



БАБКИНА Надежда Геннадьевна

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ
НА ХРАНИМОСПОСОБНОСТЬ ПЛАВЛЕННЫХ СЫРОВ**

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Работа выполнена в отделе микробиологии ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия» (ФГБНУ ВНИИМС)

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор,
академик РАН **Свириденко Юрий Яковлевич**
ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

Официальные оппоненты: **Галстян Арам Генрихович**
доктор технических наук, профессор,
РАН, член-корреспондент РАН, заведующий межотраслевым
центром мониторинга качества пищевых продуктов
ВНИИПБиВП, филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр
пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва

Мельникова Елена Ивановна

доктор технических наук, профессор кафедры технологии
продуктов животного происхождения
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий», г. Воронеж

Ведущая организация: ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт
молочной промышленности», г. Москва

Защита состоится «30» марта 2018 года в 14 ч на заседании диссертационного
совета Д 307.004.03 при ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО») по адресу: 107140, г. Москва,
Ул. В. Красносельская, 17.

Факс: (499)264-91-87, e-mail: fishing@vniro.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБНУ «ВНИРО» и
официальном сайте ФГБНУ «ВНИРО» <http://vniro.ru>

Автореферат разослан « » февраля 2018 года

Ученый секретарь
диссертационного совета



Татарников Вячеслав Александрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Плавленный сыр, как молочный продукт высокой пищевой ценности, является продуктом широкого потребления. В то же время, имея длительные сроки хранения, данная группа продуктов представляет интерес, как для потребителей, так и для торговых сетей.

Качество и хранимоспособность любого продукта, в том числе плавленого сыра, можно определить как совокупность критериев, позволяющих установить, что продукт:

- соответствует требованиям безопасности, установленным ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции»;

- соответствует идентификационным показателям, в том числе органолептическим, определяемым требованиями нормативных и/или технических документов;

- хранимоспособен в течение установленного срока годности.

Сроки годности продуктов устанавливает производитель, исходя из качества используемого сырья, особенностей технологического процесса, санитарно-гигиенического состояния производства и подтверждает их в органах государственной санитарно-эпидемиологической службы на основании СанПин 2.3.2.1324-03 и МУК 4.2.1847-04. В соответствии с данными документами осуществляется контроль продукции на соответствие требованиям безопасности, регламентированным ТР ТС 033/2013.

До настоящего времени производители не имеют научно обоснованных данных, которыми можно воспользоваться при прогнозировании сроков годности продукции, в том числе плавленых сыров, исходя из их реальной хранимоспособности, учитывающей риски, связанные с сырьем, технологическими параметрами производства и условиями хранения.

Исследование микробиологических рисков, оказывающих влияние на хранимоспособность плавленых сыров в цепи от сырья до конечного продукта, является актуальным и требует научного обоснования.

При решении поставленных задач исходили из теоретических и практических основ создания системы контроля пищевых продуктов и оценки качества плавленых сыров,

заложенных в трудах Гудкова А.В., Перфильева Г.Д., Захаровой Н.П., Свириденко Ю.Я., Свириденко Г.М., Дунченко Н.И., Соколовой Н.Ю., Роздовой В.Ф. и др.

Работа выполнялась в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации № 2237-р от 03.12.2012 г., подраздел 26 "Актуальные проблемы интегрального контроля производства и оборота продовольственного сырья и продуктов питания в трофологической цепи «от поля до потребителя» в целях управления безопасностью и качеством пищевых продуктов", № темы 0654-2014-0004.

Цель работы и задачи исследований. Создание научно обоснованной системы прогнозирования сроков годности плавленых сыров на основе выявления и оценки микробиологических рисков, определяющих хранимоспособность продуктов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- определить состав микрофлоры основных сырьевых компонентов и выявить группы микроорганизмов, значимо влияющих на качество и хранимоспособность плавленых сыров, установить их допустимое содержание, как в исходном сырье, так и в готовом продукте;

- исследовать влияние температурных режимов плавления и хранения на уровень микробиологических рисков, определяющих качество и хранимоспособность плавленых сыров;

- установить возможность увеличения хранимоспособности и повышения качества плавленых сыров за счет подбора эмульгирующих солей, оказывающих влияние на развитие микрофлоры в готовом продукте;

- исследовать влияние способов и вида упаковки на качество и хранимоспособность плавленых сыров;

- разработать техническую документацию по прогнозированию хранимоспособности и сроков годности плавленых сыров;

- внедрить разработанную систему прогнозирования хранимоспособности плавленых сыров в промышленности.

Научная новизна.

Установлена степень влияния количественного и качественного состава микрофлоры основного сырья на качество и хранимоспособность плавленых сыров.

Обосновано, что наиболее значимым риском является содержание в сырье споровых микроорганизмов рода *Bacillus* и рода *Clostridium*, не нормируемых ТР ТС и установлено допустимое их содержание в смеси для плавления.

Определено, что наибольшее влияние на уровень микробиологических рисков оказывают температуры плавления смеси и хранения готового продукта, наименьшее – вид и способ упаковки.

Установлено, что подбором эмульгирующих солей можно регулировать сроки годности готового продукта за счет снижения микробиологических рисков, связанных со споровыми микроорганизмами.

Практическая значимость. Разработана техническая документация: «СТО ВНИИМС 030-2015 Сыры плавленые. Прогнозирование хранимоспособности и сроков годности» и «МП 012-2015 Методические положения по прогнозированию и предотвращению рисков снижения качества и хранимоспособности плавленых сыров», позволяющие объективно оценивать сроки годности плавленых сыров, исходя из оценки качества сырья и технологических параметров производства.

Проведена апробация результатов работы внедрением разработанной системы прогнозирования сроков годности плавленых сыров на одном из лидирующих предприятий Алтайского края - заводе, выпускающих продукцию под брендом «Плавыч», а также внедрением эмульгирующих солей с длинноцепочечной структурой на предприятиях отрасли: ООО «Любава», ООО «Мультипро», ООО «Сибирское подворье», ООО «Ростагрокомплекс».

Методология и методы исследования. Для решения поставленных в работе задач применяли микробиологические, физико-химические и органолептические методы, а также математические методы обработки результатов.

Научные положения, выносимые на защиту.

Нормирование в смеси для плавления количества споровых микроорганизмов как основной микрофлоры, определяющей хранимоспособность продукта.

Комплексный подход к выбору технологических параметров, таких как,

температуры плавления и хранения, вид и способ упаковки, исходя из искомого срока годности.

Определение принципов подбора эмульгирующих солей с учетом микробиологической обсемененности сырья для достижения искомого срока годности плавленых сыров.

Степень достоверности результатов проведенных исследований.

Достоверность результатов подтверждается минимум трехкратной повторностью экспериментальных исследований и хорошей воспроизводимостью экспериментальных данных, полученных с использованием современных микробиологических, физико-химических и органолептических методов исследований, применением математической обработки данных, апробацией разработанной системы прогнозирования хранимоспособности плавленых сыров в производственных условиях с учетом научного обоснования микробиологических рисков.

Исследования проводились в период 2011-2016 гг в отделах микробиологии и сыроделия ФГБНУ ВНИИ маслоделия и сыроделия; экспериментальные выработки плавленых сыров – в экспериментальном цехе плавленых сыров ФГБНУ ВНИИ маслоделия и сыроделия, а промышленные – на заводе плавленых сыров ОАО «Карат».

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований были предметом докладов и обсуждений на научно-практических конференциях, семинарах и форумах, в том числе: Всероссийской научно-практической конференции «Плавленые сыры» (Углич, 2009); Семинаре молочных технологий (Нидерланды, 2009); Семинаре молочных технологий (Франция, 2010); Семинаре молочных технологий (Италия, 2011); Международной научно-практической конференции «Повышение конкурентоспособности отечественных продуктов сыроделия и маслоделия» (Углич, 2012); Международной научно-практической конференции «Молоко, Сыр, Масло: проблемы и решения» (Углич, 2013); Семинаре молочных технологий (Испания, 2013); Международной недели сыроделия и маслоделия «От истоков к современности» (Углич, 2014); Семинаре молочных технологий (Германия, 2014); Семинаре молочных технологий (Италия, 2015); Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы молочной отрасли» (Углич, 2016); Семинаре молочных технологий (Швейцария, 2016) и др.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 16 статей, из них 7 – в журналах, рекомендованных перечнем ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, списка использованных источников и приложений. Работа изложена на 197 страницах машинописного текста, содержит 39 таблиц и 59 рисунков. Список литературы включает 139 источников, из них 88 отечественных и 51 зарубежных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи диссертации, изложены научная новизна, практическая значимость, положения, выносимые на защиту.

