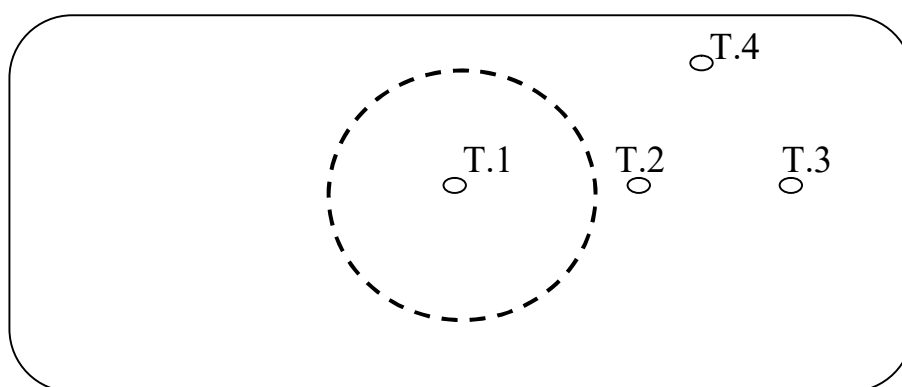


Рисунок 17. Точки измерения АЧХ емкости обработки "ИИС УЗОМ"

На рисунке 18 представлены спектральные характеристики ультразвукового излучения в каждой из выбранных точек.

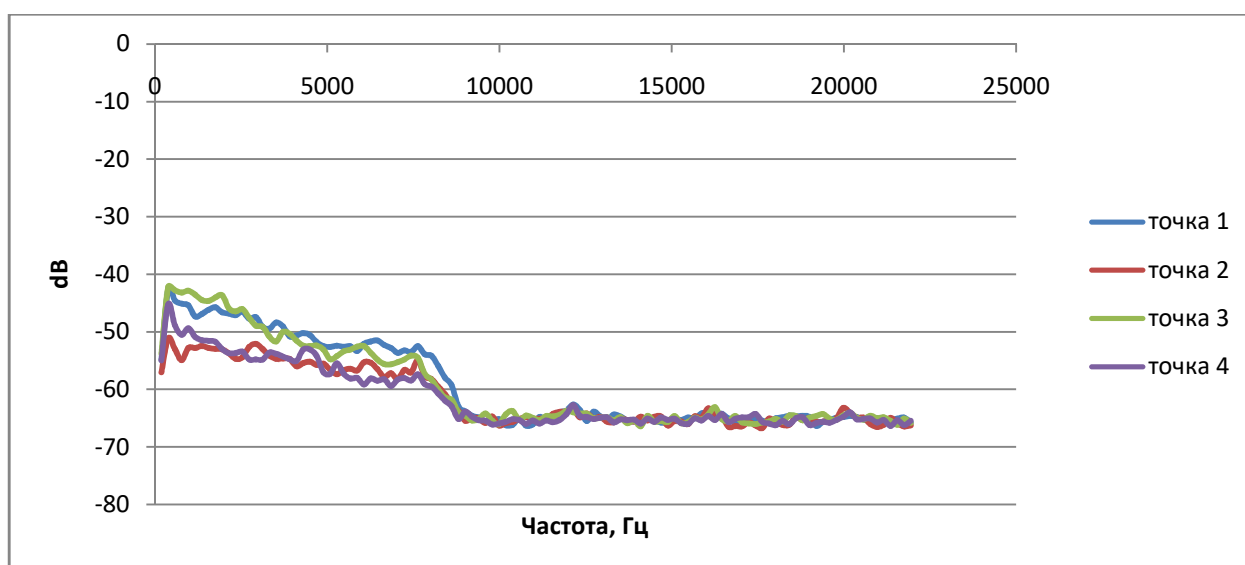


Рисунок 18. Спектры ультразвукового излучения в контрольных точках ИИС УЗОМ

Как видно, точка 3 принимает мощность излучения на всей полосе частот, сравнимую с «громкостью» точки 1.

В результате было принято решение, использовать точку 3 при исследовании АЧХ молока в ходе обработки.

Для оценки влияния УЗ на температуру обрабатываемого продукта измеряли температуру контактным термометром.

Таким образом, разработанная информационно-измерительная система мониторинга динамики ультразвуковой обработки молока, позволяет осуществлять оперативный контроль процесса ультразвуковой обработки.

4. Исследования эффективности применения УЗ обработки с использованием опытной установки.

4.1 Изучение влияния УЗ обработки на параметры молока;

Для исследования влияния УЗО на параметры качества молока использовали обработку молока в разработанной опытной установке в течении заданного периода времени при мощности в 30 Вт:

- 10 мин
- 20 мин
- 30 мин

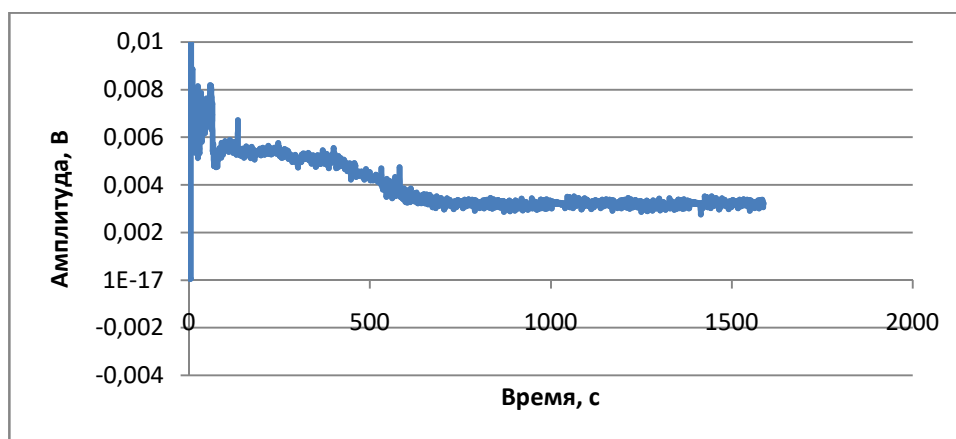


Рисунок 19. Изменение амплитуды УЗ сигнала в ходе обработки молока

Как видно на приведенном графике изменения амплитуды во время обработки (Рис. 19), амплитуда ультразвуковых колебаний с течением времени обработки уменьшалась, вплоть до выхода на плато фазу.

Таблица 3. Таблица измеренных показателей качества молока в ходе обработки УЗ

Параметр	0 мин	SD	10 мин	SD	20 мин	SD	30 мин	SD
Жир	3,19	0,02	3,25	0,02	3,20	0,06	2,87	0,06
СОМО	7,51	0,03	7,40	0,08	7,45	0,13	6,61	0,19
Плотность	25,69	0,13	25,22	0,27	25,38	0,43	22,57	0,43
Белок	2,81	0,40	2,77	1,06	2,79	1,79	2,48	1,79
Лактоза	3,99	0,01	3,93	0,03	3,96	0,05	3,5	0,05
Соли	0,64	0,02	0,63	0,04	0,64	0,07	0,56	0,07
Т.замерз	-0,446	0,00	-0,422	0,01	-0,422	0,01	-0,399	0,01

В ходе проведенных экспериментов, установлено, что влияние на стандартные показатели в приведенных тестах минимально (табл. 3). Вероятно это связано с недостаточной мощностью излучателя ультразвука.

Установлено однако, что в ходе обработки молока, в результате сдвиговых воздействий происходит снижение количества примесей – крупных объектов в молоке что отмечено при исследовании микроструктуры обработанного молока (Рисунок 20).

Исследование микроструктуры молока микрокопированием на ИСС ГИУ-1 подтверждает присутствие в сыром молоке большого количества агломератов различной природы, которые возможно оказывают влияние на вязкость и адгезию молока (Рисунок 20). В то время как в молоке прошедшем обработку таких компонентов не выявлено. В целом микрокопирование на ИСС ГИУ-1 обработанного питьевого молока

указывает на гомогенность структуры молока, что так же сказывается на реологических свойствах.

