

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ–
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

На правах рукописи

ГИНЗБУРГ МАРИНА АЛЕКСАНДРОВНА

**ФОРМИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА
СМЕТАННЫХ ПРОДУКТОВ С КОЛЛАГЕНАМИ
ВОДНОГО И НАЗЕМНОГО ГЕНЕЗА**

Специальность 4.3.3. Пищевые системы

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание учёной степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
Н. И. Дунченко

Москва 2023

Оглавление

Введение	4
Глава 1. Литературный обзор	11
1.1. Научные основы формирования качества и безопасности молочной продукции	11
1.2. Методологические подходы к производству молочных продуктов нового поколения	14
1.3. Использование коллагена в технологии молочных продуктов	22
1.4. Структурообразование молочных продуктов	32
1.5. Заключение к литературному обзору	37
Глава 2. Организационная схема проведения исследований, объекты, материалы, методы, статистические методы обработки экспериментальных данных.....	39
2.1. Планирование и постановка эксперимента	39
2.2. Объекты, методы исследования и приборное обеспечение	41
2.2.1. Объекты исследования.....	41
2.3. Методы исследования	43
2.3.1. Проведение полного факторного эксперимента	44
2.3.2. Статистическая обработка результатов исследования.....	48
2.3.3. Методика исследования деформационного профиля.....	50
2.3.4. Методика исследования релаксационных характеристик.....	52
2.3.5. Совмещённая методика измерения деформационного профиля и релаксационных характеристик.....	53
2.3.6. Методика ТРА «Анализ профиля структуры».....	54
Глава 3. Научное обоснование выбора объектов исследования на базе квалитметрического прогнозирования	57
3.1. Анализ рынка сметаны и сметанных продуктов	57
3.2. Социологические исследования потребительских пожеланий к новым сметанным продуктам	62

3.2.1. Идентификация требований потребителей	66
Глава 4. Изучение возможности использования коллагенов водного и наземного генеза в технологии производства сметанных продуктов.....	70
4.1. Обоснование выбора коллагенов различного происхождения	70
4.2. Исследование процесса образования структуры в модельных образцах сметанных продуктов с коллагенами ...	74
4.3. Изучение влияния вида коллагенов на органолептические показатели качества сметанных продуктов.....	79
4.4. Изучение влияния вида коллагенов на структурно-механические свойства сметанных продуктов.....	86
4.5. Исследование реологических профилей сметанных продуктов на базе метода Texture profile analyse (TPA).....	90
Глава 5. Разработка технологии сметанных продуктов с использованием математического моделирования	104
5.1. Интегральная оценка сбалансированности сметанных продуктов с коллагенами	105
5.2. Разработка технологии сметанных продуктов с коллагенами.....	112
5.3. Расчёт экономических показателей производства сметанных продуктов с коллагенами.....	113
Глава 6. Комплексная оценка качества и безопасности новых видов сметанных продуктов с коллагенами различного происхождения	115
6.1. Исследование показателей качества и безопасности новых видов сметанных продуктов.....	115
6.2. Микроструктурные исследования сметанных продуктов с коллагенами различного происхождения	117
Заключение	121
Список сокращений и условных обозначений	124
Библиографический список	125
Приложения	156

Введение

Актуальность темы исследований. В условиях международных санкций и кризиса в мировых экономических отношениях на первом месте для отечественных производителей стоит производство конкурентоспособной продукции. В настоящее время у потребителей немало претензий к молочным продуктам, что связано с несоответствующим качеством, несоблюдением технологических режимов, условий хранения и реализации. Вследствие чего снижается потребительская, пищевая ценность молочной продукции и хранимоспособность. Расширение ассортимента молочных продуктов на предприятиях остаётся актуальным ввиду постоянного роста и изменения предпочтений потребителей. Реализация этой важной задачи возможна за счёт совершенствования и разработки технологий новых видов продукции, соответствующих установленным требованиям, в целях обеспечения населения качественными и безопасными продуктами питания. Приоритетными направлениями Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года являются расширение ассортимента выпускаемой продукции, удовлетворяющего потребности покупателей, создание инновационных технологий, которые позволят получить не только новые научные данные о формировании состава и свойств пищевых продуктов, но и послужат основой инновационного развития внутреннего рынка, а также обеспечат устойчивое развитие России в экономике. Развивающийся в последние годы тренд на здоровое питание рассматривает, в том числе и такое важное направление, как снижение массовой доли жира в молочных продуктах. Альтернативой традиционным видам сметаны стали сметанные продукты с заменителями молочного жира и пищевыми добавками с индексом Е, которые не отвечают запросам потребителей в натуральных продуктах питания. Актуальной задачей становится разработка технологий сметанных продуктов с пониженным

содержанием жира, натуральным составом и консистенцией классической сметаны.

Степень разработанности темы исследований. Теоретические основы в области разработки пищевых продуктов с заданными характеристиками отражены в работах российских и зарубежных учёных: Л. В. Антиповой, Н. Б. Гавриловой, В. И. Ганиной, Т. М. Гиро, Н. И. Дунченко, Г. И. Касьянова, Н. Н. Липатова (мл.), О. Я. Мезеновой, В. М. Позняковского, А. Ю. Просекова, И. А. Рогова, Е. И. Титова, Н. А. Тихомировой, О. Б. Федотовой, В. С. Янковской, P. F. Almeida, S. Ricard-Blum, V. Roberta, J. C. C. Santana.

Большой вклад в развитие теории и практики квалиметрического прогнозирования и управления качеством продукции внесли Ю. П. Адлер, Г. Г. Азгальдов, Л. П. Бессонова, Н. И. Дунченко, О. А. Кузнецова, И. М. Чернуха, А. И. Субетто, Y. Акао, W. E. Deming, J. Juran и др.

Диссертационная работа выполнялась в рамках гранта при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках соглашения № 075-15-2022-307 от 20.04.2022 о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего».

Целью диссертационной работы является разработка технологии сметанных продуктов с коллагенами водного и наземного генеза путём формирования показателей качества и безопасности на базе квалиметрического прогнозирования и математического моделирования.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1) научно обосновать выбор объекта исследований на базе квалиметрического прогнозирования и разработать концепцию проектируемого продукта;

2) исследовать химический состав и функционально-технологические свойства (ФТС) различных видов коллагенов, научно обосновать возможность их использования в технологии сметанных продуктов;

3) исследовать процесс образования структуры в модельных образцах сметанных продуктов с коллагенами с учётом заданных характеристик параметра «консистенция»;

4) разработать рецептуры сметанных продуктов с коллагенами на базе математического моделирования и технологию производства;

5) провести комплексные исследования показателей качества и безопасности сметанных продуктов с коллагенами, определить сроки годности;

6) разработать техническую документацию на продукт и провести опытную апробацию продуктов, определить экономическую эффективность от внедрения разработки.

Научная новизна. Научной новизной в соответствии с пп. 5, 8, 11, 15 паспорта научных специальностей 4.3.3 Пищевые системы обладают следующие результаты:

- на базе квалитетического прогнозирования научно обоснованы состав и заданные характеристики параметра «консистенция» сметанных продуктов, разработана концепция проектируемого продукта;

- установлены показатели химического состава отечественных и импортных образцов говяжьего, свиного, куриного и рыбного коллагенов: наибольшую м. д. белка содержали рыбные ($93,3 \pm 0,05\%$) и говяжьи ($93,6 \pm 0,05\%$) коллагены, наименьшую м. д. жира ($0,7 \pm 0,1\%$) рыбные коллагены, наименьшее содержание влаги ($5,05 \pm 0,05\%$) отмечено в говяжьих коллагенах; показатели динамической вязкости при концентрации коллагенов от 1% до 10% при одинаковой температуре и показатели растворимости увеличивались в линейке куриный → свиной → говяжий → рыбный коллагены;

- с использованием методов математического моделирования установлены параметры и режимы образования структуры в модельных сметанных продуктах. Получены уравнения регрессии, адекватно описывающие значение динамической вязкости (заданной характеристики параметра «консистенция») от массовой доли коллагена, массовой доли жира и времени образования структуры. Установлен диапазон массовой доли коллагена от 5 до 10 % в зависимости от вида, время образования структуры в интервале от 7 до 10 часов;

- получены новые данные в реологических профилях опытных образцов сметанных продуктов на базе метода Texture profile analysis (ТРА): твёрдости от 192,2 до 874,3г/мм², упругости от 83,73 до 122,41%, когезии от 35,17 до 46,97%, устойчивости от 2,77 до 6,12%, липкости от 73,45 до 355,56 г/мм² в линейке свиной → куриный → рыбный → говяжий коллагены; установлено соответствие данных деформационных профилей и релаксационных характеристик результатам дегустационного анализа. Доказано, что образцы сметанных продуктов с коллагенами имеют выраженную склонность к вязкопластическому течению и быстрой релаксации.

- выявлено, что коллагены участвуют в формировании сетчатых структур между комплексами молочных белков, образуя выраженные связи типа перемычек, в составе которых выявляются жировые капли. Говяжий, куриный и рыбный коллагены показали наибольшую эффективность в процессе образования структуры продукта.

Теоретическая и практическая значимость работы.

- установлены рациональные дозы внесения коллагенов: для рыбного – 5%, для говяжьего – 6%, для куриного – 6%; разработаны три рецептуры сметанных продуктов с использованием метода математического моделирования и интегральной оценки сбалансированности многокомпонентных продуктов; предложены режимы предварительного

смешения и растворения в сливках коллагенов с бактериальным концентратом прямого действия при температуре $32\pm 2^{\circ}\text{C}$ и перемешивании в течение 10 мин; разработаны технологические режимы производства сметанных продуктов;

- установлены показатели качества и безопасности сметанных продуктов с коллагенами и определены сроки годности, которые составили 21 сутки при температуре хранения $4\pm 2^{\circ}\text{C}$;

- новые рецептуры сметанных продуктов и технологические режимы апробированы в условиях АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н. В. Верещагина (акт о внедрении от 07.06.2023). Утверждены ТУ и ТИ (ТУ 10.51.56-382-00492931-2023 «Сметанный продукт. Технические условия», ТУ ТИ 10.51.56-382-00492931-2023 «Сметанный продукт. Технологическая инструкция»);

- расчетная прибыль от реализации апробированных технологий в условиях производства составила 32,4 тыс. р. на 1 т готовой продукции в год при рентабельности 20 %, что доказывает конкурентоспособность новых видов сметанных продуктов.

В учебном процессе внедрены результаты исследований при подготовке магистров по программе «Управление качеством пищевых продуктов», направления 19.04.03 «Продукты питания животного происхождения». Разработан и представлен «Стартап в агробизнесе» по направлению «Производство фермерской продукции для индустрии гостеприимства в условиях импортозамещения» в рамках проекта «Школа фермера».

Новизна технологических решений отражена в двух патентах на изобретение (патент РФ № 2813266; патент РФ № 2814192).

Методология и методы исследования. При проведении исследований использованы методы обобщения, сравнительного анализа, современные методики сбора и статистической обработки исходной информации и

экспертных исследований; экспериментальные данные исследований выполнены с применением стандартных методик, оборудования и приборов, с последующей статистической обработкой результатов.

Положения, выносимые на защиту:

- научное обоснование заданных характеристик и концепция проектируемого продукта на базе квалиметрического прогнозирования;
- новые данные химического состава и ФТС отечественных и импортных коллагенов водного и наземного генеза и обоснование возможности использования их для производства сметанных продуктов;
- результаты исследования процесса образования структуры в модельных образцах сметанных продуктов с коллагенами с учётом заданных характеристик параметра «консистенция»;
- подбор технологических параметров внесения коллагенов и рецептурный состав новых видов сметанных продуктов, полученных на базе метода математического моделирования и интегральной оценки сбалансированности многокомпонентных продуктов, результаты комплексных исследований готовых продуктов.

Степень достоверности и апробации результатов. Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается достаточным количеством наблюдений, применением современного лабораторного оборудования, стандартных и общепринятых методов исследования и статистической обработки полученных данных.

Результаты диссертационной работы обсуждены и одобрены на конференциях международного и национального уровней: V Международной научно-практической конференции «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение» (Воронеж, 2018), конференции *Proceedings of the 9th International Scientific Conference* (Литва, 2019), XVI Международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество» (Барнаул, 2019), VIII Международной конференции

«AGRITECH–VIII – 2023: Агротехнологии, экологический инжиниринг и устойчивое развитие» (Красноярск, 2023), Международной конференции «Российско-Евразийское инновационно-технологическое сотрудничество в пищевой и фармацевтической промышленности» РосБиоТех (Москва, 2023), Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 180-летию со дня рождения К. А. Тимирязева (Москва, 2023). Имеется золотая медаль за разработку способа производства сметанного продукта с коллагеном в XVI Международном Биотехнологическом Форуме РосБиоТех (Москва, 2023).

Публикации. По основным материалам исследований опубликовано 17 печатных работ, из которых 3 – в центральных изданиях, рекомендованных ВАК РФ; 2 – в международных изданиях, входящих в наукометрические базы данных Scopus и Web of Science; 12 – в сборниках международных научно-практических конференций и прочих изданиях; 2 – патента РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, основной части из шести глав, заключения, списка литературы и приложений. Диссертационная работа изложена на 191 странице машинописного текста, включает 51 рисунок и 29 таблиц, 243 источников литературы, из них 35 на иностранном языке.

ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. Научные основы формирования качества и безопасности молочной продукции

На сегодняшний день вопрос приоритетности обеспечения безопасности и качества пищевых продуктов стал особенно острым, поскольку выявилась его взаимосвязь с различными значимыми факторами, среди которых национальная продовольственная безопасность, качество жизни, здоровье населения, конкурентоспособность продукции, торговые отношения. В нашей стране область безопасности и качества пищевых продуктов определяется при сотрудничестве правительства, промышленного сектора, конечных потребителей и научного сообщества [3, 121, 140, 142, 173, 184].

В долгосрочном прогнозе научно-технологического развития до 2030 года рассмотрены наиболее перспективные для России области роста научных исследований и технологий, обеспечивающие реализацию конкурентных преимуществ страны [149]. Проанализированы важнейшие потенциальные рыночные сегменты и продукты, способные оказать значительное влияние на динамику рынка, с описанием их потребительских характеристик [110].

К основным направлениям научного обеспечения инновационного развития пищевой промышленности учёные относят разработку научно-методического подхода для целенаправленного создания новых продуктов питания и пищевых ингредиентов с заданными характеристиками; внедрение системы качества и безопасности продуктов питания «от поля до стола» [192], а также использование источников полезных веществ из вторичных малоценных продуктов переработки сырья различного происхождения [89, 95, 96, 105, 107, 117].

Проблема безопасности продуктов питания вызывает растущий интерес среди исследователей как в отечественных, так и международных научных

кругах [42, 93, 123, 133, 134, 191, 233]. Продовольственная безопасность указана как одно из основных направлений обеспечения национальной безопасности в рамках среднесрочного планирования [140, 143, 148, 165, 166, 184]. Предполагается, что её достижение будет осуществляться за счёт развития биотехнологий и процесса импортозамещения в отношении базовых продуктов питания [15, 35, 38]. Молочная продукция занимает важное место в рационе россиян, её востребованность постоянно растёт [34, 38, 86, 137, 156]. В то же время современные тенденции в науке о питании показывают, что традиционные молочные продукты подходят не всем. В связи с этим становится актуальным применение квалиметрического моделирования для разработки новых продовольственных товаров [90, 158, 167, 200, 206, 235]. Из-за многообразия характеристик исходных пищевых ингредиентов и индивидуальных особенностей потребителей возникает потребность в оптимизации параметров многокомпонентных продуктов под определённые предпочтения [45, 79, 197, 202, 203, 204]. Использование в рецептурах молочных продуктов новых компонентов открывает широкие возможности для выбора ингредиентов, влияющих на органолептические, технологические и функциональные свойства продукции [104, 120, 122, 144, 150, 164, 238].

С использованием методологии структурирования функции качества и математического моделирования состава нового конкурентоспособного продукта создаются рецептуры и отрабатывается технология производства. Работы Н. И. Дунченко, Л. П. Бессоновой, О. Н. Красули, М. А. Никитиной развили эту ветвь управления качеством пищевых продуктов [29, 30, 116, 126, 136, 217]. Применение квалиметрического анализа позволяет определить и сравнить текущее и прогнозируемое (требуемое) качество продукции, а также изучить тенденции изменения потребительских предпочтений [119, 135, 207, 209, 234].

В последние 20 лет интенсивно развивается научная школа профессора Н. И. Дунченко по управлению качеством пищевых продуктов, что позволяет получать новые данные о постоянном улучшении качества пищевых продуктов [31, 81, 82, 83, 87, 88, 91, 92, 94, 97, 101].

Актуальные тенденции, обусловленные потребностью в производстве продуктов питания с заданными характеристиками, а также с удовлетворением спроса на менее жирные продукты, стимулируют молочную индустрию к поиску и внедрению новых технологий для создания ассортимента низкокалорийных молочных изделий [46, 103, 145, 168].

Среди россиян наблюдается растущий интерес к здоровому образу жизни и правильному питанию. Проблемам здорового питания посвящён целый ряд исследований [26, 39, 147, 152]. Это главный фактор, определяющий современные тенденции в промышленном производстве. В основном потребление кисломолочных продуктов в мире связано с их полезными свойствами и традициями национальной кухни. Целевой уровень самообеспеченности молочными продуктами, установленный Доктриной продовольственной безопасности РФ, составляет 90%, сейчас самообеспеченность оценивается в 84%. Последние технологические достижения, социально-экономические тенденции и изменения в образе жизни населения во всём мире указывают на потребность в продуктах, полезных для здоровья. Спрос на данные продукты питания на мировом и российском рынках быстро увеличивается. Новые тенденции в области здорового питания будут расширять возможности для развития ассортимента, удовлетворяющего пожелания потребителей, переболевших COVID-19, поскольку новая продукция обладает полезным действием, а также обеспечивает снижение уровня стресса в организме [28, 139, 141, 146]. Международное научное сообщество постоянно работает над созданием новых продуктов, которые как могут иметь широкое применение, так и быть направленными на конкретный орган, тип организма, систему или

заболевание [7, 13, 28, 109, 132, 195, 212, 227]. В настоящее время целый ряд отечественных научно-исследовательских организаций занят вопросами создания научно обоснованных рецептов и технологий производства продуктов питания [2, 6, 10, 38, 40, 99, 111, 128].

1.2. Методологические подходы к производству молочных продуктов нового поколения

Трансформация нашего образа жизни, связанного со снижением физической активности, снижение иммунитета и ухудшение экологической обстановки влияют на методологические подходы к созданию молочных продуктов нового поколения и обязательному формированию показателей качества и безопасности продукции. Анализ продовольственного рынка показывает, что ассортимент традиционных молочных продуктов становится всё более насыщенным, и в ближайшем будущем следует ожидать значительного увеличения производства и потребления новых видов продукции, которые смогут успешно конкурировать с традиционными [78, 155, 183, 239]. Сегодня разработка новых конкурентоспособных продуктов, удовлетворяющих пожеланиям потребителей, требованиям к качеству и безопасности, является одним из основных направлений деятельности пищевой промышленности [46, 98, 110, 197].

Продукты нового поколения не только удовлетворяют физиологические потребности организма, но также способствуют улучшению качества жизни, укреплению иммунитета и повышению жизненного тонуса. В связи с этим всё большую популярность приобретают натуральные продукты питания. Это открывает возможности для широкого использования в пищевой промышленности сырья, содержащего функциональные ингредиенты в количествах, соответствующих физиологическим нормам [85,132,147,199].

Ферментированные сливки являются распространённым и широко используемым молочным продуктом во всём мире. По мнению диетологов, кисломолочные продукты, в том числе сметана и сметанные продукты, обладают высокой пищевой и энергетической ценностью, так как содержат в

своём составе значительные количества незаменимых нутриентов [76, 105, 118, 156, 190].

Термин «сметанные продукты» объединяет большую группу молочных продуктов, отличительным признаком которых является жирнокислотный состав и консистенция.

При производстве сметанного продукта применяют следующие виды сырья: [37, 164]

- молоко коровье [54], молоко цельное сухое [60], молоко сухое обезжиренное, сливки сухие, масло коровье;
- закваски МСС, КДС, МТС (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*; *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*; *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (biovar *diacetylactis*) и *Streptococcus thermophilus*);
- концентрат бактериальный сухой КМТС-сух (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*; *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*; *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (biovar *diacetylactis*) и *Streptococcus thermophilus*);
- концентрат бактериальный сухой мезофильных молочнокислых стрептококков КМС-сух (*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (biovar *diacetylactis*), *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* *Streptococcus thermophilus*).

Сметанный продукт — это пищевой продукт, который производится по технологии сметаны с использованием молока содержащего сырьё и/или с применением термической обработки, пастеризации, стерилизации и ультравысокотемпературного режима после его сквашивания и/или с добавлением немолочных ингредиентов [178]. Сметанные продукты относятся к группе «сквашенные». Этот термин отражён в ТР ТС 033/2013: сквашенный продукт — молочный продукт или молочный составной продукт, термически обработанный после сквашивания, или молоко содержащий продукт, произведённый в соответствии с технологией производства кисломолочного продукта, с сохранением вида и состава микрофлоры закваски, определяющий вид соответствующего кисломолочного продукта и имеющий сходные с ним органолептические и физико-химические свойства.

В ряде научных исследований приведены разработки технологий производства сметанных продуктов, а также оценка влияния новых пищевых ингредиентов на показатели качества сметанного продукта [41, 44, 47, 49, 77, 155, 160, 161, 169].

А. И. Бараников, И. А. Евдокимов, А. Л. Алексеев, А. И. Тариченко, В. В. Крючкова и О. С. Кудрина разработали новую технологию сметанного продукта с использованием облепихового масла и углеводного модуля из лактулозы и лизоцима, что обеспечивает синергетический эффект, влияющий как на развитие микроорганизмов в закваске, так и на поддержание здоровой микрофлоры кишечника человека. Авторами рассмотрены проблемы с возможной неоднородностью и низкими реологическими свойствами, а также с появлением специфического привкуса из-за добавления растительного масла [137].

Н. И. Дунченко, В. С. Янковская использовали криопорошки ламинарии, свёклы и сельдерея, которые предварительно смешивали в сливках, при производстве сметанного продукта. Результатом совершенствования данной технологии является улучшение органолептических показателей продукта и расширение ассортимента функциональных сметанных продуктов [162, 201].