Глава 1. Литературный обзор. Представлены данные по современному состоянию и перспективным тенденциям в производстве плавленых сыров. Проанализированы основные микробиологические риски при производстве плавленых сыров, значимо влияющие на их качество и хранимоспособность. Приведены технологические аспекты производства плавленого сыра, влияющие на хранимоспособность, групповой состав остаточной микрофлоры и обозначены риски при возможном ее развитии. Рассмотрено влияние химического состава на хранимоспособность плавленого сыра.

Анализ состояния рассматриваемой проблемы свидетельствует о значимом влиянии микробиологических рисков на качество и хранимоспособность плавленых сыров и необходимости проведения научных исследований, результаты которых дадут возможность прогнозировать хранимоспособность и устанавливать научно-обоснованные сроки годности продукции.

Глава 2. Объекты, методы исследований и техническое обеспечение экспериментов

Объекты исследования:

- пастообразные плавленые сыры на основе натуральных сыров и творога с массовой долей жира в сухом веществе 55 %, массовой долей влаги от 52 до 55%;
- эмульгирующие соли: цитраты, полифосфаты, длинноцепочечные полифосфаты натрия;
- способы упаковки – негерметичная и герметичная, виды упаковки – полистироловый стаканчик, полимерный евроконтейнер, алюминиевая фольга;

- микроорганизмы, влияющие на качество и хранимособность плавленых сыров, в том числе БГКП, МАФАНМ, споровые бактерии рода *Bacillus* и рода *Clostridium*, дрожжи и плесневые грибы.

Для проведения исследований были выбраны пастообразные плавленые сыры, имеющие наибольшие риски микробиологической порчи, связанные с высоким содержанием влаги от 52 до 55 %.

Сыры вырабатывались по стандартной технологической схеме производства.

Для решения поставленных в работе задач применяли стандартизованные микробиологические, физико-химические и органолептические методы исследования, а так же математические методы обработки результатов. Общая схема исследования приведена на рисунке 1.

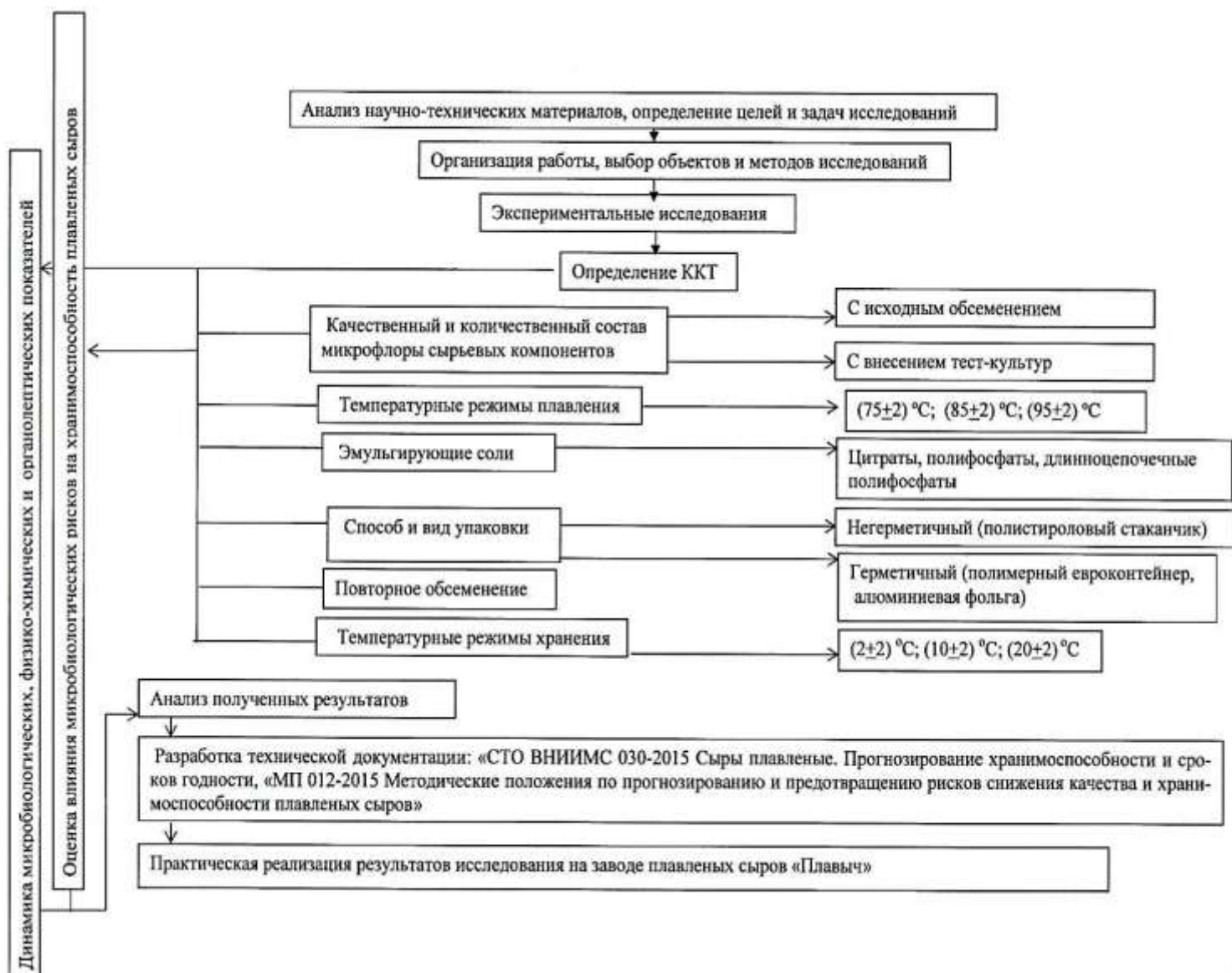


Рисунок 1- Общая схема проведения исследований

Техническое обеспечение экспериментов. Выработки плавленого сыра проводились при использовании котла-плавителя фирмы Штефан UMSK-24, фасовочного аппарата Тгерко; камер для хранения продукции. Анализы сырья и готовой продукции проводились с использованием лабораторного оборудования отделов микробиологии, физической химии и плавленых сыров ФГБНУ ВНИИМС.

Глава 3. Результаты исследований и их обсуждение

Одним из главных исследуемых рисков, влияющих на качество и хранимоспособность плавленых сыров являлась микрофлора сырьевых компонентов, представленная различными видами микроорганизмов. Творог и сыр, являясь основным сырьем для производства плавленого сыра, содержат значительное количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (от 10^6 до 10^9 КОЕ/г), подавляющее количество которых составляют заквасочные микроорганизмы. Микрофлору заквасок нельзя рассматривать как показатель, влияющий на безопасность продукта, и, следовательно, показатель КМАФАнМ не должен нормироваться в смеси для выработки плавленых сыров. В сырье для производства плавленых сыров также содержатся споровые аэробные и анаэробные микроорганизмы, дрожжи, плесневые грибы, бактерии группы кишечной палочки.

В комплексе с изучением влияния бактериальной обсемененности основного сырья исследовано влияние температурных режимов плавления на качество и хранимоспособность плавленых сыров.

Плавленый сыр выработывали при температурах плавления (70 ± 2) °С, (75 ± 2) °С, (85 ± 2) °С, (95 ± 2) °С. Выбор температурных режимов плавления (85 ± 2) °С, (95 ± 2) °С обусловлен нормативно-технической документацией на плавленый сыр, а температур (70 ± 2) °С, (75 ± 2) °С, - связан с внедрением новых технологий, например, «сыр для Пиццы» в которых используются низкие температуры плавления.