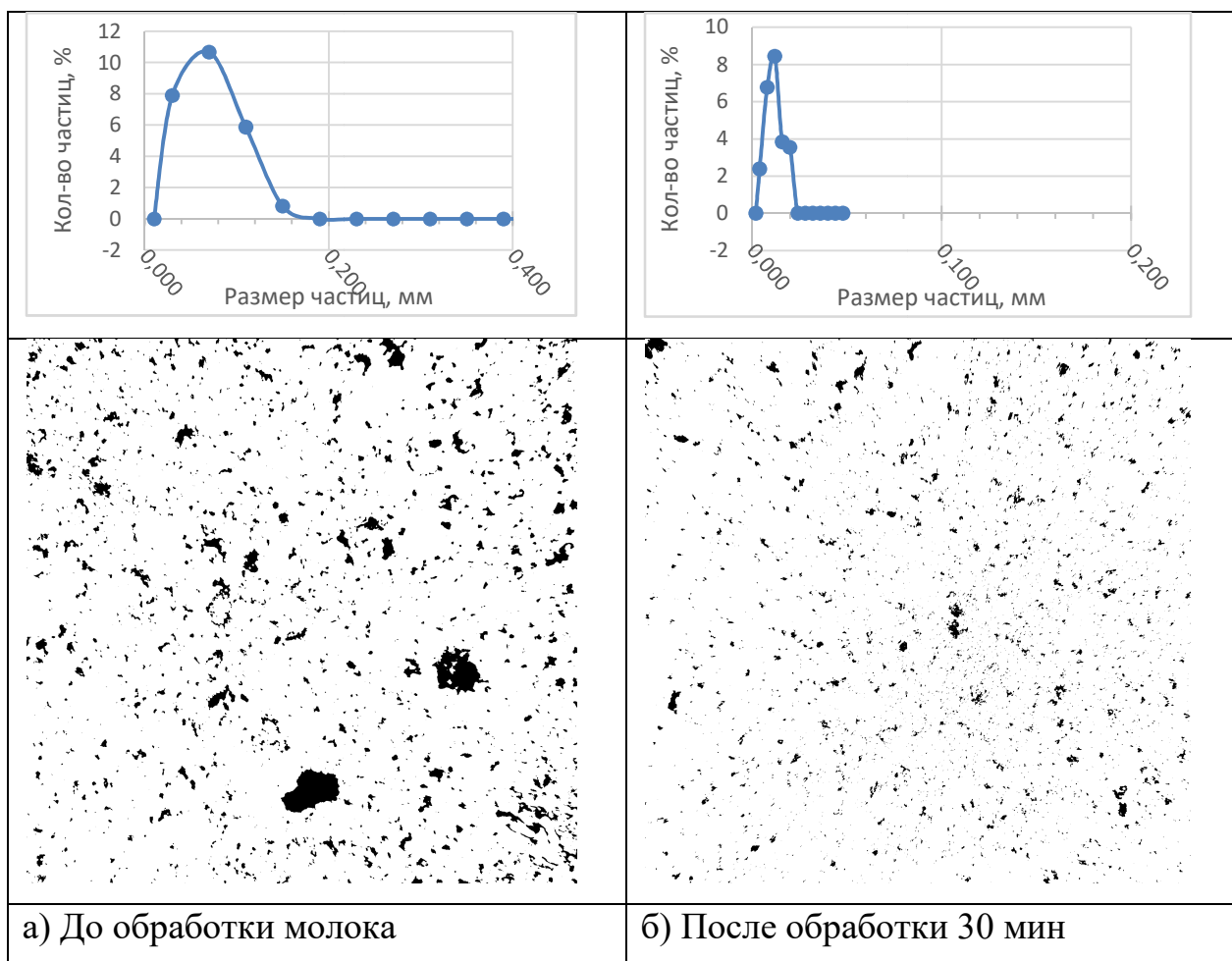


Рисунок 20. Микрофотографии молока и кривые распределения размеров частиц до и после обработки ультразвуком

Реологические параметры, как и цветометрические параметры молока не изменились.

Выявлено влияние ультразвуковой обработки на содержание микроорганизмов в молоке, динамика изменения представлена на рисунке 21.

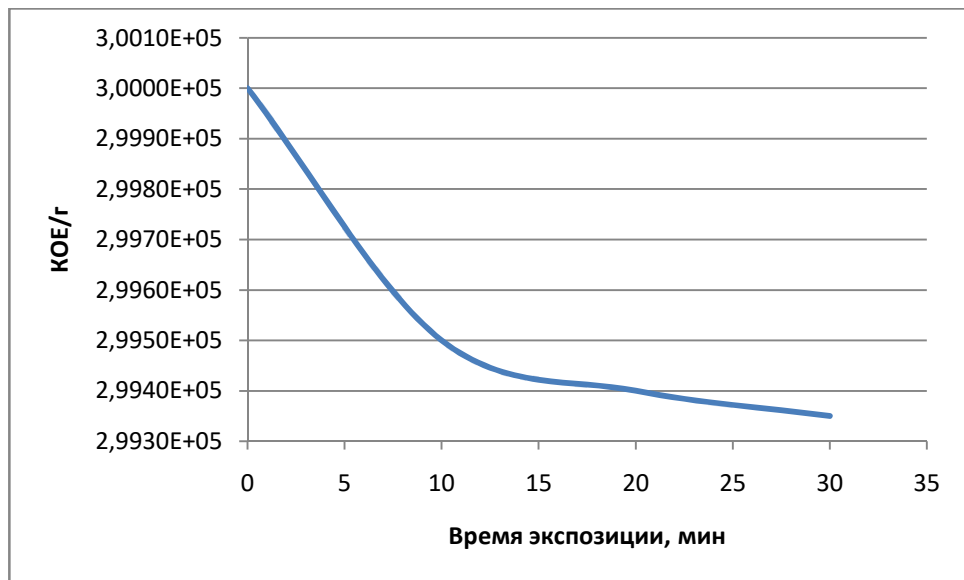


Рисунок 21. Динамика изменения содержания микроорганизмов в молоке в ходе обработки на ИИС УЗОМ

4.2 Оценка влияния УЗ обработки на технологические риски сырого молока и разработка ППМ при использовании УЗ обработки сырого молока и готового продукта;

Технологические риски при производстве сырого молока подразделяются на несколько категорий:

- Микробиологические – присутствие и развитие посторонней микрофлоры, оказывающей влияние на продукт;
- Физические – присутствие посторонних включений, предметов;
- Химические – попадание в молоко посторонних химических соединений, антибиотиков, афлатоксинов, моющих средств.

УЗО в виду своего специфического воздействия на молоко, способно обеспечить снижение микробиологического и физического фактора риска.

Применение УЗО кажется целесообразным при производстве ESL молока, как дополнительное воздействие на молоко с целью повысить его

срок годности, при минимальном снижении вкусовых и функциональных свойств.

Широкое распространение имеет применение СІР моек в системах переработки молока. СІР мойка – автоматическая мойка внутренних поверхностей перерабатывающих молоко установок. Такая мойка исключает воздействие человеческого фактора и обеспечивает внутри установок зон с высокой чистоты.

Проточные установки УЗО конструктивно не представляются сложными и поддерживают интеграцию в системы с СІР мойкой.

Перспективным кажется применение ESL концепции производства молока, с минимальным термическим воздействием. Например при использовании ультрафильтрации молока, возможно заменить дополнительную температурную обработку на УЗО.

Таким образом складывается следующая концепция производства питьевого молока:

Система производства ESL молока с дополнительной обработкой УЗ на установках с возможностью СІР мойки. Дополнительное условие производства ESL молока – это спец. требования при розливе. Применение УЗО возможно не только для обработки молока, но так же и при автоматических режимах промывки, в качестве дополнительного промывающего воздействия. Таким образом ожидаемый результат внедрения УЗО на производстве питьевого молока:

- Снижение энергозатрат на дополнительную температурную обработку;
- Увеличение эффективности стерилизации молока «мягкими» методами;
- Применение УЗО как вспомогательного воздействия при ТО установок – УЗО узлов установок при автоматической мойке;

5. Разработка рекомендаций по использованию УЗО сырого молока.

5.1 Разработка ТУ на питьевое молоко, произведенное с применением УЗ обработки;

В ходе выполнения работы было разработано технические условия на производство молока питьевого обработанного ультразвуком.

Разработанное ТУ приведено в приложении В.

5.2 Разработка плана ХАССП при производстве питьевого молока с применением УЗ обработки;

5.2.1 Выявление и анализ опасных факторов

В ходе выявления и анализа опасных факторов было выполнено моделирование и декомпозиция процесса производства питьевого молока с применением УЗО. На Рисунке 22 представлена декомпозиция процесса производства питьевого молока ESL с применением УЗО в виде IDF0 диаграммы.

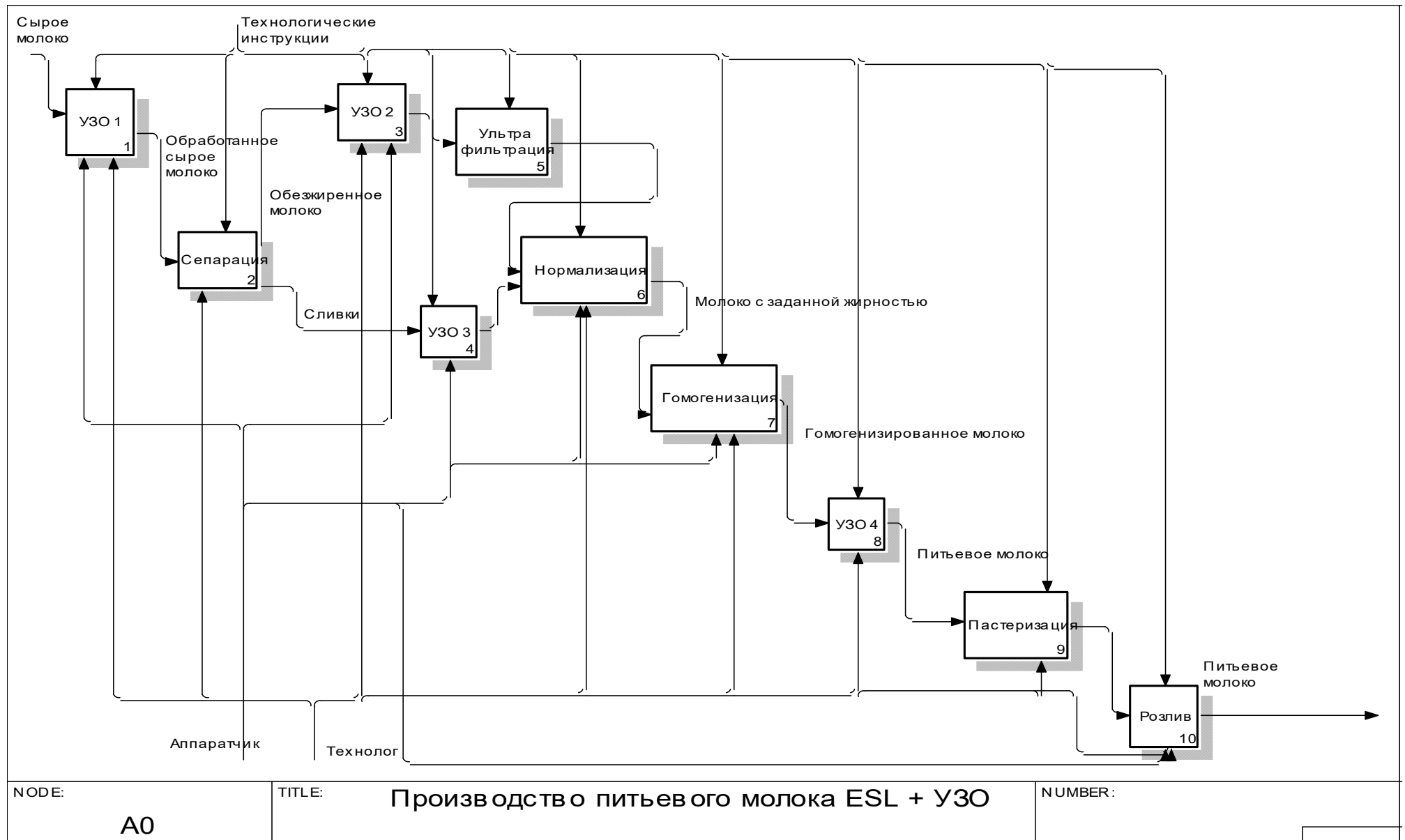


Рисунок 22. IDF0 диаграмма процесса производства питьевого молока с применением УЗО