О. В. Толмаковой предложен способ производства сметанного продукта с внесением биологически активной добавки «Модифилан» с массовой долей сухих веществ 80% в количестве 0,5–0,6% от массы готового продукта, чтобы повысить биологическую ценность, профилактические свойства, усвояемость готового сметанного продукта, который обладает приятным ароматом и густой нерасслаивающейся в процессе хранения консистенцией [160].

Е. А. Жирецкая, М. С. Вышинский, Т. В. Бархатова при производстве сметанного продукта использовали высокоактивный инулин Veneo HRX фирмы Orafiti. Применение Veneo HRX позволило получить продукт 10%-ной

жирности, по своим свойствам приближенный к сметанному продукту 15%-ной жирности [137].

Л. В. Голубева и О. И. Долматова при производстве сметанного продукта использовали растительные масла, стабилизатор «Мультек» и экстракт шлемника. Авторами установлено, что, в отличие от животных жиров, ненасыщенные жирные кислоты в составе растительного масла легко усваиваются организмом. Кроме того, новые продукты имеют меньшую энергетическую ценность по сравнению с традиционными молочными продуктами [49].

В исследованиях [76, 77, 78] установлено, что 2,5% клетчатки («Витаминная поляна», ржаная, пшеничная, пшеничная с солодкой, морковное пюре) в составе сметанного продукта улучшает его потребительские свойства, а также то, что образец обладает наилучшей влагопоглощающей способностью, достаточно густой консистенцией и после перемешивания хорошо восстанавливает структуру по сравнению с контрольным образцом. Установленный срок годности сметанного продукта — 14 суток.

В работе В. В. Степановой и др. усовершенствована технология производства сметанного продукта с функциональным ингредиентом — наполнителем абрикосовым и облепиховым джемом, которые содержат большое количество микронутриентов, обуславливающих функциональные свойства [164].

О. И. Долматова, А. В. Гребенщикова и А. В. Дошина в своей работе предлагают использовать пшеничную клетчатку и цитрусовые волокна в качестве рецептурного ингредиента при производстве сметанного продукта. В эксперименте проанализировано влияние данных добавок на влагоудерживающую способность образцов [76].

В работе М. С. Белозеровой и др. предложена технология сметанного продукта с морковной клетчаткой. В ходе органолептической оценки

установлено, что образец имеет более высокую вязкость, которая была положительно оценена потребителями [137].

В лаборатории новых технологических процессов производства цельномолочных продуктов Т. П. Фурсовой и соавторами разработан продукт на основе сметаны с намазывающей консистенцией с увеличением срока годности до 30 суток по ТУ 9222-358-00419785-04: паста сметанная бутербродная [137].

Управление качеством и безопасностью сметанных продуктов в первую очередь обеспечивается государством с использованием технического регулирования. Требования к показателям безопасности, качества и предельно допустимым уровням содержания опасных веществ и микроорганизмов в молочных продуктах указаны в технических регламентах [173,178]. Использование метода «Дерево свойств» позволяет установить номенклатуру показателей, определяющих качество и безопасность сметанного продукта (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 — Дерево показателей безопасности сметанного продукта

Установленные требования к процессу производства сметанного продукта содержатся в следующих документах:

1. СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»;

2. СП 1.1.2193-07 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»;

3. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

Установленные физико-химические и микробиологические показатели, органолептические показатели идентификации сметанных продуктов, регламентированные в ТР ТС (приложение Б).

Несоответствие установленным требованиям, вызванное нарушением технологии, как правило, приводит к появлению специфических пороков, не характерных для качественного продукта [43].

Молочная продукция, предназначенная для реализации, должна быть расфасована в упаковку, соответствующую требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности упаковки» [172] и обеспечивающую безопасность и сохранение потребительских свойств молока и молочной продукции требованиям настоящего технического регламента в течение срока их годности. Каждая упаковка молочной продукции должна иметь маркировку, содержащую информацию для потребителей в соответствии с разделом XII настоящего технического регламента [174].

Наряду с техническими регламентами Таможенного союза обязательные требования к качеству и безопасности сметанных продуктов также определяются следующими документами: [55, 68, 69, 70]. Действующие стандарты имеют общую структуру и содержат термины и определения, соответствующие их области применения, описывают классификацию

продукции, указывают технические требования к продукции, регламентируют правила приёмки и перевозки продукции, а также включают методы контроля за соблюдением этих требований. В соответствии с нормативными документами на молочные продукты сметанный продукт должен соответствовать следующим идентификационным критериям качества: состав, наличие специальной обработки в технологии производства, массовая доля жира и консистенция продукта [69, 70, 178].

В соответствии с существующей иерархической системой классификации, на которой основана действующая нормативная документация [69, 70], сметанную продукцию можно классифицировать следующим образом:

- Желе сметанное

Термин, объединяющий кисломолочные желе с м. д. ж. 10,0% и более, изготавливаемые из сметаны.

Содержание молочнокислых микроорганизмов в готовом продукте в течение срока годности — не менее 10^7 КОЕ в 1 г продукта.

Изготавливается с добавлением пищевых добавок, фруктов, овощей и продуктов их переработки.

- Соус сметанный

Термин, объединяющий сквашенные соусы с м. д. ж. 10,0% и более, изготавливаемые из сметаны:

- содержащие молочнокислые микроорганизмы не менее 10^6 КОЕ в 1 г продукта, не подвергнутые термообработке после сквашивания;
- изготавливаемые с компонентами, термообработанными перед фасованием;
- термообработанные после сквашивания с последующим добавлением компонентов. Содержание молочнокислых микроорганизмов не нормируется.

Изготавливается с добавлением пряностей, и/или солений, и/или острых, сладких, кислых и кисло-сладких продуктов.

- Крем сметанный

Термин, объединяющий сквашенные кремы с м. д. ж. 10,0% и более, изготавливаемые из сметаны:

- содержащие молочнокислые микроорганизмы не менее 10^6 КОЕ в 1 г продукта, не подвергнутые термообработке после сквашивания;
- изготавливаемые с компонентами, термообработанными перед фасованием;
- термообработанные после сквашивания с последующим добавлением компонентов. Содержание молочнокислых микроорганизмов не нормируется.

Изготавливается с добавлением пищевых добавок, фруктов, овощей и продуктов их переработки.

- Пудинг сметанный

Термин, объединяющий сквашенные пудинги с м. д. ж. 10,0% и более, изготавливаемые из сметаны:

- содержащие молочнокислые микроорганизмы не менее 10^6 КОЕ в 1 г продукта, не подвергнутые термообработке после сквашивания;
- изготавливаемые с компонентами, термообработанными перед фасованием;
- термообработанные после сквашивания с последующим добавлением компонентов. Содержание молочнокислых микроорганизмов не нормируется.

- Мусс сметанный

Термин, объединяющий сквашенные муссы с м. д. ж. 10,0% и более, изготавливаемые из сметаны:

- содержащие молочнокислые микроорганизмы не менее 10^6 КОЕ в 1 г продукта, не подвергнутые термообработке после сквашивания;
- изготавливаемые с компонентами, термообработанными перед фасованием;

- термообработанные после сквашивания с последующим добавлением компонентов.

Содержание молочнокислых микроорганизмов не нормируется.

Изготавливается с добавлением пищевых добавок, фруктов, овощей и продуктов их переработки.

- Паста сметанная

Термин, объединяющий кисломолочные пасты с м. д. ж. 10,0% и более, изготавливаемые из сметаны. Содержание молочнокислых микроорганизмов — не менее 10^6 КОЕ в 1 г продукта, не подвергнутые термообработке после сквашивания.

Изготавливается с добавлением пищевых добавок, фруктов, овощей и продуктов их переработки.

- Суфле сметанное

Термин, объединяющий сквашенные суфле с м. д. ж. 10,0% и более, изготавливаемые из сметаны:

- содержащие молочнокислые микроорганизмы менее 10^6 КОЕ в 1 г продукта, не подвергнутые термообработке после сквашивания;
- изготавливаемые с компонентами, термообработанными перед фасованием;
- термообработанные после сквашивания с последующим добавлением компонентов.

Содержание молочнокислых микроорганизмов не нормируется. Изготавливается с добавлением пищевых добавок, фруктов, овощей и продуктов их переработки.

1.3. Использование коллагена в технологии пищевых продуктов

Страны-лидеры в производстве коллагеновых продуктов для различных целей — Япония, Китай, Польша, Германия, США, Дания, Бразилия и Чехия [33, 211, 230]. Несмотря на широкое применение коллагеносодержащих добавок при производстве мясных продуктов,

сегодня на рынке молочных продуктов преобладает ассортимент белковых препаратов растительного происхождения, в то время как белковые препараты животного происхождения практически не применяются [181]. Применение коллагена в молочной промышленности может быть также обусловлено его технологическими свойствами, так как коллаген хорошо связывает влагу и образует плотные сгустки и гели [8, 32, 84, 102, 182, 220, 231].

Основное применение белков соединительной ткани связано с их структурно-механическими и физико-химическими свойствами [4, 12, 17, 18, 170]. Традиционным источником коллагена являются шкуры крупного рогатого скота (КРС) [4, 189]. Однако в связи с некоторыми проблемами, такими как губчатая энцефалопатия КРС и сокращение его поголовья, возник вопрос о поиске альтернативных источников коллагена [9, 17, 20, 33, 104, 218, 219, 230, 236].

Коллаген — это фибриллярный белок, представленный в 75% кожи (по сухому весу) и 25% всего белка организма [189, 226, 227]. Белки обладают высокой ценностью из-за своего аминокислотного состава, так как эти аминокислоты служат основными строительными блоками в живых организмах. Всего в природе обнаружено более 70 аминокислот, но только 20 играют критически важную роль в жизни человека [24, 153, 157]. Наука о питании говорит о том, что белок должен не только обеспечивать организм аминокислотами в нужном количестве. Эти вещества также должны поступать в определённом соотношении друг с другом, поскольку дисбаланс аминокислот может привести к нарушению процессов метаболизма.

По статистике 45,7% потребителей в мире либо умеренно, либо очень обеспокоены здоровьем кожи, а 52% обеспокоены болью в суставах и мышцах. Растущее число потребителей интересуется продуктами для красоты, в том числе соответствующими продуктами питания [9, 213, 225].

Коллаген ассоциируется у населения с пользой для здоровья волос, кожи, ногтей и суставов. Выйдя за рамки ниши специализированного питания, коллаген высокими темпами развивается в широком спектре продуктов питания. Представляется перспективным его использование в составе молочных продуктов для восстановления хрящевой и соединительной тканей, нормализации микрофлоры и в то же время для придания необходимой структуры продукту [106, 182, 196]. Исследования подтверждают, что использование пептидов коллагена положительно отражается в качестве вспомогательной терапии для лечения остеоартрита и поддержания суставов в хорошем состоянии, улучшения качества, внешнего вида и морфологии кожи [48, 139, 195, 239].

Принимая во внимание большую роль коллагена в структуре и функциях тканей, исследование особенностей его организации имеет широчайшую фундаментальную значимость [8, 16, 80, 108, 124].

У позвоночных существует по меньшей мере 28 типов коллагена, отдельно закодированных в геноме [80, 226]. В зависимости от надмолекулярной структуры выделяют несколько суперсемейств коллагена: фибриллярный, сетеобразующий, фибрилл-ассоциированный (FACIT), мембран-ассоциированный (MACITs), коллаген в виде множественных доменов и разрывов (MULTIPLEXINs) [228].

Более всего представлен в организме фибриллярный коллаген. Коллагены I, II и III типов составляют не менее 80–90% от всего коллагена организма [224]. Фундаментальная субъединица коллагеновой фибриллы называется тропоколлаген. Это белковая молекула диаметром 1,5 нм и длиной 300 нм, состоящая из трех полипептидных α -цепей, организованных в тройную спираль [214, 228].

Тройная нить молекул коллагена I типа сконструирована из полипептидных цепей, каждая из которых включает в себя повторяющуюся последовательность G-X-Y, в которой G — глицин, и X и

У чаще всего представляют собой пролин или гидроксипролин. Диаметр коллагеновых волокон находится в диапазоне от 50 до 200 нм. Расположенные вместе фибриллы образуют волокнистые пучки диаметром от 500 до 3000 нм [214, 226].

Целостность тройной спирали коллагена как основной вторичной структуры различных видов волокнистого коллагена можно определить по соотношению между оптическими плотностями при 1235 и 1450 см⁻¹. Значения соотношения для денатурированного коллагена приближаются к 0,5, а для интактных структур — к 1. Предполагается, что указанная особенность обуславливает биологические и механические свойства коллагена [221].

Трёхмерное строение коллагеновой сетки значительно варьируется в зависимости от её местоположения в организме и выполняемой биологической функции (рисунок 1.2) [80, 216].

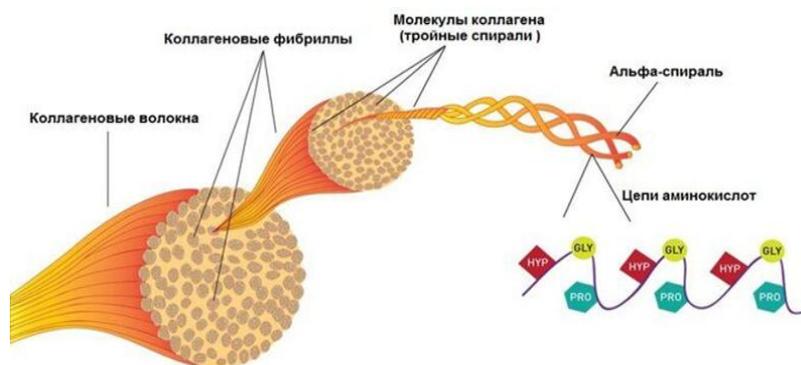


Рисунок 1.2 — Трёхмерная структура фибрилл коллагена

Для определения перспективности использования коллагенов различного происхождения в производстве пищевых продуктов необходимо изучить и проанализировать аминокислотный, жирнокислотный состав и сбалансированность различных видов коллагенсодержащего сырья [19, 130, 231].

Исследования, проведённые А. В. Мелещеня и др. [131], показали, что продукты с высоким содержанием коллагена, такие как свиные шкурка и

уши, говяжьи жилы, уши и губы, куриные желудки и гребешки, содержат больше белка, чем говядина, цыплята-бройлеры и свинина. Данное сырьё можно рассматривать как потенциальный источник для получения дополнительного белка при производстве продуктов (рисунок 1.3). Также представлены данные, что некоторые виды коллагенсодержащего сырья содержат меньше жира — от 2,3% до 8,1% и соотношения белок-жир, наиболее близкие к эталонному (1:1,1–1,5) — в вымени и ушах свинных (рисунок 1.4).

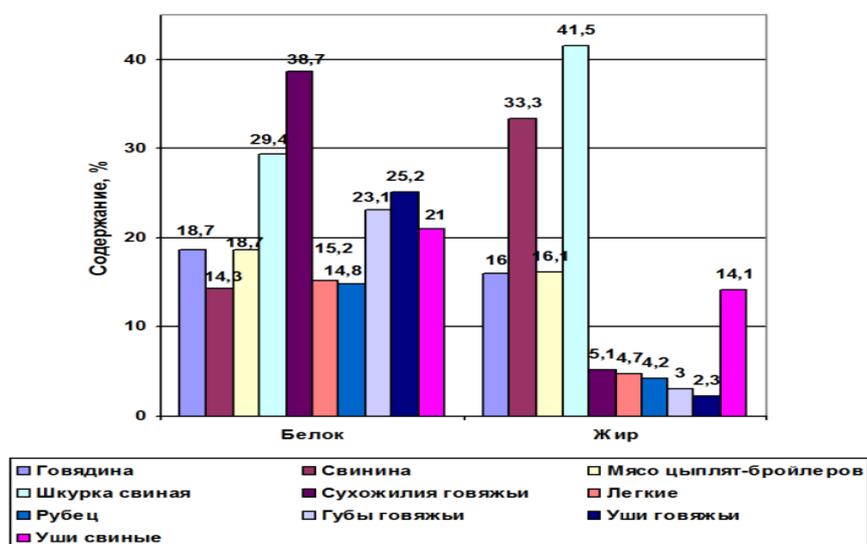


Рисунок 1.3 — Содержание белка и жира в коллагенсодержащем сырье

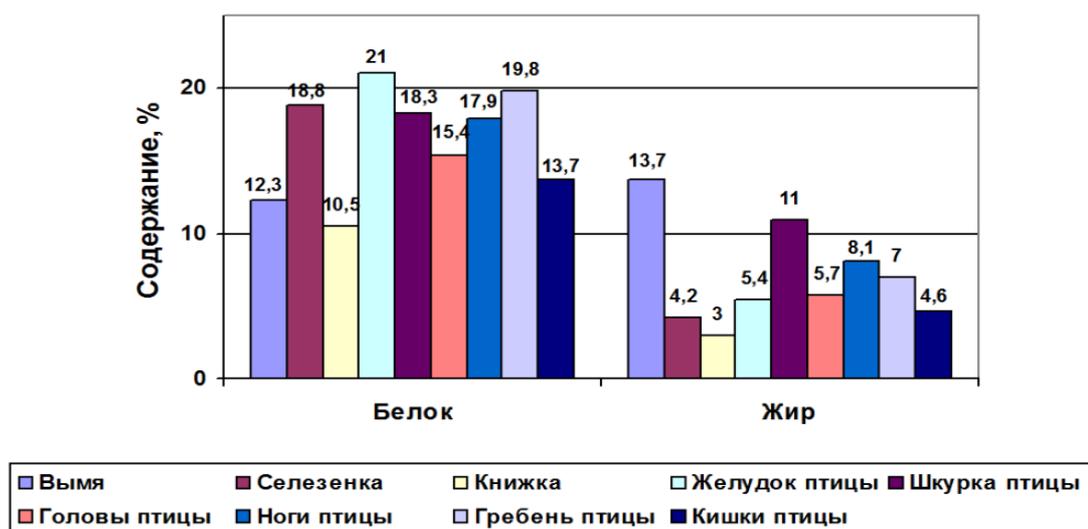


Рисунок 1.4 — Содержание белка и жира в коллагенсодержащем сырье

Для более полного определения степени полезности различных видов коллагенсодержащего сырья проведён их сравнительный анализ по аминокислотному и жирнокислотному составу [14, 22, 130, 131]. Результаты расчетов аминокислотных скоров незаменимых аминокислот для различных видов мясного сырья и коллагенсодержащего сырья приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 — Аминокислотный скор незаменимых аминокислот коллагенсодержащего сырья

Незаменимые аминокислоты	Изолейцин	Лейцин	Лизин	Метионин + цистеин	Фенилаланин + тирозин	Треонин	Валин	Всего:	Лимитирующая аминокислота, скор, %	
«Идеальный» белок, FAO/ВОЗ (1973), г/100 г	4	7	5,5	3,5	6	4	5	35	—	
Содержание аминокислот и аминокислотный скор	Говядина, г/100 г	4,4	7,5	8,1	4,2	7,9	4,1	5,3	42	Нет
	Скор, %	110	107	147	120	132	103	106	—	
	Свинина, г/100 г	4,8	7,6	8	3,7	7,4	4,7	5,6	42	Нет
	Скор, %	120	109	146	103	123	118	112	—	
	Цыплята-бройлеры, г/100 г	3,9	7,2	8,7	3,6	7	4,5	4,7	40	Валин, 94,0
	Скор, %	97,5	103	158	103	117	113	94	—	
	Соевый белок, г/100 г	3,1	4,7	2,8	3,1	7,7	2,4	4,5	28	Лизин, 50,9
	Скор, %	77,5	67,1	50,9	88,6	128	60	90	—	
	Легкие, г/100 г	3,7	8,6	6,3	3,2	9,2	4,8	5,6	41	Метионин + цистеин, 91,4
	Скор, %	92,5	123	115	91,4	153	120	112	—	
	Рубец, г/100 г	3,4	6	5,8	2,3	5,9	3,5	3,8	31	Метионин + цистеин, 65,7
	Скор, %	85	85,7	106	65,7	98,3	87,5	76	—	
	Кудрявка свиная, г/100 г	3,9	7,6	6,4	1,7	6,9	4,2	4,7	35,4	Метионин + цистеин, 48,6
	Скор, %	97,5	109	116	48,6	115	105	94	—	
	Трахея, г/100 г	3,2	5,7	4,3	2,5	6,2	3,8	4,3	30	Метионин + цистеин, 71,4
	Скор, %	80	81,4	78,2	71,4	103	95	86	—	
	Уши говяжьи, г/100 г	2,1	4,2	4,2	2,3	4	2,2	3,4	22,4	Изолейцин, 52,5
	Скор, %	52,5	60	76,4	65,7	66,7	55	68	—	
	Губы говяжьи, г/100 г	3	5,7	6,4	2,8	5,6	3	3,6	30	Валин, 72,0
	Скор, %	75	81,4	116	80	93,3	75	72	—	
	Книжка, г/100 г	2,9	5,5	8,5	3,3	5,2	3,9	4,3	34	Изолейцин, 72,5
	Скор, %	72,5	78,6	155	94,3	86,7	97,5	86	—	
	Вымя, г/100 г	2	4,7	4,9	2,1	4,2	2,9	4,3	25	Изолейцин, 50,0
	Скор, %	50	67,1	89,1	60	70	72,5	86	—	
	Шкурка свиная, г/100 г	2,4	4,7	5,9	1,1	3,4	2,9	5	25,5	Метионин + цистеин, 32,7
	Скор, %	59,9	67,2	108	32,7	56,6	72,5	99,6	—	
	Сухожилия говяжьи, г/100 г	2,4	4,6	2,2	0,6	4	2,5	4,3	20,6	Метионин + цистеин, 18,0
	Скор, %	61	65	39	18	67	63	86	—	
	Шкурка птицы, г/100 г	2	3,3	3,3	0,6	3,8	2,7	1,5	17	Метионин + цистеин, 17,1
	Скор, %	50	47	60	17	63	68	30	—	
Головы птицы, г/100 г	2,3	4,3	4,7	0,7	4,2	2,8	2,1	21	Метионин + цистеин, 20,0	
Скор, %	57,5	61,4	85,5	20	70,7	70	42	—		
Ноги птицы, г/100 г	2	3,5	3,7	0,8	4,6	2,7	1,7	19	Метионин + цистеин, 22,9	
Скор, %	50	50	67,3	22,9	76,4	67,5	34	—		
Гребень птицы, г/100 г	1,8	3,5	4,1	0,6	3,6	2,4	1,7	17,7	Метионин + цистеин, 17,1	
Скор, %	45	50	74,5	17,1	60,6	60	34	—		
Селезенка, г/100 г	7,4	6,1	9,4	3,1	4,5	3,3	4,7	39	Фенилаланин + тирозин, 75,0	
Скор, %	185	87,1	171	88,6	75	82,5	94	—		

Технология гидролизатов коллагена с высоким содержанием свободных аминокислот и низкомолекулярных полипептидов с помощью ферментативного гидролиза является важным шагом в получении биологически активных нутриентов с регулируемыми свойствами [35, 159, 222].