В ходе проведения исследования установлено, что температуры плавления играют решающую роль в снижении показателя КМАФАнМ и получении готового продукта, отвечающего требованиям ТР ТС 033/2013. При исходной обсемененности смеси для плавления на уровне 10^6 - 10^7 КОЕ /см³, являющейся нормой при использовании в качестве исходного сырья натурального сыра и творога, температуры плавления 70 – 75 °С снижают исходное количество жизнеспособных клеток в среднем на два порядка, что

делает невозможным получение готового продукта соответствующего норме ТР ТС 033/2013, т.е. не более $5 \cdot 10^3 - 1 \cdot 10^4$ КОЕ /см³. Температуры плавления 85–95°С снижают исходное количество жизнеспособных клеток в среднем на четыре порядка, что обеспечивает получение готового продукта соответствующего норме безопасности, таблица 1.

Таблица 1 - Влияние температуры плавления на показатели микробиологической безопасности плавленых сыров, нормируемых ТР ТС 033/2013 (n=6)

Температура плавления, °С	КМАФАнМ, КОЕ/г	БГКП, НВЧ/г	Дрожжи и плесени, КОЕ/г
смесь до плавления	$(1,14 \pm 0,74) \times 10^9$	$(4,3 \pm 5,8) \times 10^3$	$(1,4 \pm 0,7) \times 10^4$
75	$(1,14 \pm 1,36) \times 10^6$	отс. в 0,1	отс. в 0,1
85	$(1,8 \pm 1,56) \times 10^3$	отс. в 0,1	отс. в 0,1
95	$(8,45 \pm 4,72) \times 10^2$	отс. в 0,1	отс. в 0,1

Для выявления возможного влияния исходного обсеменения сырья дрожжами и плесневыми грибами на микробиологические показатели плавленых сыров был проведен ряд экспериментов по обсеменению смеси для плавления спорами дрожжей и плесневых грибов. Полученные данные говорят о том, что все исследованные температуры плавления эффективно уничтожают клетки дрожжей и плесневых грибов в готовом продукте.

Обсемененность смеси для плавления БГКП в основном зависит от микрофлоры основного сырья. По нормам ТР ТС 033/2013 в твороге, а также в сычужных сырах БГКП должны отсутствовать в 0,001 г продукта, что соответствует не более 10^3 КОЕ. Результаты проводимого эксперимента свидетельствуют, что БГКП в смеси не выдерживают температурные режимы плавления 70-85 °С даже при очень высоком уровне исходного обсеменения более 10^7 КОЕ/см³, таблица 2.

Таблица 2 - Влияние температуры плавления на содержание жизнеспособных клеток тест-культуры E.coli в плавленых сырах (n=3)

Температура плавления, °С	Исходное количество БГКП, НВЧ/г	БГКП в 1 г
70	$(2,5 \pm 4,3) \times 10^5$	отсутствуют
75		
80		
85		
70	$(2,5 \pm 3,6) \times 10^6$	отсутствуют
75		
80		
85		
70	$(2,5 \pm 4,8) \times 10^7$	отсутствуют
75		
80		
85		

продолжение таблицы 2		
70	$(1,3 \pm 3,0) \times 10^8$	отсутствуют
75		
80		
85		

Для подтверждения полученных результатов проведена серия экспериментов с подбором исходного сырья с разным уровнем содержания «диких» штаммов БГКП, которые могут быть значительно более термостойкими, чем тест-культура E.coli.

Для создания необходимых условий был взят нежирный творог, количество БГКП в котором колебалось от $2,5 \times 10^4$ до $6,0 \times 10^5$ НВЧ/г., при этом количество БГКП в смеси для плавления составило от $6,0 \times 10^2$ до $2,5 \times 10^4$ НВЧ/г, таблица 3.

Таблица 3 - Влияние температуры плавления на количество БГКП в плавленом сыре (n=3)

Температура плавления, °С	Исходное количество БГКП в смеси, НВЧ/г	БГКП в 0,1 г
75 ± 2	$(6,70 \pm 4,3) \times 10^2$	отсутствуют
85 ± 2		
95 ± 2		
75 ± 2	$(2,5 \pm 5,1) \times 10^3$	отсутствуют
85 ± 2		
95 ± 2		
75 ± 2	$(2,5 \pm 3,2) \times 10^4$	отсутствуют
85 ± 2		
95 ± 2		

В результате проведенных исследований подтвержден вывод о том, что микробиологический риск снижения качества и хранимоспособности плавленых сыров, связанный с первичным обсеменением исходного сырья БГКП, независимо от температуры плавления, даже при уровне обсеменения, значительно превышающем допустимые нормы ТР, не значим.

Для подтверждения вышесказанного были проведены модельные эксперименты, показывающих изменения количества БГКП в сырах после плавления с имитацией вторичного обсеменения и температурой сырной массы $(52 \pm 2)^\circ\text{C}$, таблица 4.

Таблица 4 - Изменение количества БГКП в плавленых сырах (n=3)

Количество клеток БГКП, внесенное в сырную массу после плавления, НВЧ/г	Количество клеток БГКП в плавленом сыре, НВЧ/г	Количество клеток БГКП в плавленом сыре через сутки хранения при 5 °С, НВЧ/г
$(2,5 \pm 2,5) \times 10^2$	$(2,5 \pm 4,3) \times 10^0$	$(2,5 \pm 6,0) \times 10^1$
$(2,5 \pm 4,3) \times 10^5$	$(6,0 \pm 0,6) \times 10^2$	$(6,0 \pm 4,3) \times 10^3$

Было установлено, что температура $(52 \pm 2)^\circ\text{C}$ снижает количество БГКП в свежем плавленом сыре на 2-3 порядка. Эффект воздействия температуры, находящейся ниже границ летальности, на количество БГКП, дающих признаки роста в свежем плавленом сыре, связано с «термическим шоком», в результате которого клетки определенное время

восстанавливают способность к росту и размножению. По истечении суток хранения плавленных сыров при 5 °С количество жизнеспособных клеток тест-культуры *E.coli* возрастает на порядок, что можно объяснить реактивацией микроорганизмов после «термического шока».

Проведенные опыты подтверждают, что режимы плавления достаточны для уничтожения БГКП, а их наличие в готовом продукте говорит либо о вторичном обсеменении, т.е. о неудовлетворительных санитарно-гигиенических условиях производства, либо о нарушениях технологических режимов плавления.

Большой научный и практический интерес представляло определение уровня микробиологических рисков, связанных с обсеменением исходного сырья спорами аэробных и анаэробных бактерий. Споровые микроорганизмы, как рода *Bacillus*, так и рода *Clostridium*, не подлежат нормированию в плавленных сырах, однако, как показали исследования, обсемененность сырья именно данными группами микроорганизмов оказывает наиболее значимое влияние на качество и хранимоспособность готового продукта.

Для исследований микробиологических рисков, связанных со споровыми бактериями, проведены экспериментальные выработки плавленных сыров с разным уровнем обсеменения смеси для плавления тест-культурами микроорганизмов рода *Bacillus* и рода *Clostridium*. Для всех вариантов испытывали три температурных режима

плавления: $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$, $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$, $(95 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Общее время плавления составляло 7-10

мин. В процессе плавления при производстве плавленных сыров происходит лишь частичная гибель споровых микроорганизмов, которая определяется исходной концентрацией их вегетативных клеток в смеси для плавления. Результаты представлены на рисунках 2, 3.

