

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт химии и инженерной экологии

(наименование института полностью)
Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

(наименование кафедры)
18.04.01 Химическая технология

(код и наименование направления подготовки)
Экобиотехнология

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Модернизация технологии производства мягких и рассольных сыров

Студент	Ю.Б. Горбунова _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Научный руководитель	Е.П. Загорская _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

Руководитель программы	к.п.н., доцент, М.В. Кравцова _____ (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
« ____ »	_____ 2019г.	

Допустить к защите Заведующий кафедрой	к.п.н., доцент, М.В. Кравцова _____ (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
« ____ »	_____ 2019г.	

Тольятти 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Литературный обзор по теме исследования.....	7
1.1 Патентный поиск.....	8
1.2 Виды мягких сыров.....	10
1.3 Микроорганизмы и их значение в сыроварении.....	12
1.3.1 Микробиологические процессы на стадиях сыроварения.....	14
2 Экспериментальные методы анализа качества используемого сырья и готового продукта.....	18
2.1 Определение качества молока.....	20
2.2 Определение сыропригодности молока.....	24
2.2.1 Метод титрования и определение показателя массовой доли общего белка в молоке.....	25
2.2.2 Метод определения показателя массовой доли белка-казеина при помощи титрования кислотой.....	27
2.2.3 Опыт по определению кальция в молоке.....	29
2.3 Физико-химические методы оценки качества сыров.....	30
2.3.1 Определение содержания жира.....	31
2.3.2 Определение содержания соли.....	32
2.3.3 Определение зрелости сыра.....	34
3 Описание стандартной технологии производства и ее модернизация.....	36
3.1 Признаки рассольных сыров.....	37
3.2 Стандартная технология производства.....	38
3.2.1 Модернизированные параметры технологии производства.....	40
3.3 Технология производства после модернизации.....	41
3.3.1 Преимущества поставленной технологии.....	43
3.4 Техничко-технологическая карта продукта.....	44
3.5 Отходы молочного производства.....	45
3.5.1 Физические свойства.....	45
3.5.2 Химический состав.....	48

3.5.3 Биологическая ценность	49
3.5.4 Обработка молочной сыворотки	50
4 Подбор и расчет оборудования.....	52
4.1 Аппаратурно-технологическая схема оборудования	59
4.2 Мойка и дезинфекция оборудования	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	62

ВВЕДЕНИЕ

Сыр-это продукт, который имеет множество вариантов приготовления в отличие от остальных кисломолочных продуктов. Данный продукт может быть использован в качестве основного блюда и основного ингредиента.

Значимость работы заключена в том, что в сыре и его производных содержится множество полезных компонентов, основным из которых является полноценный белок, хорошо усваиваемый организмом человека, молочный жир, а также большой диапазон минеральных составляющих. По своему составу сыры очень калорийны и физиологически полноценны.

Питательная ценность, легкая усвояемость и приятный вкус позволяют употреблять сыр не только как пищу для человека, но и как закуску, возбуждающую аппетит перед основной трапезой. Сыры изготавливают из козьего, коровьего, овечьего и буйволиного молока, путем добавления культур для свёртывания белка и обработки сырного сгустка.

В процессе производства продукт сохранит пищевую ценность и все основные питательные вещества, содержащиеся в молоке, за исключением углеводов. При сыроварении из молока удаляется значительная часть воды, в результате чего получается насыщенный и концентрированный пищевой продукт, основу которого составляют несколько компонентов, а именно белок (казеин), жир, вода, аминокислоты и витамины. Сыр невозможно получить без бактерий, которые способствуют формированию сгустка и створаживания молока, а также основного компонента соли. Возможность комбинирования технологических условий производственного процесса позволяет нам производить различные сорта сыра, от самых простых брынза, рикотта до самых сложных чеддер, качековал, сулугуни и т.п. Для составления грамотного производственного процесса и его запуска необходимо чистое и полноценное молоко. Оно не должно быть обсеменено посторонними бактериями, лейкоцитами, антителами и антибиотиками. Цельному молоку необходимо соответствовать высоким биологическим

требованиям, содержать витамины, полипептиды, микро и макроэлементы, а также аминокислоты. Одним из наиболее важных требований, которое предъявляется коровьему молоку для изготовления сыров, это содержание белка не менее 3,5%.

Актуальность темы обусловлена тем, что на территории России все чаще приостанавливают свою деятельность производства молочной и кисломолочной промышленности из-за несоблюдения санитарных норм и правил, а также действующего законодательства Российской Федерации, которое требует внедрения более актуальных и экологичных решений. В связи с этим растет спрос на новейшие технологии предусматривающие рациональное использование сырьевых ресурсов и энергии на протяжении всего технологического цикла производственного процесса.

Проблема исследования заключается в нерациональном распределении вторичных сырьевых ресурсов при производственном процессе, следствием чего является ухудшение качества выпускаемого продукта и возрастает антропогенная нагрузка на окружающую среду.

Целью научно-исследовательской работы является повышение уровня использования сырьевых ресурсов для улучшения качества продукта

Задачами научно-исследовательской работы являются:

1. Провести анализ существующих технологий производства мягких и рассольных сыров при помощи литературных источников для определения возможности модернизации технологического процесса.

2. Модернизировать технологический процесс производства сыров с учетом унификации и возможности внедрения рационального распределения материальных и сырьевых ресурсов на производстве.

3. Выявить возможность использования вторичных материальных ресурсов, образующихся в ходе технологического процесса в животноводческом комплексе.

Новизной научно-исследовательской работы является модернизация технологии производства мягких и рассольных сыров на основе уже существующих технологических решений.

Апробация работы:

Первое участие прошло в межвузовской студенческой научно-практической конференции: «Современные тенденции в общественном питании и сфере услуг». Публикация статьи: «Исследование возможности производства сыра в условиях инновационной учебно-производственной лаборатории «Технологии продукции и организации общественного питания»». Статья была опубликована и вошла в сборник российского индекса научного цитирования. После сдачи экзаменов и защиты, был получен диплом о том, что выпускная бакалаврская работа заняла второе место в конкурсе выпускных квалификационных работ по направлению «Химия и химические технологии».

Второе участие прошло на период обучения в магистратуре, в научно-практической конференции студенческие дни науки в тгу. По итогам конференции была опубликована статья: «Модернизация технологической схемы производства и процессов хранения и созревания сыров». Среди представленных статей, мы получили диплом за третье место.

Результаты наших исследований включены и подробно описаны в магистерской диссертации.

Методом исследования является сравнение уже предложенных технологий и их модернизация. На основе патентного поиска были выявлены наилучшие технологии по модернизации применяемые в настоящее время. При помощи анализа литературных источников нам удалось провести исследования на сырье и готовом продукте по общепринятым методикам.

Объектом исследования является технологический процесс.

Предметом исследования является технология производства мягкого и рассольного сыра.

1 Литературный обзор по теме исследования

В данном разделе научно-исследовательской работы мы осуществляем систематизацию методов исследования и правильное проведение экспериментальных работ, подбор необходимого количества источников литературы и патентов, которые подробно описывают технологический процесс приготовления мягкого и рассольного сыров.

При помощи анализа нам удалось выполнить оценку и выявление недостатков существующих методов, а также подчеркнуть их преимущества. Ниже представлены изученные источники литературы для проведения дальнейших работ по модернизации технологии производства сыров.

В своих трудах работу по исследованию качества сыра и усовершенствованию технологии провели Оноприйко А. В., Оноприйко В. А. В книге «Сыроделие на мини-заводах и специализированных модулях» подробно приведена поэтапная переработка молока для дальнейшего производства сыра на специализированных модулях- цехах с маленькой мощностью производства и мини-заводах. В данном источнике описаны требования к сыропригодности молока и некоторые варианты способов повышения ее качества. Так же в нем упоминаются последние технологии производства натуральных сыров при помощи высокотехнологичного оборудования, адаптированные к условиям малого производства с невысокой мощностью. В приложениях данного источника представлены таблицы, которые необходимы технологам для приготовления сыра. Данная книга является руководством для работников сыроварни с маленькой производственной мощностью, расположенных преимущественно за пределами городских границ. Этот источник литературы был подготовлен в соответствии с дисциплиной: «Особенности переработки молока на периферических хозяйствах и специальных предприятиях небольшой производственной мощности», в следствии может быть полезен и использован в качестве пособия для обучения будущих специалистов,

выпускников университетов, институтов, училищ по подготовке технолог-сыродел.

Автор Николаев А. М. в книге «Технология мягких сыров» описывает процессы подготовки сырья, параметрах определения качества готового продукта, а также подробно описывает технологию приготовления мягких сыров. В книге подробно рассмотрены способы контроля производственного процесса. В источнике приведены примеры малых производств, технологические расчеты и необходимое оборудование для изготовления сыра.

В книге «Технология сыроделия» Погожева Н. Нуказаны все базовые технологии производства мягких и рассольных сыров, а также тенденции развития данной отрасли, контроль качества готовой продукции, упаковка готового продукта и нормы хранения и транспортировки сырья. Так же в книге имеются различные практические задания для собственной самопроверки. Что позволяет закрепить знания и проверить свои навыки на практике.

1.1 Патентный поиск

В рамках научно-исследовательской работы был осуществлен патентный поиск по различным методам производства мягких и рассольных сыров. Данные методы помогут улучшить качество получаемого продукта питания, его органолептические свойства и помогут повысить биологическую ценность. А также анализ изобретений поможет нам определить недостатки используемых методов и их преимущества.

Патент «Способ производства мягкого сыра» Волобиковой Т.В. относится к кисломолочной промышленности. Автор предлагает нам производство сыра из козьего молока, что значительно повышает его качество и свойства, а также использует в своей технологии свекловичные волокна что значительно увеличивает выход готового продукта. В данном патенте предлагается совмещать формование сыра с его охлаждением,

сывороткой из козьего молока предварительно сквашенной и замороженной до чешуйчатого состояния. Данное решение позволяет сохранить первоначальные свойства сыра на протяжении долго времени.

Авторы Корпачева С. М., Смирнова И. А., Кильмухаметова О. И., патента «Способ производства мягкого сыра» в изобретенном методеприготовления сливочного или молодого сыра предлагают вносить в сырое молоко, для его нормализации, сывороточный белок в виде натуральной пищевой добавки. Также отмечено, что по окончании технологического процесса, после самопрессования сыра, необходимо вносить амарантовое масло для придания сыру лечебных и профилактических свойств. Данные способы улучшения качества продукта повышают его лежкость и сроки хранения, а также придают сыру особую биологическую ценность.

Изобретение «Способ производства рассольного сыра» авторами которого являются Голубева Л. В., Смольский Г. М., Авакимян Г. В., Попова Н. А., относится к сыродельной промышленности в частности к молочной промышленности. Авторы предлагают нам смешивать цельное молоко с восстановленным в равных пропорциях. Прежде чем восстановленное молоко было готово к сыроизготовлению, его необходимо смешать с сухой закваской мезофильных стрептококков для достижения необходимой кислотности. После приготовления нормализованной смеси начинают приготовление мягкого сыра. По окончании формирования сырного зерна, его перекадывают в тару с отверстиями для отделения сыворотки, чеддеризации и прессования сыра. После процесса чеддеризации осуществляют нарезку сырного продукта и плавят. Из готового продукта формируют косу и скручивают в форме круга, концы сцепляют при помощи металлической иглы. Затем сыр отправляют в рассол определенной концентрации соли и обсушивают. Данные методы позволяют улучшить качество сыра его лежкость и увеличить выход готовой продукции. Данный метод является мало энергозатратным и более удешевленным.

Патент «Способ производства рассольного сыра» авторов Власовой Ж. А., Цукгиева Б. Г., Власова Н. Ю. Власова Ж. А., Цукгиев Б. Г., Власов Н. Ю. относится к ряду молочной промышленности. Способ изготовления рассольного сыра делится на стадии: нормализация, пастеризацию, охлаждение молока, приготовления и внесения закваски, хлористого кальция и сычуга, нагревание, образование гелеобразного сгустка, резку, второе нагревание, сбор зерна, самопрессование и прессование зерна, а так же посол и созревание сырных головок в рассоле. Данная технология приготовления значительно улучшает биологическую ценность сыра, предотвращает образования ослизнений на поверхности и устраняет губчатую структуру сыра (вспученность).

Новшества, которые описаны в изобретении «Способ производства рассольного зрелого сыра с добавлением водного экстракта пряно-ароматических растений» авторов Власовой Ж. А., Цукгиева Б. Г., Власова Н. Ю., Кочиева А. А., Никколова Н. К., относится к молочной промышленности, а именно к изготовлению рассольных сыров. Метод предложенный авторами предусматривает внесение в пастеризованное и охлажденное молоко закваски, которая включает в себя только чистые мезофильные структуры (молочные стрептококки) и молочнокислые палочки, также введения в молоко хлористого кальция и сычуга. Молоко обрабатывают должным образом, проводят процедуру по свертываемости белка в молоке, обрабатывают гелеобразный сгусток, формование, прессование, обсушку, посол и созревание сыра. Непосредственно в ходе проведения процедуры по формовке изделия, вносят экстракт пряно-ароматических растений шалфея, лофанта, лаванды. Данный метод изготовления продукта предусматривает улучшение органолептических показателей и биологической ценности сыра.

1.2 Виды мягких сыров

На сегодняшний день существует множество сортов мягкого сыра. Настоящее место происхождения сыра не удастся определить и на

сегодняшний день. Считается что самое качественное и полноценное молоко для производства сыра дают коровы, которые кормятся на альпийских лугах. Все дело в том, что в Альпах совершенно другая экология, растительность существенно не загрязнена по сравнению с растительностью на территории РФ.

