

На правах рукописи

ШИШКИНА АНАСТАСИЯ НИКОЛАЕВНА

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И
БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРМИЗИРОВАННЫХ СЫРОВ ДЛЯ ПИЦЦЫ

4.3.3 – Пищевые системы

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2026

Работа выполнена во Всероссийском научно-исследовательском институте маслоделия и сыроделия – филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

Научный руководитель:	Свириденко Галина Михайловна доктор технических наук
Официальные оппоненты:	Гаврилова Наталья Борисовна доктор технических наук, профессор, профессор кафедры продуктов питания и пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Янковская Валентина Сергеевна доктор технических наук, доцент, профессор кафедры управления качеством и товароведения продукции ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»
Ведущая организация:	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет»

Защита состоится «16» апреля 2026 г. в 14 часов 30 минут на заседании совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 24.1.515.01 при ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» по адресу 115093, г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35, к.7, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности». Полный текст диссертации размещен в сети Интернет на официальном сайте ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» <http://www.vnimi.org>.

Автореферат разослан «___» _____ 2026 года.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент

Т.С. Бычкова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В последние годы неуклонно растет рынок продуктов в сегменте HoReCa, лидирующее положение среди которых занимает пицца. Пицца является широкодоступным для массового потребления продуктом быстрого питания. Эксперты оценивают мировой бизнес пиццы примерно в 204,1 млрд. евро. Аналитики отмечают ежегодное увеличение рынка продаж пиццы на 10 %, а в период пандемии рост продаж составил более 70 %.

Существует огромное разнообразие начинок для пиццы, но сыр является неизменным и необходимым ее компонентом. В мировой практике насчитывается более 5000 видов сыров, но только около десятка видов используются при приготовлении пиццы. Для производства пиццы применяют как натуральные сыры, так и сыры целевого назначения. Объем целенаправленного производства сыров для пиццы имеет тенденцию к росту, в среднем прирост за год составляет 7-10 %.

Наряду с общими требованиями, предъявляемые к продуктам сыроделия, такими как безопасность, качество и хранимоспособность, сыры, применяемые для производства пиццы, должны обладать особыми функциональными характеристиками, которые обеспечивают после выпечки на поверхности пиццы расплавленную эластичную текстуру и привлекательный внешний вид. В перечень необходимых функциональных характеристик входят: натираемость, плавимость, растяжимость сырной нити, сгораемость, образование блистеров и выделение свободного жира.

Использование натуральных сыров для производства пиццы, является ограниченно доступным для населения из-за их высокой стоимости. В то же время, как в зарубежных, так и в российских литературных источниках не найдены оценочные данные пригодности тех или иных видов натуральных сыров для производства пиццы. Отсутствуют данные о влиянии состава сыров, в том числе содержания лактозы, белков и жира, включая продукты их гидролиза, на формирование требуемых функциональных характеристик.

В настоящее время существует проблема, связанная с установлением особых требований к сырам для HoReCa. Так, сыры и молокосодержащие продукты, выработанные по технологии натуральных и плавленых сыров, широко предлагаемые на рынке, чаще всего, не обладают необходимыми функциональными характеристиками. Поэтому актуальным направлением исследований является разработка критериев оценки пригодности сыров для производства пиццы.

Степень разработанности темы. Исследованиями функциональных характеристик различных групп натуральных и плавленых сыров занимались многие отечественные ученые: Свириденко Ю.Я., Соколова Н.Ю., Свириденко Г.М., Мордвинова В.А., Калабушкин В.В., Бабкина Н.Г., Мусина О.Н., а также ряд зарубежных исследователей, в том числе Shah R., Guinee T.P., Mlynec K., Kindstedt P.S., Ma Xixiu, и др.

Целью работы является исследование комплекса необходимых функциональных характеристик и разработка критериев оценки показателей качества и безопасности термизированных сыров для пиццы.

Для реализации поставленной цели сформулированы следующие **задачи**:

1. Научно обосновать перечень критериев оценки функциональных и органолептических характеристик, учитывающих особенности производства сыров для пиццы на базе потребительских предпочтений, анализе показателей качества и

безопасности различных видовых групп сыров и разработать шкалу комплексной оценки сыров для пиццы.

2. Исследовать функциональные характеристики различных групп натуральных сыров, включающие натираемость, плавимость, растяжимость сырной нити, сгораемость, образование блистеров и выделение свободного жира, необходимые для производства пиццы.

3. Установить влияние технологических режимов производства термизированных сыров на их функциональные характеристики, качество и безопасность. Исследовать содержания патогенных, условно-патогенных, санитарно-показательных и технически значимых групп микроорганизмов сырья и установить допустимые нормы микробиологической безопасности для термизированных сыров (ТС) с учетом особенностей их производства.

4. Установить влияния содержания лактозы, молочной кислоты, белка, жира и эмульгирующих солей на формирование показателей качества ТС.

5. Исследовать влияние низкотемпературных режимов хранения на показатели качества и безопасности ТС.

6. Разработать комплект документации по стандартизации, включающий ГОСТ Р и Типовую технологическую инструкцию на термизированные сыры для пиццы. Провести апробацию результатов исследования в промышленных условиях и оценить экономическую эффективность производства ТС, соответствующих разработанным критериям.

Научная новизна. Доказано, что сыры для пиццы должны обладать комплексом функциональных характеристик, таких как натираемость, растяжимость сырной нити, плавимость, образование блистеров, сгораемость, выделение свободного жира. В результате исследований функциональных характеристик различных видовых групп натуральных сыров определена их пригодность (или не пригодность) для производства пиццы. Теоретически и экспериментально обоснована разработка новой категории сыров – сыры для пиццы термизированные. Установлена зависимость микробиологической обсемененности ТС от микрофлоры сыра-сырья и режимов термомеханической обработки и регламентированы нормы показателей микробиологической безопасности ТС. Получены новые знания о влиянии технологических режимах производства (температуры термомеханической обработки, массовой доли эмульгирующей соли, режимов термомеханической обработки и охлаждения) и состава сырья (массовой доли белка, жира в сухом веществе, лактозы, молочной кислоты) на функциональные характеристики ТС. Научно обоснованы технологические режимы производства, состав и критерии качества ТС. Показана возможность использования приема замораживания ТС для продления сроков годности и их дальнейшего использования при производстве пиццы.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость работы заключается в обосновании требований к новой категории сыров – сыры для пиццы термизированные, включающих: оптимизацию состава сырья и технологических параметров производства; установление связи между показателями микробиологической безопасностью ТС, микрофлорой сыра-сырья и режимами термомеханической обработки; установление комплекса функциональных характеристик, необходимых для производства пиццы.

Практическая значимость работы заключается в разработке: шкалы оценки органолептических показателей и функциональных характеристик сыров для пиццы;

общих требований к ТС в ГОСТ Р 59212-2020 «Сыры для пиццы термизированные. Технические условия»; базовой технологии ТС, оформленной в виде ТТИ ГОСТ Р 59212-001. Осуществлена опытно-промышленная апробация технологии производства ТС на ООО «Угличский сыродельно-молочный завод». Проведен расчет экономической эффективности и доказана целесообразность производства ТС.

Результаты работы использовались при выполнении государственного задания № FNEN-2019–0011 «Разработать технологию новой группы термизированных сыров и молокосодержащих продуктов, в том числе с заменителем молочного жира, произведенных по технологии термизированных сыров, с направленными функциональными свойствами».

Методология и методы исследования. Использованы методы обобщения, сравнительного анализа, современные методы сбора исходной информации и статистические методы обработки результатов. При исследовании сыров-сырья и изготовленных из них ТС применяли общепринятые и специальные микробиологические, органолептические и физико-химические, в том числе реологические методы и методы исследования функциональных характеристик.

Основные положения, выносимые на защиту:

- разработка шкалы оценки органолептических показателей и функциональных характеристик сыров для пиццы с учетом результатов проведенного социологического опроса;
- установление пригодности различных видовых групп натуральных сыров для производства пиццы, с учетом комплекса функциональных характеристик;
- теоретическое и экспериментальное обоснование целесообразности разработки новой категории сыров с определенными функциональными характеристиками и разработка требований к их безопасности и качеству;
- результаты экспериментальных исследований влияния сырьевого состава ТС, технологических режимов производства и хранения на микробиологическую безопасность, качество и функциональные характеристики ТС;
- установление целесообразности внедрения разработанной базовой технологии ТС с определенными функциональными характеристиками на молокоперерабатывающих предприятиях, производящих продукцию для HoReCa.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных данных подтверждается проведением экспериментов не менее чем в 5-и кратной повторности с применением стандартизованных и специальных методов анализа, а также статистической обработкой результатов исследований с использованием пакетов программ Microsoft Excel 2010, Stadia 8.0 и Statistica 10.0. Оптимизацию параметров производства ТС проводили с помощью регрессионного анализа, Гауссовской функции, значимость полученных уравнений – с помощью дисперсионного анализа (ANOVA). Результаты математической обработки выполнены с доверительной вероятностью $P=0,95$.