В России запатентован способ получения гидролизатов коллагена I и III типов из кожи КРС, получены гидролизаты коллагена II типа из хрящей цыплят с использованием протеолитических ферментов папаин, фицин и бромелайн [139].

В МГУПБ проведён комплекс исследований функционально-технологических свойств молочной основы, выработанной с использованием коллагенсодержащих препаратов, и изучена возможность их применения при выработке молочных продуктов. Проведённые исследования функционально-технологических свойств молочной основы, выработанной с применением коллагенсодержащего препарата, и их органолептическая оценка, проведённая на базе ОАО «Лианозовский молочный комбинат», позволяет рекомендовать исследуемые препараты в качестве структурообразователей. Авторы [85] пишут, что способность коллагенсодержащих препаратов хорошо связывать свободную влагу имеет большое значение в молочной промышленности: во-первых, снижается риск появления синерезиса в выработанном продукте, во-вторых, повышается выход и снижается себестоимость готовой продукции, в-третьих, улучшается её качество.

В РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева проведены исследования влагосвязывающей способности структурообразователей животного происхождения в молочных системах — творожной сыворотке, обезжиренном молоке и сливках с массовой долей жира 10% [84].

Исследователи Российской Федерации, Западной Европы, США и Японии активно работают над созданием методик модификации

коллагенсодержащего сырья и применения его в качестве стабилизатора, эмульгатора и источника пищевых волокон в процессе производства обширного спектра пищевых продуктов [8, 35, 130, 181, 215, 223, 232].

В данный момент большое внимание уделяется получению коллагеновых белков из гидробионтов, так как они восполняют дефицит коллагенов животного происхождения [33, 36, 181]. Сегодня наибольшие объёмы потребления коллагена на основе рыбы наблюдаются в Японии и недавно стали популярны в соседних странах. В Японии, Норвегии и Финляндии в настоящее время уже функционируют заводы, перерабатывающие рыбные отходы. Однако эта тенденция не получила широкого распространения на территории России.

Продукты, которые обогащены гидролизатом коллагена из источников гидробионтов, могут иметь функциональные свойства различного характера. Области применения коллагена из рыбы в пищевой индустрии весьма разнообразны. Коллаген используют как эмульгирующий агент, стабилизатор консистенции и источник пищевых волокон [33, 36].

Результаты экспериментов [20] показали, что шкура толстолобика является одним из наиболее перспективных источников коллагена из всех исследованных видов рыб. Это связано с высоким содержанием коллагена и низким содержанием жира в шкуре толстолобика.

Комплексные исследования учёных под руководством профессора Л. В. Антиповой направлены на изучение коллагенов водного и наземного генеза, их ФТС и перспектив использования разработанных дисперсных систем на основе коллагена в различных отраслях экономики [5, 11, 14, 15, 16, 19, 21, 23, 25, 211].

В молочной продукции коллаген чаще применяется в форме желатина, поскольку его свойства хорошо исследованы и подходят для технологий молочного производства, в частности, его полная растворимость в жидкой среде и значительное влияние на консистенцию [230, 237].

В литературе есть сведения об использовании коллагенсодержащего сырья в производстве плавленого сыра «Оригинальный». В качестве коллагенсодержащего сырья использовали говяжий рубец. Массовая доля

влаги в готовом продукте составила 55%, что отвечает требованиям к этому показателю для плавленых сыров. Автором предложены различные способы предварительной обработки говяжьего рубца и температурные параметры плавления для обеспечения качества продукта [122].

Проводились исследования по замене желатина животного происхождения на желатин, полученный из кожи тилапии, в процессе изготовления йогурта. Результаты показали, что свойства продуктов существенно не изменились в зависимости от происхождения желатина, но аналог рыбного происхождения продемонстрировал более высокую скорость образования геля. Также было обнаружено, что при концентрации желатина 0,4% из кожи тилапии в йогурте предотвращается процесс отслоения сыворотки. В итоге исследования авторы пришли к заключению, что желатин из рыбы является актуальным заменителем традиционного желатина [229].

Н. Б. Гавриловой, Н. Л. Чернопольской получен функциональный компонент для производства ферментированных молочных продуктов специализированного назначения. Используются биополимерные вещества: желатин, пектин и каррагинан. Гели на основе данных биополимеров обладают хорошими диффузионными свойствами и способны образовывать структуры с оптимальными размерами пор. Процесс гелеобразования происходит при pH 4,0–4,5, что является важным условием для поддержания жизнеспособности пробиотической флоры [38].

Zhihua Pang, Hilton Deeth и др. исследовали влияние рыбного коллагена на процесс ферментации йогурта. Выяснилось, что не было значительных различий в изменениях уровня pH во время ферментации и хранения продуктов, созданных с использованием рыбного коллагена или без него. Также отмечено, что использование рыбного коллагена может способствовать увеличению числа свободных аминокислот [237].

Iwai K., Hasegawa T., Taguchi Y. и др. отмечают, что наибольший интерес представляет гидролизированный коллаген с функцией стимуляторов роста пробиотических микроорганизмов, получаемый путём преобразования животного или рыбного коллагена типов I и IV с использованием

протеазных ферментов. Уникальность этих продуктов заключается в распределении молекулярных масс белковых фракций, которые образуют их состав (смесь ди-, три-, тетра- и полипептидных соединений с молекулярным весом до 2000–5000 Дальтон).

О. Я. Мезеновой установлено, что пептиды с низкой молекулярной массой, полученные из сардин, в сочетании с продуктами пчеловодства показали свою эффективность в составе биодобавок для специализированного питания «АпиколлТонус». Также автором используются гидролизаты белков, полученных из тресковых костей, в рецептуре пищевой добавки «Герогрэте», предназначенной для геродиетического питания, которая добавляется в кисломолочные продукты и хлебные изделия для пожилых людей [112, 113, 114, 130].

Гидролизованный коллаген содержит все необходимые аминокислоты, такие как лизин, пролин, аргинин, аланин, глутаминовая кислота, изолейцин, серин и аспарагин для поддержания роста бифидобактерий. Использование стартовых культур (бифидобактерий) во время направленного гидролиза помогает увеличить содержание аминокислот, особенно важных для бифидобактерий. После гидролиза отходов кожевенного производства в сочетании с использованием *Lactobacillus plantarum* уровень незаменимых аминокислот достиг значений, близких к стандарту ФАО/ВОЗ для животных продуктов.

Исследования Wiriyaphan С., Xiao Н. показывают, что продукты на основе рыбного коллагена отличаются отсутствием канцерогенных свойств и способностью к биodeградации, что исключает риск накопления этого биополимерного вещества в организме человека. Превращаясь в глютин или желатин, коллаген может выполнять функцию пищевых волокон, стимулируя метаболические процессы, а также оказывать положительное влияние на состояние и активность полезной микрофлоры кишечника [232].

С. А. Сторублевцевым, И. А. Глотовой научно обоснован биотехнологический способ получения гидролизата коллагена, устойчивого к воздействию ферментов желудочно-кишечного тракта, что позволяет отнести его к аналогам пищевых волокон [7, 48, 109].

О. П. Дворяниновой, Г. А. Хаустовой разработаны технологии дисперсий коллагенов водного генеза и рекомендовано их использовать как альтернатива пищевым волокнам и съедобным оболочкам [137].

Научными сотрудниками в Московском государственном университете прикладной биотехнологии усовершенствованы технологии производства пищевых продуктов за счёт использования коллагенсодержащего сырья [181, 182].

Применение коллагеновых добавок при производстве продуктов питания приводит к улучшению качества продуктов, расширению ассортимента, повышению биологической и пищевой ценности, приданию лечебно-профилактических свойств, созданию заданных структурно-механических характеристик. Белки соединительных тканей использовались только в мясной промышленности, а в молочном производстве применяются ограниченно. Поэтому оценка влияния коллагенов различного происхождения на формирование показателей качества и безопасности в молочной промышленности является перспективным направлением для изучения и внедрения в производство.

1.4. Структурообразование в молочных продуктах

В последнее время существует интерес к технологиям получения различных продуктов с заданными характеристиками структуры. Важной задачей в технологии производства молочных продуктов является обеспечение необходимых реологических свойств. Аспекты инженерной реологии пищевых продуктов были предметом фундаментальных исследований многих учёных [27, 100, 115, 158].

В современных пищевых технологиях при создании новых пищевых продуктов используются пищевые ингредиенты, представляющие группу структурообразователей и придающие продукту оптимальную форму и консистенцию. Структурообразователи делятся на натуральные, биосинтетические, полусинтетические и синтетические. С увеличением использования синтетических структурообразователей в пищевой продукции важной задачей является создание методов исследования и контроля качества как конкретных видов структурообразователей, так и продуктов, производимых с их использованием. Применяемые пищевые структурообразователи должны соответствовать установленным требованиям, а именно образовывать при определённых рН, концентрации и температуре водные растворы, обладающие структурной вязкостью, и проявлять способность к гелеобразованию.

Вопросами структуры и свойств белков молока, процессов гелеобразования, синерезиса занимались такие известные учёные, как П. А. Ребиндер, Н. Н. Липатов мл., В. Д. Косой, Н. И. Дунченко, В. П. Табачников, Л. А. Остроумов, В. Д. Харитонов, А. А. Майоров, А. Г. Храмцов, Б. А. Сурков и др. Необходимо отметить тот факт, что механизм образования структуры в молочных системах до конца не изучен и не имеет единого трактования [115]. Наибольшую роль при формировании структуры в молочных продуктах играют белки молока. Структурообразование в молочных системах характеризуется способностью белков и белковых препаратов образовывать при взаимодействии «белок-белок» гели, связывающие большое количество воды [93].

В рецептурах молочных продуктов помимо молочного сырья используется большой спектр различных пищевых добавок и компонентов. К основным вносимым компонентам относятся растворимые пищевые волокна, сывороточный белок, высокометаксилированные пектины, мальтодекстрин, ксантановая камедь, ароматизаторы, комплексы

микронутриентов, витаминов, минеральных веществ и т. д. [111, 137, 163, 164].

Стабилизационные системы в молочных продуктах выполняют роль загустителей, желирующих агентов, пенообразователей, эмульгаторов, стабилизаторов белка, пены для связывания воды, жира. Исходя из классификации молочных продуктов стабилизационные системы подразделяются на следующие группы (рисунок 1.5):

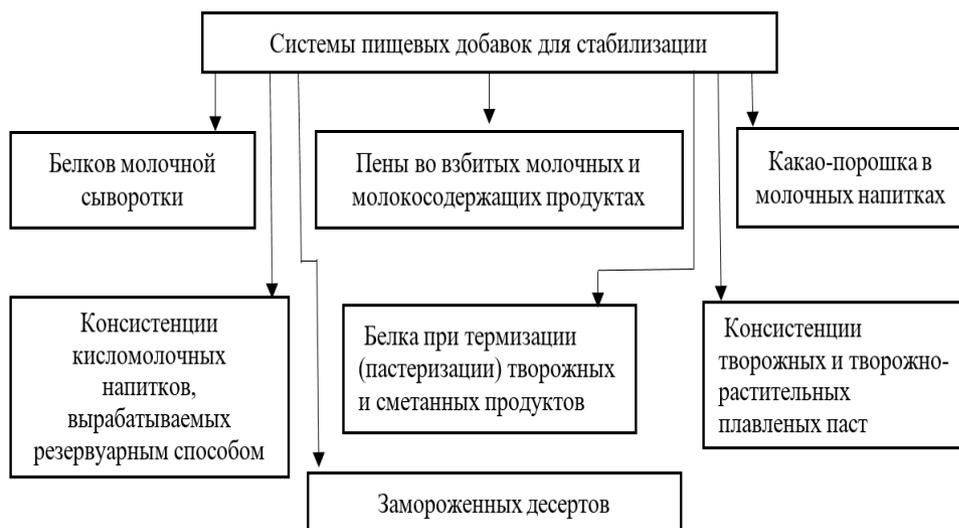


Рисунок 1.5 — Стабилизационные системы для молочных продуктов

Критериями в выборе стабилизационных систем являются их функциональные, реологические и физико-химические свойства (растворимость, оптимум pH-среды).

Отделение сыворотки (синерезис) может произойти из-за уплотнения сгустка, вызванного механическим воздействием или окислением, которое может быть спровоцировано нарушением условий хранения. В некоторых случаях сгусток может разрушиться из-за вибраций. В результате этого процесса сыворотка отделяется от нарушенной «сетки» геля и поднимается на поверхность сгустка. Использование стабилизаторов для сметанных продуктов помогает сохранить целостную структуру молочного белка, предотвращает образование комочков и увеличивает тиксотропные свойства сгустка, предотвращая синерезис.

Допускается применение стабилизационных систем, восстановленного сухого молока или сливок и использование ЗМЖ в составе сметанного продукта [77, 103, 168, 169, 175]. Отечественные производители пищевых ингредиентов для молочной отрасли предлагают следующие пищевые добавки для сметанных продуктов (таблица 1.2).

Таблица 1.2 — Пищевые добавки для структурообразования сметанного продукта

№	Название пищевой добавки	Состав	Дозировка	Характеристика ФТС
1	Пищевая добавка комплексная	Модифицированный крахмал (E 1442), желатин, гуаровая камедь (E 412).	м. д. ж. 15% 0,3–0,4% м. д. ж. 20% 0,2–0,3%	Создаёт густую, однородную текстуру и увеличивает вязкость сгустка. E1442 формирует оптимальную консистенцию. Желатин улучшает коагуляцию и гомогенизацию молочного белка, придаёт сливочный вкус.
2	Пищевая добавка комплексная	Стабилизатор (E1442), концентрат сывороточного белка, загуститель (E412)	м. д. ж. 15% 0,4–0,5% м. д. ж. 20% 0,3–0,4%	Концентрат сывороточного белка придаёт продукту выраженный сливочный вкус, позволяя получить стойкую молочно-жировую эмульсию и плотный сгусток. Гуаровая камедь загущает продукт, предотвращая образование синерезиса. Благодаря устойчивости к кислоте модифицированный крахмал E1442 формирует густую, гомогенную текстуру, при которой продукт не сворачивается и не образует крупку в процессе хранения.
3	Пищевая добавка комплексная	Загуститель (E1442), желатин пищевой, молочный белок, стабилизатор (E412)	м. д. ж. 15% 0,3–0,4% м. д. ж. 20% 0,2–0,3%	Желатин придаёт сметанному продукту гляцевый блеск, повышает вязкость и формирует гомогенную консистенцию. E412 связывает воду, позволяя избежать отделения сыворотки, обладает коллоидной защитой. Протеин уплотняет сметанный сгусток, выполняя роль эмульгатора. E1442 обладает свойством не взаимодействовать с молочными белками и не растворяться в условиях высокой кислотности, что позволяет продукту сохранять свою структуру и стабильную, плотную консистенцию до конца срока годности.

Продолжение таблицы 1.2

4	Пищевая добавка комплексная	Модифицированный крахмал (E1442), пектины (E 440).	м. д. ж. 10% 0,7–0,9% м. д. ж. 15% 0,4–0,5% • м. д. ж. 20% 0,3–0,4%	E 440 помогает избежать коагуляции казеина при тепловой обработке, улучшая стабильность молочного белка, что позволяет проводить пастеризацию кисломолочных продуктов при высоких температурах. E1442 предотвращает разрушение молочного сгустка при механическом воздействии и сохраняет однородность консистенции сгустка. Кислотоустойчивый крахмал стабилизирует процесс окисления после добавления кислоты, что помогает сохранить сливочный вкус сметанной продукции до окончания срока ее годности.
5	Пищевая добавка комплексная	Концентрат молочного белка, пищевые волокна (инулин), загустители (E440, E412)	В зависимост и от требуемой консистенц ии рекомендуе мая дозировка от 0,5–0,7%	Пектин стабилизирует молочный белок при пастеризации, что позволяет получить плотный и тиксотропный сгусток. В сочетании с молочным протеином желирующие свойства этого гидроколлоида усиливаются. Концентрат молочного белка добавляет продукту приятный молочный вкус со сливочной ноткой. Пищевые волокна инулина делают кисломолочные продукты полезными пребиотиками. Это способствует улучшению пищеварения, выведению токсинов, снижению уровня холестерина, синтезу витаминов групп В и К, улучшению усвоения Са, Fe и витамина D.

ФТС стабилизационных систем, применяемых в производстве молочных продуктов, указывает на высокую эффективность сочетания нескольких добавок. Использование гидроколлоидов способствует защите белковых соединений от чрезмерной деформации в процессе термической обработки, предотвращает выделение сыворотки и поддерживает необходимые органолептические характеристики (вязкость и влагоудерживающая способность) готового продукта на протяжении всего срока его хранения. Пектин соединяется с казеиновыми частицами посредством ионов кальция, создавая одинаковый положительный заряд и предотвращая слипание. В то

же время крахмал и желатин формируют со смешанным гелем казеина взаимопроникающие сетки, препятствуя сжатию казеинового геля и сближению казеиновых частиц, а также процессу синерезиса [163, 169, 182].

Коллагеновые добавки, полученные различными методами, также выполняют роль пищевых волокон, влагосвязывающих и желирующих веществ [32, 48, 109]. Коллаген обладает свойством набухать и менять свою структуру при нагревании в воде. Этот процесс делает его способным связывать воду, что позволяет создавать желе и студенистые вещества. Способность коллагена к набуханию значительно усиливается при отклонении уровня рН от его изоэлектрической точки в кислую или щелочную сторону [140].

Высокая механическая прочность коллагена возможна за счёт образования межмолекулярных связей между цепочками в волокнах. Эти химические связи ковалентны по своей природе и являются результатом специфических структурных свойств молекул коллагена и их чёткой группировки в волокне. При отсутствии этих связей коллагеновое волокно не имеет механической прочности и растворимо в нейтральных солевых растворах.

1.5. Заключение к литературному обзору

Анализ отечественной и зарубежной научно-технической и патентной литературы позволил выявить важную проблему, стоящую перед производителями молочной продукции, связанную с потребностью быстрого и целенаправленного создания молочных продуктов с заданными характеристиками. Представленные данные о медико-биологических, технологических и экономических аспектах использования коллагенов различного происхождения позволяют назвать перспективным направление применения гидролизатов коллагена в качестве структурообразователей в молочной промышленности. Использование коллагенов при разработке

новых технологий молочных продуктов приводит к обогащению пищевого рациона физиологически активными веществами полезных ингредиентов, а также формирует комплекс показателей качества и безопасности, обеспечивающих хранение продуктов питания. Важность функционально-технологических характеристик коллагена проявляется как при выборе конкретного продукта, так и на этапах определения оптимальных параметров технологического процесса (этап введения добавки, метод добавления рецептурного компонента, рациональное количество добавки, температурные условия и т. д.). С учётом этого оценка основных ФТС, требуемых для выработки рекомендаций по практическому использованию коллагенов различного происхождения в процессе производства сметанных продуктов, представляется актуальной как с научной, так и с практической точки зрения. Анализ научных публикаций подтверждает растущий интерес к применению коллагена в сфере полноценного питания, а следовательно, его использование в молочной промышленности является актуальным. Гидролизаты коллагенов различного происхождения обладают определённой пищевой и биологической ценностью, функциональными свойствами и невысокой калорийностью, что соответствует современным требованиям к здоровым продуктам питания для массового потребления.

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ, ОБЪЕКТЫ, МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ, ИНСТРУМЕНТЫ КАЧЕСТВА, СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

2.1. Планирование и постановка эксперимента

В соответствии с поставленной целью и сформулированными задачами была разработана схема постановки эксперимента и организации исследований (рисунок 2.1).

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях кафедры управления качеством и товароведения продукции РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева.

Использование коллагена в пищевой отрасли связано со следующими положительными аспектами его применения: благодаря высокой влагосвязывающей способности увеличивается выход готового продукта; появляется возможность производства продуктов с заданными технологическими свойствами; коллагеновая добавка может придать продукту полезный эффект.

Несмотря на положительный эффект от применения коллагена, в производстве молочных продуктов он практически не используется. Поэтому в задачи исследований входило изучение возможности применения коллагенов различных видов при разработке сметанных продуктов.

Функционально-технологические свойства коллагена имеют большое значение как при выборе продукта, так и при оптимальных параметрах технологической обработки (стадия внесения, рациональная доза, температурные режимы). Требования к функциональным свойствам белка различаются не только количественно, но и качественно в зависимости от характера процесса переработки белка в те или иные пищевые продукты, что позволяет правильно выбрать процесс и оптимизировать технологию переработки сырья. В связи с этим представляет научный и практический

интерес оценка основных свойств, необходимых для рекомендации по практическому применению коллагенов в производстве молочных продуктов.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1) научно обосновать выбор объекта исследований на базе квалитетического прогнозирования и разработать концепцию проектируемого продукта;

2) исследовать химический состав и функционально-технологические свойства (ФТС) различных видов коллагенов, научно обосновать возможность их использования в технологии сметанных продуктов;

3) исследовать процесс образования структуры в модельных образцах сметанных продуктов с коллагенами с учётом заданных характеристик параметра «консистенция»;

4) разработать рецептуры сметанных продуктов с коллагенами на базе математического моделирования и технологию производства;

5) провести комплексные исследования показателей качества и безопасности сметанных продуктов с коллагенами, определить сроки годности;

6) разработать техническую документацию на продукт и провести опытную апробацию продуктов, определить экономическую эффективность от внедрения разработки.