Коровы, питаясь чистой травой и ее многообразием, закладывают фундамент питательных веществ для молока. Молоко приобретает сладкий вкус, жирную консистенцию и является биологически чистым и пригодным для производства разных сортов сыра. Все они классифицируются по:

- качественному составу (свежие или с корочкой),
- по странам производителям,
- по сырью (коровье, козье молоко),
- по технологии получения (сывороточные, рассольные, кисломолочные, с голубой и белой плесенью).

В основном, мягкий сыр имеет приятный, желтоватый оттенок на поверхности.

Полезные свойства мягких сыров состоят в том, что витамин группы В помогает организму человека бороться со стрессами и регулирует работу нервной системы человека. Содержание фосфора, кальция и белков способствует укреплению внутреннего скелета человека. Они регулируют работу сердечнососудистой системы за счёт содержания магния и калия.

Сырный продукт наряду с положительным влиянием может нанести вред человеческому организму. Переедание сыра может вызвать головную боль и повышенное артериальное давление организма за счет большого содержания аминокислот. При заболеваниях желудочно-кишечного тракта, язвенной болезни желудка, употребление сыра в пищу не рекомендуется.

Также, в сыре содержится, значительное количество соли из чего следует, что употребление рассольных сортов сыра не рекомендуется людям страдающим заболеванием почек. Чрезмерное употребление соленого,

сырного продукта может привести к появлению отеков в организме человека.

1.3 Микроорганизмы и их значение в сыроварении

Молоко в сыроварении играет основную роль. Оно является полноценным продуктом питания, который представляет жидкость физиологической природы богатую белками, жирами и углеводами.

Условия в которых содержатся сельскохозяйственные животные играют большую роль, и влияют на:

- качественный состав молочной смеси,
- количественный состав,
- полноценность продукта,
- пищевую ценность,
- здоровье животного.

Химический состав молока также может варьироваться, и зависит от:

- возраста особи,
- периода лактации,
- здоровья,
- условий кормления,
- периодичности доения,
- условий содержания.

Наиболее подвержены количественному изменению:

- содержание жира в молоке,
- количественное содержание белка,
- лактоза,
- минеральные вещества.

Так, как данные критерии оказывают влияние на технологические свойства получаемого сыра. С увеличением жировых частиц и рост мицелл белка казеина увеличивается количество масла, сыра, творога, сливок на выходе молочного производства. Также все технологические операции

проходят в более интенсивном режиме. Органолептические свойства выпускаемых продуктов значительно улучшаются.

Биологическая ценность продуктов, получаемых из полноценного коровьего молока варьируется от химического состава сырья.

Благодаря селекционным работам и кормлению животных кормом богатым всеми необходимыми микроэлементами изменяется:

- химический состав компонентов молочной смеси,
- дисперсность жировой фазы,
- количество и качество белка.

Определенный сорт сыра имеет свой качественный и количественный состав микрофлоры. При варке сыра принимают участие различные ферменты и их системы: палочки, стрептококки, пропионовокислые бактерии. Данные виды микроорганизмов осуществляют функции липолитических и протеолитических процессов. Молочнокислые бактерии отвечают за вкус, запах, консистенцию сыра за счет образования молочной кислоты и расщепления белка. Такие вещества, как витамин B12, пропионат кальция, пролин и пропионовая кислота образуются за счет работы пропионовокислых бактерий.

Сыры имеют свойство покрываться светло-коричневой, липкой пленкой, которая содержит в себе некоторое количество микроорганизмов. Данное образование-слизь включает в себя дрожжи и пигментообразующие бактерии, благодаря которым вырабатывается цвет поверхности обсемененного сыра. При изготовлении сыров с содержанием плесневых культур с наружной и внутренней частей, чаще используют род плесени *Penicillium*.

Для изготовления закваски в качестве материала используют некоторые из штаммов энтерококков. Данный вид микроорганизмов влияет на качество сыра освобождая аминокислоты за счет расщепления белков. Применение энтерококков не рекомендуется, так как существует мнение о том, что они способны провоцировать пищевые инфекции

токсикологического рода и вызывать пороки сыра на стадии созревания. Наряду с опасными микроорганизмами вредными являются кишечные палочки, гнилостные и маслянокислые бактерии.

1.3.1 Микробиологические процессы на стадиях сыроварения

Производство сыров состоит из нескольких стадий:

- созревание молока,
- пастеризация молока,
- подготовка молока к свертыванию,
- свертывание молока,
- резка и обработка сырного сгустка,
- нагревание сгустка,
- посол сырного зерна,
- формование сырного зерна,
- созревание сыра.

Такие технологические параметры как, температура пастеризации молока, количество вносимой бактериальной культуры, температура нагрева молока и молочного сгустка, степень зрелости молока, размер сырного зерна можно менять. За счет них создаются благоприятные условия для развития микроорганизмов.

Первая стадия: созревание молока.

Данный процесс осуществляется в герметично закрытых резервуарах. Свежее парное молоко не является пригодным для дальнейшей переработки в сырный продукт так как, оно обсеменено, и его среда является непригодной для дальнейшего развития молочнокислых бактерий, вследствие чего сырье обладает небольшим коэффициентом свертываемости. Для устранения данных проблем, молоку необходимо созреть при помощи выдержки. В период созревания молока допускается внесение закваски для экономии времени. После того как закваску внесли в молоко, к нему добавляют 0,6-0,9% стрептококков (молочных) и 0,15-0,35% палочек. Сырьевой продукт

выдерживают в диапазоне от 19 до 24 °С до достижения необходимой кислотности, но не более 20 °Т. Если кислотность выходит за пределы 20-21 градусов, то сырье является не пригодным для дальнейшей переработки. Время выдержки варьируется от десяти до пятнадцати часов.

Для сыроварения допускают использование смеси сырого молока со зрелым в соотношении 1:2 или 1:6. Остатки зрелого неиспользованного молока допускается хранить в герметичном резервуаре (бидоне) при температуре от 6 до 9 °С.

Вторая стадия: подготовка молока к створаживанию сырного сгустка.

Для того, чтобы белок молока стал створаживаться необходимо внести бактериальную закваску. Закваски, предназначенные для кисломолочных продуктов, отличаются от заквасок, используемых в сыроварении. Закваски, применяемые для приготовления сыра должны иметь свойство разложения белка- протеолитической активности.

Для сыров меньшего размера и низкой температурой второго нагревания до 32 °С в закваску вводят совокупность штаммов для основного бактериального фона. При производстве плесневых сортов сыра в молоко вносят молочнокислые мезофильные стрептококки и плесень. Культура плесени наносится на поверхность будущего продукта при помощи распылителей. Плесень является заразной для других сортов сыра, поэтому хранение таких сыров строго изолированно.

Третья стадия: створаживание молочной смеси.

Сычужные сорта сыра изготавливаются при помощи створаживания молочной смеси сычужным ферментом. Сычужный фермент образуется в ходе образования молочной кислоты при процессе молочнокислого брожения. Свертываемость сгустка при сычужном створаживании занимает от 30 до 70 минут. Для того чтобы молочная смесь створаживалась быстрее, ее нагревают до 34-35 °С. При данном процессе происходит процесс размножения мезофильных бактерий, возрастает кислотность молочной

смеси, свёртывание протекает быстрее. Для того чтобы сычужный фермент пришел в действие необходимо достичь значения рН 5,8-9.

Четвертая стадия: резка и обработка сырного сгустка.

После образования ровного среза на поверхности сырного сгустка, его подвергают резке в целях удаления излишней сыворотки и создания благоприятных условий для протекания микробиологических процессов, непосредственно, в сырном зерне. Момент отделения влаги, сыворотки, от сгустка называется синерезисом. Для ускорения данного процесса сгусток подвергается резке ручным приспособлением лирой или автоматизированным способом. В ходе синерезиса, процессы молочнокислого брожения развиваются в сырном зерне, а в отделившейся сыворотке ослабевают. Для того, чтобы сыворотка наиболее качественно отделилась от сырного зерна необходимо провести второй нагрев образовавшейся массы (для мягких и рассольных сортов сыра температура составит от 38 до 45 °С).

Пятая стадия: формование и прессование сырного зерна.

Каждому виду сыра соответствует определенная форма. После окончания термической обработки сыворотку отделяют от зерна, осуществляют посол и переходят к формованию в специально предназначенной ванне. После формования, сыр отправляют под пресс установку или на самостоятельное уплотнение за счет собственного веса на 1.5-2 часа, с целью удаления излишков влаги и слипанию зернистых частиц. В течении самопрессования, сыр необходимо переворачивать каждые 5-10 минут. На сыр, прессуемый под пресс установкой, постепенно увеличивают давление при помощи отягощений. В ходе осуществления данных манипуляций, в продукте протекают процессы брожения молочного сахара (лактозы $C_{12}H_{22}O_{11}$), в следствии чего сыр набирает кислотность и часть его массы обезвоживается. В процессе протекания данной стадии очень важен контроль температуры помещения, она не должна превышать 20-23 °С.

Шестая стадия: созревание сыра.

Для того чтобы сыр приобрел свои конечные качественные характеристики, ему необходимо дозреть при определенных температурных и влажностных параметрах. В процессе созревания под действием ферментов происходят различные биохимические превращения, вследствие которых продукт приобретает необходимую плотность, вкус, запах и цвет [2]. Молочный сахар продолжает участвовать в процессе брожения с образованием молочной кислоты и углекислого газа. Помимо образования молочной кислоты также образуются уксусная, пропионовая, масляная кислоты. Под действием различных ферментов белок сыра подвергается протеолизу.

Количество и концентрация молочной кислоты влияет на течение микробиологических, биохимических процессов в сыре. Пик содержания молочной кислоты в продукте приходится на начальные периоды созревания сыра. В этот момент кислотность сырной массы достигает предела рН 5,1. Данный уровень рН способствует замедлению газообразования и развития патогенной микрофлоры [3].

Важно отметить, что при помощи применения заквасок и сахара, кислотность сыра легко регулируется. Для того чтобы процесс брожения проходил менее активно, в период второго нагревания часть сыворотки удаляют и заменяют ее на воду. Мягкий и рассольный сыры созревают в специальных отведенных холодильных цехах при температуре от 7 до 15 °С.

Можно сделать вывод о том, что каждый сорт сыра имеет свой качественный и количественный состав микрофлоры. Данный продукт обладает рядом полезных свойств, которые состоят в том, что витамин группы В помогает организму человека бороться со стрессами и регулирует работу нервной системы человека. Содержание фосфора, кальция и белков способствует укреплению внутреннего скелета человека. Они регулируют работу сердечнососудистой системы за счёт содержания магния и калия.

2 Экспериментальные методы анализа качества используемого сырья и готового продукта

В нашей стране вырабатывается широкий ассортимент сыров. Между собой они различаются по особенностям технологии приготовления, внешним признакам и органолептическим показателям. По способу свёртывания молока сыры подразделяют на:

- сычужные (при приготовлении сыра белки свертываются под действием сычуга);
- кисломолочные (при изготовлении сыра белки свертываются под действием молочной кислоты).

От зависимости и от особенностей производства, сыры сычужные подразделяются на:

- твердые,
- мягкие,
- рассольные,
- переработанные.

По содержанию жира в сухом веществе на сыры 20, 30, 45, 50%-ной жирности. В процессе производства сыров решающим фактором являются физические свойства, химический состав, микробиологические показатели молока. Различные технологические схемы производства дают возможность получать сыры различные по химическому составу и органолептическим показателям [4].

При классификации сыров учитывают тип основного сырья, способы свертывания молока, используемые микроорганизмы, особенности технологии приготовления, химические показатели. По типу основного сырья сыры делят на:

- Натуральные, вырабатываемые из коровьего молока, овечьего, козьего, буйволового и плавленые основным сырьем для которых являются основные сыры;

- Натуральные и плавленые, они имеют свои особенности и свойства.

В сыроделии используют четыре типа свертывания молока:

- сычужное,
- кислотное,
- сычужно-кислотное,
- термокислое.

Сыры, получаемые кислотным свертыванием и считающиеся сырыми, представляют собой белково-жировые концентраты молока. В отличие от сыров, полученных в результате сычужного свертывания, где большая часть казеина расщеплена, в них он находится в нативной форме, что влияет на консистенцию и другие органолептические показатели.

Кислотное свертывание происходит при рН 4,6-4,7, а сычужное – при рН 6,5-6,7, что влияет на состав сгустка и на содержание в нем кальция, фосфора, молочной кислоты. При сычужно-кислотном свертывании с использованием небольших доз молока свертывающих ферментов рН составляет 5,0-5,3, но тип свертывания ближе к кислотному [5]. В этом случае сычужный фермент добавляется для повышения плотности сгустка и уменьшения потерь казеина.

Используемые при производстве сыров микроорганизмы играют важную роль в формировании специфических органолептических свойств продукта. Они образуют ферменты, сбраживают молочный сахар, повышают кислотность и снижают окислительно-восстановительный потенциал до определенного уровня, в которых протекают биохимические и микробиологические процессы в сырах. В зависимости от состава микрофлоры сыры можно подразделить на вырабатываемые при участии мезофильных молочнокислых бактерий, с использованием мезофильных и термофильных молочнокислых, пропионовокислых и плесневых бактерий, микрофлоры поверхностной слизи, бифидобактерий или ацидофильной палочки.