Для выявления опасных факторов был произведен FEMА анализ с целью определения рисков.(Таблица 4)

Таблица 4. FEMА анализ рисков

Риски	Значимость	Методы идентификации	Вероятность обнаружения	Предупредительные меры
Микробиологический: Патогенная микрофлора попадающая в продукт в результате перекрестной контаминации	3	Контроль обсемененности молока на всех стадиях производства	1	Обеспечение достаточной предварительной и основной стерилизации для минимизации микробиологических рисков.
Патогенная микрофлора развивающаяся в продукте	3	Контроль поступающего на производство молока	1	
Химический: Антибиотики; Токсины Радионуклеиды	2	Контроль ПДК токсических компонентов в поступающем молоке	2	Обеспечение контроля компонентов во входящем сырье; Доверительные отношения с поставщиками.
Физические: Попадание в молоко посторонних предметов; Воздействие на молоко различного рода излучений.	1	Контроль технологических операций	2	Обеспечение контроля производственных операций; вовлечение обслуживающего персонала в работу над качеством и безопасностью.

5.2.2 Определение критических контрольных точек

После установления рисков, было выполнено определение критических контрольных точек производства питьевого молока с применением УЗО. Анализ представлена в таблице 5

Таблица 5. Анализ критических контрольных точек процесса производства питьевого молока с применением УЗО

Процессы	Факторы риска		Вероятность возникновения	Тяжесть последствий	Риск	Значимая опасность?	Мероприятия по контролю и предотвращению	Выбор ККТ				ККТ ?	План ОППУ или ХАССП
	Вид	Фактор						В1	В2	В3	В4		
Хранение молока	Микробиологический	Развитие бактериальной обсемененности из за нарушений условий хранения;	2	3	6	да	Своевременное ТО оборудования; автоматический контроль температуры емкости хранения; контроль температуры поступающего молока;	да	нет	да	да	нет	План ОППУ
	Физические	Нарушение герметичности; Попадание посторонних предметов;	1	3	3	нет	Своевременное ТО оборудования; автоматический контроль герметичности закрытия емкости;	-	-	-	-		
	Химические	Попадание моющих веществ;	1	3	3	нет	Контроль концентрации моющих средств; Своевременная автоматическая мойка оборудования	-	-	-	-		

УЗО обработка	Микробиологические	Недостаточность обработки в результате нарушения работы излучателей	1	3	3	нет	Автоматический контроль интенсивности излучения; Своевременное ТО оборудования	-	-	-	-		
		Недостаточность обработки в результате превышения скорости потока	2	3	6	да	Автоматический контроль и корректировка скорости потока; Своевременное ТО оборудования; Плановый контроль датчиков потока	да	да	-	-	ККТ 1	План ХАССП
		Вторичное обсеменение из-за некачественной мойки оборудования	1	3	3	нет	Своевременное ТО оборудования; Своевременная автоматическая мойка оборудования	-	-	-	-		
	Физические	Попадание частиц износа оборудования (металлические части, куски резиновых прокладок)	1	3	3	нет	Своевременное ТО оборудования	-	-	-	-		

								Контроль концентрации моющих средств; Своевременная автоматическая мойка оборудования	-	-	-	-		
	Химические	Попадание остатков моющих средств	1	3	3	нет								
Сепарация	Микробиологические	Вторичное обсеменение из за некачественной мойки оборудования	1	3	3	нет		Своевременное ТО оборудования; Своевременная автоматическая мойка оборудования	-	-	-	-		
	Физические	Недостаточный температурный режим	1	3	3	нет		Автоматический контроль температуры поступающего молока; Своевременное ТО оборудования	-	-	-	-		
		Попадание частиц износа оборудования (металлические части, куски резиновых прокладок)	1	3	3	нет		Своевременное ТО оборудования	-	-	-	-		
	Химические	Попадание остатков моющих средств	1	3	3	нет		Контроль концентрации моющих средств; Своевременная автоматическая	-	-	-	-		

								мойка оборудования							
Ультрафилтра ция	Микробиологиче ские	Вторичное обсеменение из за некчественно й мойки оборудовани я	1	3	3	нет	Своевременное ТО обоудования; Своевременная автоматическая мойка оборудования	-	-	-	-				
		Развитие бактериальн ой микрофлоры из за нарушения герметичност и фильтров	2	3	6	да	Своевременная замена фильтров; Автоматический контроль проускной способности фильтров; Плановое ТО оборудования	д а	да	-	-	ККТ 2	План ХАССП		
	Физические	Попадание частиц износа оборудовани я (металлическ ие части, куски резиновых прокладок)	1	3	3	нет	Своевременное ТО оборудования	-	-	-	-				

		Развитие бактериальной микрофлоры в следствии забивания фильтров	2	3	6	да	Своевременная замена фильтров; Автоматический контроль пропускной способности фильтров; Плановое ТО оборудования	да	да	-	-	ККТ 3	План ХАССП
	Химические	Попадание остатков моющих средств	1	3	3	нет	Контроль концентрации моющих средств; Своевременная автоматическая мойка оборудования	-	-	-	-		
Нормализация	Микробиологические	Вторичное обсеменение из за некачественной мойки оборудования	1	3	3	нет	Своевременное ТО оборудования; Своевременная автоматическая мойка оборудования	-	-	-	-		
	Физические	Попадание частиц износа оборудования (металлические части, куски резиновых прокладок)	1	3	3	нет	Своевременное ТО оборудования	-	-	-	-		

								Контроль концентрации моющих средств; Своевременная автоматическая мойка оборудования	-	-	-	-		
	Химические	Попадание остатков моющих средств	1	3	3	нет								
Гомогенизация	Микробиологические	Выживание посторонней микрофлоры из за недостаточной температуры нагрева	1	3	3	нет	Автоматический контроль температуры поступающего молока; Своевременное ТО оборудования	-	-	-	-			
		Вторичное обсеменение из за некачественной мойки оборудования	1	3	3	нет	Своевременное ТО оборудования; Своевременная автоматическая мойка оборудования	-	-	-	-			
	Физические	Попадание частиц износа оборудования (металлические части, куски резиновых прокладок)	1	3	3	нет	Своевременное ТО оборудования	-	-	-	-			

		Попадание остатков моющих средств	1	3	3	нет	Контроль концентрации моющих средств; Своевременная автоматическая мойка оборудования	-	-	-	-			
Пастеризация	Химические	Микробиологические	Вторичное обсеменение из за некачественной мойки оборудования	1	3	3	нет	Своевременное ТО оборудования; Своевременная автоматическая мойка оборудования	-	-	-	-		
		Физические	Выживание посторонней микрофлоры из за недостаточной температуры нагрева	2	3	6	да	Автоматический контроль температуры поступающего молока; Своевременное ТО оборудования	да	да	-	-	ККТ 4	План ХАССП
	Физические	Образование молочного пригара на стенках теплообменной установки	1	2	2	нет	Мониторинг перепадов температур продукта и теплоносителя; Контроль режима мойки оборудования	-	-	-	-			
		Попадание частиц износа оборудования (металлическ	1	3	3	нет	Своевременное ТО оборудования	-	-	-	-			

		ие части, куски резиновых прокладок)													
	Химические	Попадание остатков моющих средств	1	3	3	нет	Контроль концентрации моющих средств; Своевременная автоматическая мойка оборудования	-	-	-	-				
Розлив	Микробиологиче ские	Развитие бактериальн ой микрофлоры из за нарушения чистоты помещений розлива	2	3	6	да	Автоматический контроль чистоты помещений розлива; Плановый пеиодический контроль микробиологиче ской чистоты оборудования; Своевременная автоматическая мойка	д а	не т	д а	не т	ККТ 5	План ХАССП		
		Вторичное обсеменение из за некачественн ой мойки оборудовани я	1	3	3	нет	Своевременное ТО обоудования; Своевременная автоматическая мойка оборудования	-	-	-	-				
	Физические	Попадание частиц износа оборудовани	1	3	3	нет	Своевременное ТО оборудования	-	-	-	-				

		я (металлические части, куски резиновых прокладок)												
	Химические	Попадание остатков моющих средств	2	3	6	да	Контроль концентрации моющих средств; Своевременная автоматическая мойка оборудования	д а	не т	д а	не т	ККТ 6	План ХАССП	

Особенность полученного анализа состоит в оценке рисков возникающих при использовании УЗО, выявленных на этапе анализа факторов. Контролирующие мероприятия для таких рисков – автоматическая оценка скорости поступающего на обработку молока и автоматический контроль амплитудно-частотных характеристик проходящего через продукт ультразвука.