Постановка эксперимента

Бактериальный концентрат прямого внесения, в состав которого входили мезофильные и термофильные культуры молочнокислых стрептококков (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *cremoris*, *L. lactis* subsp. *diacetylactis*, *Streptococcus thermophiles*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *B. longum*, *B. adolescentis*) в количестве 0,01 ЕА. смешивали с коллагенами различного происхождения в определённой

концентрации и вносили в сливки с массовой долей жира 10%, нагревали до температуры пастеризации 86 ± 2 °С, перемешивали, охлаждали до температуры 30 ± 2 °С. Смесь перемешивали 10 минут. Процесс сквашивания составлял 7–12 часов при температуре 30 ± 2 °С, далее образцы охлаждали до 4 ± 2 °С и проводили созревание в течение 8 часов. Готовность сметанного продукта определяли по титруемой кислотности, которая в опытных и контрольных образцах составляла 80 °Т, что соответствовало требованиям технической документации. Контрольные образцы готовили по аналогичной схеме, без внесения коллагена.

Исследования проводились с трехкратной повторностью спустя сутки после приготовления образцов. Экспериментальные данные были обработаны статистическими методами.

2.2. Объекты, методы исследования и приборное обеспечение

2.2.1. Объекты исследования

Объектами исследования:

- сметанные продукты различных фирм производителей, реализуемые в розничной сети г. Москвы;
- модельные образцы сметанных продуктов;
- коллагены (говяжий, свиной, куриный и рыбный) отечественных и импортных производителей:

1. Коллаген говяжий гидролизированный Sofos 3203 (изготовитель ООО «СОФОС ПРОТЕИН BIOTECHNOLOGIES», РФ) (приложения Б, В);
2. Коллаген говяжий гидролизированный Omnicol 110 (Германия);
3. Коллаген свиной гидролизированный (изготовитель АО «Балтийская группа», Российская Федерация);
4. Коллаген свиной гидролизированный Omnicol 110 (Германия);
5. Коллаген куриный гидролизированный «COLLAGEN LIVE WELLNESS» (изготовитель ООО «АЛХИМИЯ ЛАБ», РФ);

6. Коллаген куриный (изготовитель ООО «Первый Живой Коллаген», РФ);

7. Коллаген рыбный (изготовитель ООО «Научно-Производственная Компания «Велес», РФ);

8. Коллаген рыбный Goodplus (изготовитель ООО «АП ПРОДАКШН», Китай).

Все исследуемые коллагены представляют собой сухой порошок кремового цвета без запаха с нейтральным вкусом. В качестве контроля выбрана сметана с м.д. жира 20 %.

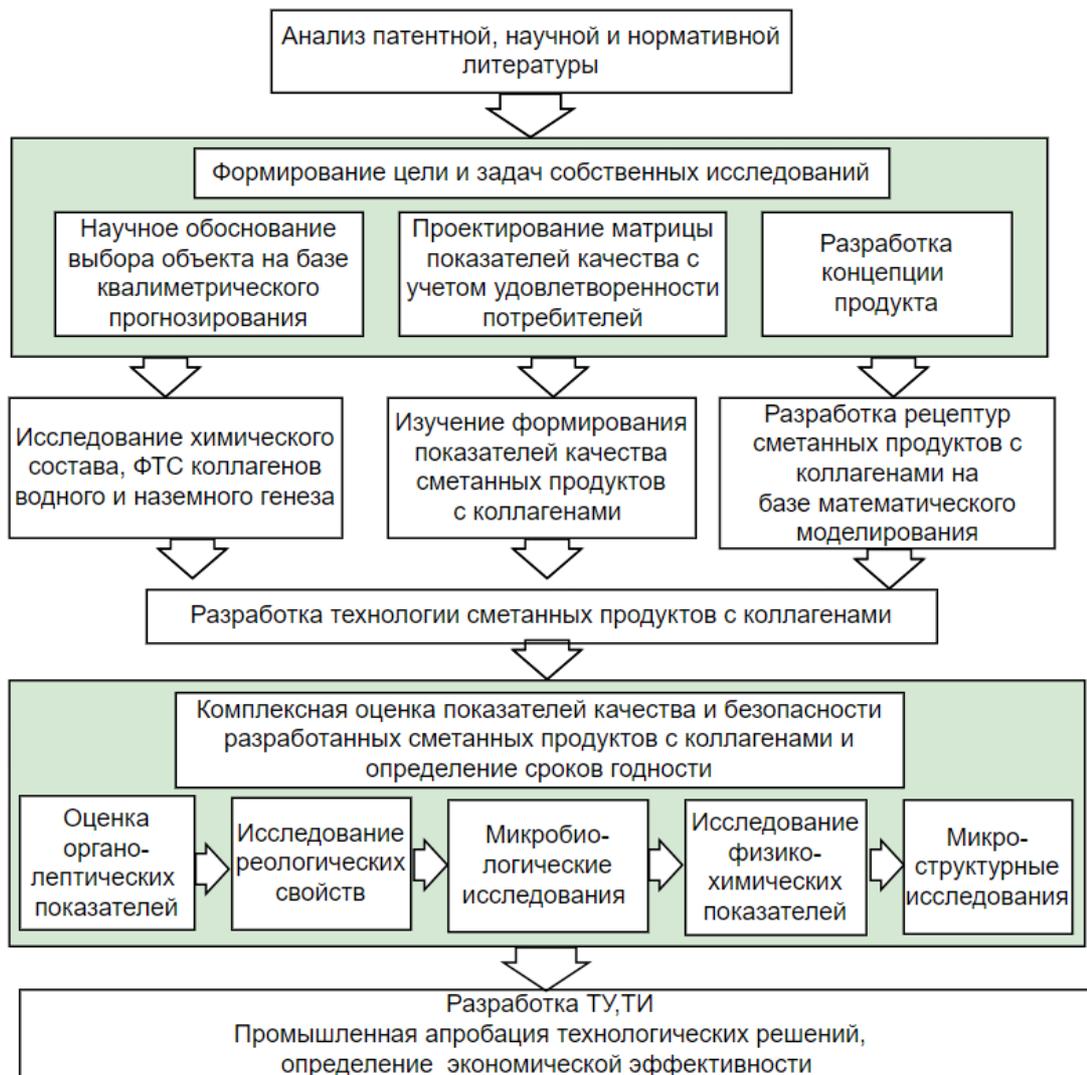


Рисунок 2.1 — Общая схема организации исследований

2.3. Методы исследования

Физико-химические показатели определяли следующими методами: массовая доля влаги и сухих веществ [71], массовая доля жира [51], массовая доля белка [52], титруемая кислотность [50], активная кислотность [59], температура [53].

Вязкость определяли на вибрационном вискозиметре Vibro Viscometer SV-10,100 (производитель «A&D RUS», «Ай энд Ди Рус», Япония) с применением программного обеспечения WinCT-Viscosity. Изучение и микрофотографирование образцов проводили на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) ZEM15 (производитель Zeptools, Китай). Исследование реологических характеристик образцов выполняли с использованием информационно-измерительной системы — текстурологического анализатора «Структурометр СТ-2» (ООО «Лаборатория качества», Российская Федерация).

Органолептические показатели модельных сметанных продуктов проводили дегустационной комиссией балльным методом. В состав комиссии входили преподаватели кафедры «Управления качеством и товароведения продукции» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева и специалисты молочной отрасли.

В работе использовались следующие инструменты качества и методы исследования показателей качества продукции:

- методология структурирования функции качества;
- метод попарных сопоставлений — по ГОСТ Р 50779.23;
- матричная диаграмма;
- новые инструменты качества — древовидная диаграмма;
- метод построения дерева свойств;
- органолептические показатели — ГОСТ 31981; ГОСТ Р ИСО 22935-1-2011, ГОСТ Р ИСО22935-2-2011, ГОСТ Р ИСО 13299-2015 и ГОСТ Р ИСО 53701-2009, ГОСТ ISO 16779-2017, ГОСТ Р 53159-2008;

- оценка деформационного профиля;
- исследование релаксационных характеристик продукта;
- совмещённая методика измерения деформационных характеристик с учётом релаксации материала;
- анализ продукта методом инструментальной оценки «Анализ текстурного профиля» [65];
- статистическая обработка экспериментальных данных — по ГОСТ 27.202;
- программный пакет STATISTICA (StatSoft);
- программный пакет Origin (OriginLab Corporation) для обработки результатов измерений релаксационных характеристик.

2.3.1. Проведение полного факторного эксперимента

Для изучения и математического описания влияния основных параметров рецептуры сметанных продуктов на структурно-механические свойства модельных сред были проведены экспериментальные исследования свойств модельных сред и был спланирован полный факторный эксперимент. Полученные данные обрабатывали по Адлеру [1].

Полным факторным экспериментом (далее — ПФЭ) называется эксперимент, реализующий все возможные неповторяющиеся комбинации уровней n независимых управляемых факторов, каждый из которых варьируется на двух уровнях. Число этих комбинаций $N = 2^n$ определяет тип ПФЭ. Уровни факторов представляют собой границы исследуемой области по данному технологическому параметру. Точка с координатами X_i^0 называется центром плана или основным уровнем, а величина ΔX_i является интервалом варьирования по оси X .

$$X_i^0 = \frac{X_i^{\max} + X_i^{\min}}{2}, \quad i = \overline{1, n}, \quad \Delta X_i = \frac{X_i^{\max} - X_i^{\min}}{2} \quad (2.1.)$$

Использование безразмерных нормированных факторов Z_i даёт возможность построить ортогональную матрицу планирования с нижними и

верхними уровнями варьирования +1 и -1 независимо от характера факторов и интервалов варьирования с выполнением условия линейной независимости и ортогональности вектор-столбцов.

$$Z_i = \frac{X_i - X_i^0}{\Delta X_i} \quad (2.2.)$$

При планировании эксперимента составляется расширенная матрица с вводом фиктивной переменной $Z_0 = +1$. В случае трёх независимых факторов, каждый из которых варьирует на двух уровнях, матрицу планирования эксперимента можно представить в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1 — Матрица планирования эксперимента

Номер опыта	Уровни управляемых факторов				Межфакторные взаимодействия			
	Z_{k0}	Z_{k1}	Z_{k2}	Z_{k3}	$Z_{k1}Z_{k2}$	$Z_{k1}Z_{k3}$	$Z_{k2}Z_{k3}$	$Z_{k1}Z_{k2}Z_{k3}$
N	Z_{k0}	Z_{k1}	Z_{k2}	Z_{k3}	$Z_{k1}Z_{k2}$	$Z_{k1}Z_{k3}$	$Z_{k2}Z_{k3}$	$Z_{k1}Z_{k2}Z_{k3}$
1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1
2	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1
3	1	1	-1	-1	-1	1	-1	1
4	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1
5	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1
6	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1
7	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1
8	1	1	1	1	1	1	1	1

При проведении эксперимента в силу случайного характера параметра оптимизации y в каждой точке k ($k = 1, 2^n$) области эксперимента с координатами Z_{k1}, \dots, Z_{kn} необходимо проводить m параллельных опытов с определением среднего значения результата наблюдений Y_k .

$$Y_k = \frac{1}{m} \sum_{r=1}^m Y_{kr}; k = \overline{1, 2^n} \quad (2.3.)$$

После проведения исследований в образцах, приготовленных согласно матрице планирования эксперимента, проводится статистический анализ ПФЭ, который включает следующие этапы:

- проведение проверки воспроизводимости эксперимента по критерию Кохрена;
- нахождение коэффициентов уравнения регрессии и проверка их значимости по критерию Стьюдента;
- проверка адекватности полученного уравнения регрессии по критерию Фишера.

Проверка воспроизводимости эксперимента состоит в проверке по критерию Кохрена G условия однородности выборочных дисперсий $S_k^2\{y\}$, полученных при m параллельных опытов соответственно в k точках Z_{k1}, \dots, Z_{kn} области эксперимента:

$$G = \frac{\max \{S_k^2\{y\}\}}{\sum_{k=1}^N S_k^2\{y\}}, \quad (2.4.)$$

где $S_k^2\{y\} = \frac{1}{m-1} \sum_{r=1}^m (y_{kr} - y_k)$ — выборочная дисперсия, $N = 2^n$ — число точек факторного пространства, в которых производится эксперимент.

При положительном результате проверки, когда значение критерия G меньше критического G_{tab} , найденного по стандартизированной таблице для степеней свободы $\nu_1 = m - 1$ и $\nu_2 = N$, гипотеза об однородности выборочных дисперсий подтверждается, и в качестве оценки генеральной дисперсии воспроизводимости эксперимента принимается величина:

$$S_{\text{вос}}^2\{y\} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N S_k^2\{y\} \quad (2.5.)$$

с числом степеней свободы $\nu_{\text{вос}} = N(m - 1)$.

При отрицательном результате необходимо увеличить число опытов для вариантов с большим значением выборочных дисперсий.

При получении математической модели процесса независимые оценки коэффициентов линейного уравнения регрессии по методу наименьших квадратов определяются следующим образом:

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N z_0 \overline{y_k}; \quad (2.6.)$$

$$b_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N z_{ki} \overline{y_k}; \quad i = \overline{1, n}; \quad (2.7.)$$

$$b_{ij} = \frac{1}{N} z_{ki} z_{kj} \overline{y_k}; \quad i, j = \overline{1, n}; \quad i < j \quad (2.8.)$$

Проверка гипотезы о значимости вычисленных оценок коэффициентов сводится к проверке соответствующих нулевых гипотез по критерию Стьюдента.

$$t = \frac{|b_j|}{S\{b\}}, \quad (2.9.)$$

где $S^2\{b\} = \frac{1}{mN} S_{\text{вос}}^2\{y\}$ — дисперсия оценки j -го коэффициента.

Если найденная величина t превышает значение $t_{кр}$, определённое по стандартизированной таблице для числа степеней свободы $\nu_{зн} = N(m-1)$ при заданном уровне значимости ($\alpha=0,05$), то нуль-гипотеза $H_0 : b_j = 0$ отвергается, и соответствующий коэффициент b_j признаётся значимым.

При ортогональности планирования доверительные границы определяются независимо для каждого коэффициента регрессии. Поэтому если коэффициент окажется незначимым, то его можно отбросить без пересчёта всех остальных.

Далее составляется математическая модель объекта в виде уравнения регрессии для факторов $Z_i (i = \overline{1, n})$, имеющих только значимые оценки коэффициентов.

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^3 b_i z_i + \sum_{i,j=1}^3 b_{ij} z_i z_j + b_{1,2,3} z_1 z_2 z_3 \quad (2.10.)$$

В результате эксперимента получается уравнение регрессии с безразмерными нормированными факторами.

Проверка адекватности полученного уравнения регрессии заключается в выяснении соотношения между дисперсией адекватности $S_{ад}^2$, характеризующей рассеяние результатов наблюдений вблизи уравнения регрессии, и оценкой дисперсии воспроизводимости $S_{вос}^2\{y\}$ по F — критерию Фишера при $S_{ад}^2 > S_{вос}^2\{y\}$.

$$S_{ад}^2 = \frac{m}{N - q} \sum_{k=1}^N (\bar{y}_k - y_k^{(p)}), \quad (2.11.)$$

где m — число параллельных опытов серии k ;

N — объём выборки;

q — число значимых членов аппроксимирующего уравнения регрессии;

\bar{y}_k — средний результат наблюдений при m параллельных опытах серии k ;

$y_k^{(p)}$ — расчётное значение y_k в точке k .

Оценка дисперсии воспроизводимости по критерию Фишера:

$$F = \frac{S_{ад}^2}{S_{вос}^2\{y\}} \leq F_{крит}(v_{ад}, v_{вос}), \quad (2.12.)$$

где F — критерий Фишера;

$S_{ад}^2$ — дисперсия адекватности;

$S_{вос}^2$ — дисперсия воспроизводимости;

$F_{кр}$ — табличное значение критерия Фишера.

Если вычисленное значение F окажется меньше критического $F_{кр}$, найденного для соответствующих степеней свободы $v_{ад} = N - q$ и $v_{вос} = N(m - 1)$, то гипотеза об адекватности подтверждается. В противном случае необходимо переходить к более сложной форме математического описания в виде многочлена более высокой степени.

2.3.2. Статистическая обработка результатов исследования

Статистическая обработка результатов, полученных экспертным путём, проводилась в следующей последовательности.

Для результатов, полученных при методе попарного сопоставления, была определена сумма рангов по столбцам общей матрицы $(\sum_{j=1}^N E_{ij})$, а затем определялась разница (Δ_i) между суммой показателей качества и среднеарифметической суммой рангов:

$$\Delta_i = \sum_{j=1}^N E_{ij} - T \quad (2.13.)$$

и сумму квадратов отклонений (S):

$$S = \sum_{i=1}^N \Delta_i^2, \quad (2.14.)$$

где E_{ij} — ранг для каждого i -го ПК у j -го эксперта;

N — количество респондентов;

n — количество сравниваемых показателей качества.

Средняя сумма рангов (T) определяется по следующей формуле:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n T_j}{j_{max}} \quad (2.15.)$$

$$T_j = \sum (t_j^3 - t_j), \quad (2.16.)$$

где t_j — число одинаковых рангов в j -ом ранжировании.

Степень согласованности экспертов определяется с помощью коэффициента конкордации (ω) по следующей формуле:

$$\omega = \frac{12 \times S}{N^2 (n^3 - n) - N \sum_{j=1}^N T_j}, \quad (2.17.)$$

При коэффициенте конкордации, отличающемся от 0, можно говорить о том, что между опрошенными экспертами существует определённое согласие.

Статистическая обработка данных, полученных экспериментальным путём, состоит из следующих этапов:

Стандартное отклонение рассчитывается по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{cp})^2}{n}}, \quad (2.18.)$$

где x_i — значение оценки конкретного единичного показателя; x_{cp} — среднее арифметическое значение оценок единичного показателя; n — число экспертов.

Стандартное отклонение S характеризует согласованность мнений экспертов при условии однородности анализируемых проб. Если $S < 1,0$ балл по 5-балльной шкале, то оценки однородны.

Случайная ошибка и доверительный интервал результатов оценки с доверительной вероятностью 95% рассчитывались по формулам

$$\Delta = \frac{t_a S}{\sqrt{n}} \quad (2.19.)$$

$$x_{\text{ср}} - \Delta \leq x \leq x_{\text{ср}} + \Delta, \quad (2.20.)$$

где Δ — случайная ошибка; t_a — критерий Стьюдента; x — истинное значение оценки единичного показателя.

2.3.3. Методика исследования деформационного профиля

Методика основана на определении общей ($h_{\text{общ}}$), пластической ($h_{\text{пл}}$) и упругой деформаций ($h_{\text{упр}}$) пробы при сжатии её индентором Поршень Ø36 со скоростью движения 0,5 мм/с после касания образца с усилием 7 г до конечного усилия нагружения 1 500 г, после чего начинается реверсивное движение индентора с той же скоростью движения до усилия в 7 г (методика ООО «Лаборатория качества»). Использовались следующие инденторы ООО «Лаборатория качества» (приложение Г).

Порядок проведения измерения:

1. Подготовленную пробу помещают на столик прибора «Структурометр СТ-2» под измерительной головкой с закреплённым в ней индентором «Поршень Ø36».

2. Индентор опускают вниз так, чтобы основание поршня находилось как можно ближе к пробе, но её не касалось, и нажимают кнопку «СТАРТ», предварительно установив режим работы прибора (СТ-2 — 05).

Предварительно на контрольных образцах было установлено, что при превышении усилия нагрузки в 230 г образцы сметанного продукта начинают испытывать вязкое течение, а не упруго-пластическое деформирование. Поэтому в последующих экспериментах использовали конечное усилие

нагрузки, равное 200 г. Режим работы прибора при выполнении исследования по данной методике приведён в таблице 2.2.

Таблица 2.2 — Режим работы прибора «Структурометр СТ-2» для оценки деформационного профиля пробы

1. Перемещение индентора Поршень Ø34,8 со скоростью движения Vd вниз до контакта с пробой продукта с усилием Fk	$Vd, \text{ мм/с}$	0,5
	$Fk, \text{ г}$	7
2. Деформирование с помощью индентора «Поршень Ø34,8» пробы продукта со скоростью движения Vd до усилия $Fmax$	$Vd, \text{ мм/с}$	0,5
	$Fmax, \text{ г}$	200
3. Реверсивное движение индентора «Поршень Ø34,8» со скоростью движения Vd до конечного усилия $Fmin$	$Vd, \text{ мм/с}$	0,5
	$Fmin, \text{ г}$	7
4. Возврат индентора «Поршень Ø34,8» в базовую точку со скоростью движения Vd	$Vd, \text{ мм/с}$	3

За окончательный результат измерений принимается среднее арифметическое трёх измерений. Характеристическая кривая при измерении по методике исследования деформационного профиля представлена на рисунке 2.2.

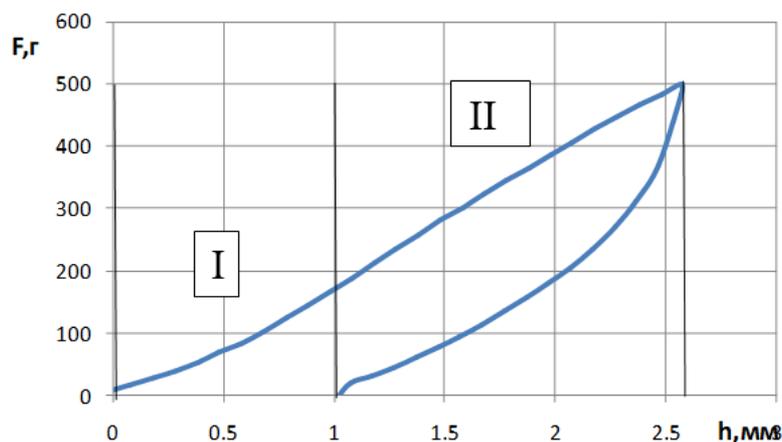


Рисунок 2.2 — Характеристическая кривая измерения усилия нагружения от перемещения индентора по методике «Исследование деформационного профиля»: отрезок 1 — пластическая деформация, отрезок 2 — упругая деформация, сумма отрезков 1 и 2 — общая деформация продукта при приложении заданного усилия

2.3.4. Методика исследования релаксационных характеристик

Методика основана на определении общей ($h_{\text{общ}}$) деформации пробы при сжатии её индентором Поршень Ø36 со скоростью движения 0,5 мм/с после касания образца с усилием 7 г до конечного усилия нагружения 500 г, после чего происходят фиксация индентора на максимальной для данного усилия нагружения глубине и измерение релаксации структуры пробы в течение 120 секунд [129].

Использовались те же инденторы, что и для анализа деформационного профиля (приложение Г).