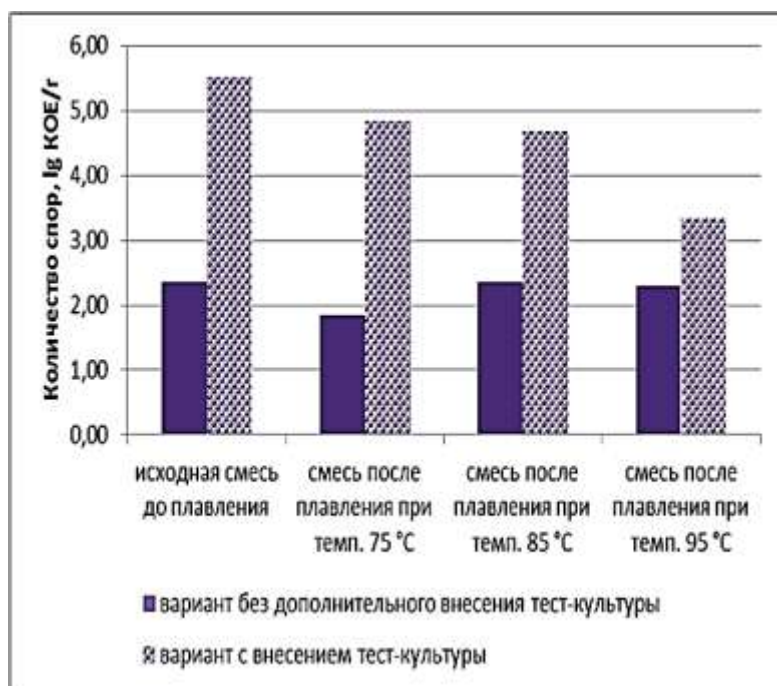


Рисунок 2 -Изменение количества спор микроорганизмов рода *Bacillus* после плавления

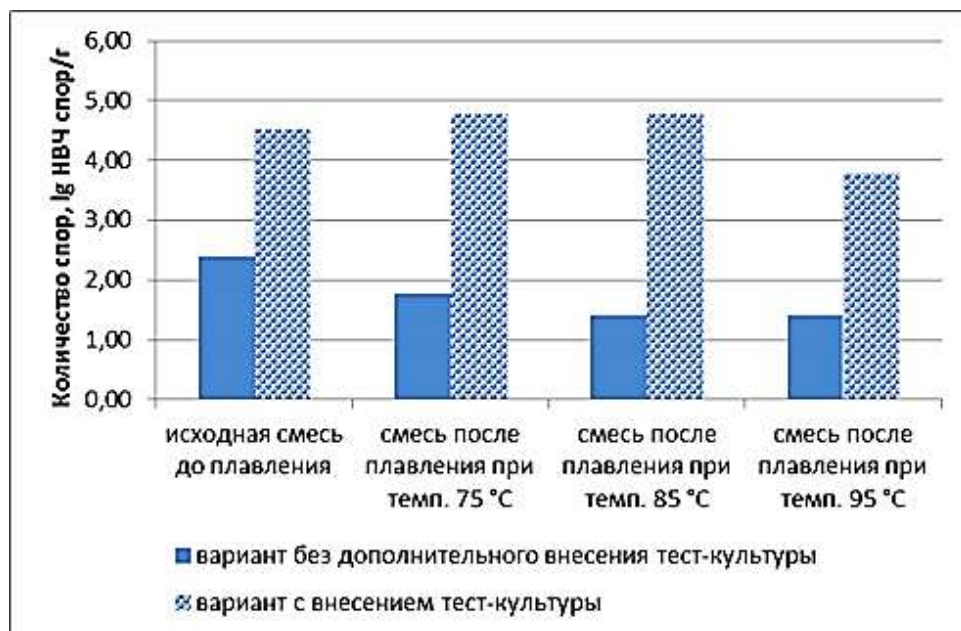


Рисунок 3 - Изменение количества спор микроорганизмов рода Clostridium после плавления

Установлено, что ни одна из исследованных температур плавления не приводит к существенному снижению микробиологических рисков, связанных как со споровыми аэробными, так и со споровыми анаэробными микроорганизмами, а наоборот провоцирует процесс прорастания спор. Температура плавления (95 ± 2) °C является наиболее эффективной в отношении данных групп микроорганизмов, однако не снимает полностью, связанные с ними микробиологические риски.

Количество спор анаэробных микроорганизмов в результате процесса плавления снижается на 0,5-1,0 порядок, независимо от их исходного количества и температуры плавления, а спор микроорганизмов рода Bacillus на 0,5-2,0 порядка.

Доказано, что обсемененность сырья для плавления спорами данных групп микроорганизмов определяет уровень микробиологических рисков, интенсивность порчи и снижение хранимостпособности плавленых сыров в результате возможного прорастания спор в процессе хранения сыров после температурного воздействия при плавлении.

Резюмируя результаты можно сказать, что температура плавления (75 ± 2) °C не достаточно эффективно снижает микробиологические риски, связанные с общей бактериальной обсемененностью и вегетативными формами микроорганизмов, и, следовательно, не может гарантировать отсутствие их влияния на качество и хранимостпособность готового продукта.

Температуры плавления (85 ± 2) °C и (95 ± 2) °C обеспечивают снижение микробиологических рисков до гарантированно безопасного уровня - при этих режимах

наблюдается снижение уровня общей бактериальной обсемененности относительно смеси для плавления на 4-6 порядков.

Исключение составляют риски, связанные со споровыми микроорганизмами: не наблюдается существенного снижения спорных форм ни при одной из исследованных температур плавления $(75\pm 2)^\circ\text{C}$, $(85\pm 2)^\circ\text{C}$ и $(95\pm 2)^\circ\text{C}$, и, следовательно, не обеспечивает гарантированно безопасного продукта при высоком начальном обсеменении смеси для плавления спорными формами. Следовательно, для обеспечения гарантии качества и хранимоспособности готового продукта необходимо нормировать исходную обсемененность сырья споровыми микроорганизмами.

В результате проведенных исследований была установлена предельно допустимая норма содержания спорных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов рода *Bacillus* в смеси для плавления, которая не должна превышать 10^3 КОЕ/г, а спорных анаэробов рода *Clostridium* – не более 10^2 НВЧ/г.

Параллельно с исследованием влияния температур плавления на развитие различных групп микроорганизмов в готовом продукте и выявлением связанных с этим рисков, проведены эксперименты и сделан анализ влияния температурных режимов хранения на качество и хранимоспособность плавленых сыров. Исследуемые образцы хранили при температурах $(2\pm 2)^\circ\text{C}$, $(10\pm 2)^\circ\text{C}$, $(20\pm 2)^\circ\text{C}$. Выбор исследуемой температуры хранения $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ и $(10\pm 2)^\circ\text{C}$ обусловлены нормативно-технической документацией на плавленые сыры, температуры хранения $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ моделирует нерегулируемыми условиями. Динамику изменения микрофлоры и органолептических показателей исследуемых образцов определяли через 0, 10, 50, 90, 180 суток хранения.

Исследованиями доказано, что основные риски снижения качества и хранимоспособности плавленых сыров связаны с вегетативными клетками и спорными формами как аэробных, так и анаэробных бактерий.

При режимах хранения $(2\pm 2)^\circ\text{C}$ в плавленом сыре не наблюдается видимого развития микрофлоры и изменения органолептических показателей за весь период наблюдения до 180 суток. При температуре хранения $(10\pm 2)^\circ\text{C}$ в 20 суток происходит увеличение КМАФАнМ, а в 90 суток их численность достигает максимума и составляет $4,6 \times 10^5$ КОЕ/г. Следует уточнить, что основной состав микрофлоры МАФАнМ после плавления при температурах выше $(85\pm 2)^\circ\text{C}$ – вегетативные формы спорных аэробных