Выявлены ККТ процесса.

5.2.3 Разработка плана ХАССП

В таблице 6 представлен разработанный на основании исследований ККТ план ХАССП.

Таблица 6. План ХАССП процесса производства питьевого молока с применением УЗО

ККТ	Критические приделы	Мониторинг				Корректирующие действия	Верификация	Документы качества
		Что?	Как?	Кто?	Частота			
ККТ1	Температура молока 4 С; Длительность хранения 12 ч.	Температура молока в емкости хранения	Автоматическая регистрация показаний температуры; Учет времени хранения системой прослеживаемости;	Оператор хранения	Непрерывная автоматическая регистрация	Своевременное ТО системы; Оценка влияния нарушения режима на качество продукции; Принятие решения о повторной УЗО; Анализ случаев отклонения;	Процедуры верификации контролирующей аппаратуры; Микробиологический контроль хранящейся при используемом режиме продукции; Проведение аудитов; Оценка компетентности персонала;	Протоколы хранения; Протоколы поверки средств измерений; Записи внутренних аудитов; Документы подтверждающие компетенцию персонала.
ККТ2	Скорость потока обеспечивающая достаточную по времени экспозицию в соответствии с используемой мощностью излучения.	Скорость потока на выходе из установки УЗО	Автоматическая регистрация показаний расходомера	Оператор УЗО	Непрерывная автоматическая регистрация	Своевременное ТО системы; Оценка влияния нарушения режима на качество продукции; Принятие решения о повторной УЗО; Анализ случаев отклонения;	Процедуры верификации контролирующей аппаратуры; Микробиологический контроль обрабатываемой при используемом режиме продукции; Проведение аудитов; Оценка компетентности персонала;	Протоколы работы установки; Протоколы поверки средств измерений; Записи внутренних аудитов; Документы подтверждающие компетенцию персонала.

ККТ5	ККТ4	ККТ3
Температура пастеризации не менее 90С	Колебание давления потока протекающего через фильтрующую систему более 10%	Колебание давления потока протекающего через фильтрующую систему более 10%
Контроль температуры молока контактнм термометом	Давление потока на выходе из модуля ультрафильтрации	Давление потока на выходе из модуля ультрафильтрации
Автоматическая регистрация показаний термометра	Автоматическая регистрация показаний манометра	Автоматическая регистрация показаний манометра
Оператор установки пастеризации	Оператор установки ультрафильтрации	Оператор установки ультрафильтрации
Непрерывная автоматическая регистрация	Непрерывная автоматическая регистрация	Непрерывная автоматическая регистрация
Своевременное ТО системы; Оценка влияния нарушения режима на качество продукции; Принятие решения о повторной УЗО; Анализ случаев отклонения;	Своевременное ТО системы; Оценка влияния нарушения режима на качество продукции; Принятие решения о повторной УЗО; Анализ случаев отклонения;	Своевременное ТО системы; Оценка влияния нарушения режима на качество продукции; Принятие решения о повторной УЗО; Анализ случаев отклонения;
Процедуры верификации контролирующей аппаратуры; Микробиологический контроль обрабатываемой при используемом режиме продукции; Проведение аудитов; Оценка компетентности персонала;	Процедуры верификации контролирующей аппаратуры; Микробиологический контроль обрабатываемой при используемом режиме продукции; Проведение аудитов; Оценка компетентности персонала;	Процедуры верификации контролирующей аппаратуры; Микробиологический контроль обрабатываемой при используемом режиме продукции; Проведение аудитов; Оценка компетентности персонала;
Протоколы работы установки; Протоколы проверки средств измерений; Записи внутренних аудитов; Документы подтверждающие компетенцию персонала.	Протоколы замены фильтров; Протоколы работы установки; Протоколы проверки средств измерений; Записи внутренних аудитов; Документы подтверждающие компетенцию персонала.	Протоколы ТО установки; Протоколы проверки средств измерений; Записи внутренних аудитов; Документы подтверждающие компетенцию персонала.

ККТ 7	ККТ6
Отсутствие моющих веществ в смывах с системы	Концентрация посторонних частиц не более 35000/м3
Контроль концентрации моющих средств в смывах	Контроль частиц оптическим датчиком
Аналитические методы исследования	Автоматическая регистрация показаний датчика
Оператор линии розлива	Оператор линии розлива
Процедура проверки после каждой автоматической СР мойки системы	Непрерывная автоматическая регистрация
Своевременное ТО системы; Контроль алгоритмов автоматической СР мойки; Оценка влияния нарушения режима на качество продукции; Принятие решения о снятии продукции с производства; Анализ случаев отклонения;	Своевременное ТО системы; Контроль систем поддержания заданного класса чистоты помещения розлива (ИСО5); Контроль алгоритмов автоматической СР мойки; Оценка влияния нарушения режима на качество продукции; Принятие решения о снятии продукции с производства; Анализ случаев отклонения;
Поверка средств аналитического исследования смывов; Проведение аудитов; Оценка компетентности персонала;	Процедуры верификации контролирующей аппаратуры; Микробиологический контроль обрабатываемой при используемом режиме продукции; Проведение аудитов; Оценка компетентности персонала;
Протоколы поверки средств измерений; Протоколы СР мойки; Протоколы мойки чистых помещений розлива; Записи внутренних аудитов; Документы подтверждающие компетенцию персонала.	Протоколы поверки средств измерений; Протоколы СР мойки; Протоколы мойки чистых помещений розлива; Записи внутренних аудитов; Документы подтверждающие компетенцию персонала.

6. Заключение и выводы по проделанной работе;

Были выполнены следующие задачи:

- Был проведен обзор литературы, отражающий влияние технологии ультразвуковой обработки на качество молока. Исследованы методы и средства определения физико-химических, в том числе реологических характеристик молока.
- Оптимизированы интегральные методы контроля параметров качества анализируемых материалов.
- Сформированы исходные требования на разработку опытной информационно-измерительной системы мониторинга ультразвуковой обработки молока (ИИС УЗОМ).
- Произведен натурный (экспериментальный) образец ИИС УЗОМ для оценки влияния ультразвука на параметры качества молока.
- Проведены лабораторные испытания ИИС УЗОМ.
- Предложена схема применения УЗО при производстве ESL молока методом ультрафильтрации.
- Предложена концепция управления рисками при производстве питьевого молока ESL с применением УЗО – разработано ТУ, система управления рисками на базе концепции ХАССП.

Технология УЗО молока представляется перспективной вспомогательной мерой минимизации рисков.

Формирование концептуальных представлений о управлении рисками при использовании УЗО – шаг к внедрению такой технологии в производственные линии.

Список литературы

1. Дунченко Н.И. Научные основы управления качеством пищевых продуктов: учебник / Н.И. Дунченко, В.С. Янковская – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2017. – 150 с.
2. Дунченко Н.И. Биологическая безопасность пищи: учебное пособие / Н.И. Дунченко, С.В. Купцова, В.С. Янковская – М.: Типография САРМА, 2016. – 149 с.
3. Дунченко Н.И. Квалиметрическая оценка продукции АПК / Н.И. Дунченко, В.С. Янковская // Контроль качества продукции. – 2016. – № 6. – С. 54-57.
4. 10. Дунченко Н.И. Комплексная оценка качества йогуртных продуктов / Н.И. Дунченко, В.С. Янковская, С.Н. Кущёв // Известия вузов. Пищевая технология. – 2009. – № 2-3. – С. 99-100.
5. 11. Янковская В.С. Разработка квалиметрической модели прогнозирования показателей качества и безопасности творожных продуктов : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: ООО «Полисувенир», 2008. – 22 с.
6. Нечаев, А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Пищевая химия./А.П. Нечаев и др. – ГИОРД, 2007 – 380 с.
7. Максимов, А.С., Черных В.Я. Лабораторный практикум по реологии сырья, полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств./А.С. Максимов, В.Я. Черных – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2004. – 163 с.
8. MacAdam D. L. Non-linear relations of psychometric scale values to chromatic differences // J. Opt. Soc. Amer. 1963. V. 13. P. 754—760.
9. Джадд Д., Вышецкий Г. Цвет в науке и технике/Д. Джадд, Г. Вышецкий - М., 1978. 378с.

10. Черных, В.Я. Формирование требований к современному лабораторному макаронному агрегату / Черных, В.Я., Митин В.Ю., Сарбашев К.А. //Хлебопечение России. – 2015. - № 5. – с.26-28.

11. Немирова Ю.А. Техническое регулирование пищевой продукции в странах таможенного союза // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. Ст. По мат. XXIX междунар. Студ. Науч.-практ. Конф. № 2(28).

12. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции : Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 N 880 // СПС «консультантплюс».

13. ТР ТС 033/2013. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности молока и молочной продукции : Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 09.10.2013 N 67 // СПС «консультантплюс».

14. ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия»// Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Москва: Стандартинформ.

15. ГОСТ 31450-2013 «Молоко питьевое. Технические условия»// Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Москва: Стандартинформ.

16. Умирзакова г. А. И др. Исследование гранулометрического состава и цвета муки, используемой для производства функциональных макаронных изделий //вестник алматинского технологического университета. – 2016. – №. 4. – с. 71-76.

17. Черных В. Я. и др. Определение цветовых характеристик пшеничной муки при производстве хлебобулочных и макаронных изделий //Хлебопродукты. – 2017. – №. 2. – С. 44-47.