В развитых странах большое внимание уделяется проблеме снижения содержания жира в сыре, что диктуется требованиями гигиены питания. Сложность состоит в том, что простое снижение содержания жира вызывает ухудшение органолептических показателей, а, следовательно, и конкурентоспособности сыров на пищевом рынке. Принципиальный путь решения этой проблемы- модификация технологии (увеличение влажности сыров, использование заменителей или имитаторов жира, изменение состава заквасок) [7]. Часть молочного жира в сырах может быть заменена растительными жирами.

Для достижения максимального результата и повышения качества сыра требуется хорошая испытательная база, а именно основанная на лабораторном анализе. В данной части работы приведены основные эксперименты, проведенные с сырьем и готовой продукцией в целях повышения качества мягкого и рассольного сыра.

2.1 Определение качества молока

При приемке молока на производство необходим контроль входных параметров, цвет, запах, жирность. Согласно ГОСТ 13928-84 «Молоко и сливки заготавливаемые» [20] происходит отбор проб, которые тестируются для определения качества продукта перед его дальнейшим использованием. К молоку предъявляются требования, описанные в стандарте ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко натуральное коровье- сырье» [9]. Содержание побочных веществ, токсинов, микроорганизмов и примесей должны строго соответствовать санитарным нормам. На протяжении всего технологического цикла молоко сопровождается специальным документом, ветеринарным свидетельством и удостоверением качества установленной формы.

Периодичность отбора проб на проверку качества молока варьируется по времени.

Ежедневно, определяют:

- органолептику молока,

- температуру,
- титруемую кислотность,
- массовую долю жира,
- плотность,
- температуру замерзания,
- группу чистоты.

1-2 раза в десять дней:

- содержание соматических клеток.

Данные виды лабораторного анализа проводят в соответствии с нормативной документацией ГОСТ 9225-84 «Молоко и молочные продукты» [17], ГОСТ 23453-2014 «Молоко сырое. Методы определения соматических клеток» [18].

Согласно ГОСТ 25179-2014 «Молоко и молочные продукты» 2-3 раза в месяц определяют:

- Массовую долю белка согласно.

По согласованию с органами здравоохранения контролируют содержание:

- антибиотиков,
- пестицидов,
- ингибирующих веществ,
- токсичных элементов микробиологических показателей,
- радионуклидов,
- афлотоксина.

Данные эксперименты проводят в соответствии с порядком, гарантирующим безопасность молока и установленным производителем. Так же мы проводили опыты на сыропригодность молока и его качества в соответствии с ГОСТами, используемыми при лабораторном анализе, определении органолептических показателей, определении плотности и кислотности [6].

Описание опытов проводимых на сырье:

1. ГОСТ Р 3624-98 «Молоко и молочные продукты» [7].

Краткое описание:

Кислотность определяют при помощи титрования. В мерный стакан отмериваем 10 мл молока, приливаем 20 мл дистиллированной воды и капаем 2-4 капли фенолфталеина. Содержимое стакана титруют 0,1 Н раствором едкого натрия до слабо розовой окраски. Количество щелочи, пошедшей на титрование, умножают на 10 и получают результат, выраженный в градусах Тернера. Так как кислотность характеризует свежесть молока, поэтому определяется она всегда в неконсервированных пробах. Парное молоко имеет кислотность 17-18 °Т. Кислотность молока нарастает в результате жизнедеятельности бактерий, которые преобразуют молочный сахар в молочную кислоту.

2. ГОСТ Р 54758-2011 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения плотности» [8].

Краткое описание:

Как правило, плотность молока и молочных продуктов определяют при температуре 20-25 °С. Пробы с отстоявшимся жиром и консервированные нагревают до 400 °С, выдерживают при данной температуре 5 минут и охлаждают до 20-22 °С.

Перед определением пробу молока объемом 0,25 или 0,50 мл тщательно перемешивают и осторожно, во избежание образования пены, переливают по стенке в сухой цилиндр, который в этот момент следует держать слегка в наклонном положении. Далее оставляют отстояться на ровное место и погружают чистый ареометр в молоко и оставляют его плавать. Ареометр не должен касаться стенок цилиндра. Первый отсчет показаний плотности проводят визуально со шкалы прибора через 3 минуты после установления неподвижного состояния. Затем прибор приподнимают до уровня балласта и опускают снова. После установления ареометра в неподвижном состоянии проводят второй замер плотности. Температуру пробы молока измеряют перед первым и после второго определения

плотности. Расхождение в экспериментах по замеру плотности не должно превышать $0,5 \text{ кг/м}^3$. Считают среднее показаний прибора и температур.

Если проба молока имела температуру выше или ниже 20 градусов, то результаты определения плотности при средней температуре должны быть приведены к 20 °С.

Согласно стандартам, заготавливаемое молоко не должно принимать значение плотности не менее $1,027 \text{ г/см}^3$.

3. ТУ 9811-153-04610209-2004 «Молоко-сырье для сыроделия». При помощи данного метода проводят органолептическую оценку продукта.

Краткое описание:

В градусах Тернера выражается кислотность сыров. Принцип определения кислотности состоит в том, что мы берем пробу сыра 5 грамм, растираем ее в ступке, приливая к ней постепенно 50 см^3 . воды нагретой до $35-40$ °С. Добавляем $2-4$ капли фенолфталеина и оттитровываем полученный раствор $0,1 \text{ Н}$ раствором щелочи до появления розового окрашивания. Умножаем количество щелочи пошедшей на титрование на 20 . Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 4 °Т.

Результаты экспериментов:

Первая проба:

1) органолептическая оценка. Молоко имеет однородную консистенцию, имеет желтовато-белый цвет. Вкус свойственный свежему молоку, имеет нежный приятный маслянистый вкус, свойственный жирному молоку. Запах приятный, без горечи;

2) оценка кислотности. Кислотность составила 19 °Т. Данное молоко, настоялось в течение суток. Полученная кислотность соответствует суточно настоящему молоку;

3) оценка плотности. Ареометр показывает 1031 при температуре 15 °С. Фактическая плотность молока составляет 1030 при температуре 20 °С.

Итог: данное молоко пригодно для приготовления сыра, все показатели в норме.

Вторая проба:

- 1) органолептическая оценка. Молоко имеет однородную консистенцию, темновато-белый цвет с голубым оттенком по краям. Вкус, свойственный нежирному молоку. Запах, свойственный коровьему молоку;
- 2) оценка кислотности. Кислотность составляет 18 °Т;
- 3) плотность составляет 1030,5.

Итог: молоко пригодно для приготовления сыра.

Третья проба:

- 1) органолептическая оценка. Имеет белый цвет со слегка желтоватым оттенком. Вкус кисло-сладкий. Обладает слегка кислым запахом свойственным скисшему молоку;
- 2) кислотность составила 24 °Т;
- 3) плотность составила 1030.

Вывод: молоко не пригодно для приготовления сыра.

2.2 Определение сыропригодности молока

Перед тем как начать приготовление сыра, нам необходимо протестировать сырье из которого будет производиться продукт. В нашем случае сырьем служит коровье молоко имеющее паспорт и прошедшее ряд лабораторных исследований на обсемененность. Молоко не должно пахнуть посторонними запахами, содержать посторонних примесей, иметь несвойственный натуральному продукту цвет. Часто бывает, что некоторые из коров могут быть больны маститом и это некоторое число удается определить не сразу и молоко все же поступает на заводы [9]. Исходя из вышеперечисленных факторов молоко должно соответствовать по следующим физико-химическим показателям:

- титруемой кислотности 17-20 °Т;
- массовой доле жира не менее 3,2%;

- содержанию белка не менее чем 3,0;
- степени чистоты по эталону не ниже I-II группы;
- бактериальной обсемененности на редуктазу не менее I класса.

Молоко, которое содержит посторонние вещества и примеси не допускается к циклу производственного процесса. Так же в продукте не должно быть большого количества маслянокислых бактерий и кишечной палочки, иначе в последствии созревания сыров данные микроорганизмы вызывают ранее и позднее вспучивание сыра.

Как нам известно молоко свертывается под воздействием сычужного фермента. В редких случаях наблюдается медленное свертывание молока, в нем развитие микроорганизмов несколько заторможено. Для того чтобы исключить вялое свертывание проводят сычужно-бродильную пробу, которая основана на контроле качества образовавшегося сгустка. Далее молоко можно отнести к 3м классам сыропригодности [10]. Для изготовления сыра можно использовать I и II классы.

Итогом сыропригодности молока является:

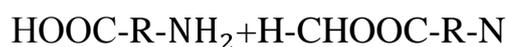
- определение массы;
- определение качества молока;
- определение органолептических показателей (цвет, температура, консистенция, запах).

Молоко оценивают на органолептику только после кипячения пробы.

2.2.1 Метод титрования и определение показателя массовой доли общего белка в молоке

При помощи формальдегида можно осуществить метод блокировки аминокрупп, содержащихся в белковой структуре молока, вследствие данной реакции образуются метилпроизводные аминокислоты. Метилпроизводные аминокислоты содержат в себе карбоксильные группы, которые в последствии нейтрализуются щелочью.





При проведении данного эксперимента молоко должно быть свежим и иметь кислотность не больше 22°Т. Перед проведением опыта необходимо подготовить лабораторную посуду, а именно пипетку на 20 см³, и коническую колбу на 100 см³.

Для проведения опыта необходимо подготовить растворы:

- раствор NaOH (0,1 Н);
- раствор спиртовой Фенолфталеина (2%);
- раствор нейтрализованного формальдегида по фенолфталеину (40%);
- раствор сульфата кобальта (2,5%).

Проведение опыта:

В коническую колбу вместимостью 100 см³ необходимо аккуратно отобрать пипеткой вместимостью 20 см³ пробу молока. Затем в эту же колбу отобрать 0,25 см³ 2% раствора фенолфталеина. После тщательного перемешивания, необходимо провести метод титрования при помощи 0,1Н раствора NaOH. Титрование необходимо закончить при появлении не исчезающего красного окрашивания. Данную процедуру необходимо повторить после добавления к раствору 4 см³ нейтрализованного раствора формальдегида 40% концентрации, до появления окрашивания. По окончании данного опыта, количество щелочи, которое ушло на титрование раствора, необходимо умножить на 0,959. Таким образом, можно получить массовую долю белка, содержащегося в молоке в процентах.

Стандартное содержание массовой доли белка должно составлять 4.2-4.5%. При помощи данного опыта нам удалось протестировать три пробы молока, две из которых соответствуют нормам [12].

Таблица 1 - Результаты эксперимента определение массовой доли общего белка в молоке

Проба молока	Количество белка, %
Партия 1	4,2
Партия 2	4,3
Партия 3	3,8

Вывод: партия под номером 3 не соответствует стандарту содержания белка в цельном коровьем молоке.

2.2.2 Метод определения показателя массовой доли белка-казеина при помощи титрования кислотой

Известно, что белок можно нейтрализовать щелочью с применением определенного индикатора- фенолфталеина. Перед началом работы в отобранную пробу 1 молока необходимо смешать со слабым раствором серной кислоты, а далее провести метод щелочного титрования. При этом нет необходимости фильтровать раствор от выделившегося осадка. Во вторую пробу 2 приливают слабый раствор серной кислоты, в следствии реакции выпадает осадок, который необходимо удалить при помощи фильтровальной бумаги, сложенной в 2 слоя. Оставшийся фильтрат нужно оттитровать. Количественная характеристика казеина в молоке определяется по разности показателей количества щелочи которое затрачено на оба титрования. Казеин выпадает в осадок полностью при значении рН молока 4,7.

Перед проведением опыта необходимо подготовить лабораторную посуду, а именно две конических колбы на 200 см³, цилиндр и колбу мерные объемом 100 см³, воронку и бумажные фильтры, вырезанные по контуру воронки.

Для проведения опыта необходимо подготовить растворы:

- раствор H₂SO₄ (0,005 Н);
- раствор NaOH (0,1Н);

- раствор фенолфталеина спиртовой (2%).

Проведение опыта:

При помощи пипетки отбираем пробу объемом 20 см³ молока и помещаем ее в колбу вместимостью 200 см³, затем необходимо тщательно промыть пипетку и отобрать 80 см³ дистиллированной воды и хорошо встряхнуть полученную смесь. Далее в разбавленное молоко вводят по одной капле раствор 0,005 н концентрации H₂SO₄. Данный раствор необходимо вносить до полного окончания образования творожистого осадка казеина. При нормальном течении реакции раствора серной кислоты необходимо порядка 17-25 см³. Далее необходимо отфильтровать полученный осадок при помощи бумажного фильтра, а фильтрат поместить в колбу объемом 100см³ Для того чтобы сэкономить некоторое количество времени, в процессе фильтрования первой колбы необходимо отобрать вторую пробу молока объемом 20 см³ и поместить ее в подготовленную колбу объемом 20 см³ и прилить 80 см³дистиллированной воды. Ко второй пробе в процессе постоянного перемешивания необходимо прилить подготовленный раствор серной кислоты в аналогичном объеме первой пробы. Далее во вторую пробу внести 4 капли индикатора фенолфталеина и провести щелочное титрование раствором NaOH (0,1 Н) до слабо-красной пигментации. В ходе титрования выпавший осадок должным образом растворяется. Объем щелочи пошедшей для второго титрования отмечается в лабораторном журнале. Далее возвращаемся к первой отфильтрованной пробе. Фильтрат переливают в заранее подготовленную коническую колбу, объемом 200 см³, приливают несколько капель индикатора фенолфталеина и проводят щелочное титрование раствором NaOH (0.1 Н), до появления слабого окрашивания. Объем щелочи, израсходованной на первую пробу, фиксируется в лабораторном журнале и пересчитывается на полный объем жидкости в цилиндре (вода, молоко, кислота) по формуле:

$$P_{1,2} = \frac{a(100*b)}{100}, \quad (1)$$

28

где А - кол-во раствора NaOH (0,1 Н) пошедшего на титрование 100 см³ фильтрата;

В - кол-во раствора серной кислоты (0,05 Н).