Основные результаты работы представлены и обсуждены на конференциях: «Перспективы российской молочной отрасли в новой экономической реальности» (Сочи, 2021); «Молоко и молочная продукция: актуальные вопросы производства» (Углич, 2021); «Современные пищевые тенденции глазами молодых ученых: перспективы, инновации и перспективные технологии» (Санкт-Петербург, 2021); «Актуальные вопросы и современные решения в области пищевых систем» (Москва, 2022); «Производство сыра, масла и другой молочной продукции в современных

условиях. Проблемы и пути решения» (Углич, 2023); «Фуд-бум: новые технологии для будущего пищевой отрасли» (Москва, 2023); «Современные тренды в производстве, потреблении и контроле сыра, масла и другой молочной продукции» (Углич, 2024); «Пищевые технологии будущего» (Москва, 2024); «Современные достижения биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты» (Ставрополь, 2024); «Будущее на тарелке: технологии, которые формируют индустрию» (Москва, 2025). Результаты работы отмечены дипломом РАН в номинации «Лучшая научно-исследовательская работа» (Москва, 2022).

Личный вклад автора. Диссертационная работа выполнена автором самостоятельно и включает анализ научно-технической литературы, постановку цели и задач исследований, обоснование методов исследования, выполнение экспериментальных исследований, анализ, обработка и обобщение полученных результатов, разработку комплекта документации по стандартизации, проведение опытно-промышленной апробации, выводы по работе.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационная работа соответствует пунктам 5, 11, 16 паспорта научной специальности ВАК при Минобрнауки России (технические науки) 4.3.3. – «Пищевые системы».

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 30 печатных работ, в том числе: 2 – в международных изданиях, входящих в наукометрические базы Scopus и WoS, 10 – в периодических изданиях, рецензируемых ВАК Министерства науки и высшего образования, 18 – в журналах, индексируемых РИНЦ и материалах конференций.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, методической части, экспериментальной части, основных результатов, заключения и списка использованной литературы, содержащего 158 источников. Работа изложена на 156 страницах и включает 37 таблиц, 36 рисунков и 7 приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

Глава 1. Представлен анализ научно-технической литературы, касающейся применения и разработки сыров для производства пиццы, рассмотрены основные критерии оценки пригодности сыров для пиццы, т.е. функциональные характеристики и методы их контроля. По результатам анализа определены цель и задачи работы.

Глава 2. Приведен порядок организации работы, объекты, методы и схема проведения исследований (рисунок 1).

На различных этапах работы объектами исследований являлись: натуральные сыры, выработанные в экспериментальном цехе ВНИИМС и приобретенные в торговой сети; ТС; фосфатно-цитратная эмульгирующая соль; сычужный казеин; лактоза; молочная кислота; сливочное масло «Крестьянское».

В работе использованы стандартизированные методы определения физико-химических и микробиологических показателей ТС, а также оригинальные методы определения реологических параметров на реогониометре Вайссерберга и пенетрометре AP 4/1 по методикам ВНИИМС, а также исследования функциональных характеристик. Натираемость, стораемость, образование

блистеров, выделение свободного жира определяли визуально; плавимость – по методу Шрайбера; растяжимость – с помощью вилочного теста.



Рисунок 1 – Общая схема проведения исследований

Глава 3 Экспериментальная часть

Глава 3.1. На основе анализа литературных источников, результатов проведенных научных исследований и с учетом социологического опроса разработана 100-бальная шкала оценки сыров для пиццы. Шкала оценки включает органолептические и функциональные характеристики (таблица 1).

Сформулированы критерии оценки функциональных характеристик сыров для пиццы. Сыры для пиццы должны: отлично натираться, не налипать на измельчитель, при натирании формировать однородную не слипающуюся при легком сжатии стружку (натираемость); увеличивать диаметр поверхности после выпечки на 30-50 мм (плавимость); иметь глянцевую поверхность и отсутствие явного выделения жира после выпечки (выделение свободного жира); иметь после выпечки отсутствие блистеров или мелкие многочисленные блистеры,

расположенные равномерно по всей поверхности расплавленного сыра, цвет блистеров от светло-желтого до светло-коричневого (количество и цвет блистеров); не иметь признаков сгораемости после выпечки: цвет по всей поверхности от светло-желтого до коричневого равномерный (сгораемость); при растягивании образовывать нити из множественных волокон - не менее 2-3 шт, длиной 30-50 см (растяжимость сырной нити)

Таблица 1 - Шкала оценки органолептических и функциональных характеристик сыров для пиццы

Наименование показателя (характеристики)	Максимальная оценка, балл
Органолептические	50
Вкус и запах	30
Консистенция	15
Внешний вид	5
Функциональные	50
Натираемость	5
Плавимость	10
Выделение свободного жира	5
Количество и цвет блистеров	5
Сгораемость	10
Растяжимость сырной нити	15
ИТОГО	100

Сформулированы критерии оценки органолептических характеристик сыров для пиццы. Вкус и запах, консистенция и внешний вид сыров для пиццы должны быть характерными для сыра конкретного наименования.

В главе 3.2 представлены исследования функциональных характеристик 12 видовых групп натуральных сыров. Проведена их оценка с помощью разработанной шкалы по функционально-технологическим свойствам на пригодность для производства пиццы (рисунок 2).

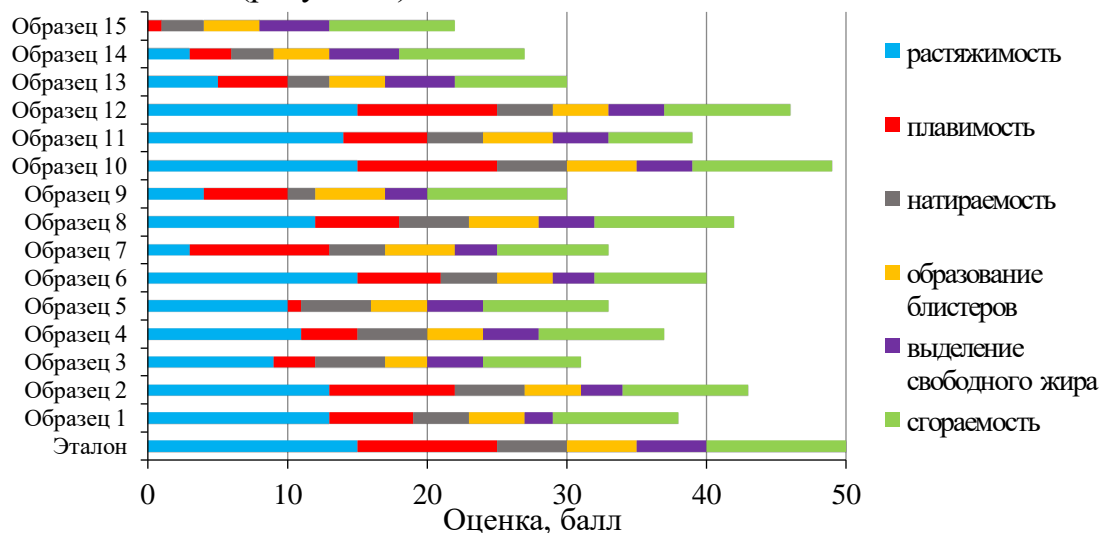


Рисунок 2 - Оценка функциональных характеристик исследованных сыров

Установлено, что сыры с чеддеризацией и термомеханической обработкой сырной массы, незрелые полутвердые сыры с низкой температурой второго нагревания, формуемые из пласта, и полутвердые сыры с высокой температурой второго нагревания максимально соответствуют требуемому комплексу функциональных характеристик. Сыры, созревающие при участии плесени

Penicillium roqueforti, а также мягкие и рассольные сыры непригодны для приготовления пищи.

Глава 3.3 включает основные результаты экспериментальных исследований по разработке новой категории сыров для пиццы и посвящена изучению комплексного влияния сырьевого состава, технологических режимов производства на качество, безопасность и функциональные характеристики ТС.

Исследование влияния температурных режимов производства на показатели качества и функциональные характеристики сыров для пиццы. В данной серии экспериментов сыры для пиццы вырабатывали на основе чеддеризованных сыров с добавлением $2,00 \pm 0,05$ % эмульгирующей соли. Термомеханическую обработку проводили при температурных режимах от (65 ± 2) °C до (85 ± 2) °C с шагом (5 ± 2) °C. Физико-химические параметры выработанных образцов представлены на рисунке 3. Зеленой линией обозначена исходная массовая доля влаги в смеси.