Порядок проведения измерения:

1. Подготовленную пробу помещают на столик прибора «Структурометр СТ-2» под измерительной головкой с закреплённым в ней индентором «Поршень Ø36».

2. Индентор опускают вниз так, чтобы основание поршня находилось как можно ближе к пробе, но его не касалось, и нажимают кнопку «СТАРТ», предварительно установив режим работы, приведённый в таблице 2.3.

Таблица 2.3 — Режим работы прибора «Структурометр СТ-2» для оценки глубины релаксации

1. Перемещение индентора Поршень Ø34,8 со скоростью движения Vd вниз до контакта с пробой с усилием Fk	$Vd, \text{ мм/с}$	0,5
	$Fk, \text{ г}$	7
2. Деформирование с помощью индентора «Поршень Ø34,8» пробы со скоростью движения Vd до усилия $Fmax$	$Vd, \text{ мм/с}$	0,5
	$Fmax, \text{ г}$	200
3. Остановка движения индентора	$Vd, \text{ мм/с}$	0
	$t, \text{ с}$	120
4. Возврат индентора «Поршень Ø34,8» в базовую точку со скоростью движения Vd	$Vd, \text{ мм/с}$	3

2.3.5. Совмещённая методика измерения деформационного профиля и релаксационных характеристик

Для более чувствительной оценки реологических свойств продукции использовали совмещённый тест для оценки деформационного профиля с учётом релаксации [129, 154, 193].

Методика основана на определении реологических свойств продукта при его сжатии индентором «Цилиндр Ø36» со скоростью движения 0,5 мм/с после касания пробы с усилием 7 г до конечного усилия нагружения (200 г), после чего движение измерительной головки останавливается, начинается измерение релаксации структуры продукта под нагрузкой в течение 120 секунд. Затем происходит запись реверсивного движения индентора до полного исчезновения контакта с продуктом (7 г).

Порядок проведения измерения:

1. Обеспечивают высоту пробы продукта не менее 2,5 см.
2. Подготовленную пробу продукта помещают на съёмный столик прибора «Структурометр СТ-2» под измерительной головкой с закреплённым в ней индентором «Цилиндр Ø36», центруют.
3. Индентор опускают вниз так, чтобы основание поршня находилось как можно ближе к пробе продукта, но его не касалось, и нажимают кнопку «СТАРТ», предварительно установив режим работы, приведённый в таблице 2.4.

Характеристическая кривая измерения представлена на рисунке 2.3. За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение результатов трёх определений.

Таблица 2.4 — Режим работы прибора «Структурометр СТ-2» для оценки глубины релаксации

1. Перемещение индентора 36 мм со скоростью движения V_d вниз до контакта с пробой продукта с усилием F_k	V_d , мм/с	-0,5
	F_k , г	7
	t , с	100

2. Внедрение индентора 36 мм в пробу продукта до достижения заданного усилия нагружения F_k	V_d , мм/с	-0,5
	t , с	100
	F_k , г	200
3. Релаксация в течении времени t	V_d , мм/с	0
	t , с	120
4. Извлечение индентора 36 мм из пробы продукта со скоростью движения V_d	V_d , мм/с	0,1
	t , с	100
	F_k , г	7
5. Возврат индентора 36 мм в базовую точку со скоростью движения V_d	V_d , мм/с	2,1
	H_b , мм	10
	t , с	100

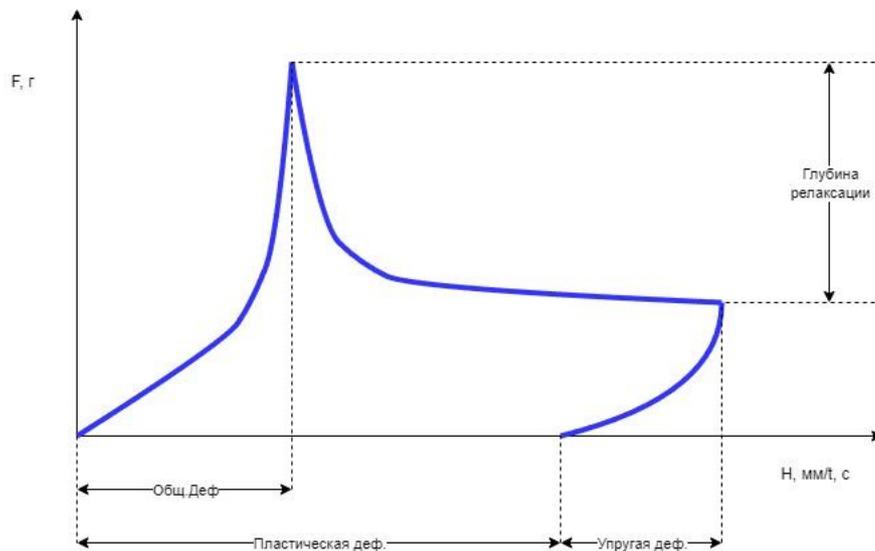


Рисунок 2.3 — Характеристическая кривая изменения усилия нагружения от времени при измерении по совмещённой методике

2.3.6. Методика ТРА «Анализ профиля структуры»

Сущность метода: предварительно подготовленный образец продукта (цилиндрической или прямоугольной формы) сжимается в осевом направлении между двумя плоскими поверхностями (столиком и сжимающей пластиной — цилиндрическим зондом) до заданной процентной деформации в первый раз (первый цикл), затем давление сбрасывается (зонд поднимается на заданную высоту), и образец сжимается во второй раз (второй цикл) [210].

Полученные в результате теста кривые сила-время используются для количественной оценки параметров текстуры продукта. Графическое представление типичной кривой показано на рисунке. Вычисляемые реологические параметры представлены в приложении Д.

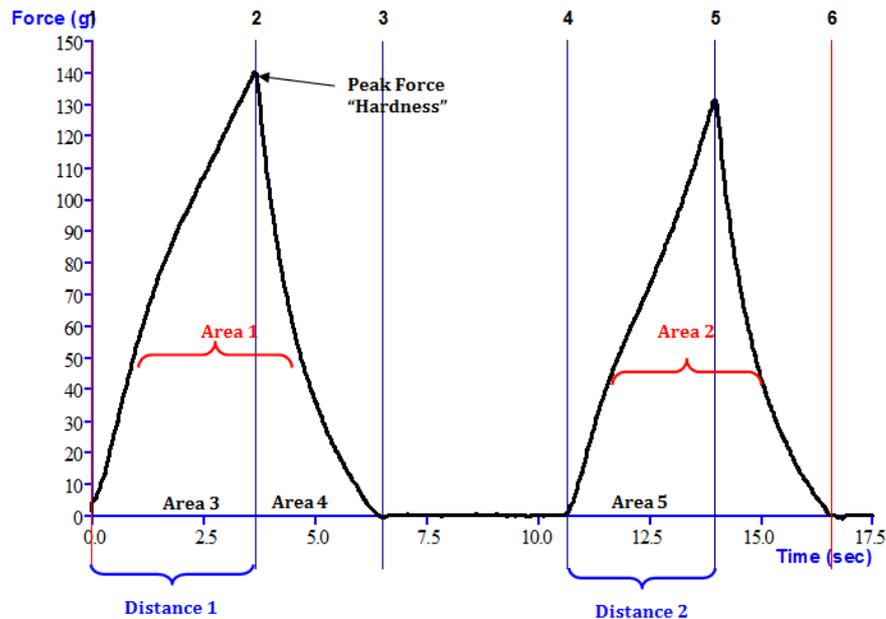


Рисунок 2.4 — Характеристическая кривая изменения усилия нагрузки от времени при измерении реологических параметров по методике ТРА

Методика основана на определении реологических свойств продукта при его циклическом сжатии индентором «Цилиндр Ø36» со скоростью движения 0,5 мм/с после касания пробы с усилием 7 г до конечной деформации, обеспечивающей сохранение сплошности продукта (5 мм), после чего начинается реверсивное движение индентора с той же скоростью движения до полного извлечения, затем операция повторяется.

Подготовка пробы продукта:

В ходе выполнения исследования по методике ТРА необходимо не допустить пластической деформации продукта, приводящей к нарушению его сплошности (разрывам, разрушению). Исходя из этого требования обеспечивают высоту пробы продукта не менее 2,5 см.

Порядок проведения измерения:

1. Подготовленную пробу продукта помещают на съёмный столик прибора «Структурометр СТ-2» под измерительной головкой с закреплённым в ней индентором «Цилиндр Ø36», центруют.

2. Индентор опускают вниз так, чтобы основание поршня находилось как можно ближе к пробе продукта, но его не касалось, и нажимают кнопку «СТАРТ», предварительно установив режим работы, приведённый в таблице 2.5.

Обработка результатов измерения выполнена с помощью ПО «ST-Data-TPA». За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение результатов трёх определений.

Таблица 2.5 — Режим работы прибора «Структурометр СТ-2» для ТРА

1. Перемещение индентора 36 мм со скоростью движения V_d вниз до контакта с пробой продукта с усилием F_k	V_d , мм/с	-0,5
	F_k , г	7
	t , с	100
2. Внедрение индентора 36 мм в пробу продукта на глубину H_b , со скоростью движения V_d	V_d , мм/с	-0,5
	t , с	1000
	H_b , мм	-5
	F_{max} , г	4000
3. Извлечение индентора 36 мм из пробы продукта со скоростью движения V_d	V_d , мм/с	0,5
	t , с	100
	H_b , мм	10
4. Внедрение индентора 36 мм в пробу продукта на глубину H_b , со скоростью движения V_d	V_d , мм/с	-0,5
	t , с	1000
	H_b , мм	-10
	F_{max} , г	4000
5. Извлечение индентора 36 мм из пробы продукта со скоростью движения V_d	V_d , мм/с	0,5
	t , с	100
	F_k , г	7
6. Возврат индентора 36 мм в базовую точку со скоростью движения V_d	V_d , мм/с	0,5
	H_b , мм	10
	t , с	100

ГЛАВА 3. НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ НА БАЗЕ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

3.1. Анализ рынка сметаны и сметанных продуктов

Молочная отрасль является одной из важных составляющих пищевой промышленности. В настоящее время в Российской Федерации производится около 31 млн тонн молока и молочной продукции в год. В отрасли четко прослеживается тенденция к концентрации производства и образованию производственных холдингов, а также создание новых производств ближе к сырьевой базе.

Новые вызовы в области производства продуктов питания стимулировали технологов и специалистов в области качества использовать различные методы улучшения свойств продуктов. Одним из ключевых факторов, влияющих на спрос на молочную продукцию, являются доходы населения. Хотя в 2020–2022 годы аналитики прогнозировали снижение потребления молочной продукции на фоне пандемии коронавируса и сокращения реальных доходов населения, этот прогноз не полностью оправдался. В связи с этим можно ожидать увеличения потребления более доступных продуктов с заменителями молочного жира.

Российский рынок кисломолочных продуктов считается одним из самых динамично развивающихся. Причина этого не только в высокой востребованности молочных продуктов у населения, но и в расширении ассортимента выпускаемой продукции.

На сегодняшний день в России можно выделить следующие особенности развития рынка молочных продуктов:

- уход в сторону натуральности молочной продукции;
- снижение массовой доли жира и создание диетических продуктов;

- обогащение продуктов, являющихся традиционными для культуры потребления россиян (молоко и кисломолочные продукты);
- выделение самого большого сегмента обогащённых молочных продуктов — продуктов для детского питания. К примеру, кисломолочные продукты «Растишка», «Агуша», «Иммунити», обогащённые кальцием, пробиотическим комплексом, витаминами В6, В12, С, фолиевой кислотой и микроэлементами цинк и селен.

По данным Молочного Союза России, до 2022 года производство основных видов молочной продукции было стабильно или росло. В 2022 году снизилось потребление и вслед за этим началось снижение в производстве. Кисломолочной продукции в 2022 году сделано меньше на 7,4%, в том числе йогуртов на 15,6%, сметаны на 4,9%. В 2023 году, судя по первому полугодю, по кисломолочной продукции, в том числе кефиру и сметане, ожидается, что спад может прекратиться, по йогуртам замедлится, но все же сохранится таблица 3.1.

Таблица 3.1 — Производство молочной продукции в РФ в 2021–2023

годы

Наименование	2021 г.	2022 г.	2022 к 2021 г., %	I пол. 2022 г.	I пол. 2023 г.	2023 к 2022 г., %
Творог, тыс. т	491,5	457,3	— 7,0	235,4	221,0	— 6,1
Продукты кисломолочные, млн т, в т. ч.	2,7	2,5	— 7,4	1,30	1,34	+ 3,1
йогурт, тыс. т	819,0	691,6	— 15,6	363,1	353,2	— 2,7
кефир, тыс. т	941,2	895,2	— 4,9	470,0	478,0	+ 1,7
сметана, тыс. т	535,7	533,8	— 0,35	262,5	284,4	+ 8,3
Мороженое всего, тыс. т	527,2	468,1	— 11,2	280,1	303,5	+ 8,4
Молоко всего, млн. т	5,7	5,8	+ 1,8	2,89	2,85	— 1,4
Масло сливочное, тыс. т	273,5	314,3	+ 14,9	154,9	163,1	+ 5,3
Сыры всего, тыс. т	602,2	669,0	+ 11,1	321,9	376,0	+ 16,8
Сухое молоко и сливки, тыс. т	154,9	185,7	+ 19,9	95,5	107,0	+ 12,0
Сгущенное молоко, тыс. туб.	675,0	677,0	+ 0,3	327,2	348,1	+ 6,4

По данным Минсельхоза России, по состоянию на декабрь 2021 года объём продаж молока в сельскохозяйственных организациях на 2,6% выше по сравнению с аналогичным периодом прошлого года [156]. Это

способствует расширению производства молочных продуктов. В свете такого быстрого развития молочной промышленности возникает необходимость в разработке новых видов молочных изделий. Производство кисломолочной продукции в последние годы развивается за счёт расширения ассортимента, внедрения инновационных «зелёных» технологий, использования новых функциональных ингредиентов.

Современные подходы к улучшению ассортимента сметанных продуктов направлены на создание продуктов, сбалансированных по пищевой и биологической ценности, предназначенных для функционального питания с увеличенным сроком годности. Эти цели достигаются благодаря использованию всего объёма доступного сырья, увеличению объёма готового продукта, снижению энергопотребления и обеспечению экологической безопасности как самого продукта, так и окружающего пространства. Такой результат достигается благодаря использованию оптимальной структурной модели, включающей научную разработку последовательности основных этапов технологического процесса, и определению оптимальных условий для его проведения [188].

В данный момент ещё одной тенденцией на мировом рынке является появление новых продуктов, таких как какао и кофе с коллагеном со взбитыми сливками, сок с коллагеном. На зарубежных молочных предприятиях разрабатываются коллагеновые пробиотические напитки с добавлением пептидов коллагена. Компания Nestle (Малайзия) выпустили коллагеновый кофе, содержащий коллаген из рыбного сырья. В Японии разработаны новые функциональные продукты на основе коллагена, полученного из рыбы и морепродуктов.

Использование коллагенового сырья в молочной промышленности позволяет расширить ассортимент продуктов повышенной пищевой ценности, обогащённого состава, которые востребованы потребителями, и тем самым повысить конкурентоспособность и эффективность работы

предприятия. Крупнейшие производители продуктов питания активно инвестируют в эту растущую категорию. Одним из значимых запусков компании Данон в 2020 году стал йогурт с коллагеном под брендом Light+Fit Данон.

Следовательно, актуальным является вопрос обогащения кисломолочных продуктов коллагеном для получения продукта с повышенной биологической ценностью за счёт синергетического эффекта усвоения белков продукта и пептидов коллагена. Кроме того, внесение гидролизованного белка позволяет создать продукт с низким содержанием жира, но с сохранением сливочного вкуса, что важно для органолептических характеристик продукта.

На территории России ассортимент сметаны и сметанных продуктов разнообразен и варьируется по производителям, показателям жирности и используемым добавкам. ЗМЖ используются как альтернатива молочному жиру, но при этом в процессе создания смеси не всегда получается достигнуть однородной эмульсии с молочным жиром. По этой причине при производстве сметанных продуктов часто применяются различные стабилизационные системы, которые способствуют созданию продукта с равномерной текстурой. Использование ЗМЖ можно считать недостатком в производстве сметанных продуктов, поскольку это может привести к фальсификации продукции.

На российском рынке сметанные продукты производят следующие предприятия:

- 1) АО «Озерецкий молочный комбинат» («Альпийская коровка», «Красная цена», «Первым делом»);
- 2) ООО «Эрманн» (Сметановна»);
- 3) ООО «Землянскмолоко» («Чудесная крынка»);
- 4) ООО «Любимый город» («Мое любимое лето»);
- 5) ООО «Хладокомбинат» («Народный продукт»);
- 6) ООО «ТД «Маслодел» («Нежный вкус»);

- 7) ООО «Псковский молочный комбинат» («Псковский»);
- 8) ООО «Нальчинский молочный комбинат» («Хозяюшка альпийских лугов»);
- 9) ООО «ТД «Березовское» («Берёзкино»);
- 10) ООО «Новониколаевский» («Новониколаевский»);
- 11) ООО «Преображенский молочный комбинат» («Крестьянка»).

Наиболее крупным производителем сметанного продукта является АО «Озерецкий молочный комбинат», который выпускает сметанные продукты под торговой маркой «Альпийская коровка», а также под собственными торговыми марками розничных сетей. «Озерецкий молочный комбинат» отбирает исключительно натуральное молоко, что делает возможным получение высококачественного продукта с превосходными вкусовыми характеристиками. Ассортимент торговой марки «Альпийская коровка» включает сметанные продукты с массовой долей жира 15%, 20% и 30% и массой нетто 200 г, 330 г, 400 г, 500 г, 900 г, 5 кг. Другой важный фактор, который увеличивает узнаваемость продукта, — оригинальная и удобная упаковка, выполненная в форме стакана (большого или малого размера) в трёх цветовых решениях.

Большинство производителей сметанных продуктов реализуют свою продукцию в регионах, где и осуществляется производство.

Конкурентоспособность сметанных продуктов обуславливается следующими показателями:

1. Пищевая и энергетическая ценность

Пищевая ценность (содержание в 100 г):

- Жиров: 10 г
- Белков: 2,5 г
- Углеводов: 3,4 г
- Энергетическая ценность: 854 кДж
- Калорийность: 204 ккал — на 20% ниже, чем у сметаны [45].

2. Срок годности

В состав сметанного продукта входят пастеризованные сливки, которые хранятся дольше без потери вкусовой и витаминной ценности. Срок годности: до 30 дней при соблюдении температурного режима (4 ± 2 °C).

3. Цена

На основе маркетинговых исследований сметанных продуктов установлено, что потребление сметанных продуктов в значительной мере определяется ценой товара. Повышение стоимости может привести к уменьшению спроса на этот вид продукции. В соответствии с результатами опроса для потребителей наиболее значимыми являются следующие потребительские характеристики сметанного продукта: приемлемая стоимость, вкусовые характеристики, полезность.

4. Органолептические свойства

Производство сметанных продуктов является перспективным в создании качественно новых молочных продуктов модифицированного состава и свойств. Производителям молочной продукции следует задуматься о расширении ассортимента сметанных продуктов, так как российский рынок ещё не насыщен данной продукцией.

3.2. Социологические исследования потребительских пожеланий к новым сметанным продуктам

В ходе анкетирования было опрошено 200 человек, проживающих в городе Москве. Больше половины опрошенных состоят в браке (65%). Исследование показало, что основу потребительской аудитории составляют женщины, которые покупают сметанные продукты для себя и своей семьи. Для выяснения требований потребителей была разработана анкета для определения целевого потребителя сметанных продуктов и ранжирования коэффициентов весомости потребительских показателей качества продукта

(приложение Е). Результаты статистической обработки представлены графически на рисунках.

По возрастной категории (рисунок 3.1) преобладали респонденты в возрасте от 25 до 35 лет — 28%, от 35 до 45 лет — 26%, от 18 до 25 лет — 21%, от 45 до 55 лет — 18%, свыше 55 лет — всего 7%.

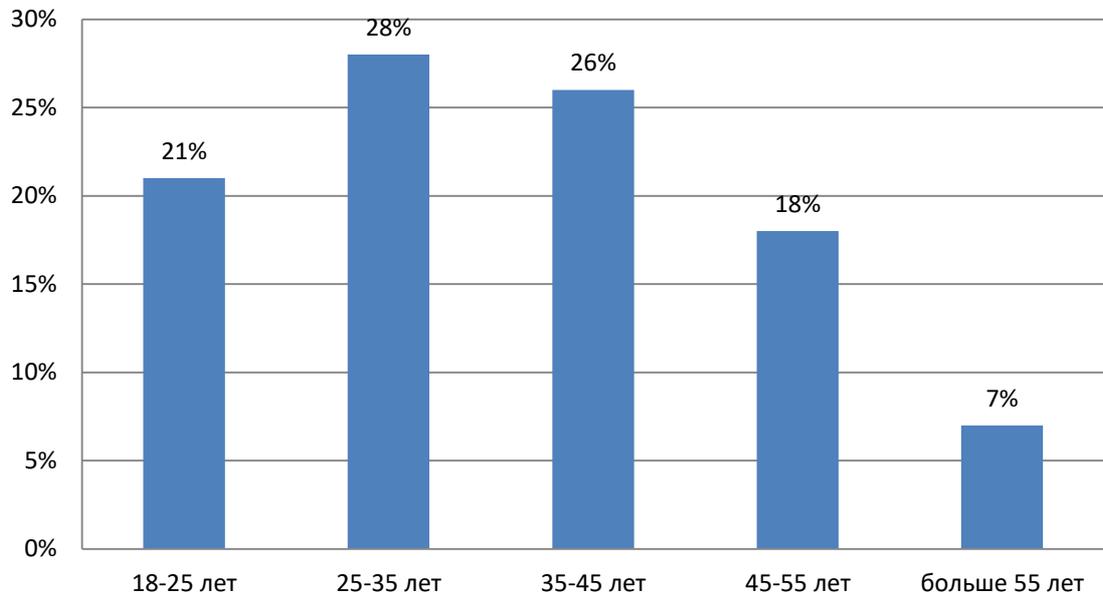


Рисунок 3.1 — Диаграмма распределения потребителей сметанных продуктов в зависимости от возраста и пола

Самую большую часть по уровню доходов (рисунок 3.2) занимают работающие респонденты, чей доход составляет от 20 до 45 тыс. рублей (40%) и от 45 до 70 тыс. рублей (35%). Доход безработных, студентов, ряда работающих студентов менее 20 тыс. рублей составляет 23% от числа опрошенных. Наиболее малочисленной является группа респондентов с доходом, превышающим 70 тыс. рублей (2%).