18. Шестаков С. Д., Краснов А. Е., Городищенский П. А. Математическая модель и критерий подобия кавитации в сонореакторах //Прикладная физика. – 2012. – №. 1. – С. 31-39.
19. Березовский Ю. М., Шпаков В. Ю., Андреев В. Н. Экспериментальная оценка закономерностей эрозионной активности кавитации в воде //Технологии 21 века в пищевой, перерабатывающей и легкой промышленности. – 2012. – №. 6-1. – С. 1-1.
20. Антушева Т. И. Некоторые особенности влияния ультразвука на микроорганизмы //Живые и биокосные системы. – 2013. – №. 4. – С. 11-15.
21. Шестаков С. Д. и др. Ультразвуковая сонохимическая водоподготовка //Молочная промышленность. – 2011. – №. 5. – С. 39-43.
22. Шестаков С. Д. и др. Ультразвуковая обработка молочных систем для улучшения их свойств //Техническая акустика. – 2013. – Т. 13.
23. Тихомирова Н. А. и др. Сонохимическая обработка молочных продуктов //Переработка молока. – 2011. – №. 8. – С. 40-43.
24. Wu H., Hulbert G. J., Mount J. R. Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter //Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2000. – Т. 1. – №. 3. – С. 211-218.
25. D'amico D. J. et al. Inactivation of microorganisms in milk and apple cider treated with ultrasound //Journal of Food Protection. – 2006. – Т. 69. – №. 3. – С. 556-563.
26. Juliano P. et al. Enhanced creaming of milk fat globules in milk emulsions by the application of ultrasound and detection by means of optical methods //Ultrasonics sonochemistry. – 2011. – Т. 18. – №. 5. – С. 963-973.

27. Soria A. C., Villamiel M. Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: a review //Trends in Food Science & Technology. – 2010. – Т. 21. – №. 7. – С. 323-331.

28. Schmidt V. S. J. et al. Microbial biodiversity, quality and shelf life of microfiltered and pasteurized extended shelf life (ESL) milk from Germany, Austria and Switzerland //International journal of food microbiology. – 2012. – Т. 154. – №. 1-2. – С. 1-9.

29. Lorenzen P. C. et al. A survey of the quality of extended shelf life (ESL) milk in relation to HTST and UHT milk //International journal of dairy technology. – 2011. – Т. 64. – №. 2. – С. 166-178.

30. Hoffmann W. et al. Processing of extended shelf life milk using microfiltration //International journal of dairy technology. – 2006. – Т. 59. – №. 4. – С. 229-235

31. ТС Т. Р. 021/2011 О безопасности пищевой продукции //Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от. – 2011. – Т. 9.

32. ТС Т. Р. 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» //Госстандарт России: Изд-во стандартов. – 2013.

Приложения

Приложение А

Таблица 1. Приложение ТР ТС 033/2013 N 1. Физико-химические и микробиологические показатели идентификации продуктов переработки молока

Наименование продукта переработки молока	Диапазон массовой доли, %			Молочнокислые микроорганизмы, пробиотические микроорганизмы, дрожжи
	Жир	белок, не менее (для молочных составных продуктов - в молочной основе)	СОМО*, не менее (для молочных составных продуктов - в молочной основе)	
1	2	3	4	5
Питьевое молоко	0,1-9,9	2,8 (для молока с массовой долей жира более 4 процентов - 2,6)	8	-

Таблица 2 Органолептические показатели молока питьевого регламентированные в ТР ТС 033/2013

Молочная продукция	Органолептические показатели идентификации продуктов переработки молока			
	внешний вид	Консистенция	вкус и запах	цвет
1	2	3	4	5
Молоко питьевого	непрозрачная жидкость	жидкая однородная нетягучая	характерные для молока с легким привкусом	белый, допускается с синеватым оттенком для

			кипячения. Допускается сладковатый привкус	обезжиренного молока, со светло- кремовым оттенком - для стерилизованного молока, для обогащенного молока - в зависимости от цвета используемых компонентов для обогащения
--	--	--	---	---

Таблица 3. Приложение ТР ТС 033/2013 N 8. Допустимые уровни содержания микроорганизмов в продуктах переработки молока при выпуске их в обращение

Продукт	КМАФАнМ *, КОЕ**/см (г), не более	Объем (масса) продукта, см (г), в которой не допускаются				Дрожжи (Д), плесени	Примечание
		БГК П** * (кол и- фор мы)	пато- генные, в том числе саль- монеллы	стафи- лококки S.aureus	листерии L.monocytogenes		
1	2	3	4	5	6	7	8
I. Питьевое молоко, питьевые сливки, молочный напиток, молочная сыворотка, пахта, продукты на их основе, термически обработанные							
I. Молокопитьеовое, молочный напиток, в потребительской таре, в том числе обогащенные витаминами, макро- и микроэлементами, лактулозой, пребиотиками:							
а) пастеризованные	1 x 10	0,01	25	1	25	-	
б) стерилизованные	-	-	-	-	-	-	требования промышленной стерильности:
в) ультрапастеризованные (УВТ) (с асептическим розливом)	-	-	-	-	-	-	а) после термостатной выдержки при температуре 37°С в течение 3-5 суток отсутствие видимых дефектов и признаков порчи (вздутие упаковки, изменение

									внешнего вида и другие), отсутствие изменений вкуса и консистенции
									б) после термостатной выдержки допускаются изменения:
									титруемой кислотности - не более чем на 2°Т
									КМАФАнМ - не более 10 КОЕ/см (г)
	г) ультрапастеризованные (без асептического розлива)	100	10	100	10	25	-		
	д) топленые	2,5 x 10	0,1	25	-	25	-		
2.	Молоко питьевое, молочный напиток, во флягах и цистернах	2 x 10	0,01	25	0,1	25			

Приложение Б

Методика исследования микроструктуры молока на приборе «ГИУ-1»

Молоко представляет собой полидисперсную среду, которая может включать в себя макро- компоненты (комплексы молекул – беловые тельца, соматические клетки, жировые комплексы).

Исследование микроструктуры молока позволяет получить интегральную экспрессную оценку правильности протекания технологических процессов очистки молока, гомогенизации. На основании разработанного метода возможен экспрессный контроль содержания жировой фазы в пробе молока.

Для исследования микроструктуры и оценки гранулометрического состава пищевых сред применяли информационно-измерительную систему на базе прибора «ГИУ-1» (разработка МГТУ им. Баумана, Россия) (рисунок 13).

Данная информационно измерительная система позволяет измерять характеристики полидисперсных сред с максимальным размером частиц в 500 мкм.

Принцип действия прибора ГИУ-1 основан на проведении микроскопирования исследуемой пробы, с последующим подсчетом частиц и оценки их размеров на специализированном ПО. В ходе измерения получают гистограмму распределения частиц по размерам с шагом до 2 мкм.

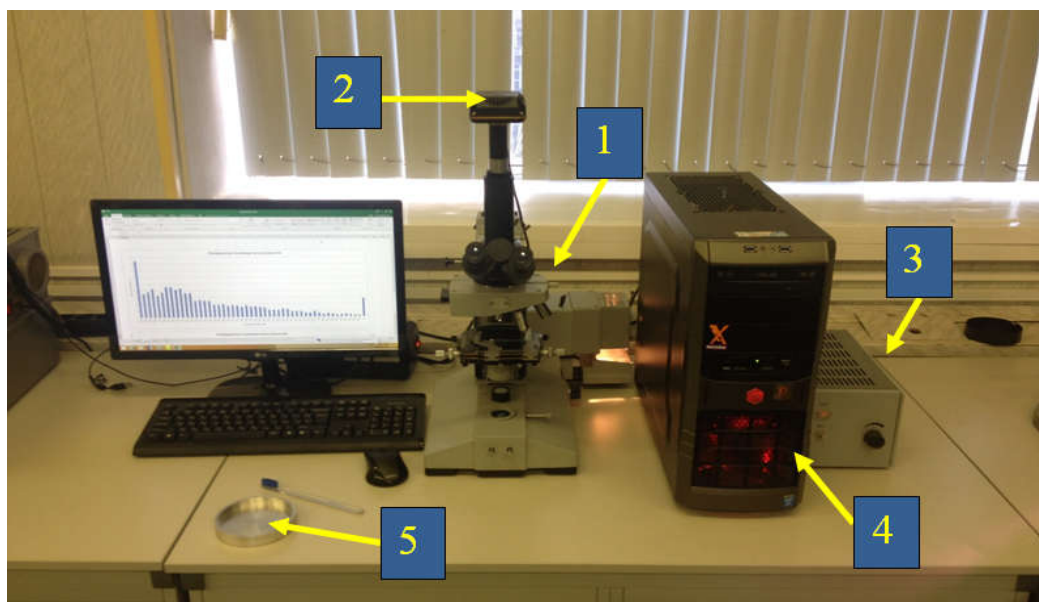


Рисунок 3 – ИИС оценки гранулометрического состава на базе прибора ГИУ-1 (1- Микроскоп БИОЛАБ; 2- Камера для электронной микроскопии; 3 - Блок питания освещения; 4 - ПК; 5 - Кювета и зубная щетка)

Методика определения гранулометрического состава с использованием ИИС ГИУ-1

Принцип действия оптического гранулометра основан на анализе изображений электронного микрофотографирования пробы нанесенной на предметные стекла. В специализированном ПО производится автоматический поиск и подсчет частиц, оценивается светопропускная способность частиц, вытянутость, гладкость и площадь.

Данный метод анализа гранулометрического состава подходит для материалов, максимальный размер частиц которых не более 0,5 мм.