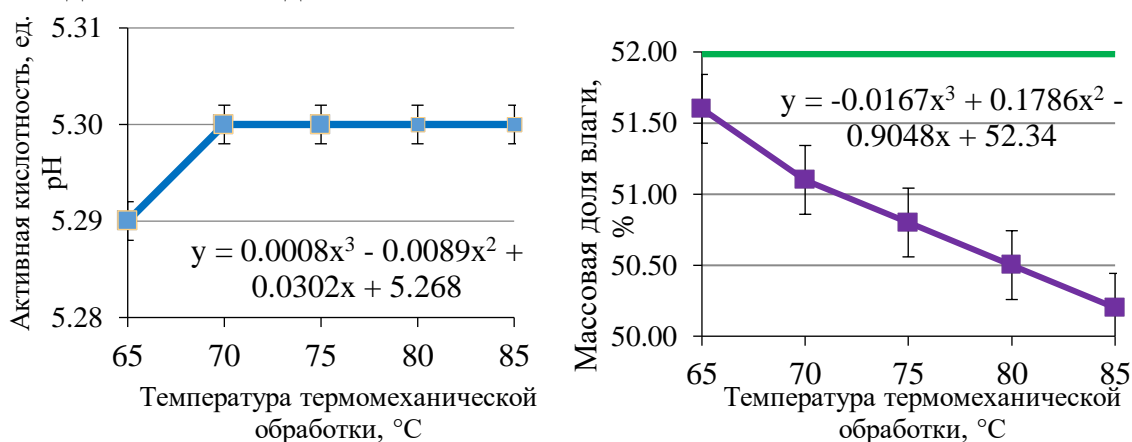


Рисунок 3 - Влияние температуры обработки на физико-химические показатели экспериментальных сыров

Не выявлено влияния температуры термомеханической обработки смеси на активную кислотность экспериментального сыра. Установлено, что температурные режимы производства оказывают влияние на конечную влажность готового продукта. С увеличением температуры массовая доля влаги сыров для пиццы пропорционально уменьшается и при режиме (85 ± 2) °C ее снижение составляет 2,0 % от исходной.

Результаты реологических исследований представлены на рисунке 4.

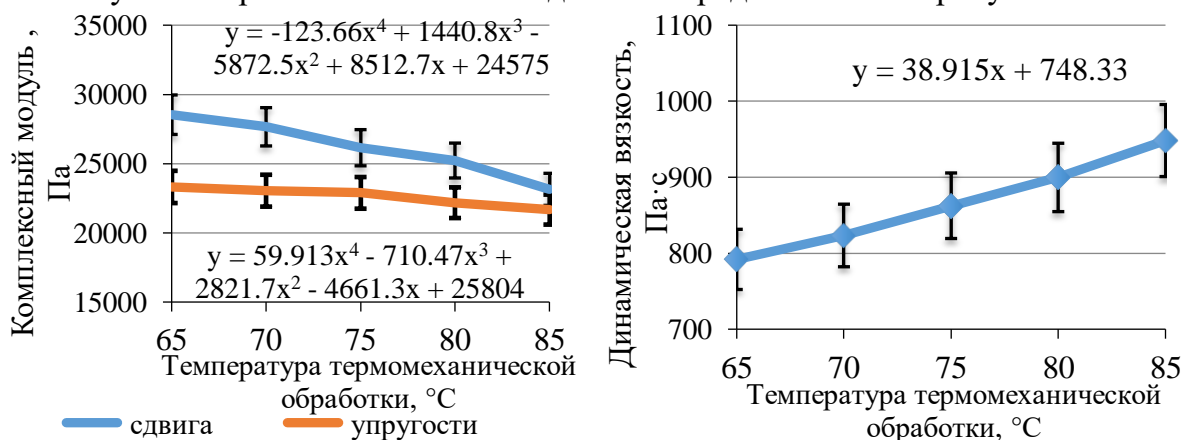


Рисунок 4 - Влияние температурных режимов на реологические показатели экспериментальных сыров

Установлено, что повышение температуры обработки до 85 °C вызывает тенденцию к снижению модуля упругости и увеличению динамической вязкости. Это

говорит о большем вкладе в структуру продукта вязкостной компоненты, нежели упругой, и выражается в размягчении консистенции сырной массы, что ухудшает натираемость при подготовке сыров для нанесения на поверхность пиццы до выпечки.

Полученные результаты подтверждены математической обработкой (таблица 2), показавшей, что активная кислотность не зависит от температуры термомеханической обработки ($p > 0,05$), а другие физико-химические и реологические показатели зависят от исследованного фактора ($p < 0,05$ и $p < 0,001$).

Таблица 2 - Статистическая значимость влияния температурных режимов обработки на физико-химические и реологические показатели сыров для пиццы

Показатель	p	MS	F _{эмп}	F _{кр}
Активная кислотность	$> 0,05$	0,0002	3,95	4,26
Массовая доля влаги	$< 0,001$	1,96	20,97	
Комплексный модуль сдвига	$< 0,001$	29575232,14	231,39	
Модуль упругости	$< 0,001$	2993599,90	49,74	
Динамическая вязкость	$< 0,001$	25676,17	175,09	
Тангенс угла потерь	$< 0,05$	0,0004	6,00	

Для оценки пригодности для использования при производстве пиццы исследованных образцов проведены органолептические исследования и комплексная оценка функциональных характеристик (рисунок 5).

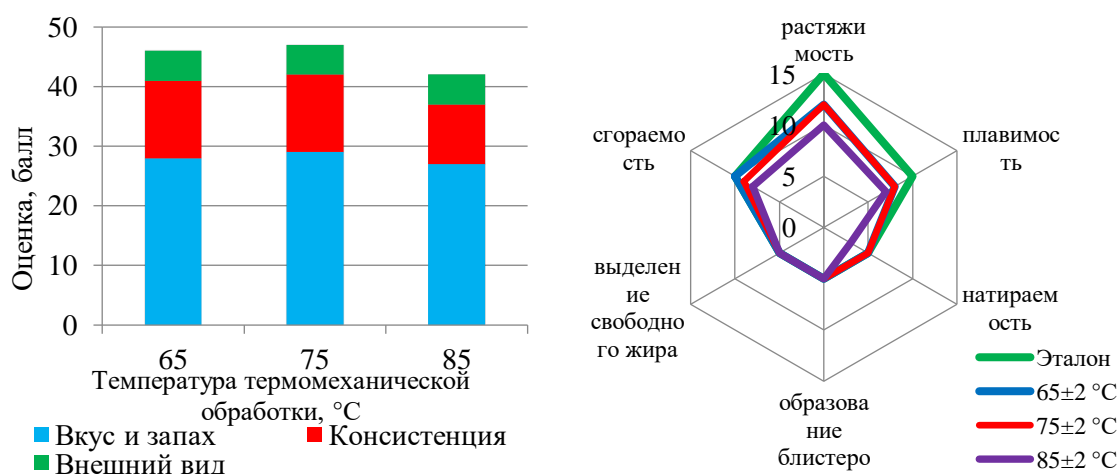


Рисунок 5 - Оценки органолептических и функциональных характеристик экспериментальных сыров

Установлено, что увеличение температуры обработки смеси приводит к снижению органолептических показателей исследованных сыров (усиливается кислый вкус, исчезает слоистость консистенции) и таких функциональных характеристик, как растяжимость (уменьшается длина сырной нити) и натираемость (появляется крошливость, налипание на измельчитель). При температуре $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$ отмечена творожистая консистенция, что снижает оценку до 10 баллов. При этом улучшается плавимость относительно исходного сыра-сырья, независимо от температуры обработки. В процессе термомеханической обработки улучшается взаимосвязь жира с белковым каркасом за счет использования эмульгирующей соли и увеличивается влажность за счет добавления воды, что защищает сырную массу от воздействия высоких температур. Однако при температурном режиме $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$ отмечается усиление сгораемости, что связано с недостатком влаги, но при этом температурные режимы обработки сырной массы не влияют на образование блистеров. Не выявлено также влияния температурных режимов обработки на

внешний вид сыров: после остывания они сохраняют форму, не наблюдается отделения влаги и изменения цвета поверхности.

Для оценки влияния температурных режимов термомеханической обработки сырной массы на комплекс органолептических и функциональных характеристик сыров для пиццы использована Гауссовская модель, описываемая уравнением:

$y = 25 \cdot e^{\frac{(x-72)^2}{200}} + 75$, где x - температура термомеханической обработки; y - суммарная оценка органолептических и функциональных характеристик.

В результате математической обработки рассчитана оптимальная температура обработки равная $(72 \pm 1)^\circ\text{C}$, что соответствует термину «термизация». Поэтому разрабатываемая категория сыров получила название – сыры термизированные.