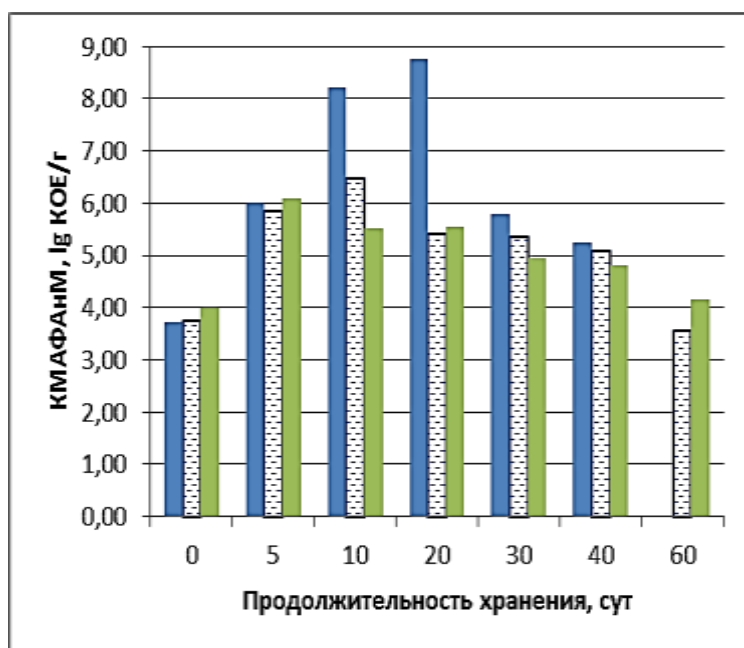
микроорганизмов. Количество спор остается практически неизменным. В процессе хранения при (10 ± 2) °С в 60 суток в сырах появляется кисловатый, легкий посторонний привкус, связанный с белковой или жировой порчей, а в 90 суток - кислый, сильный осаленный – брак. При температуре хранения (20 ± 2) °С в 20 суток плавленые сыры имели кисловатый, легкий посторонний, слегка осаленный вкус. Именно в этот срок начинается рост КМАФАнМ с последующим увеличением к 50 суткам до $1,4 \times 10^6$ КОЕ/г. В 40 суток плавленый сыр приобретает кислый, посторонний (химический), осаленный вкус - брак. При температуре плавления (75 ± 2) °С и хранения 20 °С к 30 суткам показатель МАФАнМ увеличивается до 10^8 КОЕ/г, что говорит о развитии микрофлоры закваски сыров и творога, используемых в качестве основного сырья.

Полученные данные свидетельствуют, что температура хранения (2 ± 2) °С обеспечивает наилучшие показатели качества и сохранности продукта. При этом микробиологические риски практически незначимы. Во время хранения при (10 ± 2) °С термоустойчивые микроорганизмы способны вызывать порчу плавленого сыра, а при (20 ± 2) °С хранения эти процессы идут более интенсивно. Доказано, что основным лимитирующим фактором для развития споровых микроорганизмов и определяющим качество и хранимособность в плавленых сырах в процессе хранения является температура.

Одной из задач при выполнении данной работы была оценка влияния вида эмульгирующих солей на уровень микробиологических рисков при производстве плавленых сыров и их хранимособность. Эмульгирующие соли являются обязательной составляющей смеси для плавления.

Плавленые сыры вырабатывались с различными эмульгирующими солями: цитратами; полифосфатами натрия – Сольва 820 и длинноцепочечными полифосфатами - Бекаплюс FS как из стандартного сырья, так и с дополнительным внесением тест-культур при температуре плавления 85°С. Время плавления составляло 7-10 минут. В ходе проведения эксперимента установлено, что при хранении образцов плавленых сыров в условиях ускоренной порчи цитрат натрия стимулирует увеличение общего количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) на 4 порядка к 10-и суткам, что негативно влияет на органолептические и

физико-химические показатели и исследуемые сыры уходят в брак в процессе хранения



при 20 °С через 10 суток хранения, рисунок 4.

■ К-1 - цитрат К-2 □ полифосфат Сольва 820
 ■ К-3 - полифосфат Сольва 820+
 длинноцепочечный полифосфат Бекаплюс FS

Рисунок 4 - Изменение КМАФАнМ в плавленом сыре, выработанном с различными эмульгирующими солями

Выявлено, что использование в качестве эмульгирующих солей фосфатов с добавлением

длинноцепочечных полифосфатов, является значимым фактором, подавляющим развитие споровых микроорганизмов. Применение данных эмульгирующих солей значительно увеличивает хранимоспособность плавленых сыров, рисунок 5.



◆ К-1 - цитрат ■ К-2 – полифосфат Сольва 820
 ▲ К-3 -полифосфат Сольва 820 +
 длинноцепочечный полифосфат Бекаплюс FS

Рисунок 5 - Изменение количества споровых анаэробных бактерий в плавленом сыре, выработанном с различными эмульгирующими солями

Установлено что:

- цитраты повышают уровень микробиологических рисков и снижают хранимоспособность плавленых сыров;

- полифосфаты снижают интенсивность микробиологических процессов порчи, повышают хранимоспособность плавленых сыров; степень влияния зависит от исходной бактериальной обсемененности;

- длинноцепочечные полифосфаты подавляют развитие споровых микроорганизмов, увеличивая хранимоспособность плавленых сыров.

Следующая серия экспериментов заключалась в исследовании влияния способа упаковки (герметичной и негерметичной) и вида упаковки (полимерный евроконтейнер, полистироловые стаканчики и алюминиевая фольга) на качество и хранимособность плавленных сыров, соответствующих требованиям технической документации. Образцы вырабатывали заводе плавленных сыров «Карат», хранили при трех температурных режимах $(2\pm 2)^\circ\text{C}$, $(10\pm 2)^\circ\text{C}$ и $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ и подвергали органолептическим, микробиологическим и физико-химическим исследованиям.

Проведенные исследования, показали что:

- в герметичной упаковке наблюдается длительная микробиологическая стабильность (2 года);
- в негерметичной - существуют риски развития поверхностной порчи;
- интенсивность окислительных процессов зависит от температурных режимов хранения и более значима в негерметичной упаковке;
- существенных различий между видами упаковочных материалов при герметичном способе упаковывания не выявлено.

Результаты исследований позволили оценить влияние микробиологических рисков на качество и хранимособность плавленных сыров и смоделировать систему прогнозирования сроков их годности, рисунки 6-10.