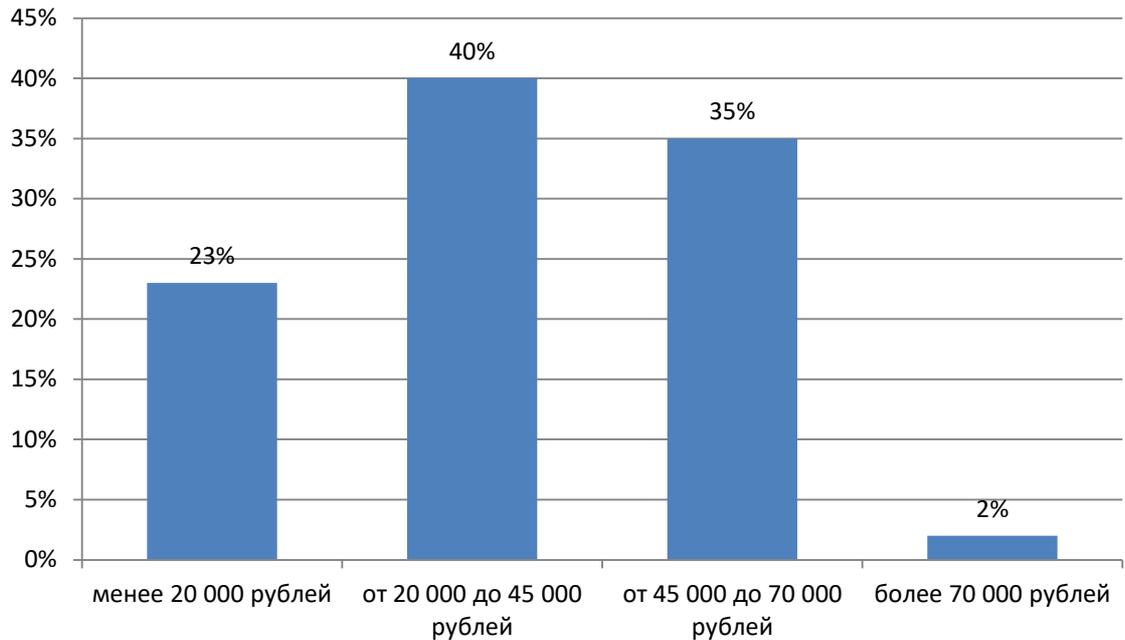


Рисунок 3.2 — Диаграмма распределения потребителей сметанных продуктов в зависимости от уровня дохода

Следует отметить, что 37% опрошенных не знают, чем отличается сметана от сметанного продукта, 74% респондентов отдают предпочтение сметане и только 26% — сметанному продукту. Сложившаяся ситуация связана с тем, что сметанный продукт является достаточно новым товаром на рынке и входящие в его состав заменители молочного жира вызывают у потребителей сомнения в полезных свойствах. Однако 42% респондентов употребляют сметанные продукты, поскольку их стоимость ниже стоимости сметаны.

В ходе анкетирования установлено, что 41% респондентов предпочитают сметанные продукты с м. д. ж. 20%, 39% — с м. д. ж. 15%, 15% — с м. д. ж. 10% и всего 5% — с м. д. ж. 30%, что может быть обусловлено узким ассортиментом, представленным в магазинах.

Больше половины респондентов (61%) удовлетворены качеством сметанных продуктов.

Большая часть респондентов совершает покупку в супермаркете/универсаме (38%) и в гипермаркете (33%), меньшая часть — в продуктовом (19%) и в специализированном магазине (10%).

При выборе сметанного продукта 53% опрошенных отдают предпочтение упаковке массой 400–500 г, 36% — массой 300–400 г, 9% — массой до 300 г и только 2% — массой больше 500 г.

Совершая покупку, 41% респондентов за сметанный продукт массой 500 г платят 50–60 рублей, 32% — 60–70 рублей, 28% — 40–50 рублей и только 1% — больше 70 рублей. При этом цены на сметанные продукты устраивают 63% респондентов.

Наиболее важными показателями при выборе сметанного продукта для респондентов являются полезность, вкус, запах, цена, состав, пищевая и энергетическая ценность, наименее важным показателем — объём упаковки (рисунок 3.3).

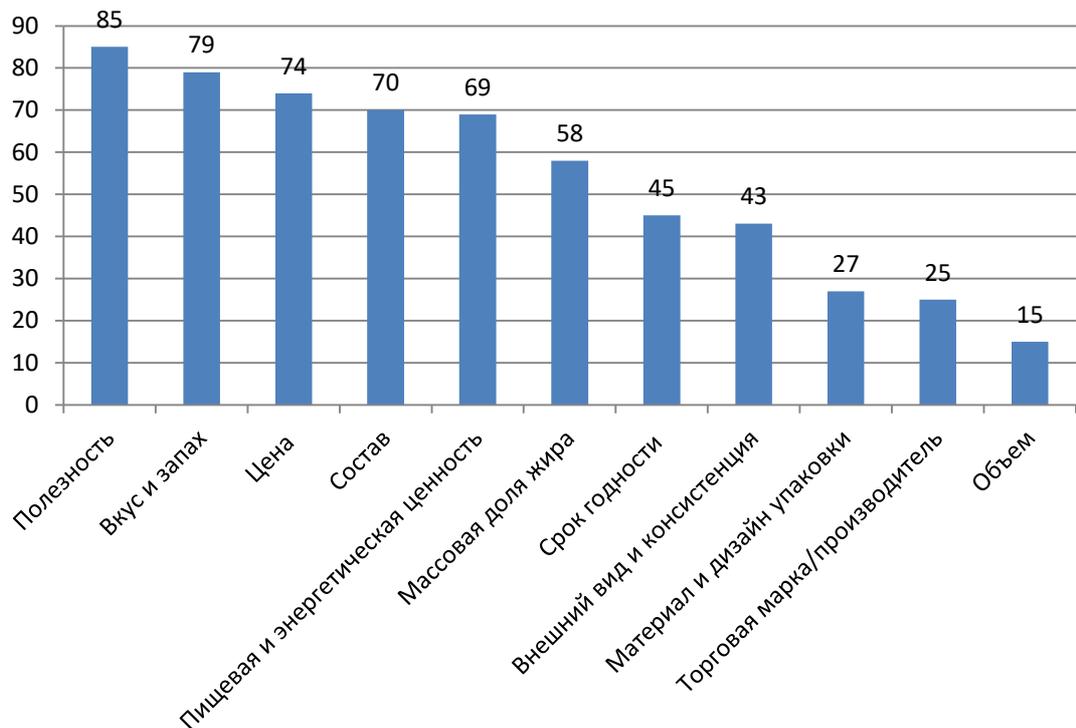


Рисунок 3.3 — Ранжирование значимости характеристик сметанных продуктов

Наиболее важным фактором при выборе сметанного продукта является полезность, что во многом связано с сырьём и составом продукта. Анализ результатов опроса с применением анкеты позволил установить целевого потребителя — это женщины в возрасте 25–45 лет (более 55 % от числа

активных потребителей) со средним уровнем дохода. В эту группу входят те, кто покупает сметану либо каждый день, либо несколько раз в неделю. Потребители предпочитают марку «Альпийская коровка» (30%) и «Сметановна» (22%). Большинство опрошенных потребителей заботятся о своём здоровье и стараются не покупать сметанные продукты с ЗМЖ, содержащие растительные жиры (60%). Стоит отметить, что потребители зачастую доверяют бренду и не всегда читают маркировку на упаковке продукта.

Данные, которые были получены в результате опроса, показали практический интерес респондентов к сметанным продуктам и их высокую осведомлённость о составе молочных продуктов. Прослеживается негативное отношение к использованию ЗМЖ при производстве сметанных продуктов, так как потребитель желает покупать молочные продукты с натуральным составом. Знания о свойствах сметанных продуктов, которыми руководствуются потребители в момент выбора покупки, позволяют производителям выпускать то, что будет продаваться, а покупателям приобретать именно то, что им нравится.

3.2.1. Идентификация требований к качеству сметанных продуктов

На основании проведённого социологического опроса и анализа требований к качеству и безопасности сметанных продуктов разработана древовидная диаграмма (рисунок 3.4). Основываясь на пожеланиях потребителей относительно сметанных продуктов, мы объединили их по сходству и разбили на категории, которые отражают предпочтения потребителей.

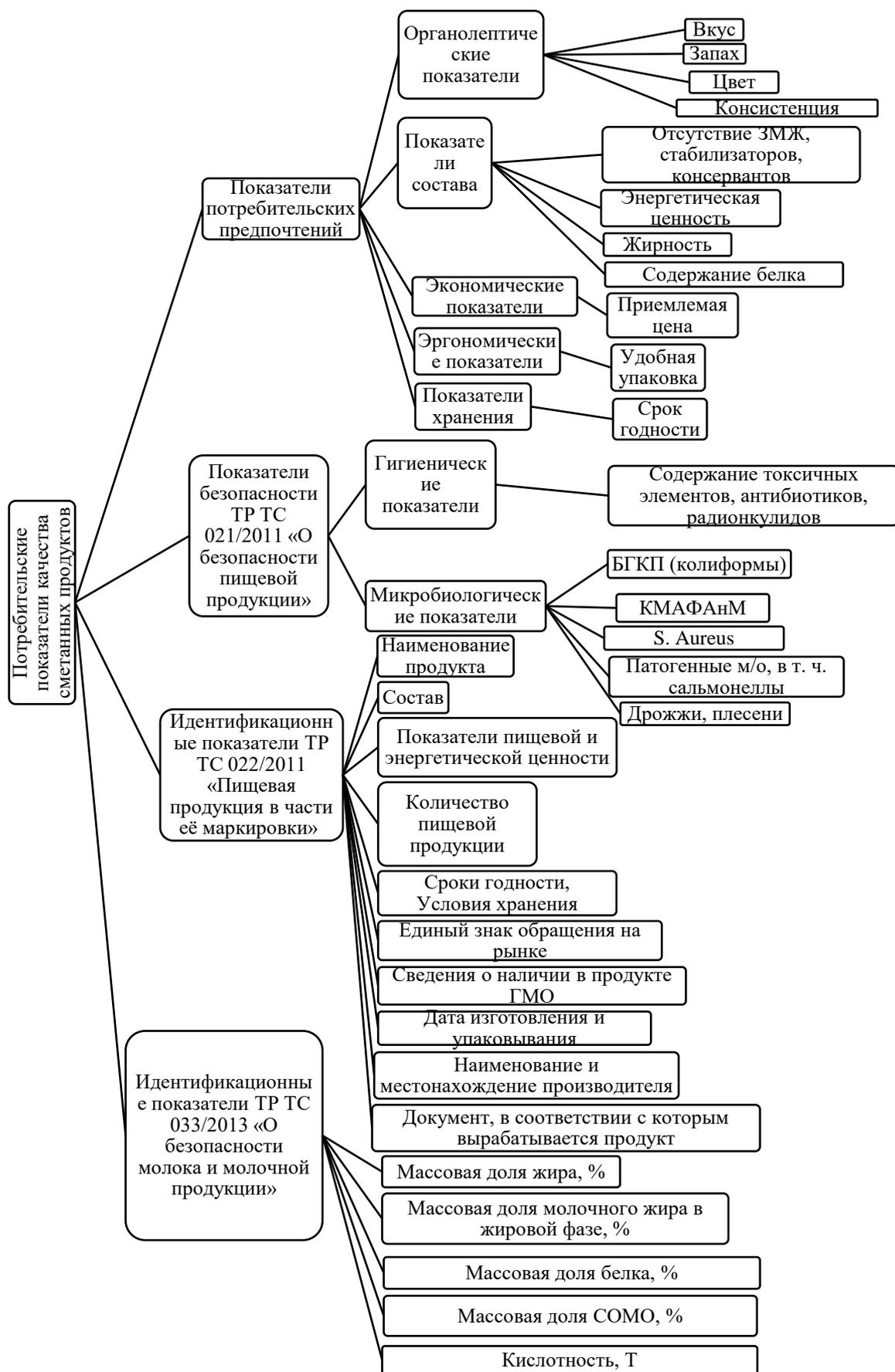


Рисунок 3.4 — Древоидная диаграмма требований потребителей к сметанным продуктам

На основе анализа маркетинговых исследований можно прогнозировать, что новый сметанный продукт с коллагеном будет востребован потребителями. Важными критериями спроса на данную продукцию являются натуральность, полезность, хорошие вкусовые качества. Также она может служить как альтернатива сметане, так и в качестве продукта здорового питания. Разработанный продукт имеет хорошие вкусовые качества, он является натуральным и полезным. Тем не менее чаще всего потребители смотрят на срок годности и состав продукта, поскольку они считают важными потребительскими свойствами свежесть и полезность продукта.

С использованием методологии структурирования функции качества «Дом качества» разработана концепция проектируемого продукта и установлены наиболее значимые характеристики. На базе полученных данных сформирована матрица показателей качества с учётом удовлетворённости потребителей и разработана концепция проектируемого продукта, научно обоснованы состав и заданные характеристики параметра «консистенция» сметанных продуктов, установлены их целевые значения: динамическая вязкость – 2100 мПа·с и массовая доля жира сметанного продукта 10 %.

Результаты социологического исследования рынка и анализа требований к качеству и безопасности сметанных продуктов на базе квалиметрического прогнозирования подтверждают целесообразность разработки сметанных продуктов с заданными характеристиками.

ГЛАВА 4. ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЛАГЕНОВ ВОДНОГО И НАЗЕМНОГО ГЕНЕЗА В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СМЕТАННЫХ ПРОДУКТОВ

4.1. Обоснование выбора коллагенов различного происхождения

Потребители отдают предпочтение пищевых ингредиентам натурального происхождения, то есть природным компонентам пищевого сырья. В связи с этим возникает необходимость в анализе данных о структурообразовании коллагенов различного происхождения и изучении возможности использования их в технологии производства сметанных продуктов.

Согласно медицинским данным высокий процент населения страдает остеоартритом и остеопорозом. Повышенными факторами риска являются старческий возраст, пол, масса тела, чрезмерная спортивная нагрузка, травмы суставов, метаболические заболевания (диабет). Поэтому необходимо восполнять дефицит коллагена в организме человека с помощью пищевых продуктов и нутрицевтиков. Подтверждена высокая биодоступность гидролизованного коллагена — 95% перорально употребляемого гидролизата коллагена поглощается в течение первых 12 часов, также подтверждена высокая безопасность употребления гидролизатов коллагена в пищу.

В отечественном производстве коллагенов следует констатировать приоритетность направления по производству коллагенов животного происхождения: коллаген I и III типов из крупного рогатого скота (бычий) и свиной изготавливается из шкур и суставов. Животный коллаген усваивается хуже, чем рыбный, но он самый дешёвый на рынке. Коллаген из куриного сырья — самая чистая и гипоаллергенная форма коллагена сразу всех трёх типов. Рыбный коллаген отличается от других видов коллагена по аминокислотному составу: в нем пролин и лизин преимущественно представлены в форме гидроксипролина и гидроксилизина. Содержание

некоторых аминокислот, таких как гистидин, фенилаланин и лизин, в рыбном коллагене ниже, чем в других видах, а содержание аспарагиновой и глутаминовой кислот немного выше. Однако рыбный коллаген содержит больше полезных свойств, таких как повышение иммунитета, антиоксидантная активность, антикоагулянтность, антистрессовое действие, гипотензивный эффект и эргогенность. Таким образом, продукты гидролиза рыбного коллагена благодаря его высокой биодоступности и биологической активности могут быть перспективными для пищевого использования.

При выборе образцов коллагенов различного происхождения для изучения возможности использования их в технологии производства сметанных продуктов учитывали следующие критерии:

1. Получение сметанного продукта с нужными реологическими свойствами;
2. Достижение желаемой текстуры сметанного продукта;
3. Определение оптимальной дозы каждого вида коллагена для достижения желаемого эффекта;
4. Особенности конкретной пищевой системы (рН, химический состав), взаимодействия добавки с ингредиентами продукта питания;
5. Определение условий хранения сметанного продукта и длительности технологического процесса;
6. Экономическая эффективность, определяемая стоимостью необходимого количества добавки для получения желаемых характеристик сметанного продукта.

Разрабатываемая технология позволит получать сметанные продукты с более высокими органолептическими характеристиками с содержанием коллагенов различного происхождения, которые могут быть использованы в качестве структурообразователей при производстве данных продуктов.

Изучена возможность использования коллагенов водного и наземного генеза при производстве сметанных продуктов. Исследованы восемь

образцов коллагенов отечественного и импортного производства по химическому составу и ФТС (таблица 4.1). Установлены показатели химического состава отечественных и импортных образцов говяжьего, свиного, куриного и рыбного коллагенов: наибольшую м.д. белка содержали рыбные ($93,3 \pm 0,05\%$) и говяжьи ($93,6 \pm 0,05\%$) коллагены, наименьшую м. д. жира ($0,7 \pm 0,1\%$) рыбные коллагены, наименьшее содержание влаги ($5,05 \pm 0,05\%$) отмечено в говяжьих коллагенах; показатели динамической вязкости при концентрации коллагенов от 1% до 10% при одинаковой температуре (рисунок 4.1) и показатели растворимости увеличивались в линейке куриный \rightarrow свиной \rightarrow говяжий \rightarrow рыбный коллагены. С учётом полученных данных и стоимости препаратов были выбраны наиболее перспективные образцы коллагенов различного генеза: образцы № 1,3,5,7.

Таблица 4.1 — Химический состав и ФТС образцов коллагенов различного происхождения

№	Наименование образца	Функционально-технологические свойства		Массовая доля, %		
		растворимость, %	pH	белок	жир	влага
1	Говяжий коллаген (Россия)	$124,8 \pm 0,1$	$6,10 \pm 0,02$	$93,6 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,1$	$5,05 \pm 0,05$
2	Говяжий коллаген (Германия)	$124,4 \pm 0,2$	$6,20 \pm 0,03$	$91,8 \pm 0,2$	$2,1 \pm 0,1$	$6,41 \pm 0,05$
3	Свиной коллаген (Россия)	$120,1 \pm 0,3$	$6,20 \pm 0,01$	$92,9 \pm 0,1$	$1,3 \pm 0,1$	$5,65 \pm 0,05$
4	Свиной коллаген (Германия)	$121,3 \pm 0,2$	$6,30 \pm 0,02$	$92,3 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,1$	$5,83 \pm 0,05$
5	Куриный коллаген (Россия)	$120,1 \pm 0,1$	$6,30 \pm 0,02$	$93,2 \pm 0,3$	$0,9 \pm 0,1$	$5,50 \pm 0,05$
6	Куриный коллаген (Россия)	$118,0 \pm 0,2$	$6,20 \pm 0,03$	$92,1 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$	$5,65 \pm 0,05$
7	Рыбный коллаген (Россия)	$131,2 \pm 0,3$	$5,70 \pm 0,01$	$93,3 \pm 0,2$	$0,7 \pm 0,1$	$5,24 \pm 0,05$
8	Рыбный коллаген (Китай)	$132,0 \pm 0,1$	$5,50 \pm 0,02$	$91,4 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,1$	$6,62 \pm 0,05$

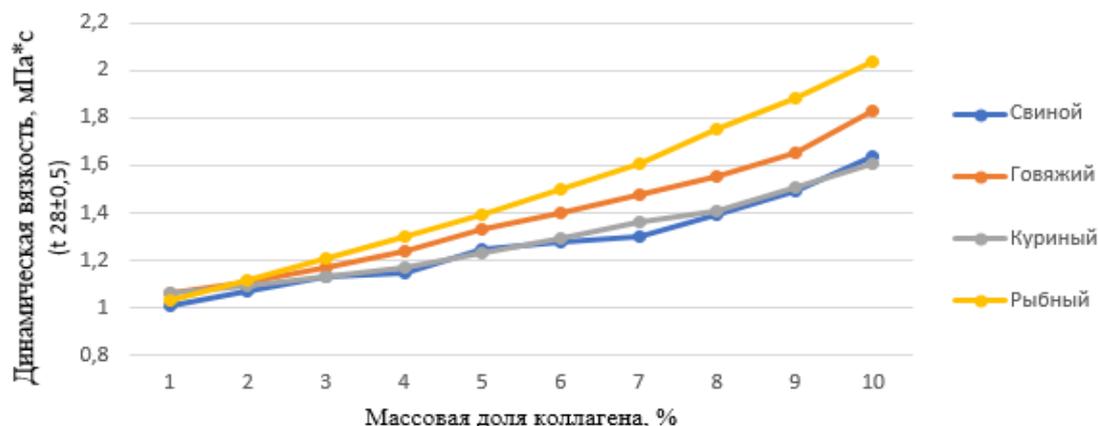


Рисунок 4.1 – Изучение влияния вида и массовой доли коллагена на динамическую вязкость раствора

С точки зрения биологической роли определённых аминокислот коллагенов при их употреблении и использовании в составе пищевых продуктов учитывали характеристику аминокислотного состава коллагенов водного и наземного генеза (таблица 4.2).

Изучение свойств коллагенов различного происхождения и применение их в технологии сметанных продуктов позволяет оценить потенциальные возможности в процессе формирования заданных характеристик и состава готового продукта, оптимизировать технологический процесс, повысить эффективность производства и исследовать комплекс показателей качества и безопасности сметанного продукта с заданными характеристиками.