Процентное содержание белка- казеина можно определить по формуле:

$$Z = \frac{P1-P2 * 0.1131 * 100}{20} = 0.5655 P1 - P2 , \quad (2)$$

где P1 - объем раствора щелочи пошедшего на титрование первой смеси, см³ ;

P1 - объем раствора щелочи пошедшего на титрование второй смеси, см³;

0,1131 - количество белка, находящееся в одном см³раствора щелочи NaOH (0,1 Н).

Стандартное содержание массовой доли казеина должно составлять 2,2-4,0%. При помощи данного опыта нам удалось протестировать три пробы молока, одна из которых соответствуют нормам [13].

Таблица 2 - Результаты эксперимента определение массовой доли белка казеина при помощи титрования

№ Пробы	P1	P2	Z	Вывод
Первая	9	1	4,5	Не норма
Вторая	8,5	1	4,24	Не норма
Третья	7	2	2,83	норма

Вывод: в ходе эксперимента была выявлена одна проба под номером 3, которая попадает под стандарт содержания казеина в молоке.

2.2.3 Опыт по определению кальция в молоке

Данный способ базируется на коагуляции казеина под воздействием кальций ионов. Для проведения данного опыта нам понадобятся следующие составляющие:

- молоко цельное;

- раствор $\text{Ca}(\text{Cl})_2$ (1%);
- пробирки, 5 штук;
- плитка;
- пипетка объемом 10см^3 и пипетка объемом 2см^3 с градуировкой.

Проведение опыта:

В 5 пробирок отливают по 10 см^3 молока и при помощи бюретки приливают в каждую пробирку последовательно $0,3$; $0,5$; $0,7$; $0,9$; $1,1\text{см}^3$ раствора хлорида кальция, данные пробирки необходимо встряхнуть для полного перемешивания смеси, и отправляют нагреваться в водяную баню на 10-15 минут. Все действия фиксируют в лабораторном журнале. После истечения времени, пробирки извлекают и отправляют в прохладное место для охлаждения растворов. После охлаждения наблюдают образование осадка в виде крупных хлопьев казеина. Данный осадок говорит нам о том, что молоко нестабильно при воздействии высокой температуры, следовательно, не термоустойчиво [14]. В зависимости от добавленного объема раствора хлорида кальция, молоко можно подразделить на группы:

- $1,1\text{ см}^3$ раствора соли - группа 1;
- $0,9\text{ см}^3$ раствора соли - группа 2;
- $0,7\text{ см}^3$ раствора соли - группа 3;
- $0,5\text{ см}^3$ раствора соли - группа 4;
- $0,3\text{см}^3$ раствора соли - группа 5.

Вывод: было проведено три эксперимента на трех разных партиях молока. Исходя, из результатов опыта мы получили молоко 2, 4, 5 групп. Молоко 2 группы более термоустойчиво.

2.3 Физико-химические методы оценки качества сыров

На данном этапе работы было выделено 4 пробы мягкого рассольного сыра. Все они готовились по различным технологиям приготовления. Каждая из проб была подвергнута следующим экспериментам, методика которых представлена ниже [25].

2.3.1 Определение содержания жира

Молочный жир колоссально влияет на консистенцию зерна сыров и сырной массы в целом.

Количественное содержание жира проводят согласно методики приведенной в ГОСТ-5867-90 «Молоко и молочные продукты» [10]. Данный метод основан на выделении жира из молочных продуктов путем взаимодействия продукта с серной концентрированной кислотой и изоамилового спирта.

В чистый жиромер для молока, наливаем 10 мл соляной концентрированной кислоты, при помощи стеклянной палочки добавляем к кислоте 2 грамма мелко растертого или измельченного сыра и доливаем 9 мл кислоты. Уровень смеси необходимо контролировать так, чтобы он находился не ниже 5 мм от основания горла. Для дальнейшего исследования приливаем 1 мл изоамилового спирта и закрываем плотно пробкой. Содержимое необходимо тщательно встряхивать до полного растворения белка-осадка. Далее жиромер помещаем в водяную баню и оставляем его выдерживаться при 70-75 °С до полного растворения содержимого, при необходимости жиромер периодически встряхивают. После водяной бани жиромер отправляется в центрифугу на 5-10 минут. Далее регулируем столб жира, необходимо чтобы он находился в трубке со шкалой и отправляем жиромер на водяную баню пробкой вниз на 5 минут [15]. Необходимо учитывать, что вода в водяной бане должна быть выше уровня жира. После проведения вышеописанных процедур анализируем количество жира в соответствии со шкалой. При определении количества жира, жиромер необходимо держать в вертикальном положении, движением пробки вниз и вверх устанавливаем нижнюю границу столбика жира на целом делении шкалы и от него отсчитываем число делений до нижней точки мениска столбика жира. Граница раздела фаз должна быть резкой, столб жира прозрачным, бледно-желтого цвета.

Массовую долю жира в сыре (%) вычисляют по формуле:

$$Ж = P * 11 / M, \quad (3)$$

где P- показание шкалы жиромера;

M-навеска сыра в граммах;

11- коэффициент пересчета показаний жиромера в проценты.

Массовую долю жира в пересчете на сухое вещество сыра в (%) вычисляют по формуле:

$$Ж_1 = Ж * 100 / (100 - B), \quad (4)$$

где Ж- массовая доля жира в сыре, %;

B-массовая доля влаги в сыре, %.

Таким образом, объем 10 малых делений на шкале жиромера равны 1% жира. Расхождения между параллельными определениями не должно превышать 0,1% жира. За окончательный результат принято принимать среднее двух параллельных значений [8].

Таблица 3- результаты эксперимента определение содержание жира

Наименование пробы	Показания шкалы жиромера	Массовая доля жира, %
Сыр 1	4,2	23,1
Сыр 2	4,3	23,6
Сыр 3	4,5	24,7

2.3.2 Определение содержания соли

Хлористый натрий вносится в сырную массу и выполняет важную функцию, воздействуя (напрямую или через изменение активности воды) на развитие микроорганизмов и активность ферментов и, следовательно, оказывает влияние на созревание сыра в целом. В ходе подсаливания продукта формируется характерный вкус, вследствие могут усиливаться или маскироваться вкусовые свойства некоторых веществ, проявляющихся в ходе

созревания продукта. Все зависит от того какие требования предъявляют к данной сырной массе и виду сыра, количество соли может достигать от 1 до 15%. Например, на востоке сыры длительное время пребывают в сильно концентрированном солевом растворе 8-15%, их употребляют только после предварительного вымачивания [16]. Массовую долю соли можно определить в соответствии с методическими указаниями из ГОСТ 3625-84 «Молоко и молочные продукты» [14].

Методика: 5-10 грамм сырной массы переносят в стакан, заливают 50 мл горячей воды, температура воды колеблется в пределах от 75-89 °С, растирают массу до исчезновения комков. Далее переносим содержимое стакана в мерную колбу объемом 100 мл, смывая остатки горячей водой. Колбу необходимо охладить до 20 °С и довести объем мерной колбы до метки 100 мл дистиллированной водой. После проведенных выше манипуляций необходимо отфильтровать и перелить содержимое колбы. Затем необходимо оттитровать 50 мл фильтрата. Для этого переливаем 50 мл в коническую колбу, прибавляем 5-8 капель раствора хромовокислого калия и титруют раствором азотнокислого серебра при постоянном взбалтывании до появления слабого кирпично-красного окрашивания.

Для определения процентного содержания хлористого натрия используют следующую формулу:

$$X=Y*100/m*50, \quad (5)$$

где Y - кол-во азотнокислого серебра, 1 см³ соответствует 0,01 г хлористого натрия, пошедшего на титрование 50 см³ фильтрата, см³;

M-масса продукта взятого для анализа, г.

Таблица 4- результаты эксперимента определение содержания соли

Наименование пробы	Кол-во раст-ра азотнокислого серебра, мл	Содержание хлористого натрия, %
Сыр 1	15	15

Продолжение таблицы 4

Наименование пробы	Кол-во раст-ра азотнокислого серебра, мл	Содержание хлористого натрия, %
Сыр 2	15,1	15,1
Сыр 3	14,8	14,8

2.3.3 Определение зрелости сыра

Точнее всего зрелость сыра устанавливается по буферным свойствам водной вытяжки сыра. Буферные свойства — это способность связывать кислоту и щёлочь удерживая определенный уровень pH. Зрелый сыр имеет буферность в два раза выше чем свежеприготовленный. Разность показателей количества раствора 0,1Н, который пошел на титрование 10 см³ водной вытяжки с фенолфталеином, умноженная на 100, показывает степень зрелости сыра в градусах Шиловича (°Ш).

Методика определения: Необходимо взять навеску сырной массы в размере 5 г, тщательно растереть и прилить 45-50 см³ воды, температура воды должна составлять примерно 45-50 °С [17]. После того как раствору дали отстояться, его фильтруют через бумажный фильтр в колбу объемом 100 мл. Далее необходимо отобрать 20 мл фильтрата пипеткой и разлить по двум колбам 10 мл в одну и 10 мл в другую. В одну колбу приливают 3 капли фенолфталеина и начинают процесс титрования 0,1Н раствором щелочи до проявления слабо розового устойчивого окрашивания. Во вторую колбу, напротив, приливают 10-15 капель тимолфталеина и титруют раствором щелочи до проявления устойчивого синего окрашивания [18].

Степень зрелости сыра (СЗ) в градусах Шиловича(°Ш) вычисляют по формуле:

$$СЗ=(У_{т}-У_{ф})*100, \quad (6)$$

где $У_{т}$ - кол-во щелочи, потраченное на титрование вытяжки с тимолфталеином, см;

Уф - количество щелочи, пошедшее на титрование вытяжки с фенолфталеином, см³.

Титрование проводится с точностью до 0,05 см³.

Результаты эксперимента определение зрелости сыра представлена на следующей странице

Таблица 5- Результаты эксперимента определение зрелости сыра

Наименование пробы	Ут	Уф	СЗ
Сыр 1	3,2	1,85	165
Сыр 2	3,7	2,1	160
Сыр 3	3,5	2,1	140

Вывод: для достижения максимального результата и повышения качества сыра требуется хорошая испытательная база, а именно основанная на лабораторном анализе. В данной части работы приведены основные эксперименты, проведенные с сырьем и готовой продукцией в целях повышения качества мягкого и рассольного сыра.

3 Описание стандартной технологии производства и ее модернизация.

Производство сыра в научно-технологической лаборатории, размещенной на территории Тольяттинского государственного университета, осуществляется непосредственно в столовой, является качественным и отвечает всем основным требованиям. Производственной деятельностью рабочие занимаются три или четыре раза в неделю с 9:00 до 18:00. Научно-технологическая лаборатория по производству сыра имеет небольшую мощность, порядка 200 литров молока, перерабатываемого за смену. Выход сыра зависит от его разновидности и сорта. С 250 литров молока мы можем получить около 20-23 килограмм мягкого сыра Фета (брынза) и около 1,5-2 килограмма сыра Рикотта в период времени за одну смену. На территории столовой Тольяттинского государственного университета, в отдельных помещениях для правильной организации сыроварни, оборудованы следующие помещения:

1) два помещения для приемки и оценки качества молока, а именно разгрузочная и лаборатория. Разгрузочное помещение представляет собой комнату, в которой происходит разгрузка молока, в нем постоянно поддерживается прохладная температура, порядка 15 °С. Молоко находится в транспортировочной таре. В данном помещении находится тележка, для более удобного транспортирования в лабораторию. Лаборатория-представляет собой помещение для сепарирования молока, оценки качества молока по всем показателям. В лаборатории, как правило, установлен стол на котором располагается измерительное оборудование для проведение анализа. Сепарирование – процесс, необходимый для уменьшения концентрации жиров в молоке. Молоко доводят до жирности 2,5-3% в зависимости от того какой продукт необходимо получить;

2) линия производства по приготовлению сыра, находится на территории горячего цеха столовой. В линии находятся два

сыроизготовителя открытого типа на 250 и 100 литров, пресс тележка объемом 420 литров, производственный стол для хранения необходимого инвентаря;

3) комната для созревания сыров, брожения и сушки. Помещение герметично закрывается, не выпуская холодный воздух и не впуская горячий. В комнате установлены стеллажи, выполненные из дерева, влагомер, термометр и кондиционер;

4) моечная инвентаря;

5) упаковочная.

Помещение производственно-бытового характера, на территории которого расположен пресс для мягкого сыра, производственные столы, инвентарь.

3.1 Признаки рассольных сыров

Данные сыры бывают с низкой температурой второго нагревания. Как правило их можно изготавливать из коровьего, козьего, овечьего молока, а также из их смеси в пропорциях 1:1, 1:2, 1:3. При смешивании молока двух видов возрастает кислотность, из этого следует, что такую смесь необходимо пастеризовать при температуре 63-67 °С с выдержкой 30 минут (± 5 мин) [20].

Для рассольных сыров используют следующие закваски:

- мезофильные молочные палочки;

- бактериальный сухой препарат для рассольных сыров (ТУ 49 956-83).