Влияние режимов термомеханической обработки и заквасочной микрофлоры сыров-сырья на микробиологические показатели ТС. Для определения влияния заквасочной микрофлоры сыра-сырья и температурных режимов производства ТС на их микробиологические показатели проводили выработку ТС на основе чеддеризованных сыров и полутвердых сыров с низкой температурой второго нагревания с добавлением $2,00 \pm 0,05\%$ эмульгирующей соли. Термомеханическую обработку проводили при температурных режимах: $(65 \pm 2)^\circ\text{C}$, $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ и $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Установлено, что основной остаточной микрофлорой ТС, выработанных на основе натуральных сыров при температурах термизации, являются заквасочные микроорганизмы. Показатель КМФАНМ нельзя рассматривать, как показатель безопасности для ТС, т.к. температурные режимы обработки не обеспечивают значимого снижения заквасочных микроорганизмов (МО), источником которых является сыр-сырье. Норма содержания БГКП в ТС соответствует норме их содержания в плавленых сырах (ПС), т.к. температура термомеханической обработки смеси должна обеспечивать отсутствие данных МО в 0,1 г продукта. В отличие от ПС в ТС не допускаются *S. aureus* в 0,01 г продукта, т.к. применяемые режимы обработки не гарантируют их полного уничтожения. В отличие от натуральных сыров ТС подлежат контролю на содержание дрожжей и плесневых грибов.

В результате проведенных исследований установлены нормы безопасности для ТС (таблица 3).

Таблица 3 – Допустимые нормы содержания микроорганизмов ТС

Нормируемый показатель	Допустимая норма содержания	
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы	Масса продукта, в которой не допускаются, г	25
Листерии <i>L. monocytogenes</i>		25
БГКП		0,1
Стафилококки <i>S. aureus</i>		0,01
Дрожжи (Д) и плесневые грибы (П)	КОЕ/г, не более	Д-50, П-50

Исследование влияния массовой доли эмульгирующей соли на показатели качества и функциональные характеристики ТС. В данной серии экспериментов применяли фосфатно-цитратную эмульгирующую соль в количестве 0,5 %, 1,0 %, 1,5 %, 2,0 % от объема смеси. Результаты влияния массовой доли эмульгирующей соли на рН и пенетрационное напряжение представлены в таблице 4.

Не установлено значимого влияния массовой доли эмульгирующей соли более 1,0 % на рН ТС. С увеличением доли эмульгирующей соли снижается пенетрационное напряжение, что связано с разрушением белкового каркаса и

размягчением готового продукта. В образцах с 0,5 % эмульгирующей соли отмечено присутствие нерасплавленных частиц сыра-сырья.

Таблица 4 - Влияние м.д. эмульгирующей соли на pH и пенетрационное напряжение ТС

Показатель	Массовая доля эмульгирующей соли, %			
	0,5	1,0	1,5	2,0
Активная кислотность, ед. pH	5,46±0,04	5,59±0,02 ^a	5,60±0,01 ^{a,б}	5,62±0,02 ^б
Пенетрационное напряжение, кПа	469,8± 208,0	323,5± 150,2 ^a	319,8± 100,4 ^a	286,5± 192,4
Данные представлены в форме «среднее значение ± стандартное отклонение» (n=20) Данные с одинаковым индексом внутри одной строки, не имеют статистически значимых отличий (p>0,05)				

Результаты оценки органолептических и функциональных характеристик в зависимости от массовой доли эмульгирующей соли представлены на рисунке 6.

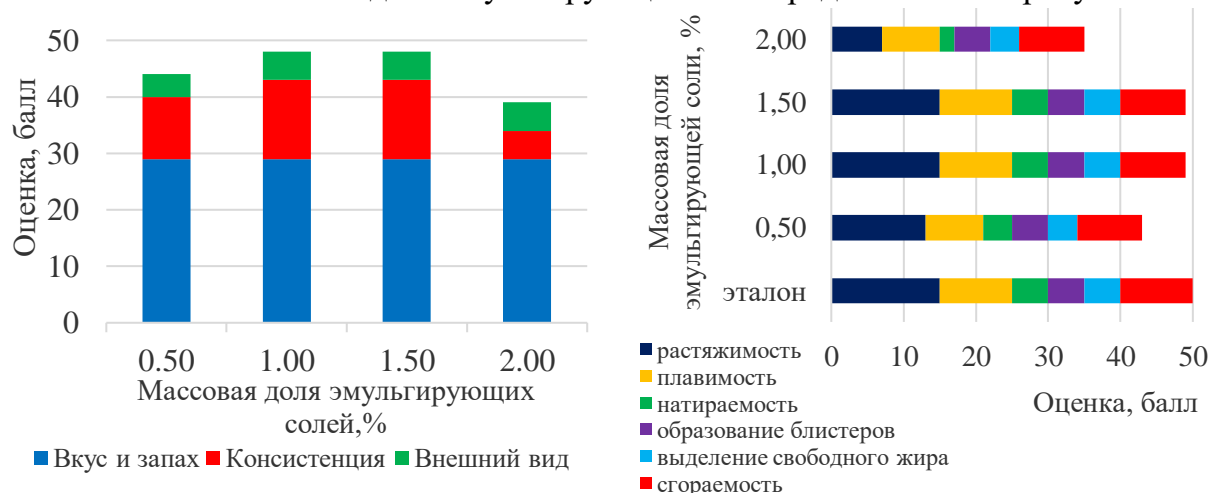


Рисунок 6 - Оценка органолептических и функциональных характеристик ТС

Для анализа нелинейной зависимости комплекса органолептических и функциональных характеристик (y) от массовой доли эмульгирующей соли (x) была применена полиномиальная регрессия третьей степени, имеющая вид: $y = -85,33x^3 + 275,76x^2 - 250,19x + 138,57$.

Кубическая модель наилучшим образом описывает данные и позволяет найти три точки, соответствующие $y = 100$ ($x = 0,68$; $1,28$ и $1,80$), из которых $x = 1,28$ является оптимальной, как точка максимума функции.

Исследование влияния термомеханической обработки и режимов охлаждения на показатели качества и функциональные характеристики ТС. Работы проводилась по плану двухфакторного эксперимента, где факторами варьирования являлись скорость мешалки (термомеханическая обработка) и температура охлаждения.

Для установления влияния термомеханической обработки и температуры охлаждения на физико-химические и реологические показатели ТС проведен дисперсионный анализ (таблица 5).

Установлено, что температура охлаждения статистически значимо влияет на физико-химические показатели ТС ($p < 0,001$). На активную кислотность оказывает влияние сочетание факторов варьирования. Термомеханическая обработка смеси, температура охлаждения и их сочетание влияют на реологические характеристики ТС ($p < 0,001$ и $p < 0,05$). На тангенс угла потерь не оказывает влияние сочетание факторов варьирования ($p > 0,05$).

Таблица 5 - Статистическая значимость влияния термомеханической обработки смеси и температуры охлаждения на физико-химические показатели ТС

Фактор	p	MS	F _{эмп}	F _{кр}
Активная кислотность				
Термомеханическая обработка (ТО)	> 0,05	0,004	3,50	3,89
Температура охлаждения(То)	< 0,001	0,01	144,5	4,75
ТО × То	< 0,05	0,002	21,5	3,89
Массовая доля влаги				
Термомеханическая обработка	> 0,05	0,02	1,99	3,89
Температура охлаждения	< 0,001	10,58	1058	4,75
ТО × То	> 0,05	0,02	2,00	3,89
Комплексный модуль сдвига				
Термомеханическая обработка	< 0,001	661718391,10	5951,35	3,89
Температура охлаждения	< 0,001	56332036,06	506,64	4,75
ТО × То	< 0,001	14219922,06	127,89	3,89
Модуль упругости				
Термомеханическая обработка	< 0,001	575438648,40	564,40	3,89
Температура охлаждения	< 0,001	34852900,50	34,18	4,75
ТО × То	< 0,05	10434811,17	10,24	3,89
Динамическая вязкость				
Термомеханическая обработка	< 0,001	288032,39	1204,04	3,89
Температура охлаждения	< 0,001	61366,72	256,53	4,75
Термомеханическая обработка × Температура охлаждения	< 0,05	1782,39	7,45	3,89
Тангенс угла потерь				
Термомеханическая обработка	< 0,001	0,0032	154,50	3,89
Температура охлаждения	< 0,001	0,00005	32,00	4,75
ТО × То	> 0,05	0,00005	0,50	3,89

Результаты исследований влияния термомеханической обработки и температуры охлаждения на органолептические и функциональные характеристики ТС представлены на рисунке 7.