Микробиологический риск – КМАФАнМ

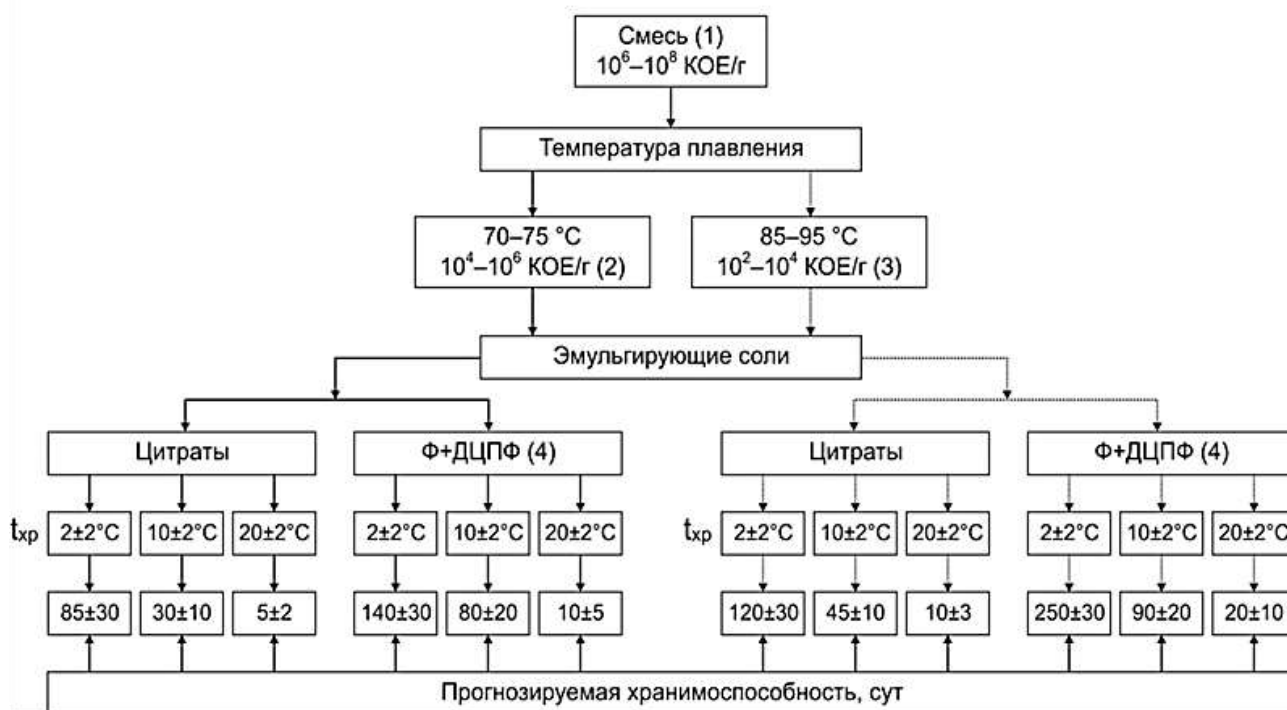


Рисунок 6 - Риски снижения хранимособности плавленных сыров, связанные с КМАФАнМ

Микробиологический риск – Дрожжи

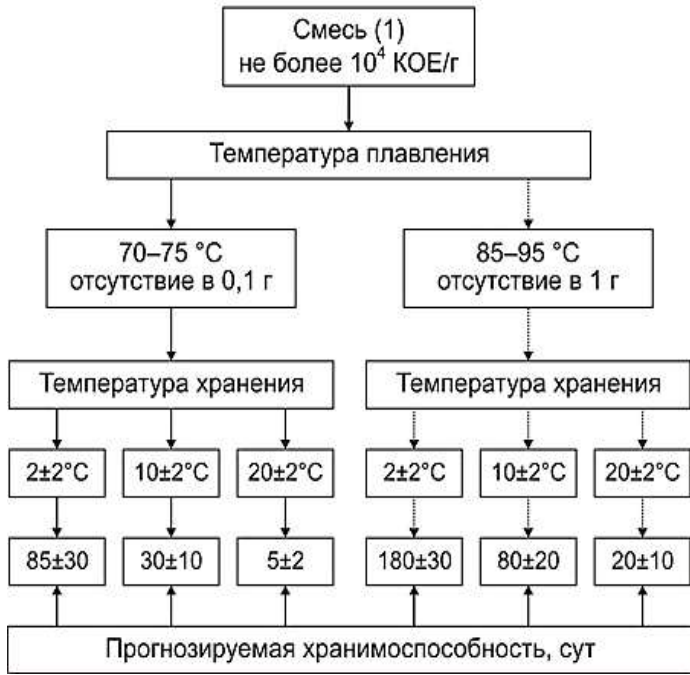


Рисунок 7 - Риски снижения хранимособности, связанные с наличием дрожжей

Микробиологический риск – БГКП

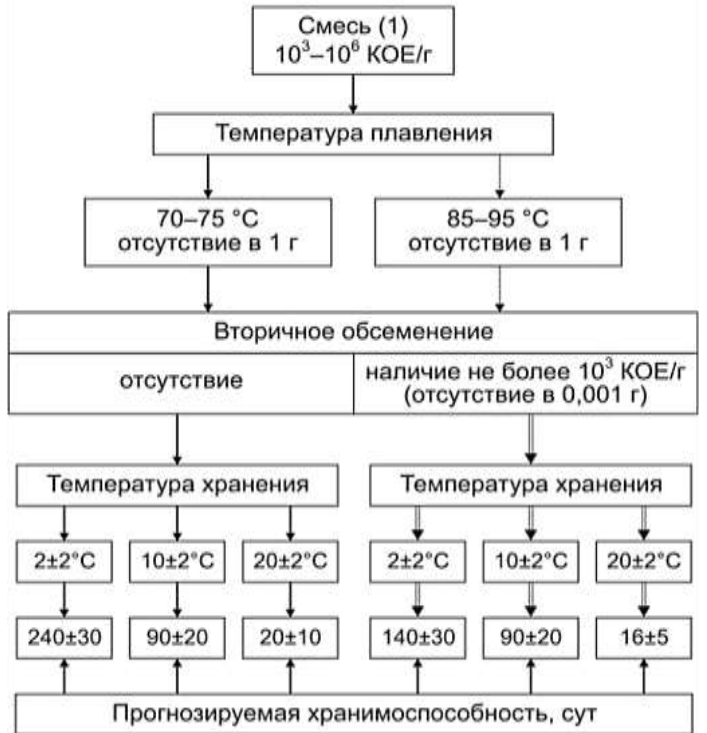


Рисунок 8 - Риски снижения хранимособности, связанные с наличием БГКП

Микробиологический риск – споровые аэробные бактерии рода Bacillus

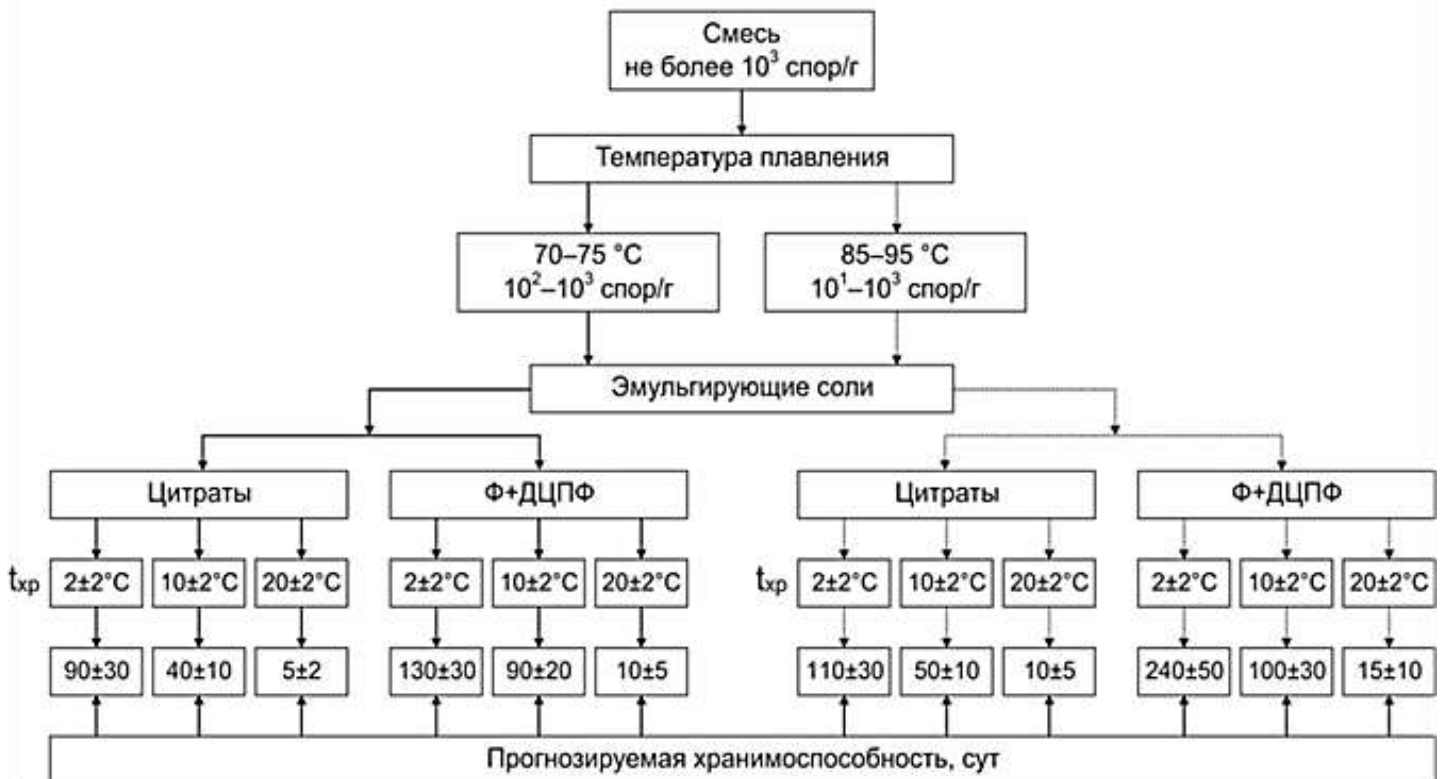


Рисунок 9 - Риски снижения хранимособности плавленых сыров, определяемые количеством спорных бактерий рода Bacillus