Сыр необходимо нормализовать по жиру для усреднения сырья по физико-химическим показателям. Это значит, что в процессе нормализации молока или смеси молока необходимо внести водный раствор Хлорида кальция в пропорции 15 грамм сухого вещества на 100 кг продукта.

Для рассольных мягких сыров важнейшим этапом при приготовлении является посол сырного зерна. Для данного вида продукта характерно высокое содержание влаги и соли в готовой продукции, что значительно увеличивает выход сыра [22]. Сыр солят, для придания ему характерного

вкуса. Во время посолки, соль вступает в реакцию с белковой частью сырного зерна, тем самым регулируя все ферментативно-микробиологические процессы в период созревания. Таким образом выстраиваются органолептические показатели сыров.

Мягкий рассольный сыр солят непосредственно в подготовленном растворе, в течении от 3 до 5 дней, в зависимости от вида.

3.2 Стандартная технология производства

При поступлении молока на производство, сырье проходит ряд экспериментов при приемке молока. Молоко при помощи насоса перекачивают в резервуар. Далее молоко нормализуют и отправляют на установку для сепарирования, для установления необходимой жирности. Далее молоко охлаждают в резервуаре до 15°C. Сюда же вносят бактериальные закваски. Подготовленное и созревшее молоко подают в сыроизготовитель для становления сгустка и изготовления сырного зерна. Далее сырная масса вместе с сывороткой отправляется на самопрессование. Сыр после пресса отправляют в водный соленый раствор для посолки и созревания сыра.

Стандартный процесс приготовления мягкого рассольного сыра можно представить в виде таблицы.

Таблица 6 - стандартная блок схема производства мягкого и рассольного сыра

№ этапа	Этапы производственного процесса
1	Приемка молока, входной контроль качества.
2	Процедура пастеризации молока
3	Нормализация молока
4	Подготовка молока к выработке сыра
5	Постановка геля
6	Обработка сырного геля

Продолжение таблицы 6

№ этапа	Этапы производственного процесса
7	Посол зерна
8	Формование
9	Самопрессование сыра
10	Обсушка сыра
11	Созревание сыра
12	Упаковка сыра
13	Реализация продукта

Примечания –

1 При поступлении молока на производство, сырье тестируют и проводят ряд экспериментов на содержание примесей и его качество для дальнейшего использования.

2 Далее следует процедура пастеризации молока. Молоко как правило приходит в емкостях- бидонах, из которых его переливают в пастеризационную установку. Пастеризация занимает около 30 минут. Температура нагрева составляет 70-75С⁰. Далее молоко остужается до комнатных температур 20-25С⁰.

3 Третьим этапом технологии производства является нормализация молока по жиру. Молоко подается в молочный сепаратор для отделения излишек жира-сливок. На начальной стадии производства жирность молока составляет 5,2%.

4 Процесс подготовки заключается в переливании подготовленного сырья в сыроизготовитель открытого типа. Далее необходимо поддерживать температурные параметры 20-25С⁰. В подготовленное молоко вливают раствор хлорида кальция для того чтобы процесс коагуляции белка

происходил эффективнее. Рассчитывают исходя из 1мл 10% хлорида кальция на 10 л нормализованного молока.

5 Постановка геля осуществляется при нагреве сыроизготовителя открытого типа до температуры 32С⁰. Далее при активном перемешивании необходимо внести закваску, исходя из пропорций на 100 л молока требуется 1,2 г закваски, предварительно разведенной в воде. Молоко оставляют в состоянии покоя на 40-45 минут до образования геля и ровного среза на нем.

6 Обработка сырного сгустка заключается в ручной нарезке геля специальным приспособлением лирой. После осуществления резки сырного геля, его оставляют в состоянии покоя на 5 минут и продолжают нагревать котел при активном перемешивании до температуры 40 С⁰.

7 После достижения необходимой температуры сырное зерно извлекают из сыроизготовителя в специальную тару и солят исходя из пропорций 1 ст. л. Соли на 5 кг сырного зерна.

8 После посолки, зерно раскладывают по формам.

9 Осуществляется само прессование с частотой переворота сыра в формах 1 раз в 5 минут.

10 Сыр после этапа самопрессования направляют в холодильные камеры для созревания. Чтобы предотвратить процесс образования желтых корок его покрывают пластмассовыми формами.

11 Созревания сыра проходит при постоянной температуре 15-17С⁰, на протяжении 2 суток.

12 Сыр упаковывается в вакуум пакеты и его отправляют в холодильные шкафы до реализации.

13 Сыр необходимо реализовать в течении 2 суток после приготовления, так как его сроки хранения составляют от 5 до 8 дней.

3.2.1 Модернизированные параметры технологии производства

Исходя из имеющихся данных, подобранных патентах, мы модернизировали технологию производства рассольных и мягких сыров, тем

самым улучшив качество готового продукта и его органолептические свойства.

Несмотря на модернизацию, условия приемки сырья и стандартные физико-химические показатели молока при приемке и технологическом цикле производства остаются те же.

Данные заимствованные из патентов 2.1 и 2.3:

- смесь цельного пастеризованного молока с нормализованным в пропорции 1:1;
- добавление мезофильных бактерий к части нормализованного молока;
- добавление амарантового масла;
- созревание сыра в собственной подмороженной сыворотке.

3.3 Технология производства после модернизации

Технология производства мягкого и рассольного сыра представлена в виде таблицы.

Таблица 7- модернизированная схема производства сыра

Этапы производственного процесса
Приемка молока, входной контроль качества.
Процедура пастеризации молока
Нормализация одной части молока
Подготовка молока к выработке сыра
Постановка геля
Обработка сырного геля
Посол зерна
Формование
Самопрессование сыра
Подготовка сыворотки
Созревание сыра
Этапы производственного процесса

Продолжение таблицы 7

Этапы производственного процесса
Упаковка
Этапы производственного процесса
Реализация

Примечание – при приготовлении рассольного сыра, берется цельное коровье молоко и нормализованное молоко в пропорции 1:1. К части нормализованного молока добавляем сухую смесь мезофильных стрептококков для установления необходимой кислотности. Проводится ряд лабораторных исследований, экспериментов для установления нужных параметров. Далее при помощи центробежного насоса сливаем обе части в сыроизготовитель. Для нормализации по жиру добавляем хлорид кальция, разведенный в необходимых пропорциях (1.5млвещества на 10литров сырья) в обе части молока. И вносим закваску, бактериальный препарат для рассольных сыров, «Меито». Полученную смесь при постоянном перемешивании, постепенно нагревают до температуры 30°C в течении 40 минут. После достижения необходимой температуры выключают нагрев и оставляют смесь в состоянии покоя в течении 30 минут по достижению 35°C. Далее необходимо установить качество образовавшегося сгустка, для этого необходимо выполнить на нем ровный срез. Ровный срез - это равномерное расхождение сгустка после поддевания его плоской длинной лопаткой. Сгусток должен образовать ровный разрыв четко в центре лопатки и разойтись от основания до конца прибора. После снятия ровного среза сгусток необходимо нарезать, в нашем случае это проходит автоматизированными мешалками, после резки сырного сгустка оставляем его на 10-15 минут. В течении этого времени нарезанный сгусток начинает выделять сыворотку, а сам он чуть проседает. В сыроизготовителе необходимо поддерживать нужную температуру, 35 °C. В течении 10 минут при постоянной температуре необходимо осуществлять перемешивание, в

последствии наш резанный сгусток превращается в мелкие упругие шарики. Готовое, сформированное сырное зерно извлекают в большую емкость при помощи зерноуловителя, взвешивают, и осуществляют посол с добавлением амарантового масла. Посол осуществляется из расчета 1 ст. ложка на 3 килограмма сырного зерна и добавлением 1,5 грамм амарантового масла на 1 килограмм сырного зерна. Сыворотку сливают в бачки и остужают до образования чешуек льда. Сырное зерно раскладывают по формам и дают отлежаться, под тяжестью собственной массы, около 1.5 часов с частотой переворачивания в формах 1,5-2 минуты. Спрессованный сыр отправляют в подготовленный раствор подмороженной сыворотки и оставляют его ровно на 1 сутки. Кислотность раствора подмороженной сыворотки должна составлять 60-70 °Т. Благодаря помещению сыра в подмороженную слабо соленую сыворотку, сыр отдает некоторое количество соли сыворотке, вымачиваясь и созревая, приобретает приятный вкус, а добавление амарантового масла придает изюминку и полезные свойства продукту. Данная добавка обладает рядом целебных свойств. Его можно применять при простудных заболеваниях, при заболеваниях кожных покровов. Амарантовое масло богато своими целебными свойствами за счет высокого содержания витаминов и жирных кислот полиненасыщенного ряда.

3.3.1Преимущества поставленной технологии

Данная технология позволяет сырам храниться при температуре ниже нуля около нескольких месяцев, при этом продукт не теряет своих ценных свойств и качеств. Благодаря модернизации технологической схемы сыр приобретает приятный аромат, и нежный вкус. Благодаря специфическому посолу и созреванию, сыр становится более мягким, сохраняет в себе большее количество влаги из рассола, а так же подлежит хранению в собственном рассоле 7 дней при температуре 5-10°С.

При помощи модернизированной схеме производства, сыр не теряет своих полезных свойств. Специфичность посола зерна и амарантовое масло

придают приятный аромат, вкус и консистенцию продукту. За счет созревания сыра в собственной сыворотке улучшается лежкость продукта без ухудшения его первоначальных свойств.

3.4 Техничко-технологическая карта продукта

Изобретение: Мягкий и рассольный сыр

1. Применение.

Распространяется на производство мягких и рассольных сыров.

2. Перечень сырья необходимого для приготовления продукта.

Таблица 8 - Сырье необходимое для изготовления мягкого и рассольного сыра

Продукт	Нормативный документ	Масса брутто, л, кг.	Масса нетто, л, кг.
Молоко	ГОСТ 31449-2013	300	385
Аннато	ГОСТ Р 52481-2011	0,005	0,005
Ренин	ГОСТ 52686-2006	0,003	0,003
Хлорид кальция	ГОСТ 55973-2014	0,03	0,03
Сыворотка	ГОСТ Р 56833-2015	60	50
Соль, каменная не йодированная	ГОСТ Р 51574-2000	0,2	0,2

Сырье, использованное в технологическом цикле производства должно иметь сертификаты соответствия согласно нормативным документам. Не должно содержать примесей и опасных веществ для здоровья человека.

Данный вид кисломолочной продукции можно употреблять как самостоятельный отдельный продукт, а также сочетать с нарезанными овощами или подавать в измельченном состоянии к основному блюду. Данный вид сыра рекомендуется к реализации в вакуум пакетах с небольшим содержанием сыворотки.

3.5 Отходы молочного производства

На сегодняшний день, по России в целом, плохо развита молочная промышленность. Однако это отрасль является важнейшей в обеспечении различными молочными и кисломолочными продуктами населения. В целом молочная промышленность состоит из маслодельческих, цельномолочных, сыродельных предприятий, а также предприятий выпускающих консервированные сгущённые и сухие продукты питания, мороженное, детское питание. Все они имеют уникальные особенности по переработке молока и молочных продуктов. В ближайшее время планируется большое развитие молочной отрасли, на основе мирового опыта, это позволит производить наиболее качественный продукт, расширить ассортимент выпускаемой продукции, а также увеличить качество переработки сырья путем увеличения стадий его обработки и своевременной переработки вторичного сырья и побочных продуктов, образовавшихся на производстве. Безусловно, для того чтобы повысить качество продукта потребуется грамотное оснащение производства специализированной техникой и квалифицированными рабочими. В среднем предприятия Самарской области, данной отрасли, работают на малых мощностях, так как молоко скоропортящийся продукт, а логистика отнимает достаточно большой промежуток времени. В большинстве случаев на предприятиях молоко перерабатывающей промышленности побочным продуктом является сыворотка. Она классифицируется на подсырную, творожную, казеиновую. Все ее виды схожи по компонентному составу и имеют идентичную биологическую ценность.

3.5.1 Физические свойства

Всего на сывороточную жидкость приходится около 30 % энергетической ценности от нормализованного молока по жиру и пахты,

цельного молока. Ее можно запускать во вторичный цикл производства, путем использования ее в качестве сырья.

При производстве творога и сыра отделяется жидкость, которая содержит примерно 50% сухих веществ цельного молока, при условии, если в молоке 100% [28]. В ходе открытия высокой ценности сыворотки, появился большой спрос на пути переработки и реализации продукта. При производстве мягких сычужных сыров побочным продуктом является молочная сыворотка. Сыворотки также делят на типы в зависимости от производства продукции. Различают подсырную, творожную, казеиновую сыворотки. Количественный и качественный состав сыворотки также варьируется в зависимости от вида изготавливаемой продукции и технологии его производства.

В общем объеме сыворотки в пересчете на сухое вещество содержится около 70% лактозы. На 100 мл содержит: 0,135 мг Азота. Количественное содержание азотистых оснований напрямую зависит от принципа свертываемости белков в молоке. Углеводный состав похож на углеводный состав цельного молока моносахариды, олигосахариды, аминсахара. Главенство среди углеводов занимает лактоза. Жир в сыворотке более диспергирован чем в цельном коровьем молоке, что благотворно влияет на усвояемость сыворотки организмом человека.

Все вещества, вводимые в молоко при первой ступени производства, частично переходят в сыворотку. Так же в сыворотке отмечено содержание зольных составляющих магния 0,009-0,2%, калия 0,09-0,19%, кальция 0,04-0,11%, натрия 0,03-0,05%, хлора 0,08-0,11%, фосфора 0,01-0,1% [14].