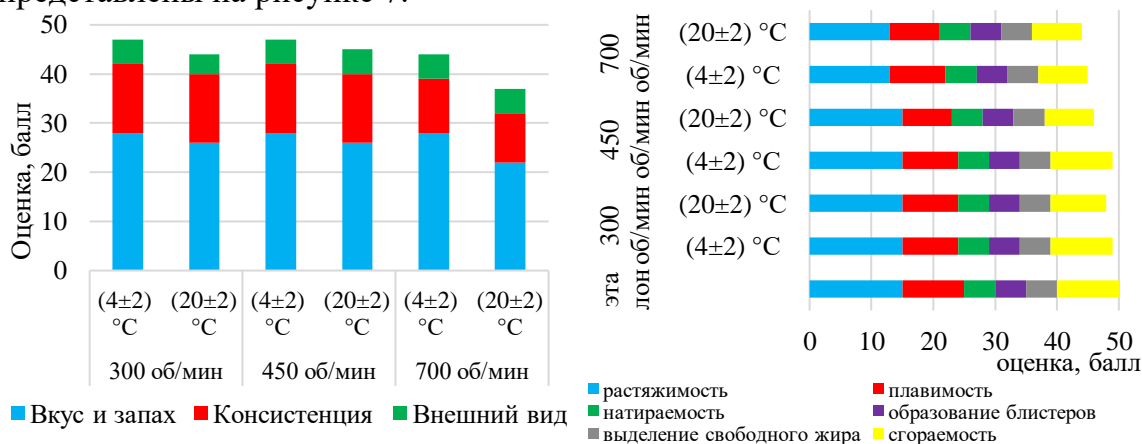


Рисунок 7 - Влияние термомеханической обработки смеси и температуры охлаждения на органолептические показатели и комплекс функциональных характеристик ТС

Температурные режимы охлаждения оказывают большее влияние на органолептическую оценку исследованных образцов, чем скорость перемешивания смеси. Установлено, что ТС, выработанные на низких оборотах мешалки котла-

плавителя (300 об/мин - 450 об/мин) и охлажденные при $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$, максимально соответствуют требуемым функциональным характеристикам.

Для выявления оптимальных параметров термомеханической обработки и температуры охлаждения получено уравнение влияния данных факторов на суммарную оценку ТС: $y = 107,15 - 0,02x_1 - 0,36x_2$, где x_1 – скорость термомеханической обработки; x_2 – температура охлаждения; y – суммарная оценка органолептических и функционально-технологических характеристик.

В рамках заданных значений x_1 и x_2 максимально возможный уровень $y=100$ не достигнут. Максимальное значение y составляет 95,3 при $x_1 = 300$ и $x_2 = 4$.

Исследование влияния содержания лактозы и молочной кислоты в ТС на сгораемость ТС. Концентрация лактозы и молочной кислоты должна оказывать наибольшее влияние на сгораемость сыра на пицце (Реакция Майяра). В данной серии экспериментов ТС производили на основе сычужного казеина, не содержащего лактозу. В смесь вносили лактозу в количестве 0,3 %; 0,5 %; 1,0 %; 1,5 %; 2,0 % или молочную кислоту в количестве 1,5 %; 2,0 % и 3,0 %. Готовый продукт подвергали выпеканию (200°C , 12 мин) с последующей оценкой сгораемости. Внешний вид ТС после выпечки представлен на рисунках 8 и 9.

Контрольный образец
(без лактозы)



ТС с 0,3 % лактозы



ТС с 0,5 % лактозы



ТС с 1,0 % лактозы



ТС с 1,5 % лактозы



ТС с 2,0 % лактозы



Рисунок 8 - Внешний вид ТС с лактозой после выпечки

Контрольный
образец (без МК)



ТС с 1,5 % МК



ТС с 2,0 % МК



ТС с 3,0 % МК



Рисунок 9 - Влияние молочной кислоты на внешний вид ТС после выпечки

Сравнительный анализ результатов, представленных на рисунках 8 и 9, показывает, что на сгораемость ТС наибольшее влияние оказывает содержание лактозы. При содержании лактозы более 1,5 % ТС начинает гореть на готовой пицце. Наличие молочной кислоты не оказывает значимого влияния на цвет ТС после выпечки, но с увеличением концентрации МК отмечено незначительное изменение цвета по краям расплавленных образцов.

Влияние массовой доли белка на функциональные характеристики ТС. В качестве белковой основы применяли сычужный казеин из расчета массовой доли белка: 0; 3,2; 7,7; 12,3; 16,8; 21,3; 25,8; 30,1; 34, 4; 38,8 и 43,0 %%. Результаты оценки

комплекса функциональных характеристик ТС с различной массовой долей белка представлены на рисунке 10.

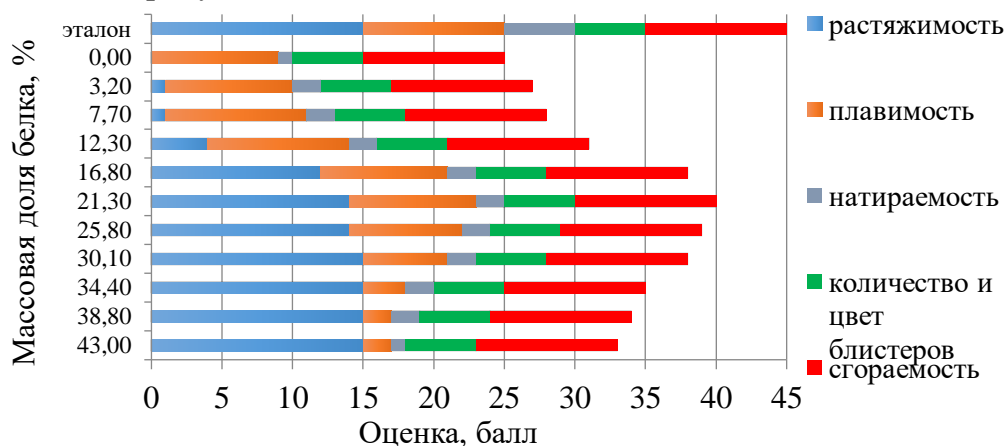


Рисунок 10 - Влияние массовой доли белка на комплекс функциональных характеристик ТС

Установлено, что при увеличении массовой доли белка увеличивается длина сырной нити, снижается плавимость ТС после выпечки. Во всех исследованных образцах отмечена низкая оценка за натираемость. Содержание белка не оказывает влияние на оценку сгораемости, количество и цвет блистеров. Массовая доля белка в ТС менее 16 % приводит к его забраковке по общей оценке функциональных характеристик.

В результате регрессионного анализа получено следующее уравнение: $y = 15,3 \cdot e^{-\frac{(x-21,1)^2}{180}} + 25,2$, где x – массовая доля белка; y – общая оценка функциональных характеристик.

Расчетное максимальное значение функциональных характеристик ($y = 40,5$) достигается при содержании белка (x) в ТС равном **21,1 %**.

Влияние массовой доли жира в сухом веществе на функциональные характеристики ТС. В эксперименте ТС вырабатывали на основе сычужного казеина, в качестве жировой основы применяли сливочное масло. Массовая доля жира в сухом веществе в ТС составляла: 0, 25, 35, 45, 55 и 65 %%. Влияние массовой доли жира в сухом веществе на функциональные характеристики ТС представлено на рисунке 11.

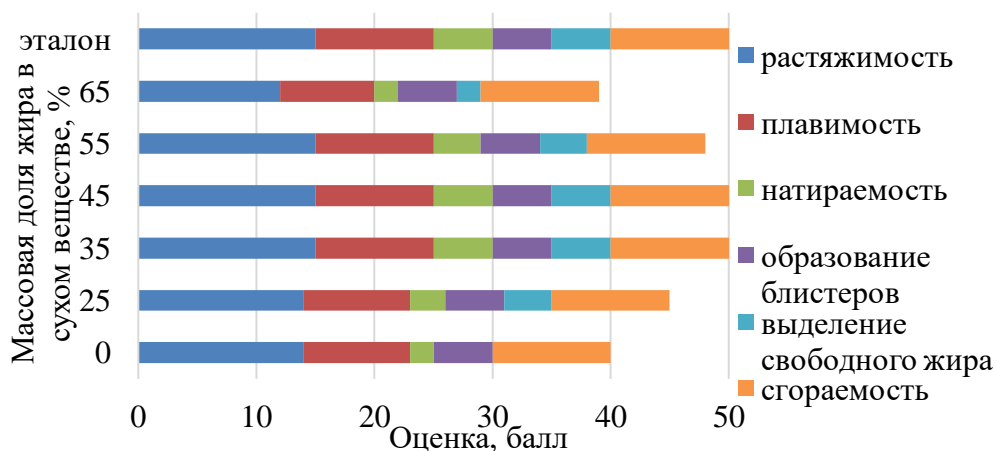


Рисунок 11 - Влияние массовой доли жира в сухом веществе на функциональные характеристики ТС

Не выявлено влияния массовой доли жира в сухом веществе готового продукта на сгораемость и образование блистеров. ТС с массовой долей жира в сухом веществе

35-45 %%% полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к сырам для пиццы.