Таблица 4.2 — Сравнительная характеристика аминокислотного состава коллагенов различного происхождения

Аминокислоты, мг/100 г	Говяжий коллаген	Свиной коллаген	Куриный коллаген	Рыбный коллаген
Аланин	8,67±0,03	8,80±0,01	6,56±0,002	0,133±0,052
Лизин	3,6±0,047	3,69±0,057	4,07±0,01	0,039±0,015
Аргинин	7,34±0,002	7,33±0,005	6,09±0,004	0,119±0,049
Метионин	0,895±0,008	-	0,503±0,008	0,030±0,013
Аспарагиновая кислота	6,09±0,02	5,82±0,078	4,73±0,056	0,099±0,031
Фенилаланин	2,18±0,07	2,16±0,008	1,04±0,003	0,034±0,002
Цистин + цистеин	0,176±0,009	-	0,004±0,001	0,005±0,002
Пролин	11,6±0,001	11,6±0,004	10,04±0,009	0,175±0,095
Гидроксипролин	10,6±0,013	10,4±0,001	9,008±0,003	0,161±0,157
Глютаминовая кислота	10,3±0,0055	10,4±0,04	12,05±0,09	0,148±0,055
Серин	3,20±0,09	3,19±0,38	1,05±0,006	0,043±0,020
Глицин	21,6±0,018	21,5±0,009	20,07±0,007	0,330±0,176
Треонин	2,07±0,034	2,12±0,001	1,92±0,005	0,0780±0,022
Гистидин	0,807±0,023	0,706±0,005	0,345±0,074	0,009±0,004
Триптофан	0,0815±0,016	-	0,02±0,001	-
Тирозин	0,883±0,001	0,763±0,001	0,467±0,007	0,012±0,008
Изолейцин	1,49±0,0062	1,27±0,002	1,92±0,003	0,025±0,002
Валин	2,54±0,02	2,62±0,008	2,98±0,07	0,320±0,015
Лейцин	3,39±0,011	3,26±0,002	2,89±0,001	0,044±0,009
Орнитин	-	0,079±0,071	0,004±0,005	-

4.2. Исследование процесса образования структуры в модельных образцах сметанных продуктов с коллагенами

При определении качества и безопасности кисломолочной продукции важнейшим параметром является консистенция. Структура сметанного продукта с низким содержанием м. д. ж. 10–15% определяется кислотным гелем молочных белков, в то время как структура сметанного продукта с высоким содержанием м. д. ж. более 30% определяется гелем, образованным жировыми шариками, покрытыми белком. Сметанный продукт с м. д. ж. 20% имеет промежуточную гелеобразную структуру, которая характеризуется высокой вязкостью. Для повышения вязкости сметанного продукта, а также для предотвращения отделения сыворотки при хранении добавляют загустители и стабилизаторы (желатин, различные виды крахмала и т. д.). Поскольку они снижают вкусовые характеристики молочных продуктов, вместо них использовали натуральные коллагеновые добавки различного происхождения.

На следующем этапе с применением полного факторного эксперимента (ПФЭ) исследовано влияние м.д. коллагена от 1 до 12 %, времени образования структуры от 4 до 12 часов и м.д. жира в сливках на динамическую вязкость модельных сметанных продуктов. В качестве целевой функции, подлежащей оптимизации, выбрана динамическая вязкость как базовый показатель сметанных продуктов.

Уровни варьирования управляемых факторов установили следующие:

- время формирования структуры — от 4 до 12 часов — установили, исходя из доминирующего фактора продолжительности формирования структуры продуктов;
- массовая доля коллагенов различного происхождения — от 1,0 до 12,0% — установили, исходя из рациональности внесения коллагеновых добавок;

- м. д. ж. в сливках, предназначенных для разведения коллагенов и нормализации готового продукта по м. д. ж.

Результаты проведённых лабораторных исследований модельных образцов сметанных продуктов с коллагеном, совершённых с тоекратной повторностью, представлены в таблице (приложение Ж).

В результате статистического анализа были получены уравнения регрессии Y с управляемыми факторами для модельных сметанных продуктов с:

— говяжьим коллагеном:

$$Y = 658,5 + 68,8 \cdot k + 181,3 \cdot x - 4,2 \cdot x \cdot f + 7,6 \cdot x \cdot k - 8,1 \cdot k \cdot f,$$

— свиным коллагеном:

$$Y = 207,7 + 51,4 \cdot k + 281,5 \cdot x + 0,7 \cdot x \cdot f + 1,8 \cdot x \cdot k - 14,2 \cdot k \cdot f,$$

— куриным коллагеном:

$$Y = 186,8 + 75,6 \cdot k + 256,5 \cdot x + 1,1 \cdot x \cdot f - 0,9 \cdot x \cdot k - 10,9 \cdot k \cdot f,$$

— рыбным коллагеном:

$$Y = 245,7 + 83,4 \cdot k + 299,3 \cdot x - 4,2 \cdot x \cdot f + 5,5 \cdot x \cdot k - 16,1 \cdot k \cdot f,$$

где: k – массовая доля жира сливок в модельном образце, %;

f – время формирования структуры до целевого значения вязкости, ч;

x – массовая доля коллагена в модельном образце, %.

На основе полученных данных построены поверхности отклика влияния массовых долей вносимых коллагенов и времени образования структуры модельных образцов на динамическую вязкость (рисунки 4.2–4.5).

Выполнена проверка адекватности уравнений регрессии по критерию Фишера (таблица 4.3).

Таблица 4.3 — Проверка адекватности полученных уравнений регрессии

Уравнение регрессии	Дисперсия адекватности	Число степеней свободы дисперсии адекватности	Дисперсия воспроизводимости	Число степеней свободы дисперсии воспроизводимости	Расчетное значение критерия Фишера	Табличное значение критерия Фишера	Заключение (адекватно/неадекватно)
$Y=658,5+68,8k+181,3x-4,2xf+7,6xk-8,1kf$	6,8	34	5,2	80	1,31	1,54	адекватно
$Y=207,7+51,4k+281,5x+0,7xf+1,8xk-14,2kf$	8,5	34	9,5	80	1,35	1,54	адекватно
$Y=186,8+75,6 \cdot k+256,5x+1,1xf-0,9xk-10,9kf$	10,6	34	9,5	80	1,12	1,54	адекватно
$Y=245,7+83,4k+299,3x-4,2xf+5,5xk-16,1kf$	6,8	34	6,6	80	1,03	1,54	адекватно

В результате исследований установлено, что достижение заданной характеристики модельных образцов с динамической вязкостью, равной 2100 мПа·с, достигается внесением коллагенов различного вида в количестве от 5 до 10 % и времени образования структуры в пределах 7-10 ч. Данный диапазон значений определен для использования при выработке опытных образцов.

Полученные уравнения регрессии, описывающие влияние основных параметров рецептуры, а также поверхности отклика, отражающие взаимосвязь массовой доли различных видов коллагена и массовой доли жира в сливках с вязкостью модельной среды, легли в основу разработки технологий производства и создания рецептур ассортиментного ряда сметанных продуктов с коллагенами с учётом целевых и идентифицирующих показателей качества готовой продукции.

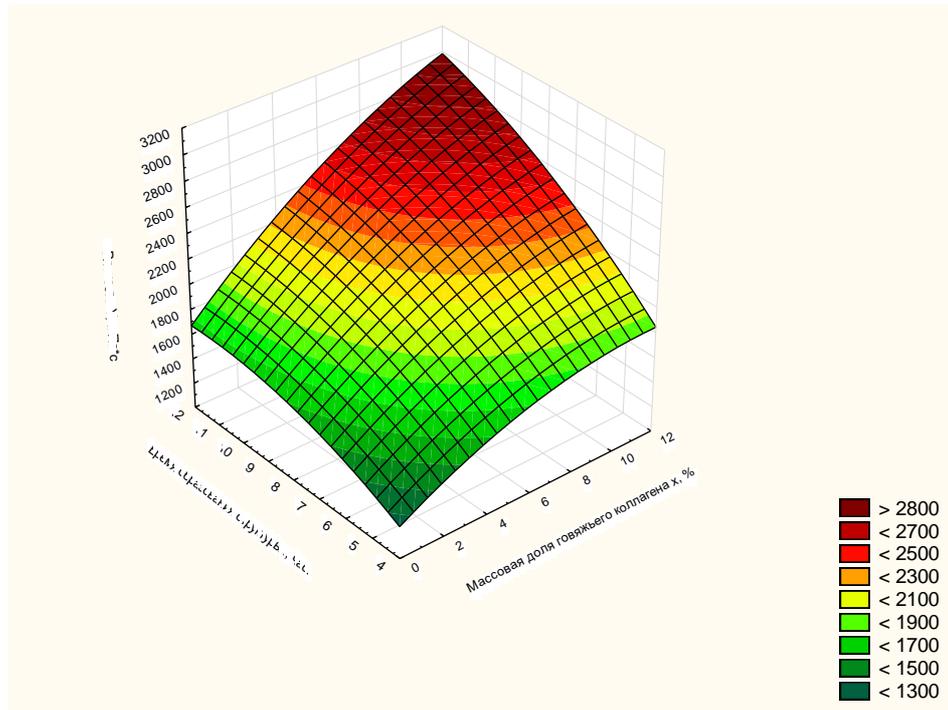


Рисунок 4.2 — Поверхность отклика влияния массовой доли говяжьего коллагена и времени образования структуры на целевое значение вязкости модельного сметанного продукта

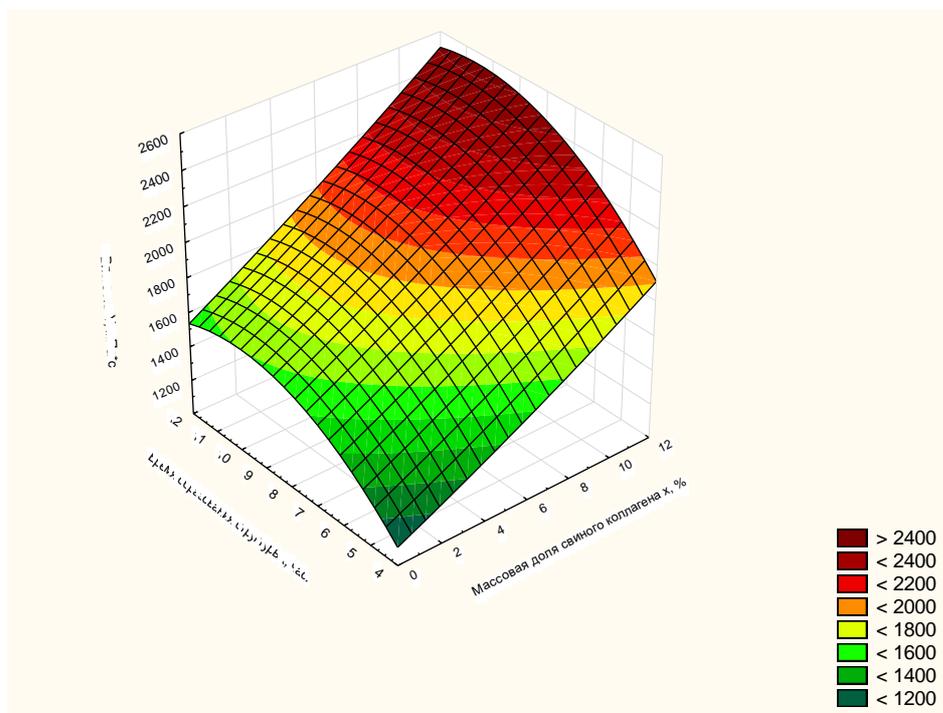


Рисунок 4.3 — Поверхность отклика влияния массовой доли свиного коллагена и времени образования структуры на целевое значение вязкости модельного сметанного продукта

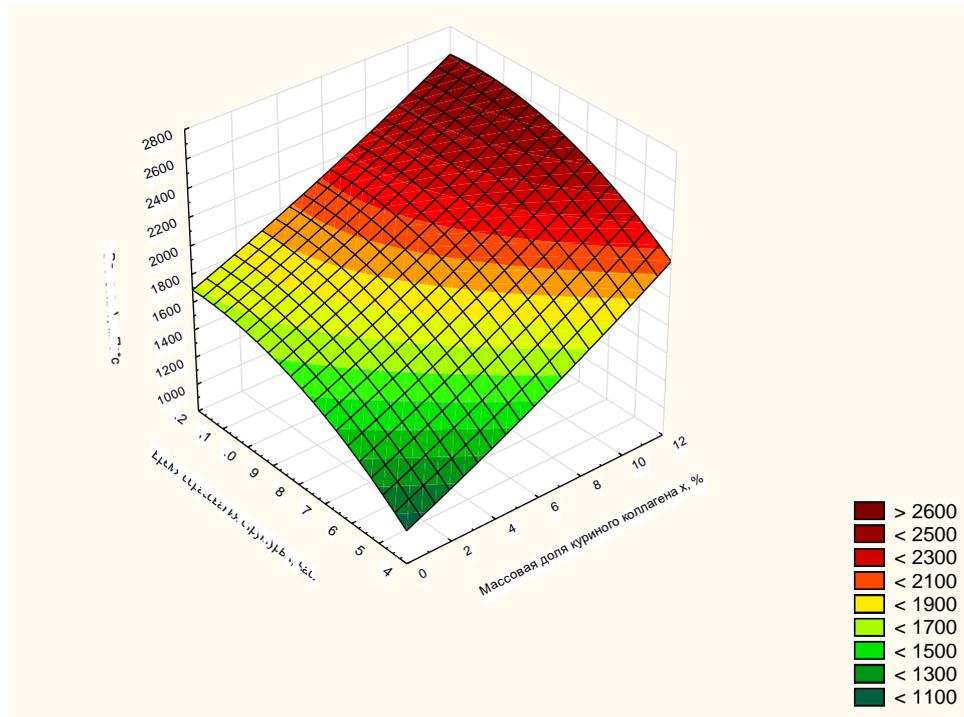


Рисунок 4.4 — Поверхность отклика влияния массовой доли куриного коллагена и времени образования структуры на целевое значение вязкости модельного сметанного продукта

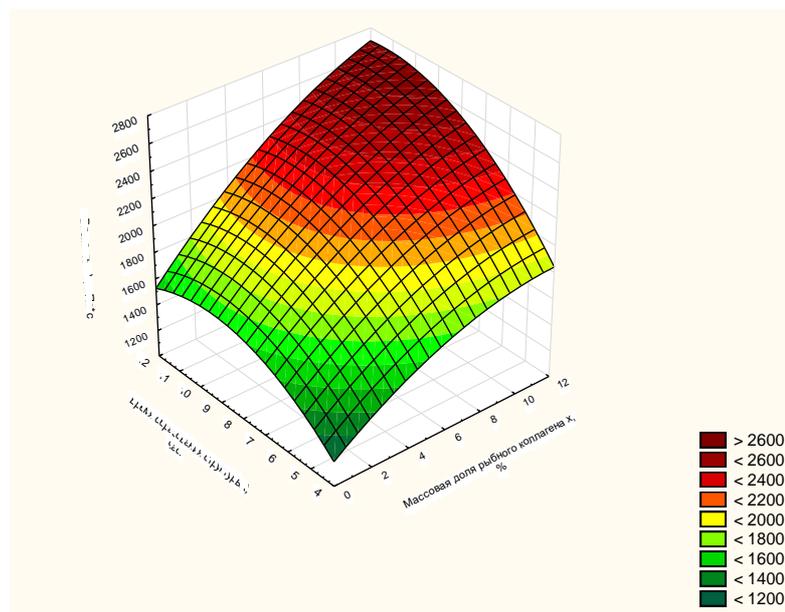


Рисунок 4.5 — Поверхность отклика влияния массовой доли рыбного коллагена и времени образования структуры на целевое значение вязкости модельного сметанного продукта

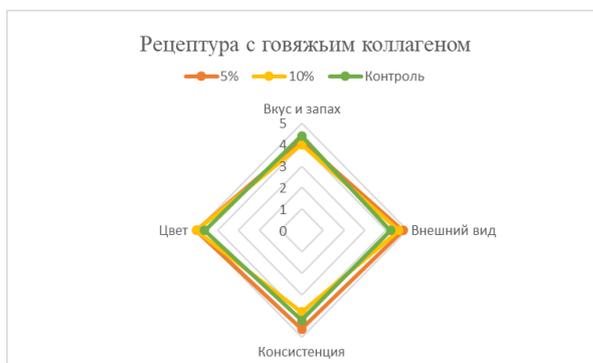
4.3. Изучение влияния вида коллагенов на органолептические показатели качества образцов сметанных продуктов

В лабораторных условиях были выработаны 8 опытных и 1 контрольный образец (таблица 4.4). В качестве контрольного использовался образец сметаны с массовой долей жира 20%, показатели качества которой являются эталонными для проектируемого продукта.

Образцы были представлены для дегустационной оценки по четырем показателям: вкус и запах, внешний вид, консистенция, цвет. В состав дегустационной комиссии входили 5 экспертов. На основании результатов дегустации и оценки органолептических показателей по 5-тибалльной шкале были построены профилограммы для всех рецептов (рисунок 4.6)

Таблица 4.4 – Схема опытных образцов сметанных продуктов с коллагенами различного генеза

№ опытного образца	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9 Контроль
Состав образца	сливки м.д.ж. 10 %, БК, коллаген говяжий м.д. 5 %	сливки м.д.ж. 10 %, БК, коллаген говяжий м.д. 10 %	сливки м.д.ж. 10 %, БК, коллаген свиной м.д. 5%	сливки м.д.ж. 10 %, БК, коллаген свиной м.д. 10 %	сливки м.д.ж. 10 %, БК, коллаген куриный м.д. 5 %	сливки м.д.ж. 10 %, БК, коллаген куриный м.д. 10 %	сливки м.д.ж. 10 %, БК, коллаген рыбный м.д. 5 %	сливки м.д.ж. 10 %, БК, коллаген рыбный м.д. 10 %	сливки м.д.ж. 20 %, БК



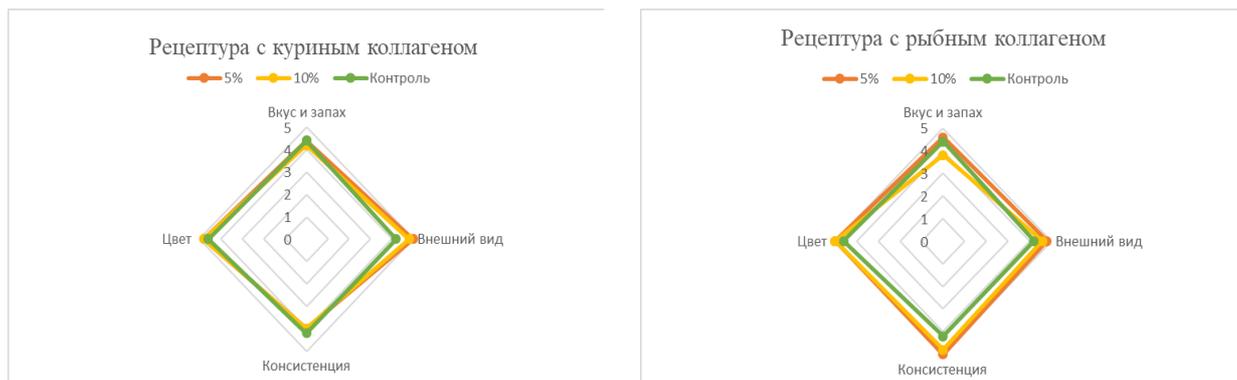


Рисунок 4.6 — Профилограммы органолептической оценки образцов сметанных продуктов с коллагенами

Критерии оценок вкуса и консистенции модельного сметанного продукта, вырабатываемого с коллагенами, приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 — Шкала балльной органолептической оценки модельных образцов сметанных продуктов с коллагенами

Балл	Характеристика
1	Консистенция – неоднородная, полужидкая, хлопьевидная с отделением сыворотки или грубая, железованная
2	Консистенция неоднородная, крупитчатая, полужидкая, отделением сыворотки или излишне плотная, тяжелая
3	Консистенция однородная, допускается незначительное отделение сыворотки, недостаточно вязкая или излишне вязкая, излишне плотная, неоднородная, в меру вязкая
4	Поверхность глянцевитая, без отделения сыворотки, консистенция – однородная, в меру вязкая, недостаточно плотная или несколько плотная, желеобразная
5	Поверхность глянцевитая, без отделения сыворотки, консистенция – однородная, в меру вязкая, плотная, желеобразная или кремообразная

Описательная статистика полученных данных дегустационной оценки приведена в таблице 4.6.

Таблица 4.6 — Описательные статистики данных дегустационной комиссии (рабочее окно программы STATISTICA)

Показатель	Сводная параметрическая.sta									
	объем выборки	среднее значение	медiana	сумма	МИНИМУМ	МАКСИМУМ	ранг	стандар. отклонен.	стандар. погрешн.	коэф. асимметр.
Вкус и запах	45	4,22	4,00	190	3,00	5,00	2,00	0,67	0,10	-0,3
Внешний вид	45	4,67	5,00	210	3,00	5,00	2,00	0,52	0,08	-1,2
Консистенция	45	4,24	5,00	191	2,00	5,00	3,00	0,93	0,14	-1,0
Цвет	45	4,8	5,00	216	3,00	5,00	2,00	0,46	0,07	-2,3

Затем был проведён графический анализ по средним значениям балла по всем параметрам дегустационной оценки с помощью ящичных диаграмм (рисунок 4.7).

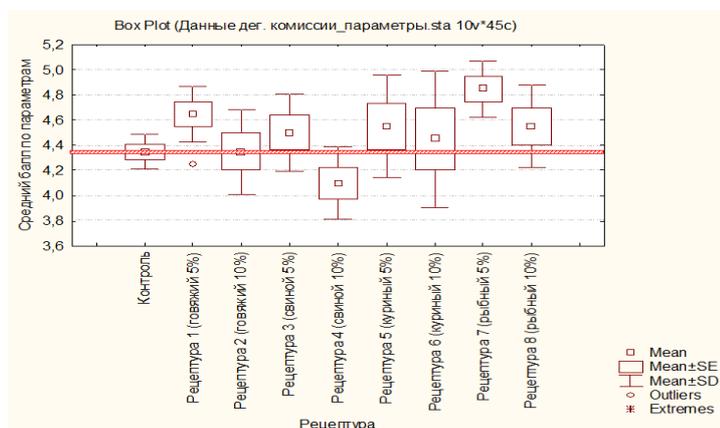


Рисунок 4.7 — Ящичные диаграммы среднего балла по параметрам дегустационной оценки с диапазонами стандартных отклонений

На представленном графике видно, что контроль находится в центре диапазона исследуемых образцов. Для наглядности на рисунке 4.7 проведена средняя линия, которая разделяет образцы относительно контроля. Благодаря этому можно визуально определить, что образцы, приготовленные по рецептурам №№ 1, 3, 5, 6, 7, 8, находятся на графике выше средней линии и, следовательно, имеют средние значения баллов по изучаемым показателям выше, чем контроль и образцы, приготовленные по рецептам № 2, 4.

Построили и диаграмму ящичного типа для медианных значений (рисунок 4.8).