Все минеральные вещества представлены в виде солей неорганических и органических кислот истинного и молекулярного растворов, находящихся в коллоидном состоянии. Количественное содержание солей состоит из 67% фосфора, 80% магния, 78% кальция.

Усредненные показатели химических веществ различных видов сыворотки представлены в таблице 8.

Таблица 8- усредненные показатели различного вида сыворотки

Тип сыворотки	Сухое вещество, %	Белок, %	Молочный сахар, %	Жир, %	Зола, %	Калорийность на 1 л продукции, ккал
Подсырный	6,3-6,5	0,7	4,5-4,7	0,3-0,4	0,5	230-235
Творожный	6,0	0,8	4,0	0,3	0,7	210-217

Химический состав сыворотки может изменяться в зависимости от вида исходного сырья и технологии производства продукта (отделения белка).

Таблица 9- Основные показатели молочной сыворотки

Параметр	Значение
Плотность	1022-1027 кг/м ³
Вязкость	1,55-1,66*10 ⁻³ Па
Теплоемкость	4,8 кДж/кг*К
Рн	4,4-6,3
Буферная емкость	По кислоте 1,72 мл
	По щелочи 2,32 мл
Мутность	0,15-0,25 см ⁻¹

Сыворотка содержит в себе компоненты находящиеся в более мелкодисперсном состоянии, чем молоко, из чего следует, что данный продукт более легко усваиваем организмом человека. В состав входят глобулины и альбумины (белки), витамины и фосфолипиды [12].

Количество сыворотки также варьируется в зависимости от вида производимой продукции:

- твердый сыр (жирный)- 81%;
- твердый сыр (полужирный)- 76%;
- твердый сыр (с пониженной жирностью)- 71%;
- мягкий сыр - на 8% менее чем при выработке твердых сортов сыра;

- творог- 70-75%.

Вкус и жирность сыворотки будет варьироваться в зависимости от времени года, качества питания крупнорогатого скота, качества получаемого молока. В некоторых случаях сыворотка может менять и цвет, от мутно желтого до полупрозрачного светло-желтого цвета.

3.5.2 Химический состав

Особо ценными и основными составляющими молочной сыворотки являются жиры, белки, углеводы. При отделении сыворотки от молока в нее переходит часть минеральных солей, азотистые соединения небелкового характера, различные ферменты, витамины, гормоны, иммунные тельца, кислоты органические [12]. Все соединения содержатся в коровьем молоке только в большем количестве.

Таблица 10- Содержание ценных и основных составляющих в пахте, обезжиренном молоке, молочной сыворотке, цельном молоке в % соотношении

Компонент	Цельное коровье молоко	Обезжиренное молоко	Пахта	Сыворотка
Массовая доля сухого вещества, %	12,3	8,8	9,1	6,3
Молочный жир	3,6	0,05	0,5	0,2
Компонент	Цельное коровье молоко	Обезжиренное молоко	Пахта	Сыворотка
Белки	3,2	3,2	3,2	0,8
Лактоза	4,8	4,8	4,7	4,8
Мин. вещества	0,7	0,75	0,7	0,5

Помимо присутствия в сыворотке молочного жира, она включает в себя фосфатиды (лицетин, сфингомиелин), стеринны (эргостерин, холестерин) [14].

Содержащиеся в сыворотке азотистые соединения включают в себя лактоальбумин, казеин, лактоглобулин, автоглобулин, псевдоглобулин. Также отмечается содержание небелковых азотистых веществ, представленных мочевиной, мочевой кислотой, пуриновыми основаниями.

Во вторичном продукте присутствует содержание лактозы- молочного сахара и глюкозы с галактозой. В состав минеральных веществ входят катионы K^+ ; Na^+ ; Mg^+ ; Ca^+ и анионы лимонной, молочной, серной, угольной, фосфорной, соляной кислот. Наличие минеральных веществ в молочной сыворотке много меньше по сравнению с цельным молоком, потому, что большая часть солей забирает на себя изготавливаемый продукт (сыр) [13].

Микроэлементы тоже не маловажны и присутствуют в молочной сыворотке, например железо, кобальт, мышьяк, йод, кремний.

Витаминный состав делится на две группы водорастворимые С, В₁, В₂, В₁₂, РР, аскорбиновая и пантотеновая кислоты, а также жирорастворимые А, Д, Е [15].

Что касается ферментативного состава, то он представлен гидролазой, фосфофорилазой и окислительно-восстановительными ферментами. При высоких температурах нагрева сыворотки, свыше 70С⁰, ферменты имеют свойство разрушаться.

3.5.3 Биологическая ценность

Ценность молочной сыворотки состоит в том, что она содержит молочные белки, минеральные соли, молочный жир, углеводы, витамины, микроэлементы. Данные компоненты приносят пользу человеческому организму в целом, а также более безопасны для людей подверженных аллергическим реакциям. Сыворотку из-под молока и молочных продуктов рекомендуется употреблять как взрослым, так и детям для нормального роста и развития организма [16].

Так как жир в молочной сыворотке находится в более диспергированном состоянии, он легче усваивается и эмульгируется. Размер жировой частицы достигает 0,06-0,08 мкм.

Лактоза- молочный сахар находящийся в молочной сыворотке выполняет одну из важных функций, а именно структурную. Так же важна ее

энергетическая функция. Когда продукт проходит зону всасывания в кишечнике то лактоза поддерживает молочные бактерии, медленнее расщепляясь на вспомогательные вещества. Благодаря образованию молочной кислоты, которая происходит из лактозы, замедляются гнилостные процессы микрофлоры пищеварительной системы. Данным свойством обладают кефир, ряженка, простокваша и др.

Белки крови такие как альбумин и глобулин близки к белковым веществам сыворотки так как обладают защитными свойствами. Характеризуются большим количеством небелковых азотистых соединений и незаменимыми аминокислотами, что повышает ценность сыворотки [17].

Особенно важными в сыворотке являются вещества, заключающие в себе фосфор, магний, кальций и микроэлементы. Совокупность соединений молочной сыворотки является более оптимальным с биологической точки зрения и играют важную роль [13].

Молочная сыворотка в сравнении с цельным молоком обладает меньшей энергетической ценностью примерно в 3-4 раза, в то время как их биологическая ценность равнозначна. Данный факт позволяет применять в качестве питания сывороточные продукты аллергикам или людям, имеющим некоторые отклонения от норм питания. В настоящее время люди имеют малоподвижный образ жизни, склонны к депрессивному состоянию и перегрузкам, следовательно, суточный рацион должен соответствовать не столько калорийности пищи, сколько его биологической полноценности и разнообразию.

3.5.4 Обработка молочной сыворотки

После того, как из образовавшейся сыворотки изъяли все сырное зерно на приготовление сычужного мягкого сыра, ее необходимо пастеризовать. Параметры пастеризации включают в себя температурный нагрев с 60C^0 до 65C^0 в течении 30-45 минут, для отделения белка, находящегося в сыворотке. Белок сворачивается и приобретает структуру белых и плотных

сгустков, слепляясь между собой. При этом неполная часть полезных ферментов деактивируется. Выпавший в осадок белок по прошествии пастеризации необходимо удалить. Далее сыворотка сливается в отдельный резервуар через пленку сито. Сито служит барьером для вновь скоагулировавшего белка. Сыворотку необходимо пастеризовать для того чтобы при розливе в тару не образовалось осадка и границы двух фаз. Весь белок, который изъяли в ходе пастеризации необходимо остудить и расфасовать по вакуумным упаковкам. В резервуарах сыворотка остужается до 8-10 С⁰.

Часть готовой сыворотки подмораживается для созревания рассольных сыров, а часть отправляют на розлив по бидонам. В бидонах ее сквашивают 3% закваской ацидофильной палочки, которую готовят на обезжиренном молоке. Культивирование закваски происходит в период от 4 до 5 часов, пока сыворотка не достигнет кислотности 60-85 Т⁰ [29]. В промежуток созревания сыворотки активизируется рост биомассы, происходит рост биологически активных веществ, тем самым возрастает антагонистическая активность. Ацидофильная палочка имеет свойство адаптироваться в желудочно-кишечном тракте животных, тормозя все гнилостные процессы. В ходе данного процесса повышается биологическая и энергетическая ценность кормов. Часть подготовленной сыворотки отправляют на ферму для подкормки молодняка.

Подводя итог данной главы можно сделать вывод о том, что вторичные продукты, образующиеся на производстве можно использовать повторно, перерабатывая их. Тем самым мы не наносим вред окружающей среде и микрофлоре предприятия в целом. Переработанную сыворотку предлагается утилизировать на корм молодняку сельскохозяйственных животных, что предупредит ряж заболеваний у молодых особей, поспособствует нормальному пищеварению и развитию телят.

4 Подбор и расчет оборудования

Для того чтобы грамотно осуществить подбор высокотехнологичного оборудования нам необходимо опираться на схему переработки молока и планируемую мощность производства.

За одну смену через технологический цикл производства проходит 300-350 литров молока. Планируется наращивание мощности производства, исходя из увеличения объемов перерабатываемого сырья необходимо установить высокотехнологичное оборудование, которое переработает 500 литров коровьего молока за одну смену. Технологичность и автоматизация процесса за счет правильной постановки техники позволяет нам существенно сократить время обработки молока. Так как при работе необходим постоянный нагрев и охлаждение, контроль за температурными режимами и точный подсчет сырья нам потребуется высокоточная техника, сопровождающаяся измерительными приборами.

Сыродельное оборудование условно можно разделить на типы:

- 1- неавтоматическое,
- 2- полуавтоматическое,
- 3- автоматическое.

1) Неавтоматическое оборудование:

При работе с данным видом техники, человек контактирует с сырьем и готовой продукцией на 95 %. Данный способ производства сыра подходит для выработки небольших объемов продукта 10-15 кг мягкого и рассольного сыров. Так же возрастает риск обсеменения сырья, через контакт с человеком. При технологическом процессе не все сотрудники соблюдают санитарные нормы и правила, а также пренебрегают мерами безопасности на производстве. В следствии данный вид техники не рекомендуется использовать на производстве с большой мощностью, так как повышается риск травм и обсеменения сырья и готовой продукции различными видами

микроорганизмов что приводит к образованию плесени, губительному окислению продуктов.

2) Полуавтоматическое оборудование:

Данный тип целесообразно устанавливать на предприятиях со средней мощностью. Возможность пропускной способности сырья варьируется от 100 до 500 литров молока за одну смену. В данном случае человек контактирует с сырьем и готовой продукцией на 60%. Технологическая линия оборудования позволит перерабатывать и большие объемы сырья, но только за счет увеличения штата сотрудников. При работе с данным типом оборудования работа упрощается, появляется возможность контролировать температурные режимы. Отслеживать стадии сыроварения при помощи термометров и сыродельных ванн открытого типа без автоматизированных перемешивающих устройств. Также данный вид техники требует надлежащего ухода и обработки. Как правило техника стационарна, что затрудняет мойку и дезинфекцию устройств. Машины, как правило, имеют механизм периодического действия.

3) Автоматическое оборудование:

Данный тип машин включает в себя аппараты непрерывного и периодического действия. Контакт сырья и готовой продукции с человеком и окружающей средой сокращается до 40 %, что значительно уменьшает риски перекрёстного заражения, обсеменения различными видами бактерий и микроорганизмами. Использование автоматических машин непрерывного действия позволяет перерабатывать более 1000 тонн сырья за одну смену, а также выпускать более качественную и чистую продукцию.

Руководствуясь модернизированной технологической блок-схемой производства мягкого и рассольного сыра, нам необходимо внедрять автоматическое оборудование для наращивания мощности сыродельного цеха, а также произвести замену полуавтоматических машин на более современные бесперебойные устройства периодического действия.

Процесс производства сыра начинается с приемки молока. Молоко транспортируют в специализированной автотаре объемом 500 литров. По приходу сырья на производство его необходимо изъять и переместить в пастеризационную установку. Для осуществления данного процесса необходимо установить самовсасывающий центробежный насос средней мощности.

1. Исходя из массы сырья поступающего на производство, нам потребуется насос с производительностью 1-1,5 т/ч. Вычислить время работы насоса можно по формуле:

$$\tau_{\text{раб. п.}} = \frac{Z_{\text{ц}} * \Pi}{1500} = \frac{500 * 60}{1500} = 20 \text{ мин,} \quad (7)$$

где $Z_{\text{ц}}$ - Масса свежего молока, кг;

Π - производительность насоса, мин.

2. Для удобства пастеризации и сепарирования молока необходим пастеризационный котел. Для более быстрого нагрева и охлаждения необходимо высокоточное оборудование. Нагрев и охлаждение, зависит от вида носителя в паровой рубашке техники. Котел принимаем без расчетов исходя из данных поступающего сырья 500 л и вида выпускаемой продукции. В данном типе техники молоко подвергают нагреву для пастеризации и охлаждают до комнатных температур 20-25 °С. При данной температуре сливки максимально отделяются от молочной смеси.