С целью оптимизации массовой доли жира в сухом веществе в ТС проведен регрессионный анализ. Получено квадратичное уравнение: $y = -0,0089x^2 + 0,704x + 39,1$, где x – массовая доля жира в сухом веществе; y – общая оценка функциональных характеристик.

Для достижения максимальной оценки расчетная массовая доля жира в сухом веществе составляет **39,6 %**. Определен рабочий диапазон жирности ТС 35,0 % - 45,0 %, обеспечивающий общую оценку функционально-технологических характеристик - 49,5 балла.

В главе 3.4 проведены результаты исследований возможности улучшения показателей натуральных сыров путем термомеханической обработки для дальнейшего их использования при производстве пиццы. В данном эксперименте использовали только сыр-сырьё, эмульгирующую соль и воду. В качестве сыра-сырья применяли твердые сыры с высокой температурой второго нагревания (образец № 1); полутвердые сыры с низкой температурой второго нагревания, формуемые из пласта (незрелые - образец № 2, зрелые - образец № 3); полутвердые сыры пониженной жирности (незрелые - образец № 4, зрелые - образец № 5); полутвердые сыры с низкой температурой второго нагревания и повышенным уровнем молочнокислого процесса, формуемые насыпью (незрелые - образец № 6, зрелые - образец № 7); полутвердые сыры с высокой температурой второго нагревания (образец № 8); полутвердые сыры с плесенью (образец № 9); полутвердые и мягкие сыры с чеддеризацией сырной массы (образцы № 10 и № 11 соответственно); мягкие сыры (образец № 12); рассольные сыры с низкой температурой второго нагревания и без второго нагревания (образцы № 13 и № 14).

В результате органолептической оценки установлено, что термомеханическая обработка положительно влияет на вкус незрелых полутвердых сыров с низкой температурой второго нагревания, формуемых из пласта, полутвердых сыров с высокой температурой второго нагревания и на сыры полутвердые с плесенью. Термомеханическая обработка не оказала значимого влияния на вкус и запах зрелых полутвердых сыров с низкой температурой второго нагревания, формуемых из пласта, мягких и рассольных сыров без созревания. Консистенция сыров характеризовалась как пластичная (образцы № 1, 8, 9, 10, 11), эластичная (образец №3), упругая (образцы № 4, 8, 11, 12) несвязная (образцы № 1, 2, 4, 6, 7, 8, 10) и слабослоистая (образцы № 4, 5, 10, 13, 14). У некоторых образцов ТС отмечено наличие глазков. Внешний вид выработанных ТС оценивался на 5 баллов.

Применение при производстве ТС эмульгирующих солей, корректирующих значения pH, является необходимым. Использование фосфатно-цитратной эмульгирующей соли при термомеханической обработке сыров-сырья с pH больше 5,5 снижает pH ТС, а термомеханическая обработка сыров-сырья с pH ниже 5,3 увеличивает pH ТС.

В процессе термомеханической обработки натуральных сыров происходит снижение модуля упругости (G'), динамической вязкости (η') и соотношения модуля потерь к модулю упругости ($\tan \delta$). Такие изменения можно объяснить тем, что под действием температуры (72 ± 3) °C и эмульгирующей соли происходит диспергирование казеинов сыра, вследствие образования хелатных комплексов с Ca^{2+} , и уменьшения размеров жировых глобул в процессе обработки.

Для сравнительной оценки функциональных характеристик натуральных и ТС для наглядности была применена цветовая шкала соответствия функциональных характеристик, предъявляемых к сырам для пиццы (таблица 7).

Таблица 7– Тенденции изменения функциональных характеристик натуральных сыров после термомеханической обработки

№ образца	Натираемость		Плавимость		Выделение свободного жира		Блистеры		Сгораемость		Растяжимость	
	Сыр	ТС	Сыр	ТС	Сыр	ТС	Сыр	ТС	Сыр	ТС	Сыр	ТС
1	Желтый	Красный	Желтый	Красный	Желтый	Желтый	Красный	Красный	Красный	Зеленый	Желтый	Желтый
2	Зеленый	Желтый	Зеленый	Зеленый	Красный	Желтый	Красный	Желтый	Желтый	Желтый	Желтый	Зеленый
3	Зеленый	Желтый	Желтый	Зеленый	Красный	Желтый	Красный	Желтый	Красный	Желтый	Желтый	Зеленый
4	Зеленый	Зеленый	Желтый	Зеленый	Зеленый	Зеленый	Красный	Желтый	Желтый	Желтый	Желтый	Желтый
5	Зеленый	Зеленый	Желтый	Зеленый	Зеленый	Зеленый	Красный	Желтый	Желтый	Желтый	Желтый	Зеленый
6	Желтый	Желтый	Желтый	Зеленый	Красный	Желтый	Красный	Зеленый	Желтый	Желтый	Зеленый	Желтый
7	Желтый	Желтый	Зеленый	Зеленый	Красный	Желтый	Зеленый	Зеленый	Желтый	Желтый	Желтый	Красный
8	Желтый	Желтый	Желтый	Зеленый	Красный	Желтый	Зеленый	Зеленый	Зеленый	Зеленый	Желтый	Желтый
9	Красный	Красный	Желтый	Красный	Желтый	Желтый	Зеленый	Зеленый	Желтый	Желтый	Красный	Красный
10	Зеленый	Зеленый	Зеленый	Зеленый	Красный	Желтый	Красный	Зеленый	Желтый	Желтый	Зеленый	Зеленый
11	Зеленый	Зеленый	Зеленый	Зеленый	Зеленый	Зеленый	Красный	Красный	Желтый	Желтый	Зеленый	Зеленый
12	Красный	Желтый	Желтый	Зеленый	Красный	Зеленый	Красный	Желтый	Желтый	Желтый	Желтый	Желтый
13	Красный	Желтый	Желтый	Зеленый	Красный	Зеленый	Красный	Желтый	Желтый	Желтый	Красный	Желтый
14	Красный	Желтый	Красный	Зеленый	Красный	Зеленый	Красный	Желтый	Желтый	Желтый	Красный	Желтый

Зеленый - отлично; желтый – хорошо; голубой – удовлетворительно; красный – плохо

Анализ полученных данных показывает, что при термомеханической обработке различных видовых групп натуральных сыров функциональные характеристики в среднем улучшаются, что делает использование ТС, выработанных на основе натуральных, более предпочтительным для производства пиццы. После термомеханической обработки наилучший комплексный показатель соответствия искомым функциональным характеристикам имеют сыры с чеддеризацией сырной массы (образцы № 10 и № 11) и полутвердые сыры пониженной жирности (образцы № 4 и № 5). Не рекомендуется для производства ТС применять твердые сыры (образец № 1) и сыры с плесенью (образец № 9). Перспективным сырьем для производства ТС являются мягкие (образец № 12) и рассольные (образцы № 13 и № 14) сыры.

В главе 3.5 рассмотрена возможность применения замороженного сыра-сырья для производства ТС. Установлено, что использование замороженного сыра-сырья после длительного хранения, не оказывает влияние на плавимость ТС, незначительно влияет на натираемость, выделение свободного жира, образование блистеров, сгораемость, и значительно влияет на растяжимость сырной нити. В результате проведенных исследований показано, что для производства ТС можно использовать замороженные натуральные сыры.

Глава 3.6 посвящена изучению влияния температурных режимов хранения на показатели микробиологической безопасности, качества и функционально-технологические характеристики ТС. Выработанные образцы подвергались длительному хранению при температурах: $(4\pm 2)^\circ\text{C}$, $(10\pm 2)^\circ\text{C}$, минус $(14\pm 2)^\circ\text{C}$ и минус $(55\pm 5)^\circ\text{C}$. Для обобщения полученных результатов исследований при установлении хранимоспособности ТС применена цветовая шкала соответствия (таблица 8).

Таблица 8- Соответствие ТС показателям безопасности, качества и функционально-технологическим характеристикам в процессе хранения при разных температурах

Продолжительность, сутки	Показатели			Функциональные характеристики				
	Микробиологическое	Органолептическое	Физико-химическое	Сгораемость	Количество блистеров	Выделение свободного жира	Плави-мость	Длина сырной нити
(10±2) °С								
0								
30								
60								
90								
120								
150								
(4±2) °С								
0								
30								
60								
90								
120								
150								
минус (14±2) °С и минус (55±5) °С								
0								
30								
60								
90								
120								
150								

При режиме хранения (10±2) °С ТС отбраковывают на 90 суток по органолептическим показателям, так как отмечается резкий посторонний привкус и мажущая консистенция, а при температуре (4±2) °С на 120 суток. При отрицательных температурах хранения органолептические характеристики ТС изменяются незначительно до 150 суток. При температурных режимах (10±2) °С и (4±2) °С отбраковка ТС проводится по характеристике «выделение свободного жира» на 90 и 120 суток, а по растяжимости сырной нити на 150 суток.