Лабораторное оборудование, материалы, реактивы

1. ИИС ГИУ-1
2. Два приборных стекла размерами 75*50 мм
3. Лабораторная палочка для перемешивания
4. Пипетка на 5 мл

Методика определения

Подготовка к анализу

Настройка программы

Шаг 1 – Подайте напряжение на блок питания и включите освещение и компьютер.

Шаг 2 – Запустите ПО - Flour32.

Шаг 3 - Разместите пустое приборное стекло на столик микроскопа.

Шаг 4 – В программе Flour 32, во вкладке «Файл», откройте функцию «Камера». Ориентируясь на появившееся изображение отрегулируйте резкость используя винты на микроскопе.

Шаг 5 – В окне «Камера» нажмите кнопку «Захват». Таким образом, вы сохранили первую фотографию. Теперь необходимо настроить отображение снимаемых фотографий.

Шаг 6 – В верхнем меню выберите вкладку "Увеличение" и нажмите значение 1:4. Далее, откройте вкладку "Вид" и поставьте галочку напротив пункта "Отбор частиц". Таким образом, посчитанные частицы будут выделяться программой.

Шаг 7 - Откройте вкладку "Настройки" и в поле "Фон" нажмите кнопку "Ввести фон". Поставьте галочки напротив значений "Учитывать фон" и "Заполнять пустоты". Таким образом программа не будет учитывать фоновое изображение при подсчете частиц.

Шаг 8 - Проверьте правильность настроек программы.

Откройте вкладку "Настройки " и выберите функцию "Масштаб". В поле "Точек на миллиметр" должно быть указано значение "904". Далее,

откройте вкладку "Вид", в поле "Уровень бинаризации" должно быть значение "104".

Подготовка пробы

Шаг 1 – Размешайте среднюю пробу анализируемого молочного продукта.

Шаг 2 – Отберите пипеткой 1 мл пробы молочного продукта и нанесите на поверхность одного из приборных стекол.

Шаг 3 – Покройте приборное стекло с пробой другим стеклом и аккуратно выдавите оставшиеся пузырьки воздуха и излишки пробы.

Шаг 4 – Полученную пробу герметично закупоривают между стеклами используя для этого парафин.

Шаг 5 – Таким образом, вы нанесли пробу на стекло, проверьте отсутствие видимых пузырьков воздуха в пробе.

Шаг 6 – Поместите приборное стекло на столик микроскопа.

Методика определения гранулометрического состава

Шаг 1 – Для начала проведения измерения, нажмите вкладку "Результаты". В появившемся окне, в поле "Файл статистики" нажмите кнопку "Создать". Введите название пробы или эксперимента.

Шаг 2 – В том же поле поставьте галочку напротив надписи "Автообновление".

Шаг 3 – Используйте винты регулировки приборного столика для перемещения поля зрения. Перемещайте поле зрения и производите захваты изображения до количества измеренных частиц в районе 5000 штук (или 10000).

Шаг 4 – Текущие значения среднего эквивалентного диаметра и статистических коэффициентов можно просмотреть нажав на кнопку "Статистика".

Шаг 5 - Завершите анализ нажав кнопку "Отчет". Выберите требуемые параметры в открывшемся окне и нажмите кнопку "Создать". Введите имя пробы или эксперимента. После названия, через точку введите формат файла "txt". Для просмотра сразу после создания нажмите кнопку "Просмотр".

Обработка результатов

Шаг 1 - Статистическая обработка результатов уже реализована в ПО, значения сохраняются в файл отчета. Для более наглядной визуализации результатов при создании отчета вы можете выбрать в поле "Вид отчета" - "График".

Шаг 2 - Обработка результатов может быть выполнена средствами MS Excel.

Например для анализа результатов по среднему эквивалентному диаметру.

Определение среднего значения полученных данных, т.е. вычисление средней арифметической \hat{y} (математическое ожидание):

$$\hat{y} = 1/n \sum y_k$$

где n - число опытов;

y_k - значение исследуемой величины в каждом опыте.

Среднее арифметическое – сумма известных значений рассматриваемой величины, деленная на их число.

Шаг 3 - Вычисление дисперсии $S^2(y_k)$ по формуле:

$$S^2(y_k) = \sum (y_k - \hat{y})^2 / (n - 1)$$

Шаг 4 - Вычисление среднеквадратичного отклонения отдельного определения или просто стандартное отклонение единичного результата $S(y_k)$:

$$S(y_k) = \sqrt{\sum (y_k - \hat{y})^2 / (n - 1)}$$

Вычисление среднеквадратичного отклонения среднего результата:

$$S(\hat{y}) = \sqrt{\sum (y_k - \hat{y})^2 / n(n - 1)}$$

Оценка среднеквадратичного отклонения равно корню квадратному из выборочной дисперсии единичного результата.

Шаг 5 - Вычисление коэффициента линейной парной корреляции (r) по формуле:

$$r = \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \hat{y}) / \sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \hat{y})^2}$$

$$|r| > 3S_r$$

$$S_r = \sqrt{(1 - r^2) / (n - 2)}$$

Шаг 6 - Вычисление относительной ошибки (Δy):

$$\Delta y = \varepsilon_\alpha \cdot 100 / \hat{y}; \%$$

$$\varepsilon_\alpha = t_\alpha \cdot S(\hat{y})$$

где ε_α – ошибка среднего результата;

Приложение В

ТУ на молоко питьевое с применением УЗО.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

«.....»

ОКПД 2 10.51.40.100
(ОКП 92 2510)

Группа Н17
(ОКС 67.100.30)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «.....»

_____xxxxxxxxxO.B.
« ____ » _____ 2017 г.

ПИТЬЕВОЕ МОЛОКО ОБРАБОТАННОЕ УЗ

Технические условия
ТУ 10.51.40-001-18404241-2017

Дата введения в действие - . .2017г.

СОГЛАСОВАНО

Экспертное заключение
№ _____ от _____ г.,
выданное ФБУЗ «Центр гигиены
и эпидемиологии в Московской
области» Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия
человека

РАЗРАБОТАНО

ООО «xxxxxxx»

« ____ » _____ 2017 г.

Москва
2017 г

1 Область применения

Настоящие технические условия распространяются на молоко питьевое (далее – продукт), произведённое из сырого молока, произведенное с применением ультразвуковой обработки, пастеризации, нормализации и последующим упаковыванием и маркированием.

Продукт предназначен для непосредственного употребления в пищу или дальнейшей переработки.

В технических условиях использованы основные понятия технического регламента Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» (далее – ТР ТС 033/2013).

1.1 Ассортимент продукции

Продукт в зависимости от массовой доли жира изготавливают следующих видов: 0,1 - 0,5 % (обезжиренное), 3,0 – 3,5 %.

1.2 Продуктам по 1.1 присваивают следующие придуманные названия: «Молоко полезное», «Молоко здоровое» и другие.

1.3 Продукты выпускают под товарными знаками: «xxxxxxxxxxxxxxxx» или другими, зарегистрированными в установленном порядке.

1.4 Пример записи продукции при заказе и (или) в других документах:

– Молоко питьевое «Молоко полезное» обезжиренное, массовая доля жира в сухом веществе 0,1 - 0,5 %, ТУ 10.51.40-001-18404241-2017».

2 Требования к качеству и безопасности

2.1 Продукт должен соответствовать требованиям настоящих технических условий и изготавливаться (вырабатываться) по рецептурам и технологической инструкции с соблюдением требований к производству и специальным технологическим процессам для предприятий молочной промышленности, установленным ТР ТС 033/2013, техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (далее – ТР ТС 021/2011).

2.2 По органолептическим характеристикам продукт должен соответствовать требованиям, приведённым в таблице 1.

2.2.1 Реализации не подлежат сыры с прогорклым, гниlostным и резко выраженным осаленным, плесневелым вкусом и запахом, запахом нефтепродуктов и химикатов, наличием посторонних включений, а также сыры расплывшиеся и вздутые (потерявшие форму), пораженные подкорковой плесенью, с гниlostными колодцами и трещинами, с глубокими зачистками (более 2-3 см), с сильно подопревшей коркой, с нарушением герметичности полимерных материалов, выпущенные без нанесенного покрытия, со значительным нарушением полимерно-парафиновых и восковых сплавов, латексных покрытий, с развитием на поверхности сыра плесени и других микроорганизмов.

Т а б л и ц а 1

Продукт	Внешний вид	Вкус и запах	Консистенция
1	2	3	4
«Молоко полезное»	непрозрачная жидкость, белого цвета, допускается с синеватым оттенком.	характерные для молока с легким привкусом кипячения.	жидкая однородная нетягучая
«Молоко здоровое»,	непрозрачная жидкость, белого цвета, допускается со светло-кремовым оттенком	характерные для молока с легким привкусом кипячения. Допускается сладковатый привкус	жидкая однородная нетягучая

2.4 По физико-химическим показателям продукт должен соответствовать нормам, указанным в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

Продукт	Массовая доля, %			Молочнокислые микроорганизмы, пробиотические белок, не менее (для молочных составных продуктов - в молочной основе)
	жир	белок, не менее (для молочных составных продуктов - в молочной основе)	СОМО*, не менее	
«Молоко полезное»	0,1 - 0,5	2,8	8	-
«Молоко здоровое»	3,0 - 3,5	2,8	8	-

* Расчет основных физических показателей молока производится по следующей формуле:
 $СОМО = 0,25 \times А + 0,225 \times Ж + 0,5$,
 где:
 А - плотность лактоденсиметр;
 Ж - массовая доля жира сырого молока, %.

2.5 Продукт выпускают в реализацию в соответствии с требованиями, указанными в таблице 4:

Т а б л и ц а 4

Продукт	Температура при выпуске с предприятия	Кислотность, °Т, не более
Молоко питьевое	4±2	21

2.6 Показатели микробиологической безопасности продукта не должны превышать допустимые уровни, установленные ТР ТС 021/2011 (Приложение 1), ТР ТС 033/2013 (Приложение № 8) и приведённые в таблице 5.