3. После процедуры пастеризации молоко необходимо отсепарировать. Сепарирование проводят с молоком в целях его очищения от механических загрязнений, а также доведения до необходимой жирности. Сепаратор – молокоочиститель должен иметь подвод к пастеризационной установке и сыроизготовителю. Данное оборудование принимаем исходя из объема перерабатываемого сырья за одну смену, производительностью 2 т/ч. Время работы оборудования определяем по формуле:

$$\tau_{\text{раб.с.}} = \frac{Z_{\text{ц}} * \Pi_{\text{с}}}{1000} = \frac{500 * 60}{2000} = 15 \text{ мин,} \quad (8)$$

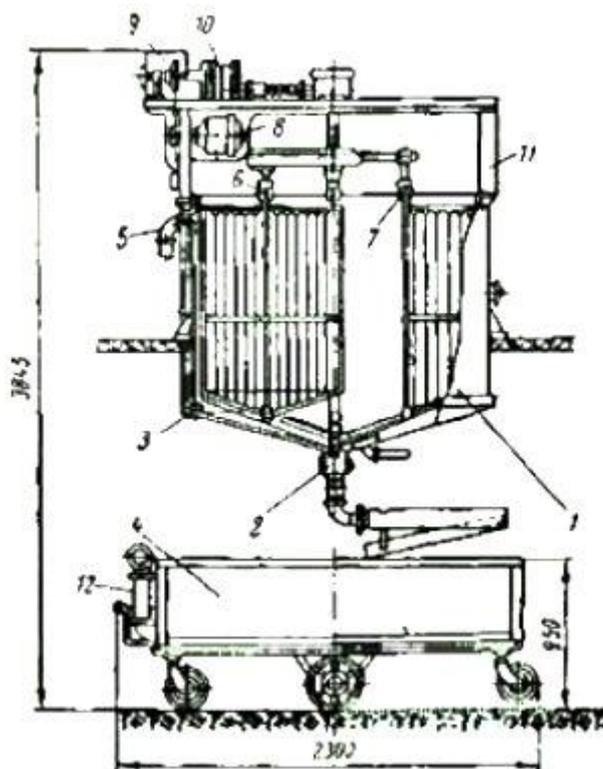
где $Z_{ц}$ - Масса свежего молока, кг;

P_c - оптимальная производительность сепаратора- молокоочистителя, мин.

4. Так как при сепарировании молока отделяются сливки их необходимо помещать в специализированные емкости с вакуумной крышкой для предотвращения контакта продукта с воздушной средой, что является барьером и защитой от различного вида микроорганизмов, плесени, губительного окисления. Принимаем три резервуара из нержавеющей стали, объемом 20 литров каждый.

5. Для приготовления мягкого, рассольного сыра нам необходим сыродельный котел. Данное оборудование должно быть оснащено крышкой с автоматической мешалкой, которая будет участвовать в резке сырного зерна и его перемешивании, также данное оборудование должно быть оснащено измерительными приборами температуры. Температура при стадии постановки сырного сгустка и варке зерна очень важна. Все дело заключается в бактериальной закваске, используемой на производстве. В нашем случае она имеет мезофильных характер, это значит, что бактерии способствующие образованию сгустка погибают при высоких температурах и теряют свое прямое назначение. Сыродельный котел по завершению эксплуатации можно переворачивать, что значительно упрощает мойку и дезинфекцию оборудования. Сыродельный котел принимаем без расчета исходя из объема перерабатываемого сырья.

6. По окончании обработки сырного зерна, его необходимо изъять из сыроизготовителя и подвергнуть самопрессованию. Для осуществления данного процесса нам потребуется пресс-телега объемом 450 литров. Данный вид установки имеет отверстие для слива излишней сыворотки. Диаметр отверстия составляет 5 см и находится в нижней наклонной части дна телеги. Также необходим резервуар для посолки зерна объемом 50 литров и весы счетные напольные.



1 - сырный котел; 2 - спускной кран; 3 - паровое кольцо; 4 - формовочный аппарат; 5 - патрубок для слива; 6 и 7 - ножи; 8 - электродвигатель; 9 - вариатор скорости; 10 - ступенчатый редуктор; 11 - стойка; 12 - сливная труба

Рисунок 1– Сыроизготовитель СПД-2 с пресс телегой

7. Для того чтобы создать все необходимые условия для хранения сырья и готовой продукции на производстве предусматриваются холодильники и холодильные камеры.

Данные расчета холодильников представлены в табличной форме.

Таблица 11– Расчет холодильного оборудования для хранения готовой продукции в таре, упаковке

Продукт	Масса, кг	Объемная плотность продукта, кг/дм ³	Коэф. Учитывающий массу тары	Объем холодильной камеры, м ³
Сыр	23	0,14	0,7	0,2
Пастеризованное молоко	10	0,9	0,7	0,016
Сливки	13,3	0,99	0,7	0,2

Примечание - рекомендации к установке холодильной камеры и морозильного шкафа CARBOMA 1120.

8. Холодильная камера. Данный вид помещения уже существует на производстве. В помещении, установлена сплит система позволяющая контролировать поток подаваемого воздуха в помещение, его температуру и влажность. Также установлен влагомер. Все это необходимо для контроля влажности и поддержания необходимой температуры для хранения готовой продукции, посолки сыра.

9. Мелкий инвентарь вспомогательного типа марли, формы для прессования сыра из пищевой пластмассы, бамбуковые коврики и ножи принимаем без расчета.

10. Производственные линии, оснащенные столами, стеллажами под пастеризационную установку и сепаратор не требуют расчета. Все столы устанавливаем стандартных размеров с необходимым количеством полок и стеллажей для хранения чистого инвентаря и вспомогательных приборов.

11. Для созревания сыра в собственной подмороженной сыворотке необходимы 4 кастрюли объемом 60 л.

12. Для упаковки готовой продукции на производстве установлен вакуумный пакетировочный пресс- термоусадочный танк, модель Cassida-R12.

13. Моечные ванны и раковины, установленные на производстве, принимаем без расчета.

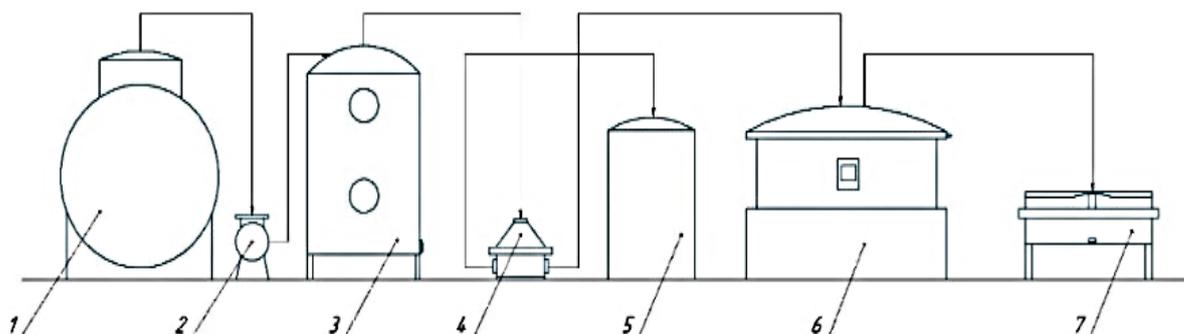
Перечень подобранного высокотехнологичного оборудования представлен в таблице 12.

Таблица 12– Перечень оборудования на производстве мягкого и рассольного сыра, представлена на следующей странице

Наименование оборудования	Марка, производительность, т/ч, емкость, м ³	Кол-во, шт	Примечания, габариты, мм
Самовсасывающий центробежный насос	ОНЦ 0,5/5К5-0,18/2	1	310*210*240
Пастеризационный котел	ОЗУ-0,35	1	1300*1000*1777
Сепараторная установка	ОМ-1А	1	650*350*640
Резервуар	Резервуар, нержавеющая сталь	3	350*350*560
Сыроизготовитель	СПД-2	1	2312*1935*3534
Пресс телега мобильная	Емкость 0,42 м ³	1	160*100*80
Холодильный шкаф	CFRBOMA R1120	2	1150*655*1900
Камера для дозревания и хранения сыров	26,4 м ³	1	5000*2400*2200
Упаковщик вакуумный	Термоусадочный танк Cassida-P12	1	355*355*890
Стол	НІСOLDHCO-12/7БП с полкой	4	1500*600*870
Раковина	HESSEN ВМП 1	2	600*500*360
Ванна моечная	HESSEN ВМ1-6/7Б	1	1550*800*870
Ванна моечная с двумя секциями	HESSEN ВМП2	1	1010*530*870
Полка настенная сплошная	ПН	3	1500*300
Весы напольные	Красная армия т	1	450*600
Весы торговые настольные	МК-6.2-ТВ21(ТН21)	2	340*245

4.1 Аппаратурно-технологическая схема оборудования

В ходе выполнения научно-исследовательской работы была составлена технологическая линия производства мягкого и рассольного сыра. Она представлена в виде рисунка 2.



1- прицеп автотара; 2- центробежный насос; 3- пастеризационная установка;
4- сепаратор молокоочиститель; 5- резервуар; 6- Сыроизготовитель
автоматический закрытого типа; 7- Пресс установка

Рисунок 2- аппаратурно-технологическая линия производства

4.2 Мойка и дезинфекция оборудования

На предприятиях молочной промышленности, как и на всех пищевых производствах, все оборудование и инвентарь проходят ряд моющих и дезинфицирующих процедур. Данные манипуляции проводят в целях производства качественной продукции, отвечающей нормам безопасности. На данных типах производств, как правило, используют кислотные и щелочные моющие и дезинфицирующие средства. Данные вещества позволяют содержать инвентарь в чистоте, обладают антисептическими свойствами. Кислотные средства чаще применяют в борьбе с известковыми отложениями и налетом.

Обработка техники на пищевом производстве направлена на:

- содержание оборудования в чистом состоянии;

- предотвращение размножения бактерий и патогенной микрофлоры на рабочих поверхностях аппаратов;

- выпуск чистой и безопасной для здоровья человека продукции.

На предприятии существует журнал очистки оборудования, который подлежит корректировке в зависимости от эффективности применяемого метода при мойке и дезинфекции оборудования. Оценить результат чистоты можно при помощи визуального осмотра, а также лабораторных исследований.

Мойка оборудования включает в себя следующие этапы:

1. Ополаскивание холодной водой, 20-22°C,
2. Чистка слабо концентрированным раствором щелочи (концентрация зависит от типа применяемого моющего средства),

3. Ополаскивание теплой водой, 35-40°C,

4. Дезинфекция горячей водой, 90-95°C.

Обработка трубопроводов и резервуаров состоит из следующих этапов:

1. Ополаскивание холодной водой, 18-22°C,

2. Ополаскивание горячей водой, 60-65°C,

3. Мойка щелочным раствором (концентрация зависит от типа применяемого моющего средства),

4. Ополаскивание горячей водой, 60-65°C,

5. Чистка при помощи кислого раствора (применяется 2 раза в месяц, концентрация зависит от типа применяемого моющего средства),

6. Ополаскивание горячей водой 60-65°C (до полного удаления химического препарата),

7. Дезинфекция горячей водой, 90-95°C.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нашей работе удалось изучить все технологические процессы, протекаемые при производстве сыров. Благодаря анализу источников литературы и проведению патентного поиска мы смогли выделить два наиболее подходящих для модернизации технологического процесса патента. Из них было заимствована подготовка сырья и его максимальное использование в технологическом цикле и специфичность осуществления посолки готового продукта.

Представлен модернизированный технологический процесс производства сыра с учетом унификации. В ходе модернизации были изменены температурные параметры производства продукта, подготовка сырья и специфичность посола сыра. Проведены эксперименты анализа качества и пищевой ценности продукта.

Реализовано рациональное распределение материальных и сырьевых ресурсов на производстве путем подготовки сыворотки к реализации в животноводческом комплексе, подкормки молодняка. Данное решение позволяет нам использовать материальные ресурсы, образующиеся в ходе технологического процесса повторно, предотвратить многочисленные загрязнения стоков.

Благодаря многочисленным экспериментам цель работы достигнута, а задачи выполнены.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азгальдов, Г. Г. Теория и практика оценки качества тоаров / Г. Г. Азгальдов. – М. : ЮНИТИ, 2010. – 416 с.
2. Алексеев, В. Н. Процесс созревания сыров и пути его ускорения / В. Н. Алексеев. – М. : Колос, 1963. – 80 с.
3. Блинов, Л. Н. Санитарная микробиология / Л. Н. Блинов, М. С. Гутенев, И. Л. Перфилова. – Спб. : Лань КПТ, 2016. – 240 с.
4. Бредихин, С. А. Техника и технология производства сливочного масла и сыра / С. А. Бредихин, В. Н. Юрин. – М. : Колос, 2007. – 320 с.
5. Босов, В. М. Технология производства сухого сывороточного концентрата (ССК) на корм скоту / В. М. Босов, Н. М. Жилин, П. Г. Нестеренко, В. Д. Казьмина – Ставроп. : 1976. – 43 с.
6. Будорагина, Л. В. Производство кисломолочных продуктов / Л. В. Будорагина. – М. : Пищевая промышленность, 1974. – 118 с.
7. Богданова, Е. А. Технология цельномолочных продуктов и молочно-белковых концентратов / Е. А. Богданова, Р. Н. Хандак, З. С. Зобкова. – М. :Агропромиздат, 2007. – 311 с.
8. Ведищев, С. М. Технология и механизация первичной обработки и переработки молока / С. М. Ведищев, А. В. Милованов. – Тамбов. : Изд-во Тамбовского государственного технического университета, 2005. – 152 с.
9. Воронков, М. Г. Способы выделения белковых веществ из молочной сыворотки / М. Г. Воронков, В. З. Анненкова, В. М. Анненкова, Г. С. Угрюмова, Н. Г. Дианова, А. М. Колодкин, А. Г. Храмцов, Л. Г. Кириллова, Г. И. Холодов, А. И. Якунина, В. Е. Жидков. – М. :Дилипринт, 1992. – 43 с.
10. Гудков, А. В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А. В. Гудков. – М. :Делипринт, 2004. – 804 с.
11. ГОСТ Р 51074-97. Продукты пищевые. Информация для потребителя. – Введ. 1998-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 15 с.