Таким образом, хранимospособность ТС при температуре (10±2) °С составляет не более 60 суток, при температуре (4±2) °С - 90 суток, а при температуре минус (14±2) °С и минус (55±5) °С - 150 суток.

Глава 3.7. В результате обобщения результатов исследования функциональных характеристик разработана технология получения ТС. Для производства ТС рекомендуется использовать в качестве основного сырья сыры с чеддаризацией сырной массы или полутвердые сыры пониженной жирности, а в качестве эмульгатора - 1,28±0,28 % фосфатно-цитратной соли. Данную категорию сыров получают в котлах-плавителях, применяемых для производства плавленых сыров, при следующих режимах термомеханической обработки: температуре - (72±3) °С, скорости перемешивания - 300-450 об/мин и времени термомеханической обработки – 8-15 мин. Готовый продукт охлаждают до температуры (4±2) °С. Для обеспечения максимальных значений функционально-технологических характеристик ТС должны содержать 0,3±0,2 % лактозы,

2,0±1,5 % молочной кислоты, массовую долю белка 21,1±5,0 %, массовую долю жира в сухом веществе 35-45 % %.

Разработанные критерии оценки функциональных характеристик и показатели микробиологической безопасности включены в ГОСТ Р 59212-2020 «Сыры для пиццы термизированные. Технические условия» и ТТИ ГОСТ Р 59212-001 «Сыры для пиццы термизированные».

В главе 3.8 представлены результаты опытно-промышленной апробации производства ТС в производственных условиях ООО «Угличский сыродельно-молочный завод». В результате производственной проверки выработаны ТС, соответствующие установленным критериям сыров для пиццы, в том числе всему комплексу функциональных характеристик и микробиологическим показателям безопасности. По результатам производственной проверки получено положительное заключение.

В главе 3.9 проведен расчет экономической эффективности производства ТС в условиях молокоперерабатывающего завода. Проведено сравнение себестоимости разработанного ТС с себестоимостью натуральных сыров, часто применяемых при производстве пиццы (таблица 9).

Таблица 9 - Себестоимость сыров

	Сыр Моцарелла	Российский сыр	ТС
Себестоимость за 1 кг, руб	485,89	510,48	414,76

Установлено, что разработанная категория сыров дешевле натуральных сыров, при этом они обладают функциональными характеристиками.

Рентабельность производства сыра для пиццы на уровне 20 % — это средний показатель для пищевой отрасли и является хорошим технико-экономическим показателем для производства нового продукта. Данную рентабельность можно увеличить до 30-35 % за счет применения более дешевого сырья, варьирования массовой доли жира в сухом веществе и влажности готового ТС.

Заключение

1. Анализ научно-технической и патентной литературы выявил перспективность исследований по разработке особой категории термизированных сыров с функциональными характеристиками для пиццы. Теоретически и экспериментально определен комплекс критериев оценки функциональных и органолептических характеристик, учитывающих особенности производства сыров для пиццы. Проведен социологический опрос и разработана 100-балльная шкала комплексной оценки сыров для пиццы.

2. Исследованы функциональные характеристики 12 видовых групп натуральных сыров и проведена их оценка с помощью разработанной шкалы на степень пригодности для производства пиццы. Установлено, что сыры с чеддеризацией и термомеханической обработкой сырной массы, незрелые полутвердые сыры с низкой температурой второго нагревания, формуемые из пласта, и полутвердые сыры с высокой температурой второго нагревания соответствуют комплексу функциональных характеристик сыров для пиццы. Сыры, созревающие при участии плесени *Penicillium roqueforti*, а также мягкие и рассольные сыры непригодны для приготовления пиццы.

3. Установлены технологические режимы производства термизированных сыров, позволяющие обеспечить необходимый уровень функциональных характеристик сыров для пиццы: температура термомеханической обработки - (72±3) °С, скорость перемешивания - 300-450 об/мин, температура охлаждения

после термомеханической обработки - (4 ± 2) °С. Установлены допустимые нормы содержания значимых групп микроорганизмов для термизированных сыров, с учетом микробиологической обсемененности сырья и технологических режимов производства. Так патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы и листерии должны отсутствовать в 25 г; стафилококки, должны отсутствовать в 0,01 г; а БГКП - в 0,1 г готового продукта. Содержание дрожжей и плесневых грибов - не более 50 КОЕ/г.

4. Определен сырьевой и химический состав термизированных сыров. В состав основного сырья должны входить натуральные сыры, отобранные в результате проведенных исследований, и фосфатно-цитратные эмульгирующие соли в количестве не более 1,5 %. Необходимые функциональные характеристики достигаются при следующем химическом составе: массовая доля лактозы $0,3\pm 0,2$ %, массовая доля молочной кислоты $2,0\pm 1,5$ %, массовая доля белка $21,1\pm 5,0$ %, массовая доля жира в сухом веществе 35-45 %.

5. Установлено влияние различных температурных режимов хранения на сроки годности ТС. Хранимоспособность при температуре (10 ± 2) °С составляет не более 60 суток; при температуре (4 ± 2) °С - 90 суток. Для температуры (10 ± 2) °С и (4 ± 2) °С ограничивающими факторами являются снижение органолептических показателей и излишнее выделение жира при выпечке. Доказана возможность увеличения хранимоспособности ТС за счет их замораживания при температурах минус (14 ± 2) °С и минус (55 ± 5) °С. Установлено, что режимы замораживания обеспечивают увеличение хранимоспособности до 150 суток без значимого изменения показателей микробиологической безопасности, качества и функциональных характеристик.

6. Разработан комплект документов по стандартизации, включающий ГОСТ Р 59212-2020 «Сыры для пиццы термизированные. Технические условия» и ТТИ ГОСТ Р 59212-001 «Сыры для пиццы термизированные». Доказано, что предлагаемая базовая технология производства ТС обеспечивает в промышленных условиях выпуск продукции гарантированного качества, безопасности, соответствующей функциональным характеристикам сыров для пиццы. Рассчитана экономическая эффективность производства ТС для пиццы. Рентабельность производства ТС составляет около 20 %.

Таким образом, результаты диссертационного исследования формируют научный фундамент для перспективных разработок, включающих расширение сырьевой базы за счёт нетрадиционных компонентов, рецептурного разнообразия термизированных сыров и их модификаций, внедрение ресурсосберегающих технологий и цифровых систем управления качеством, совершенствование методов контроля и стандартизации, что в совокупности направлено на импортозамещение и укрепление конкурентоспособности отечественной продукции в сегменте ингредиентов для пищевой индустрии и HoReCa.

Список работ, опубликованных по теме диссертации Статьи в журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science

1. Шишкина, А.Н. Исследование функциональных свойств термизированных сыров, выработанных из замороженного сыра-сырья / А.Н. Шишкина // Пищевые системы. - 2021. - Т.4. - № 3S. - С. 304-308. DOI: 10.21323/2618-9771-2021-4-3S-304-308.

2. Свириденко, Г.М. Возможность применения натуральных сыров для производства пиццы / Г.М. Свириденко, А.Н. Шишкина, В.В. Калабушкин // Пищевые системы. – 2023. – Т. 6. - № 3. – С. 416-423. DOI 10.21323/2618-9771-2023-6-3-416-423.

Статьи в изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных журналов ВАК РФ