Микробиологический риск – споровые анаэробные бактерии рода Clostridium

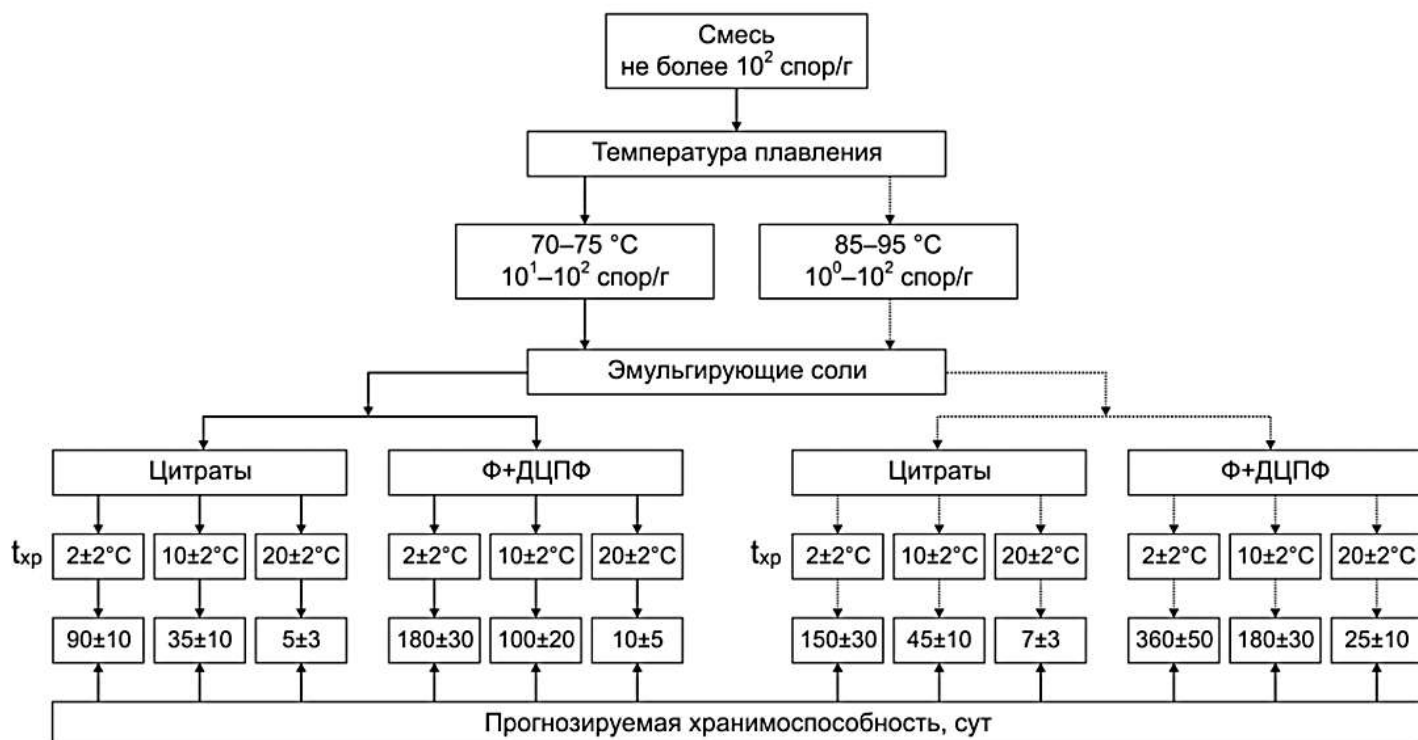


Рисунок 10 - Риски снижения хранимоспособности плавленых сыров, определяемые количеством спорных бактерий рода Clostridium

В результате комплексного анализа микробиологических рисков, связанных с исходным сырьем, и влияния различных параметров технологического процесса производства на качество и хранимоспособность плавленых сыров было определено 114 вариантов прогнозируемых сроков годности. Установлено, что наименьшей хранимоспособностью – (5±2) суток обладают плавленые сыры, выработанные из сырья, уровень обсемененности которого превышает установленные нормы безопасности, при температуре плавления (75±2)° C с использованием цитратов в качестве эмульгирующих солей и хранившиеся при температуре (20±2)° C в негерметичной упаковке. Наибольшей хранимоспособностью – (420±60) суток – плавленые сыры, выработанные из сырья, уровень обсемененности которого ниже установленных норм безопасности при температуре плавления (95±2)° C, с применением длинноцепочечных полифосфатов, упакованные в герметичную тару и хранившиеся при температуре (2±2)° C.

В таблице 5 приведены крайние варианты сочетания микробиологических рисков и параметров технологического процесса, определяющие минимальную и максимальную хранимоспособность плавленых сыров.

Таблица 5 – Прогнозируемые минимальная и максимальная хранимospособность плавленых сыров в зависимости от микробиологической обсемененности сырья для плавления и технологических режимов производства

Микробиологическая обсемененность смеси		Параметры технологического процесса				Прогноз хранимospособности, сутки
Показатель	Значения, КОЕ/г	t ° плавления, °C	Вид эмульг. соли	Упаковка	t ° хранения, °C	
КСАМ	более 10 ³	75±2	цитраты	Негерметичная	2±2	60±10
КСАнМ	более 10 ²				10±2	25±10
Д	более 100				20±2	5±2
П	более 100					
КМАФАнМ	более 10 ⁷					
БГКП	более 10 ³					
КСАМ	менее 10 ³	95±2	фосфаты+ДПФ	Герметичная	2±2	420±60
КСАнМ	менее 10 ²				10±2	270±30
					20±2	30±10

На рисунке 11 приведена корректировка стандартного технологического процесса производства плавленых сыров в ККТ с учетом микробиологических рисков.



Рисунок 11 – Корректировка стандартного технологического процесса

На основании выполненных исследований разработана документация: «СТО ВНИИМС 030-2015 Сыры плавленые. Прогнозирование хранимоспособности и сроков годности» и «МП 012-2015 Методические положения по прогнозированию и предотвращению рисков снижения качества и хранимоспособности плавленых сыров».

Проведена апробация результатов работы на предприятии Алтайского края - заводе плавленых сыров, выпускающего продукцию под брендом «Плавыч» и просчитана экономическая эффективность.

ВЫВОДЫ

1. На основании проведенных исследований научно обосновано влияние микробиологических рисков в цепи сырье-готовый продукт на качество и хранимоспособность плавленых сыров, что делает возможным прогнозировать реальные сроки годности продукции.

2. Проведенные исследования качественного и количественного состава микрофлоры основного сырья позволили определить, что показатель КМАФАнМ, нормируемый в плавленом сыре ТР ТС 033/2013 нельзя рассматривать как показатель безопасности плавленых сыров при использовании температур плавления 70-75 °С, поскольку в составе данной группы наравне с термостойкой споровой микрофлорой присутствует остаточная заквасочная молочнокислая микрофлора сырья, причем в преобладающем количестве.

Доказано, что значимое влияние на качество и хранимоспособность плавленых сыров оказывают споровая микрофлора, не нормируемая ТР ТС 033/2013 и установлено предельно допустимое их содержание для рода *Bacillus* в смеси для плавления - 10^3 КОЕ/г, а бактерий рода *Clostridium* – не более 10^2 НВЧ/г.

3. Установлено, что температурные режимы плавления определяют как количество, так и состав остаточной микрофлоры плавленых сыров. Подтверждено, что температуры плавления выше 85°С снимают микробиологические риски, связанные с первичным обсеменением сырья БГКП, дрожжами, плесневыми грибами, и общим количеством МАФАнМ. Доказано, что ни одна из исследованных температур плавления не приводит к существенному снижению микробиологических рисков, связанных со споровыми микроорганизмами, а наоборот провоцирует процесс прорастания спор.