Т а б л и ц а 5

Наименование показателя		Значение показателя
Масса продукта (г), в которой не допускаются	БГКП (колиформы)	0,01
	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	25
	Стафилококки <i>S.aureus</i>	1
	Листерии <i>L.monocytogenes</i>	25
КМАФАнМ*, КОЕ**/см (г), не более		1 x 10 ⁵

2.8 Допустимые уровни содержания потенциально опасных веществ в продукте не должны превышать допустимые уровни, установленные ТР ТС

021/2011 (приложения 3 и 4), ТР ТС 033/2013 (Приложение № 4) и приведённые в таблице 6.

Т а б л и ц а 6

Наименование показателя	Допустимые уровни, не более
1	2
Антибиотики:	
Левомецетин (хлорамфеникол)	не допускается (менее 0,01 мг/л)
Тетрациклиновая группа	не допускается (менее 0,01 мг/л)
Стрептомицин	не допускается (менее 0,2 мг/л)
Пенициллин	не допускается (менее 0,004 мг/л)
Токсичные элементы:	
Свинец	0,5мг/кг
Мышьяк	0,3 мг/кг
Кадмий	0,2 мг/кг
Ртуть	0,03 мг/кг
Пестициды:	
ГХЦГ (альфа, бета, гамма-изомеры)	1,25 мг/кг (в пересчёте на жир)
ДДТ и его метаболиты	1,0 мг/кг (в пересчёте на жир)
Микотоксины: афлатоксин М ₁	0,0005 мг/кг
Диоксины (в пересчете на жир)**	0,000003 мг/кг
Меламин**	не допускается (<1 мг/кг)
Радионуклиды:	
Цезий-137	50 Бк/кг
Стронций-90	100 Бк/кг
* Контроль антибиотиков в продукте осуществляют при наличии метода контроля, утверждённого в установленном порядке	
** Контроль диоксинов и меламина в продуктах осуществляют в случае обоснованного предположения о возможном их наличии в сырье	

2.9 Требования к сырью

2.9.1 Сырьё, в том числе функционально необходимые компоненты, пищевые продукты и пищевые добавки, используемые при производстве продукта по показателям безопасности должны соответствовать нормам и требованиям ТР ТС 021/2011, ТР ТС 033/2013, Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (далее – ТР ТС 029/2012) и сопровождаться документами, подтверждающими их безопасность и качество.

2.9.2 Для изготовления продукта применяют следующее основное сырьё:

– молоко коровье сырое по ГОСТ 31449-2013;

2.9.3 Сырьё и пищевые добавки, применяемые для изготовления продукта, контролируют в установленном порядке на содержание компонентов, полученных с применением генно-модифицированных организмов (ГМО).

2.9.4 Допускается применение аналогичных видов сырья отечественного или импортного производства, не уступающих по качественным характеристикам, перечисленным в 2.9.1–2.9.3, и соответствующих требованиям действующего законодательства в области качества и безопасности сырья, пищевой продукции и

пищевых добавок.

3 Маркировка

3.1 Маркировка потребительской упаковки должна содержать сведения согласно требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части её маркировки» (далее – ТР ТС 022/2011) и ТР ТС 033/2013 (статья XII).

3.1.1 Каждая единица потребительской упаковки должна содержать следующую информацию:

- наименование продукта;
- товарный знак (при наличии);
- массовую долю жира в сухом веществе (%);
- состав продукта, включая вид основной заквасочной микрофлоры и природы происхождения молокосвертывающих ферментных препаратов;
- пищевую и энергетическую ценность (калорийность);
- дату изготовления;
- срок годности. После слов «годен до», «использовать до» указывается или срок годности пищевой продукции, или место нанесения этого срока на упаковку;
- условия хранения;
- массу нетто;
- наименование и местонахождение изготовителя [юридический адрес, включая страну, адрес места производства продуктов переработки молока (при несовпадении с юридическим адресом)] и организации, уполномоченной изготовителем на принятие претензий от потребителей;
- обозначение настоящих технических условий;
- штрих-код (при необходимости, с перечеркивающими линиями);
- единый знак обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза (ЕАС).

3.1.2 Допускается нанесение части наименования продукта на лицевой (передней) стороне упаковки при условии нанесения полного наименования на этой же упаковке. Лицевой(передней) стороной потребительской упаковки является одна из ее видимых сторон.

3.1.3 Допускается:

- наносить дополнительную информацию о производителе, продукте и потребителе, в т.ч. рекламного характера, например, «Новинка», «Собственные рецепты» и т.д.

3.1.4 Допускается по согласованию с приобретателем (организация общественного питания) маркировку потребительской и транспортной упаковки предоставлять на листках-вкладышах.

3.2 Маркировка (текстовая часть, надписи) должна быть нанесена¹:

¹Требование по использованию языков в маркировке – в соответствии с Протоколом о техническом регулировании в рамках ЕАС (Приложение № 9 к Договору о ЕЭС.Астана, 29.05.2014 г.)

- на русском языке – при обращении продукции на территории Российской Федерации и Республики Беларусь;
- на казахском и русском – при обращении продукции на территории Республики Казахстан;

– на русском языке и на языке, в соответствии с требованиями государства-члена Союза к маркировке продукции, реализуемой на его территории (при наличии таких требований).

Информационные данные маркировки, приведённые на других языках, должны быть идентичны информации, изложенной на русском языке.

3.3 Информационные данные о пищевой и энергетической ценности продукта приведены в Приложении А.

Допускается при определении значений энергетической ценности:

- средние значения с использованием коэффициентов пересчета в соответствии с Приложением 4 ТР ТС 022/2011;
- точные значения с использованием коэффициента пересчета в соответствии с Приложением 2 ТР ТС 022/2011.

Примеры маркировки потребительской упаковки – в Приложении Б.

3.4 На каждую единицу групповой или транспортной упаковки наносят маркировку, содержащую информацию согласно требованиям ТР ТС 022/2011 (статья 4, часть 4.2) и ТР ТС 033/2013 (статья XII, пункт 67):

- наименование продукта;
- наименование изготовителя и его местонахождение;
- товарный знак (при наличии);
- количество продукции [указывают массу нетто (или массу брутто) и количество единиц потребительских упаковок или массу нетто продукта единицы потребительской упаковки и количество единиц потребительских упаковок];
- срок годности продукта;
- дату производства продукта;
- условия хранения;
- номер партии (если номер партии не присваивается на предприятии-изготовителе, то номером партии считают дату производства продукта);
- обозначение настоящих технических условий;
- штрих-код (при необходимости);
- предупредительные надписи и манипуляционные знаки по ГОСТ 14192 («Беречь от солнечных лучей», «Пределы температуры» и др. – при необходимости);
- единый знак обращения продукции на рынке государств-членов ТС.

3.5 При обёртывании групповой или транспортной упаковки продукции прозрачными защитными полимерными материалами допускается не наносить на них маркировку. В данном случае информацией для потребителей является маркировка потребительской упаковки.

3.6 Упаковка и укупорочные средства должны содержать цифровое обозначение и/или буквенное обозначение (аббревиатуру) материала, из которого она изготовлены, а также пиктограммы и символы согласно требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 005/2011 «О безопасности

упаковки» (далее – ТР ТС 005/2011) (приложения № 3 и № 4). При невозможности нанесения цифрового обозначения и/или буквенного обозначения непосредственно на саму упаковку или укупорочное средство допускается приводить маркировку упаковки и укупорочного средства в маркировке продукта с соответствующим разъяснением, например, «Маркировка упаковки».

4 Упаковка

4.1 Упаковка (укупорочные средства и упаковочные материалы), используемая для упаковывания продукта должна соответствовать требованиям ТР ТС 005/2011 и обеспечивать безопасность и сохранность продукта в процессе его изготовления, транспортирования, хранения и реализации.

4.2 Упаковывание в потребительскую упаковку

Продукт упаковывают в потребительскую упаковку с последующей укладкой в групповую и/или транспортную упаковку, с дальнейшим формированием транспортных пакетов по ГОСТ 23285.

В качестве потребительской упаковки используют:

- полиэтиленовая мягкая упаковка (фин-пак, берта-пак и др.)
- полистирол, полипропилен
- комбинированные материалы (тетра-пак);

Объем единицы потребительской упаковки должен соответствовать номинальному объему, указанной в маркировке потребительской упаковки с учетом допускаемых отклонений.

Предел допускаемых отрицательных отклонений содержимого нетто от номинального количества для упаковочных единиц с различным номинальным количеством содержимого упаковки должен соответствовать требованиям ГОСТ 8.579 (Приложение А), приведённым в таблице 7.

Т а б л и ц а 7

Номинальное количество нетто М, г или мл	Предел допускаемых отрицательных отклонений Т	
	% от М	г или мл
Св. 5 до 50 включ.	9	-
" 50 " 100 "	-	4,5
" 100 " 200 "	4,5	-
" 200 " 300 "	-	9
" 300 " 500 "	3	-
" 500 " 1000 "	-	15
"1000 " 10000 "	1,5	-

Примечание - Абсолютные значения Т, рассчитанные по процентам, округляют до десятых долей для М менее 1000 и до целых долей для М более 1000.

4.3 Упаковывание (фасование) в транспортную (групповую) упаковку
Формирование транспортной (групповой) упаковки (упаковки) по ГОСТ 24597, ГОСТ 26663, ГОСТ 21650 и ГОСТ 25776.