3. Свириденко, Г.М. Обзор методов оценки способности к плавлению и растяжению сыров для пиццы / Г.М. Свириденко, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина** // Сыроделение и маслоделие. – 2020. – № 6. – С. 42-45. DOI 10.31515/2073-4018-2020-6-42-45.
4. Sviridenko, G.M. Research on the possibility of extending the shelf life of cheese raw material and heat-treated cheese by their freezing for further use in HoReCa / G.M. Sviridenko, V.V. Kalabushkin, **A.N. Shishkina**, E.E. Uskova // Food Systems. – 2020. – Vol. 3. -№ 4. – P. 39-44. DOI 10.21323/2618-9771-2020-3-4-39-44.
5. Свириденко, Г.М. Анализ потребительских свойств сыров для HoReCa / Г.М. Свириденко, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина** // Сыроделение и маслоделие. – 2020. – № 4. – С. 6-9.
6. Свириденко, Г.М. Особая группа продуктов сыроделия для HoReCa ГОСТ Р 59212-2020 «Сыры для пиццы термизированные» / Г.М. Свириденко, В.А. Мордвинова, Н.Н. Оносовская, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина** // Сыроделение и маслоделие. – 2021. – № 2. – С. 20-22. DOI 10.31515/2073-4018-2021-2-20-22.
7. Свириденко, Г.М. Исследование возможности продления сроков хранения сыров путем их замораживания для последующего использования при производстве пиццы / Г.М. Свириденко, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина**, Е.Е. Ускова // Сыроделение и маслоделие. – 2021. – № 2. – С. 26-28. – DOI 10.31515/2073-4018-2021-2-26-28.
8. Свириденко, Г.М. Влияние замораживания на качество и хранимospособность термизированных сыров для последующего использования в HoReCa / Г.М. Свириденко, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина**, Е.Е. Ускова // Сыроделение и маслоделие. – 2021. – № 4. – С. 24-26. – DOI 10.31515/2073-4018-2021-4-24-26.
9. Свириденко, Г.М. Шкала оценки сыров для пиццы / Г.М. Свириденко, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина** // Сыроделение и маслоделие. – 2022. – № 4. – С. 28-32. DOI 10.31515/2073-4018-2022-4-28-32.
10. Свириденко, Г.М. Хранимospособность термизированных сыров для пиццы / Г.М. Свириденко, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина**, Е.Е. Ускова // Пищевая промышленность. – 2022. – № 3. – С. 47-51. DOI 10.52653/PPI.2022.3.3.011.
11. Свириденко, Г.М. Изменения физико-химических и структурно-механических свойств натуральных сыров после термизации / Г.М. Свириденко, **А.Н. Шишкина**, В.В. Калабушкин, Е. Е. Ускова // Сыроделение и маслоделие. – 2023. – № 4. – С. 34-37. DOI 10.21603/2073-4018-2023-4-20.
12. Свириденко, Г.М. Влияние термизации натуральных сыров на их функциональные свойства / Г.М. Свириденко, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина**, Е.Е. Ускова // Сыроделение и маслоделие. – 2023. – № 4. – С. 24-29. DOI 10.21603/2073-4018-2023-4-17.

Статьи в материалах конференций и журналах, индексируемых в РИНЦ

13. Свириденко, Г.М. Методы оценки функциональных свойств сыров для пиццы / Г.М. Свириденко, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина** // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Молоко и молочная продукция: актуальные вопросы производства». - Углич. - 22–24 июня 2021 г. – С. 335-341.
14. Свириденко, Г.М. ГОСТ Р 59212-2020 «Сыры для пиццы термизированные» / Г.М. Свириденко, В.А. Мордвинова, Н.Н. Оносовская, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина** // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Молоко и молочная продукция: актуальные вопросы производства». - Углич. - 22–24 июня 2021 г. – С. 155-158.
15. Свириденко, Г.М. Критерий оценки качества сыров для HoReCa – функциональные свойства / Г.М. Свириденко, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина**, Е.В. Алексеева, Е.Е. Ускова // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Молоко и молочная продукция: актуальные вопросы производства». - Углич. - 22–24 июня 2021 г. – С. 172-176.

16. Свириденко, Г.М. Влияние технологических режимов на безопасность и функциональные свойства термизированных сыров для пиццы / Г.М. Свириденко, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина**, Е.В. Алексеева, Е.Е. Ускова // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Молоко и молочная продукция: актуальные вопросы производства». - Углич. - 22–24 июня 2021 г. – С. 168-171.

17. Свириденко, Г.М. Влияние приема замораживания сыра-сырья на качество и функциональные свойства с целью последующего использования при производстве пиццы / Г.М. Свириденко, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина**, Е. Е. Ускова // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Молоко и молочная продукция: актуальные вопросы производства». - Углич. - 22–24 июня 2021 г. – С. 163-167.

18. Свириденко, Г.М. К вопросу стандартизации термизированных сыров для пиццы / Г.М. Свириденко, В.А. Мордвинова, Н.Н. Оносовская, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина** // Переработка молока. – 2021. - № 12. – С. 24-26.

19. Свириденко, Г.М. Продление сроков хранения термизированных сыров путем замораживания для последующего использования в HoReCa / Г.М. Свириденко, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина**, Е.Е. Ускова // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Молоко и молочная продукция: актуальные вопросы производства». - Углич. - 22–24 июня 2021 г. – С. 177-182.

20. **Шишкина, А.Н.** Особенности технологических режимов производства термизированных сыров, влияющие на их функциональные свойства / **А.Н. Шишкина** // Сборник научных трудов XV Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов «Актуальные вопросы и современные решения в области пищевых систем». – Москва. - 20-22 сентября 2022 г. – С. 352-357.

21. Свириденко, Г.М. Формирование заданных показателей качества и безопасности, функциональных свойств сыров для пиццы / Г.М. Свириденко, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина**, Е.В. Алексеева, Е.Е. Ускова // Переработка молока. – 2022. – № 3. – С. 16-18.

22. **Шишкина, А.Н.** Разработка шкалы оценки функциональных свойств сыров для пиццы / **А.Н. Шишкина** // Сборник научных трудов XVI Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов «Фуд-бум: новые технологии для будущего пищевой отрасли». – Москва. - 28-29 сентября 2023 г. – С. 318-322.

23. Калабушкин, В.В. Сроки хранения термизированных сыров / В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина**, Е.Е. Ускова // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Производство сыра, масла и другой молочной продукции в современных условиях. Проблемы и пути решения». - Углич. - 20–22 июня 2023 г. – С. 69-77.

24. Калабушкин, В.В. Шкала оценки органолептических показателей и функциональных свойств сыров для пиццы / В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина** // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Производство сыра, масла и другой молочной продукции в современных условиях. Проблемы и пути решения». - Углич. - 20–22 июня 2023 г. – С. 282-293.

25. Свириденко, Г.М. Сравнительная оценка различных видовых групп натуральных сыров для производства пиццы / Г.М. Свириденко, **А.Н. Шишкина**, В.В. Калабушкин, Е.Е. Ускова, Г.Б. Бухарина // Переработка молока. – 2024. – № 5. – С. 30-35. DOI 10.33465/2222-5455-2024-5-30-35.

26. Свириденко, Г.М. Влияние температуры хранения на сроки годности термизированных сыров для пиццы / Г.М. Свириденко, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина**, Е.Е. Ускова // Переработка молока. – 2024. – № 1. – С. 30-33. DOI 10.33465/2222-5455-2024-1-30-33.

27. Калабушкин, В.В. Новая группа термизированных продуктов для пиццы с направленными функциональными свойствами / В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина**, Е.Е. Ускова // Сборник материалов Международной научно-практической конференции

«Современные тренды в производстве, потреблении и контроле сыра, масла и другой молочной продукции». - Углич. - 18–20 июня 2024 г. – С. 75-79.

28. Топникова, Е.В. Актуальные направления исследований ВНИИМС в области сыроделия и маслоделия / Е.В. Топникова, Т.А. Волкова, Д.С. Вазрушева, **А.Н. Шишкина**, А.И. Григорьева, О.М. Шухалова // Сборник материалов VI Международной научно-практической молодежной конференции «Пищевые технологии будущего». - Москва. - 5 июня 2024 г. - С. 136-144.

29. Свириденко, Г.М. Необходимость подбора сырья для обеспечения безопасности и функциональных свойств сыров для пиццы / Г.М. Свириденко, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина**, Е.В. Алексеева, Е.Е. Ускова // Переработка молока. - 2024. - № 12. – С. 32-35.

30. Свириденко, Г.М. Влияние приема замораживания на качество сыра-сырья для пиццы / Г.М. Свириденко, В.В. Калабушкин, **А.Н. Шишкина**, Е.Е. Волкова // Переработка молока. – 2025. - № 3. – С. 30-33.

Перечень сокращений и условных обозначений:

ТС – термизированные сыры для пиццы; МК – молочная кислота; м.д. – массовая доля; БГКП – бактерии группы кишечных палочек; КМАФАнМ – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов; КОЕ – колониеобразующие единицы; МФ – микрофлора; ПС – плавленые сыры; МО – микроорганизмы; эм.с. – эмульгирующая соль; Ж_{св} – жир в сухом веществе; ВНИИМС – Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия, MS – средний квадрат отклонений (дисперсия); F_{эмп} – эмпирическое значение критерия Фишера; F_{кр} – критическое значение критерия Фишера; ТТИ - Типовая технологическая инструкция.

Введенные термины:

Термизированный сыр - продукт молочный или молочный составной, изготовленный из натуральных сыров с использованием продуктов переработки молока и эмульгирующих солей путем термомеханической обработки сырья при температуре $(72 \pm 3) ^\circ\text{C}$ с целью формирования функциональных характеристик сыров для пиццы.

Функциональные характеристики - характеристики продукта, определяющие его способность выполнять определенные функции или назначение.

Блистеры - выпуклые участки на поверхности расплавленного сыра.

Подписано в печать .2026 г.

Объем 1,0 усл.п.л.

Формат А5

Бумага офсетная. Печать цифровая

Тираж 100 экз.

Типография оперативной печати Арт-принт (ИП Рыбойчук А.А.)

152612, г. Углич, Рыбинское шоссе, 3а

Тел. +7 (48532) 5-68-96

E-mail: info@print-uglich.ru