12. ГОСТ 3626-73. Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества. – Введ. 1974-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 2002 – 11 с.
13. ГОСТ 3627-81. Молочные продукты. Методы определения хлористого натрия. – Введ. 1982-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 13 с.
14. ГОСТ 13277-79. Молоко коровье пастеризованное. Технические условия. – Введ. 1981-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2014. – 9 с.
15. ГОСТ Р 52415-2005. Молоко натуральное коровье- сырье. Люминисцентный метод определения количества мезофильных аэробных и факультативно- анаэробных микроорганизмов. – Введ. 2007-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 17 с.
16. ГОСТ 28283-89. Молоко коровье. Метод органолептической оценки запаха и вкуса. – Введ. 1990-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 6 с.
17. ГОСТ Р 50647-94. Общественное питание. Термины и определения. – Введ. 1994-02-12. – М. : Изд-во стандартов 2008. – 7 с.
18. ГОСТ Р 50763-2007. Услуги общественного питания. Продукция общественного питания, реализуемая населению. Общие технические условия. – Введ. 2009-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 9 с.
19. ГОСТ 52054-2003. Молоко натуральное коровье- сырье. Технические условия. – Введ. 2004-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2008. – 30 с.
20. ГОСТ 13928-84. Молоко и сливки заготавливаемые. – Введ. 1984-09-12. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 21 с.
21. ГОСТ 9225-84. Молоко и молочные продукты. Метод микробиологического анализа. – Введ. 1986-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 18 с.
22. ГОСТ 23453-2014. Молоко и молочные продукты. Методы определения соматических клеток. – Введ. 2014-12-05. – М. : Изд-во стандартов, 2016. – 14 с.

23. ГОСТ 25179-2014. Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли белка. – Введ. 2015-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 2014. -5 с.

24. ГОСТ 3624-98. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности. – Введ. 1994-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 32 с.

25. Горбатова, К. К. Биохимия молока и молочных продуктов / К. К. Горбатова. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 2009. – 152 с.

26. Гатилин, Н. Ф. Проектирование молочных комбинатов. Пищевая промышленность / Н. Ф. Гатилин. – М. : Пищевая промышленность, 1975. – 127 с.

27. Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов: санитарно-эпидемиологические правила и нормативы – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 20 с.

28. Гудков, С.А. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты: учебник для студентов высших учебных заведений / С.А. Гудков – М. :ДеЛипринт, 2003. – 45 с.

29. Горбатюк, В. И. Процессы и аппараты пищевых производств / В. И. Горбатюк. – М. : Колос, 1999. – 335 с.

30. ГОСТ Р 52842- 2007. Молоко и молочные продукты. Методы иммунологического или бактериально-рецепторного анализа для определения остатков антибактериальных веществ. – Введ. 2009-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 13 с.

31. ГОСТ Р 53504- 2009. Творог зерненный. Технические условия. – Введ. 2011-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 23 с.

32. ГОСТ Р 53505- 2009. Простокваша мечниковская. Технические условия. – Введ. 2011-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 23 с.

33. ГОСТ Р 53506- 2009. Ацидофилин. Технические условия. – Введ. 2011-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 28 с.

34. ГОСТ Р 53507-2009. Консервы молокосодержащие сгущенные с сахаром. Общие технические условия. – Введ. 2011-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 15 с.
35. ГОСТ Р 53508- 2009. Варенец. Технические условия. – Введ. 2011-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2010. – 17 с.
36. ГОСТ Р 53512- 2009. Продукты сырные. Общие технические условия. – Введ. 2011-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 23 с.
37. ГОСТ Р 53513- 2009. Пахта и напитки на ее основе. Технические условия. – Введ. 2011-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 16 с.
38. ГОСТ Р 53592- 2009. Молоко. Спектрофотометрический метод определения массовой доли общего фосфора. – Введ. 2011-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 12 с.
39. ГОСТ Р 53666- 2009. Масса творожная «особая». Технические условия. – Введ. 2011-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 18 с.
40. ГОСТ Р 53668-2009. Айран. Технические условия. – Введ. 2011-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 25 с.
41. ГОСТ Р 53749- 2009. Молоко и молочная продукция. Определение массовой доли молочного жира методом фотоколориметрирования. – Введ. 2011-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2008. – 19 с.
42. ГОСТ Р 53751- 2009. Молоко, молочные продукты и продукты детского питания на молочной основе. Методы определения содержания йода. – Введ. 2011-02-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 29 с.
43. ГОСТ Р 53752- 2009. Молоко и молочная продукция. Определение содержания консервантов и красителей методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. – Введ. 2011-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 32 с.
44. ГОСТ Р 53753- 2009. Молоко и молочная продукция. Определение содержания стабилизаторов методом газовой хроматографии. – Введ. 2011-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 15 с.

45. ГОСТ Р 53761- 2009. Молоко. Идентификация белкового состава электрофоретическим методом в полиакриламидном геле. – Введ. 2011-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2012. – 43 с.
46. ГОСТ Р 53750- 2009. Молоко и молочные продукты. Определение жиров немолочного происхождения. – Введ. 2011-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2012. – 28 с.
47. Димьян, А. Б. Молоко и молочные продукты / А. Б. Димьян. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 153 с.
48. Драгилев, А. И. Технологические машины и аппараты пищевых производств / А. И. Драгилев, В. С. Дроздов. – М. : Колос, 1999. – 376 с.
49. Еремина, И.А. Микробиология молока и молочных продуктов: учебное пособие. / И.А. Еремина – Кемерово. : КемТИПП, 2004. – 80 с.
50. Жилин, Н. М. Технология производства жидкого сывороточного концентрата (ЖСК) на корм скоту / Н. М. Жилин, В. М. Босов, П. Г. Нестеренко. – Ставроп. : 1976. – 17 с.
51. Крусь, Г. Н. Технология молока и оборудование предприятий молочной промышленности / Г. Н. Крусь, В. Г. Триняков, Ю. Ф. Фофанов. – М. :Агропромиздат, 1987. – 43 с.
52. Кутенев, П. В. Молочное дело / П. В. Кутенев. – М. : Колос, 1974. – 305 с.
53. Константинов, Е. Н. Технология оборудования пищевой промышленности / Е. Н. Константинов. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 26 с.
54. Коробкина, З. В. Товароведение вкусовых товаров / З. В. Коробкина. – М. : Экономика, 2010. – 22 с.
55. Кутенев, П. В. Молочное дело / П. В. Кутенев. – М. : Колос, 1974. – 305 с.
56. Липатов, Н. Н. Процессы и аппараты пищевых производств / Н. Н. Липатов, В. А. Самойлов, П. Г. Нестеренко. – Спб : ГИОРД, 2004. – 271 с.

57. Лернер, И. Г. Использование отходов молочной промышленности / И. Г. Лернер – М. :1964. – 32 с.
58. Мамаев, А.В. Молочное дело / А.В. Мамаев, Л.Д. Самусенко - СПб. : Издательство «Лань», 2013. – 384 с.
59. Николаев, А. М. Технология мягких сыров / А. М. Николаев. – М. : Пищевая промышленность, 1980. – 21 с.
60. Нестеренко, П. Г. Комплексное использование промежуточных продуктов производства молочного сахара на кормовые концентраты / П. Г. Нестеренко, А. Г. Храмцов, С. В. Васи́лин, Т. К. Ширяева, Н. М. Жилин – Ярославль. : 1978. – 65 с.
61. Николаева, М. А. Товарная экспертиза / М. А. Николаева. – М. : Издательский дом «Деловая литература», 2009. – 15 с.
62. Николаев, А. М. Технология сыра / А. М. Николаев, В. Ф. Мадушко. – М. : Пищевая промышленность, 1977. – 336 с.
63. Оноприйко, А. В. Сыроделие на мини-заводах специализированных модулях / В. А. Оноприйко. – Санкт-Петербург. : 2004. – 36 с.
64. Пат. 2509474 Российская Федерация, А23С19/076. Способ производства мягкого сыра / Вобликова Т. В. : заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Вершина-Юг" ООО "Вершина-Юг". - № 2012102495/10 ; опубл. 10.08.2013. – 5 с.
65. Пат. 2337562 Россия, А23С19/076. Способ производства мягкого сыра / Корпачева С. М. : заявитель и патентообладатель Новосибирский государственный технический университет. - № 2006117624/13 ; опубл. 10.11.2008. – 7 с.
66. Пат. 2387137 Россия, А23С19/068. Способ приготовления рассольного сыра / Голубева Л. В. : заявитель и патентообладатель государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежская государственная технологическая академия». - № 2008139169/13 ; опубл. 27.04.2010. – 17 с.

67. Пат. 2417616 Россия, A23C19/068. Способ производства рассольного сыра / Цукгиев Б. Г. : заявитель и патентообладатель федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Горский государственный аграрный университет». - № 2009108902/10 ; опубл. 10.05.2011. – 4 с.

68. Пат. 2526569 Россия, A23C19/068. Способ производства рассольного зрелого сыра с добавлением водного экстракта пряно-ароматических растений / Кочиева А. А. : заявитель и патентообладатель федерального государственного бюджетного учреждения высшего профессионального образования «Горский государственный аграрный университет». – № 2012141872/10 ; опубл. 10.04.2014. – 2 с.

69. Погожева, Н. Н. Технология сыроделия / Н. Н. Погожева. – Йошкар-Ола. : 2007. – 85 с.

70. Пепель, А. В. Химия и физика молока / А. В. Пепель. – М. : Пищевая промышленность, 2008. – 523 с.

71. Ростроса, Г. Н. Технология молока и молочных продуктов / Г. Н. Ростроса. – М. :Пищевая промышленность, 1980. – 128 с.

72. Рогожин, В. В. Биохимия молока и молочных продуктов / В. В. Рогожин. – Спб. : ГНОРД, 2008. – 320 с.

73. Ридель, К. Л. Молочная сыворотка: переработка и использование в агропромышленном комплексе / К. Л. Ридель. – М. :Агропромиздат, 1989. – 270 с.

74. Скотт, Р. Производство сыра: научные основы и технологии / Р. Скотт, Р.К. Робинсон, Р.А. Уилби. – СПб. : Профессия, 2005. – 464 с.

75. Свириденко, Ю. Я. Проблемы маслоделия и сыроделия / Ю. Я. Свириденко. – М. : Легкая пищевая промышленность, 2001. – 12 с.

76. Смирнова, И. А. Технология молока и молочных продуктов. Сыроделие / И. А. Смирнова, Т. Л. Остроумова. – Кемерово. : 2006. – 96 с.

77. Ткаль, Т. К. Технохимконтроль на предприятиях молочной промышленности / Т. К. Ткаль. – М. :Агропромиздат, 2009. -191 с.

78. Твердохлеб, Г. В. Технология молока и молочных продуктов / Г. В. Твердохлеб. – М. :Аропромиздат, 2009. – 402 с.

79. Тихомирова, Н. А. Технология и организация производства молока и молочных продуктов / Н. А. Тихомирова. – М. :Делипринт, 2007. – 560 с.

80. Фиалков, А. Н. Теоретические и экспериментальные исследования в целях комплексного решения проблемы рационального использования составных частей молока / А. Н. Фиалков – М. : 1974. - 29 с.

81. Храмцов, А. Г. Промышленная переработка вторичного молочного сырья / А. Г. Храмцов, К. К. Полянский, С. В. Васиисин, П. Г. Нестеренко. – Воронеж. : 1986. – 159 с.

82. Храмцов, А. Г. Молочный сахар / А. Г. Храмцов – М. : Пищевая промышленность, 1972. – 14 с.

83. Хавров, Я. В. Факторы и роль прессования в формировании качества сыра / Я. В. Хавров. – М. : Колос, 2005. – 120 с.

84. Цветкова, Н.Д. Технологические расчеты в курсовом и дипломном проектировании: методические указания для студентов, обучающихся по направлению подготовки 260303 «Технология сырья и продуктов животного происхождения» / Н.Д. Цветкова, М.Д. Хатминская. – Кемерово. : КемТИПП, 2007. – 69 с.

85. Шидловская, В. П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов / В. П. Шидловская. – М. : Колос, 2009. – 280 с.

86. Шингарева, Т. И. Производство сыра / Т. И. Шингарева, Р. И. Раманаускас. – Минск : ИВЦ Минфина, 2008. – 384 с.

87. Cheese Production. – URL: <http://milkfacts.info/Milk%20Processing/Cheese%20Production.htm> (датаобращения: 13.05.2018).

88. The major cheese categories. - URL: <https://www.ourcheeses.com/all-about-cheese/categories> (датаобращения: 27.08.2018).

89. Cheese – Care and Storage. – URL: <http://portlandfoodanddrink.com/cheese-care-and-storage/> (дата обращения: 19.05.2019).

90. Production of soft cheese. – URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1471-0307.1955.tb02686.x/full> (дата обращения: 21.01.2019).

91. Nutrients in Cheese. – URL: <https://www.healthyeating.org/Milk-Dairy/Nutrients-in-Milk-Cheese-Yogurt/Nutrients-in-Cheese.aspx>. (дата обращения: 02.12.2018).