В качестве транспортной упаковки используют ящики из гофрированного картона по ГОСТ 13511, ГОСТ 9142, ящики из плоского тарного склеенного картона по ГОСТ 9421, ГОСТ Р 54463, многооборотные полимерные ящики по ГОСТ 33746, дощатые плотные ящики, в том числе из листовых древесных материалов, по ГОСТ 10131 или ГОСТ 11354. Клапаны ящиков оклеивают клеевой лентой на бумажной основе по ГОСТ 18251 или полиэтиленовой лентой по ГОСТ 20477.

Укладку продукта в ящики осуществляют плотно. Допускается укладывать продукт в ящики без перегородок.

В каждый ящик помещают продукт одной партии, одного наименования, одной даты выработки и одного номера варки. Допускается укладка в транспортную упаковку продукта разных партий и дат выработки с нанесением информации на маркировку. Упаковка продукта, отправляемого в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности – по ГОСТ 15846.

Масса брутто продукта в картонных ящиках – не более 20 кг, в дощатых ящиках – не более 25 кг.

Для укладки транспортной упаковки в складах готовой продукции и формирования транспортных пакетов используют плоские поддоны по ГОСТ 33757 или универсальные поддоны по ГОСТ 22831. Картонные ящики укладывают на поддоны так, чтобы была видна их маркировка.

Для обандероливания (упаковывания) транспортного пакета используют плёнку полиэтиленовую термоусадочную по ГОСТ 25951.

Укладку транспортного пакета на поддоны осуществляют так, чтобы была видна маркировка не менее одной единицы групповой и/или транспортной упаковки с каждой боковой стороны транспортного пакета. Количество ящиков по высоте должно быть таким, чтобы не вызывать деформирование нижних рядов.

4.4 Допускается использовать другие виды транспортной/потребительской упаковки и упаковочные материалы отечественные или поставляемые по импорту с аналогичными характеристиками, разрешённые к применению в установленном порядке и обеспечивающие сохранность и товарный вид продукта при транспортировании и хранении в течение срока годности.

5 Правила приемки

5.1 Готовый продукт принимают партиями. Правила приемки – по ГОСТ 26809.2 и ГОСТ Р 55063.

5.2 Каждая партия продукта должна быть проверена лабораторией предприятия или сторонней лабораторией соответствующего профиля на соответствие требованиям настоящих технических условий и сопровождаться товаросопроводительной документацией, обеспечивающей прослеживаемость партии продукции.

5.3 Порядок и периодичность контроля показателей качества и безопасности устанавливает изготовитель в Программе производственного контроля, утверждённой в установленном порядке.

5.4 При получении неудовлетворительных результатов анализов хотя бы по одному из показателей качества в партии, по нему проводят повторный анализ удвоенного объёма выборки, взятой из той же партии продукта. Результаты повторных анализов являются окончательными и распространяются на всю партию продукта.

6 Методы контроля

6.1 Отбор проб и подготовка их к анализу:

– для определения органолептических и физико-химических показателей по ГОСТ 3622-68;

– для определения бактериальной обсемененности, КОЕ/г по ГОСТ 9225;

– для определения токсичных элементов по ГОСТ 30538, ГОСТ 26927, ГОСТ 26932;

– для определения радионуклидов по ГОСТ 32164.

6.2 Качество упаковки, правильность маркировки, форму и внешний вид определяют путем осмотра выборки, отобранной по ГОСТ 26809.2.

6.4 Определение массы нетто – по ГОСТ 3622.

6.5 Определение внешнего вида, цвета, консистенции проводят визуально и характеризуют в соответствии с требованиями пункта 2.3. Определение запаха и вкуса - по ГОСТ 28283. Оценку вкуса проводят выборочно после кипячения пробы. Для оценки запаха 10-20 см³ подогревают до температуры 35 °С., таблица 2. Температуру продукта измеряют в соответствии с требованиями ГОСТ 26754.

6.6 Определение физико-химических показателей:

– Определение кислотности - по ГОСТ 3624.;

– Определение плотности - по ГОСТ 3625.

– Определение массовой доли жира - по ГОСТ 5867 или ГОСТ 22760.

– Определение массовой доли белка - по ГОСТ 25179 или по ГОСТ 23327.

- Определение массовой доли СОМО - расчетным методом по ГОСТ 3626 (пункт 2.4.3)

-- Определение чистоты - по ГОСТ 8218.

-- Определение термоустойчивости - по ГОСТ 25228.

6.7 Возраст сыра определяют с даты выработки.

6.4 Определение микробиологических показателей.

Общие правила проведения микробиологических испытаний по ГОСТ ISO 7218.

Определение показателей:

– БГКП (колиформы) – по ГОСТ 32901;

– патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы – по ГОСТ 31659;

– *S. aureus* – по ГОСТ 30347;

– листерии *L. monocytogenes* – по ГОСТ 32031;

– стафилококковые энтеротоксины – по МУК 4.2.2429.

6.5 Определение показателей безопасности:

- токсичных элементов – по ГОСТ 30178, ГОСТ 30538, ГОСТ 26927, ГОСТ 26930, ГОСТ 26932 и ГОСТ 26933;
- остаточных количеств пестицидов – по ГОСТ 23452;
- афлатоксина М₁ – по ГОСТ 30711;
- антибиотиков – по ГОСТ 31502 или ГОСТ 32219 (контроль осуществляют по молочному сырью), или в соответствии с методиками, утверждёнными в установленном порядке;
- определение стронция-90 и цезия-137 – по ГОСТ 32161 и ГОСТ 32163;
- определение диоксинов – по методикам, утверждённым в установленном порядке (контроль в продуктах осуществляют в случае обоснованного предположения о возможном их наличии в сырье);
- определение меламина – по МУК 4.1.2420 и другим методикам, утверждённым в установленном порядке (контроль в продуктах осуществляют в случае обоснованного предположения о возможном их наличии в сырье).

6.6 Определение содержания ГМО проводят по методам, предусмотренным нормативными документами, и по методикам, утверждённым в установленном порядке в арбитражных случаях. Идентификацию генетически-модифицированных источников (ГМИ) – по ГОСТ Р 52173 и ГОСТ Р 52174.

6.7 Пищевую ценность продукта (содержание жира, белка, углеводов в 100 г готового продукта, энергетическую ценность) определяют с применением методик, утверждённых в установленном порядке, и/или расчётным путём, учитывая значения пищевой ценности и количество используемых компонентов.

6.8 Фальсификация жировой фазы продукта жирами немолочного происхождения – по ГОСТ 31972.

6.9 Допускается применять другие методики контроля, утверждённые в установленном порядке.

7 Правила транспортирования и хранения

7.1 Продукт транспортируют всеми видами специализированных транспортных средств: автомобильным, железнодорожным и водным транспортом в соответствии с правилами по перевозке скоропортящихся грузов, действующими на соответствующем виде транспорта.

7.2 Хранение и транспортирование молока совместно с рыбой, копченостями, овощами, фруктами и другими пищевыми продуктами со специфическим запахом не допускается.

Продукт хранят

- при температуре от 2 °С до 6 °С;

7.3 Срок годности продукта при указанных температурах устанавливает производитель в Листе регистрации сроков годности в технологической инструкции по результатам оценки качества молока.

Рекомендуемый срок годности продукта с момента окончания технологического процесса – не более 5 суток.

Приложение А

(справочное)

Информационные данные о пищевой и энергетической ценности 100 г продукта

Продукт	Жир, г	Белок, г	Энергетическая ценность (калорийность), ккал
«Молоко полезное»	0,1 – 0,5	2,8	30 - 35
«Молоко здоровое»	3,0 – 3,5	2,9	61 - 71

Данные по пищевой и энергетической ценности являются справочными и могут быть уточнены(изменены) без внесения изменения в ТУ 10.51.40-001-18404341-2017. Уточнённые данные прописываются в ТИ ТУ 10.51.40-001-184.04341-2017 и являются информацией для потребительской этикетки.

Приложение Б
(справочное)

Примеры маркировки потребительской этикетки

Пример 1

Молоко питьевое «.....»

Массовая доля жира 3,2%

Состав: молоко нормализованное.

Пищевая ценность (содержание в 100 г продукта): жира 3,0 – 3,5 г (точное содержание жира в данной партии указано на крышке); белка 2,9 г;

Энергетическая ценность (калорийность): 67 ккал

Произведен / Годен до (число, месяц, год): см. на упаковке

Хранить до и после вскрытия упаковки при температуре от 2 °С до 6 °С.

Объем: ** л

Изготовитель/ответственная организация: *наименование, юридический адрес*

Адрес производства: *юридический адрес*

ТУ 10.51.40-001-18404241-2017

Штрих-код (с зачеркивающими линиями)



Приложение В
(справочное)

Перечень ссылочных документов

Обозначение ссылочного документа	Наименование документа
1	2
ТР ТС 005/2011	Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки»
ТР ТС 021/2011	Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»
ТР ТС 022/2011	Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части её маркировки»
ТР ТС 029/2012	Технический регламент Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств»
ТР ТС 033/2013	Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции»
ГОСТ Р 51301-99	Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка)
ГОСТ 8.579-2002	ГСОЕИ. Требования к количеству фасованных товаров в упаковках любого вида при их производстве, расфасовке, продаже и импорте
ГОСТ 166-89	Штангенциркули. Технические условия
ГОСТ 427-75	Линейки измерительные металлические. Технические условия
ТУ 9819-011-00419785-14	Молоко коровье-сырье. Технические условия

Примечание – Актуализация технических условий в части ссылок на действующие документы проводится автоматически. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящими техническими условиями следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положения, в котором дана ссылка на него, применяют в части, не затрагивающей эту ссылку.