4. Экспериментально подтверждено, что вид используемой эмульгирующей соли является одним из факторов, определяющих микробиологические риски:

- цитрат натрия стимулирует увеличение КМАФАнМ на 4 порядка к 10-ти суткам (преимущественно споровых анаэробных бактерий), ухудшаются органолептические и физико-химические показатели, интенсивно протекают процессы протеолиза, гидролиз и окисление жировой фазы (увеличение кислотности более чем в 6 раз);

- при использовании полифосфатов натрия (Сольва 820) максимальное значение показателя КМАФАнМ увеличивается на 3 порядка на 10-е сутки, при этом количество вегетативных клеток анаэробных бактерий имеет небольшой рост, признаки порчи в данных образцах отмечены на 10 суток позднее, чем в образцах с цитратом натрия, менее интенсивно протекают процессы протеолиза и окисления жировой фазы;

- использование длинноцепочечных полифосфатов натрия (Бекаплюс FS) способствует улучшению хранимостпособности плавленых сыров и обеспечивает бактериостатический эффект в отношении МАФАнМ, вегетативных клеток и спор анаэробных бактерий в сравнении с цитратом натрия, а в сравнении с полифосфатами натрия (Сольва 820) не обнаружен рост споровых анаэробных бактерий и способствует увеличению сроков годности плавленых сыров.

5. Установлено, что при использовании сырья надлежащего качества, соблюдении технологических режимов производства и хранения наблюдается длительная микробиологическая стабильность, как при герметичном, так и негерметичном способе упаковывания (до 2 лет). При увеличении температуры хранения до (10 ± 2) °С в негерметично упакованных образцах риски развития плесневых грибов возрастают в 4 раза, более интенсивно протекают окислительные процессы порчи, чем при температуре хранения (2 ± 2) °С (ориентировочно в 1,5 раза). Не выявлено существенных различий во влиянии различных упаковочных материалов на показатели порчи продукта при герметичном способе упаковывания. При температуре хранения (20 ± 2) °С - независимо от способа упаковки существенно повышаются риски, связанные с развитием споровых аэробных и анаэробных микроорганизмов, возрастают риски развития плесневых грибов при негерметичном способе упаковывания.

Доказано, что температура хранения является определяющим фактором при прогнозировании хранимостспособности плавленых сыров, упакованных как герметичным

(полимерный евроконтейнер, алюминиевая фольга), так и негерметичным (полистироловые стаканчики) способом.

6. На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработаны документы, позволяющие прогнозировать сроки годности плавленных сыров, исходя из обсемененности основного сырья и технологических параметров: «СТО ВНИИМС 030-2015 Сыры плавленные. Прогнозирование хранимоспособности и сроков годности» и «МП 012-2015 Методические положения по прогнозированию и предотвращению рисков снижения качества и хранимоспособности плавленных сыров». Проведена апробация в промышленности на заводе плавленных сыров «Плавыч», подтверждены искомые сроки годности (180 суток) при использовании сырья с установленным допустимым уровнем обсеменения, температуры плавления 85-90 ° С, использовании герметичной упаковки и температуры хранения (2±2)° С.

7. На примере завода плавленных сыров «Плавыч» определена экономическая эффективность. Возможное увеличение прибыли предприятия составляет до 40 млн. руб./мес.

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России

1. Эмульгирующая соль как фактор риска, влияющий на хранимоспособность и микробиологическую безопасность плавленных сыров / Г.М. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.Г. Бабкина // Сыроделие и маслоделие. – 2016. - № 4. - С. 32-35.

2. Вид и способ упаковки как факторы риска, влияющие на безопасность, качество и сроки годности плавленого сыра / Г.М. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.Г. Бабкина // Сыроделие и маслоделие. – 2016. - № 5.- С. 20-24.

3. Методические положения и СТО ВНИИМС по прогнозированию и предотвращению рисков снижения качества и хранимоспособности плавленных сыров / Г.М. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.Г. Бабкина // Сыроделие и маслоделие. – 2016. - № 6.- С.27-30.

4. Влияние споровых микроорганизмов на качество и хранимоспособность плавленных сыров, Н.Г. Бабкина // Сыроделие и маслоделие. – 2017. - № 2.- С30-31.

5. Система прослеживаемости микробиологических рисков, влияющих на качество и хранимоспособность плавленных сыров/ Г.М. Свириденко, Ю.Я. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.Г. Бабкина // Сыроделие и маслоделие. – 2017. - № 5.- С.40-43.

6. Элементы методологии оценки микробиологических рисков при анализе сырья для производства плавленных сыров/ Г.М. Свириденко, Ю.Я. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.Г. Бабкина // Сыроделие и маслоделие. – 2017. - № 6.- С.34-37.

7. Микробиологические риски при производстве плавленных сыров на примере БГКП/ Г.М. Свириденко, Ю.Я. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.Г. Бабкина // Молочная промышленность. – 2017. - № 12.- С. 70-71.

Статьи и материалы конференций

1. Влияние температурных режимов плавления и хранения на микробиологические риски, определяемые споровыми микроорганизмами в плавленых сырах из творога / Г.М. Свириденко, Ю.Я. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.Ю. Соколова, Н.Г. Бабкина, Д.В. Мягконосков // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Молоко, сыр, масло: проблемы и решения». – Углич, ГНУ ВНИИМС Россельхозакадемии, 2013. – С. 123-127.

2. Влияние споровых анаэробных микроорганизмов рода Clostridium на качество и хранимоспособность плавленых сыров из творога / Свириденко Г.М., Свириденко Ю.Я., Захарова М.Б., Соколова Н.Ю., Бабкина Н.Г., Мягконосков Д.В // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Молоко, сыр, масло: проблемы и решения». – Углич, ГНУ ВНИИМС Россельхозакадемии, 2013. – С. 127-131.

3. Влияние споровых анаэробных микроорганизмов рода Clostridium на качество и хранимоспособность плавленых сыров из творога/ Свириденко Г.М., Свириденко Ю.Я., Захарова М.Б., Соколова Н.Ю., Бабкина Н.Г., Мягконосков Д.В // Сборник материалов всероссийской н./п. конференции «Актуальные проблемы повышения конкурентоспособности продовольственного сырья и пищевых продуктов в условиях ВТО», - Углич, ГНУ ВНИИМС Россельхозакадемии, 2013. – С.242-246.

4. Методические положения по прогнозированию и предотвращению рисков снижения качества и хранимоспособности плавленых сыров / Свириденко Г.М., Захарова М.Б., Бабкина Н.Г. // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы молочной отрасли». - Углич, ФГБНУ ВНИИМС, 2016. - С. 82-90.

5. Эмульгирующая соль как фактор влияния на хранимоспособность и микробиологическую безопасность плавленых сыров при использовании сырья с повышенной обсемененностью споровыми микроорганизмами/ Г.М. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.Г. Бабкина // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы молочной отрасли». - Углич, ФГБНУ ВНИИМС, 2016. - С. 90-96.

6. Влияние различных видов и способов упаковки на безопасность, качество и сроки годности плавленого сыра / Г.М. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.Г. Бабкина // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы молочной отрасли». - Углич, ФГБНУ ВНИИМС, 2016. - С. 267-276.

7. Разработка системы прослеживаемости влияния микробиологических рисков на качество и хранимоспособность плавленых сыров/ Г.М. Свириденко, Ю.Я. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.Г. Бабкина // Сборник материалов Международной молочной недели «Научно-практические решения и вопросы технического регулирования производства молочной продукции». - Углич, ФГБНУ ВНИИМС, 2017. - С. 135-142.

8. Элементы методологии оценки микробиологических рисков, связанных с сырьем, при производстве плавленых сыров/ Г.М. Свириденко, Ю.Я. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.Г. Бабкина// Сборник материалов Международной молочной недели «Научно-практические решения и вопросы технического регулирования производства молочной продукции». - Углич, ФГБНУ ВНИИМС, 2017. - С. 143-149.

9. Влияние микробиологических рисков на качество и хранимоспособность плавленых сыров/ Г.М. Свириденко, Ю.Я. Свириденко, М.Б. Захарова, Н.Г. Бабкина // Переработка молока – 2017. - № 11.- С. 28-31.