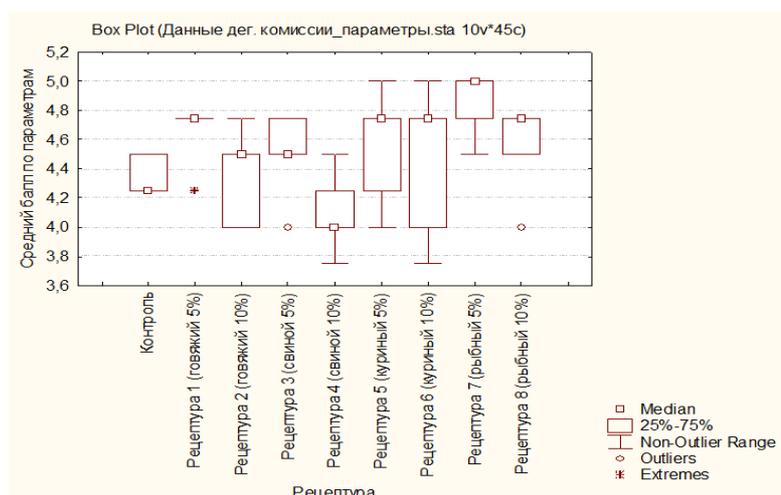


Рисунок 4.8 — Диаграмма ящичного типа, данные органолептического анализа дегустационной комиссии — по результатам анализа сметанного продукта

Как видно по полученной диаграмме на рисунке 4.9, некоторые образцы имеют пересекающиеся диапазоны стандартного отклонения, что может означать, что отличие между ними статистически не значимо.

Кроме того, были выявлены значения выбросов и выпадающие значения:

рецептура 1 — эксперт № 5; рецептура 3 — эксперт № 2; рецептура 8 — эксперт № 3.

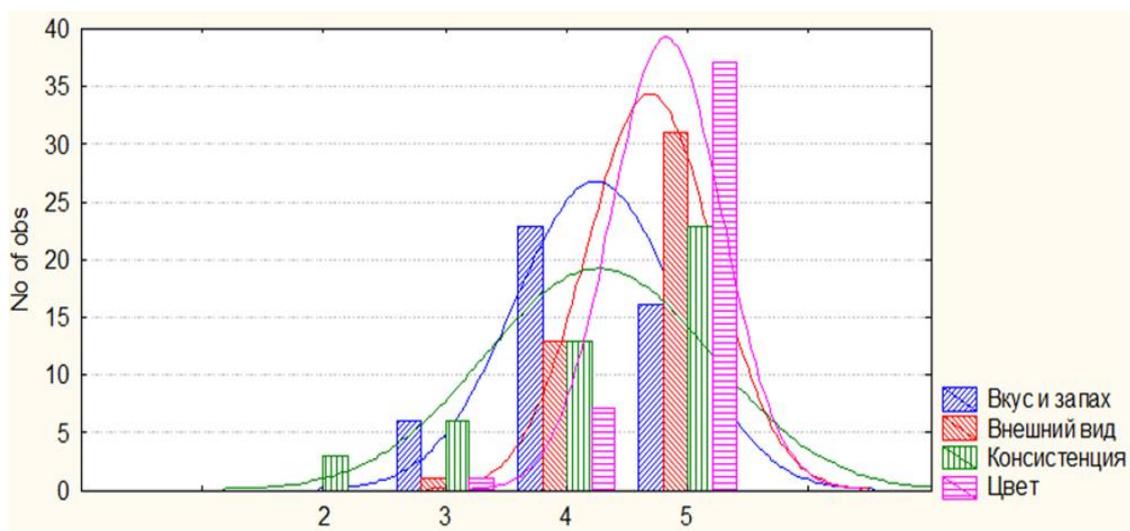


Рисунок 4.9 — Гистограмма распределения данных дегустационной комиссии и результаты критериальных тестов

Так как объём выборки составляет менее 60 наблюдений, использовали критерий оценки нормальности Шапиро-Уилка. Анализируя графическое представление гистограмм распределения данных дегустационного анализа, а также рассматривая результаты критериальных тестов проверки на нормальность распределения, можно сделать вывод, что гипотеза о нормальности распределения данных дегустационной комиссии отклоняется.

Отсутствие нормальности распределения приводит к необходимости применения непараметрических методов анализа данных.

Для проверки гипотезы влияния рецептуры на органолептические свойства продукта, зафиксированные дегустационной комиссией, был использован критерий Краскела-Уоллиса. В результате были получены следующие данные (рисунок 4.10):

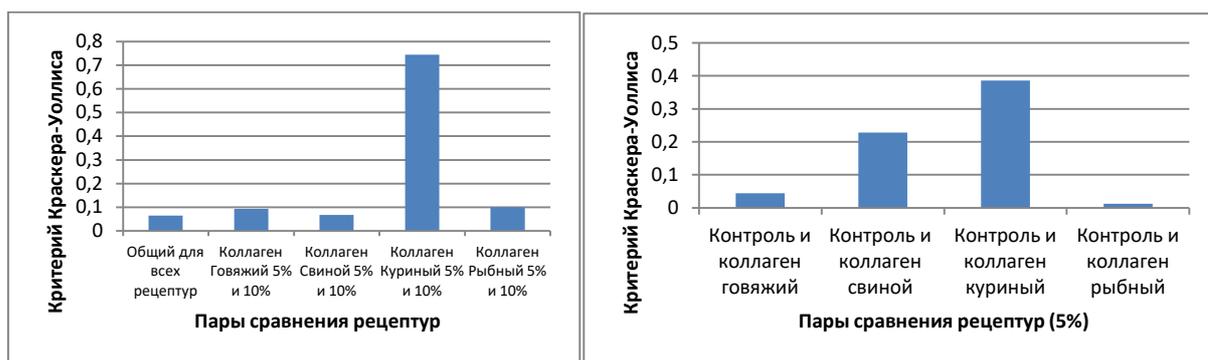


Рисунок 4.10 — Сравнение влияния рецептур на органолептическую оценку сметанного продукта с добавлением коллагена в разных концентрациях

Статистическая обработка полученных в ходе дегустации результатов показала, что лучшими органолептическими показателями в сравнении с контрольным характеризовались образцы с добавлением говяжьего и рыбного коллагена в концентрации 5%. Важно отметить, что отличия «в положительную сторону» с точки зрения дегустационной комиссии имеют образцы с добавлением говяжьего и рыбного коллагена в концентрации 5%. В таблице 4.7 приведены результаты расчета рангов Краскела-Уоллиса.

Таблица 4.7 — Результаты вычисления рангов Краскелера-Уоллиса

№ опытного образца	Критерий Краскелера-Уоллиса		
	Шифр	Объём выборки	Ранговая сумма
Контроль	109	5	82,5
Образец 1	110	5	145,5
Образец 2	111	5	88,0
Образец 3	112	5	114,5
Образец 4	113	5	49,0
Образец 5	114	5	129,0
Образец 6	115	5	117,0
Образец 7	116	5	183,0
Образец 8	117	5	126,5

Учитывая небольшой объём выборок, а также наличие повторяющихся значений — баллы дегустационной комиссии, для оценки факторов, влияющих на выводы дегустационной комиссии, использовали оценку Гамма-корреляции (таблица 4.8):

Таблица 4.8 — Матрица Гамма-корреляции
(статистически значимые корреляции отмечены красным)

Показатель	Данные дегустационной комиссии				
	Вкус и запах	Внешний вид	Консистенция	Цвет	Балл
Вкус и запах	1,00	0,06	0,34	-0,27	0,73
Внешний вид	0,06	1,00	0,35	-0,21	0,63
Консистенция	0,34	0,35	1,00	-0,19	0,89
Цвет	-0,27	-0,21	-0,19	1,00	0,26
Балл	0,73	0,63	0,89	0,26	1,00

Статистически значимые корреляции отмечены красным. Как видно, статистически значимо на оценку дегустационной комиссии повлияли вкус и запах, внешний вид и консистенция. Гипотезу о влиянии цвета на оценку дегустационной комиссии можно отклонить.

В порядке значимости влияния параметры выстроены в последовательности: консистенция; вкус и запах; внешний вид.

Был определён порядок значимости влияния показателей «консистенция», «вкус и запах», «внешний вид», по шкале Чеддока получены следующие коэффициенты для оценки силы связи влияния данных показателей:

1. Консистенция — сила связи высокая (0,89);
2. Вкус и запах — сила связи заметная (0,73);
3. Внешний вид — сила связи умеренная (0,63).

Оценивая влияние каждой рецептуры на консистенцию, применили построение графика распределения и линий регрессии (рисунок 4.11). В результате визуальной оценки можно выдвинуть гипотезу, что консистенция действительно формирует некоторую тенденцию, влияющую на результирующий балл.

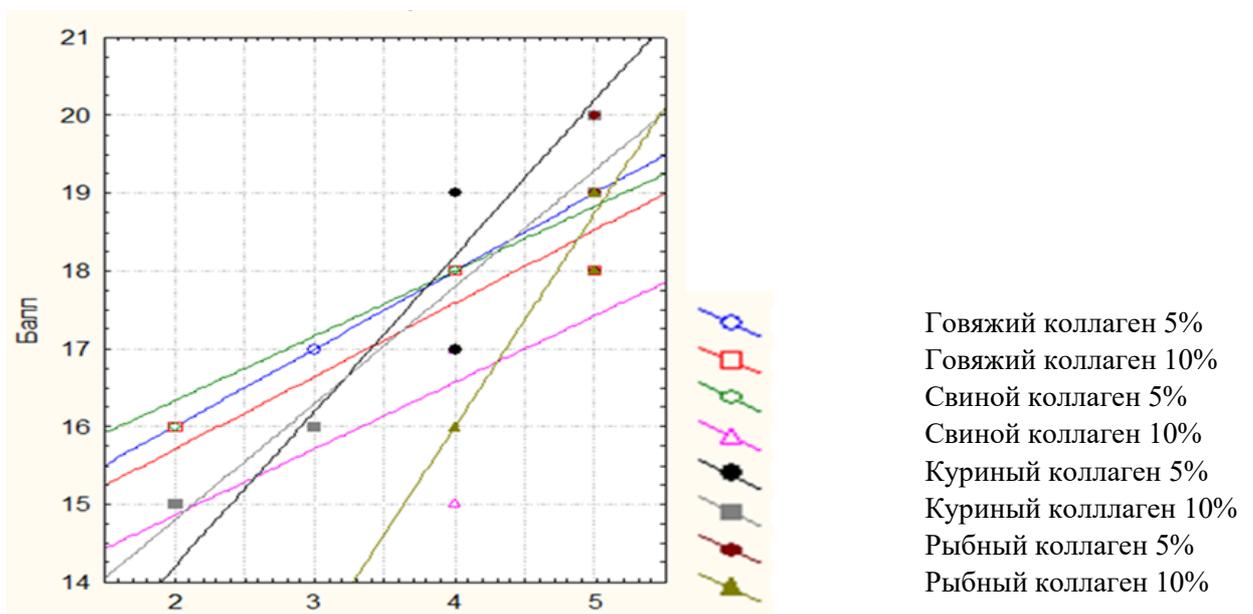


Рисунок 4.11 — Регрессионные линии органолептического параметра «Консистенция» от результирующего балла оценки дегустационной комиссии

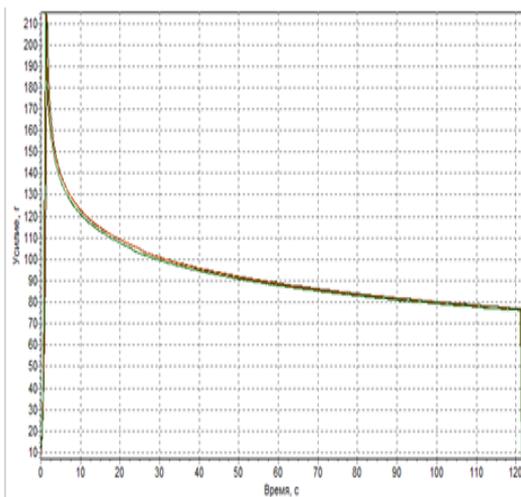
В результате проведённого статистического анализа данных органолептической оценки дегустационной комиссией получены результаты, представленные и опубликованные автором в работе [44]. На основании полученных результатов были проведены инструментальные исследования реологических характеристик модельных образцов продукции с использованием метода анализа профиля структуры (ТРА).

4.4. Изучение влияния вида коллагенов на структурно-механические свойства модельных образцов сметанных продуктов

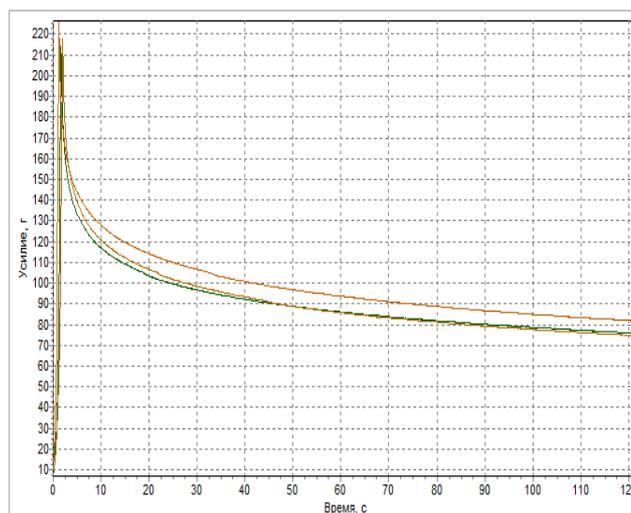
На следующем этапе выполнялись измерения структурных свойств исследуемых образцов на анализаторе «Структурометр СТ-2».

При органолептическом анализе качества молочных продуктов одним из наиболее важных показателей является консистенция. Структурно-механические или реологические свойства являются наиболее точными и чувствительными для её измерения. Вязкость — это величина, которая наиболее точно характеризует консистенцию продукта. Сметана относится к псевдопластическим жидкостям, и её динамическая вязкость зависит от скорости сдвигового напряжения и внутренней структуры продукта [115]. В связи с этим интересным представляется оценка консистенции сметаны и сметанного продукта с использованием анализатора «Структурометр СТ-2».

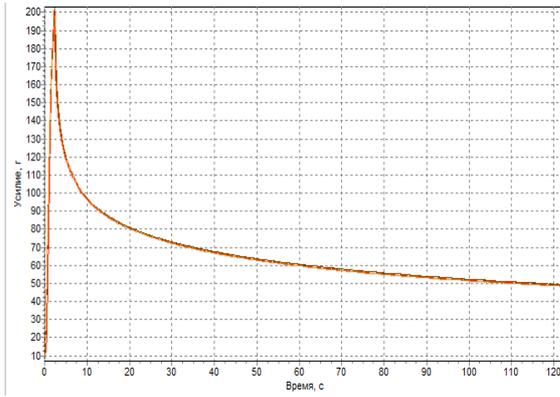
В результате проведённых измерений были получены следующие характеристические кривые процесса измерения усилия от времени по методике «Деформационный профиль и релаксация», представленные на рисунках 4.12–4.13.



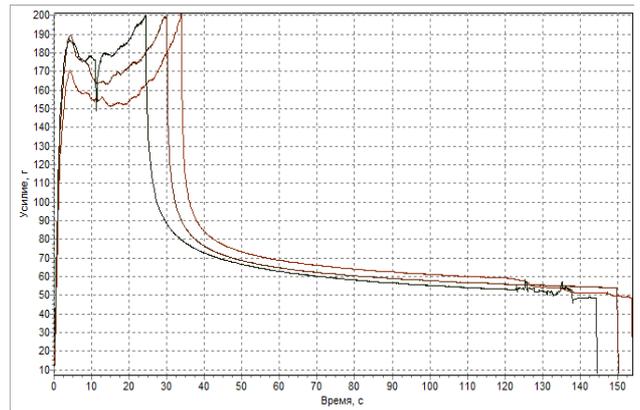
а



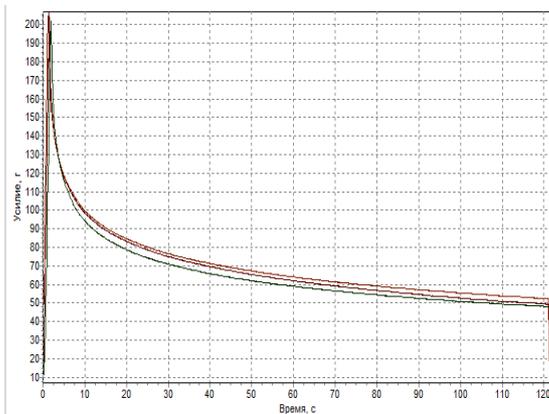
б



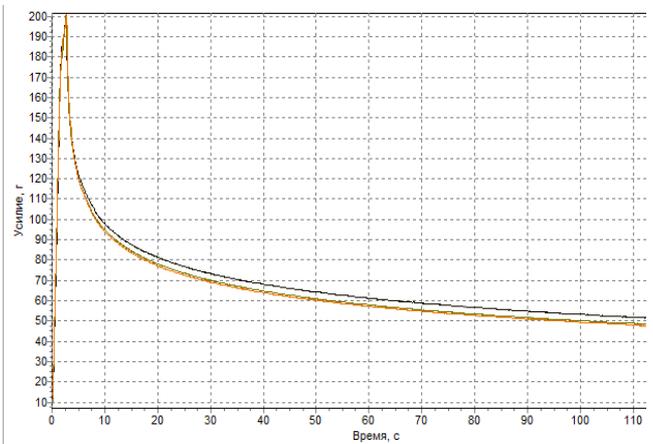
В



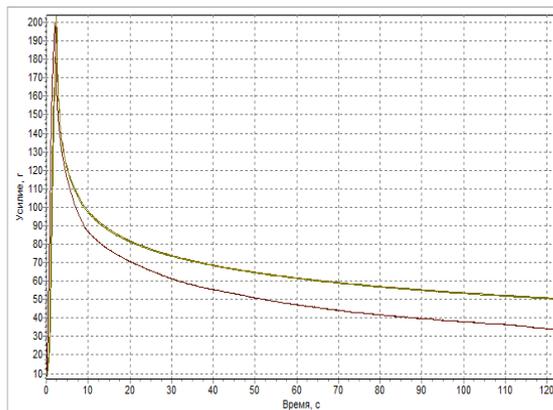
Г



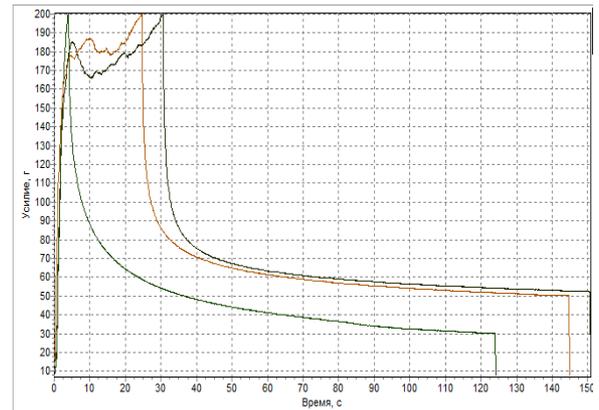
Д



е



Ж



З

Рисунок 4.12 — Характеристическая кривая процесса нагрузки, релаксации и снятия нагрузки с продукта коллагеном: а — куриный коллаген 5%, б — куриный коллаген 10%, в — свиной коллаген 5%, г — свиной коллаген 10%, д — рыбный коллаген 5%, е — рыбный коллаген 10%, ж — говяжий коллаген 5%, з — говяжий коллаген 10%

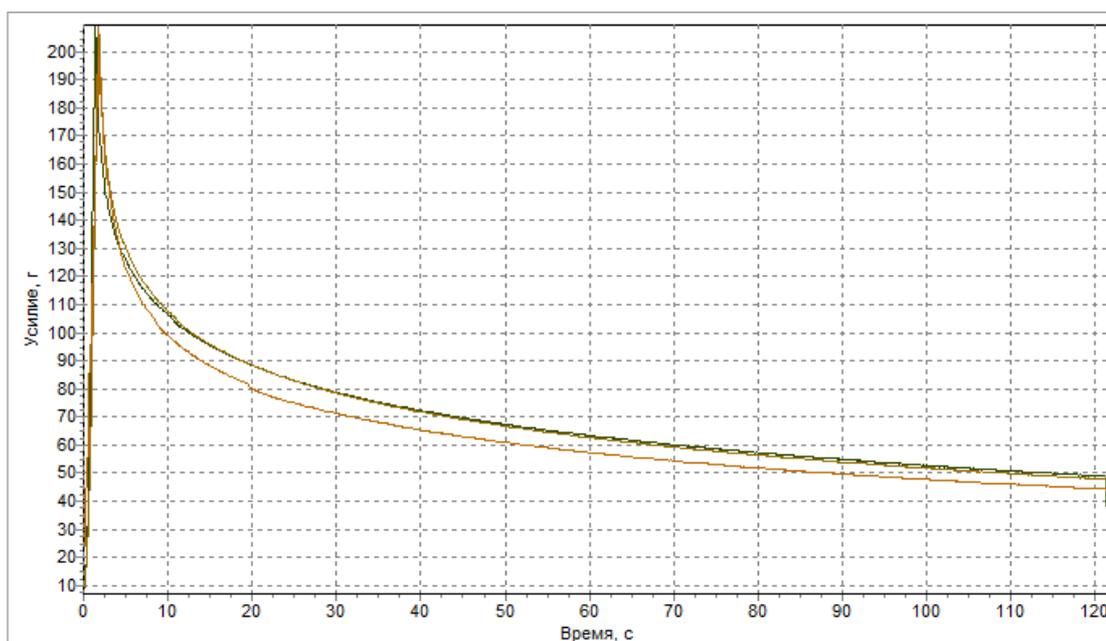


Рисунок 4.13 — Характеристическая кривая процесса нагрузки, релаксации и снятия нагрузки с продукта (кривых контрольного образца)

Как видно на представленных графиках, при равных условиях измерения некоторые образцы демонстрировали нестандартное поведение, образуя двойной пик максимального усилия. Данная особенность повлияла на значение параметра «пластическая деформация» для образцов сметанных продуктов, произведённых по рецептурам с говяжьим и свиным коллагенами в концентрации 10%. В результате измерений деформационного профиля и релаксационных характеристик продукта были получены средние значения структурно-механических показателей исследуемых образцов (таблица 4.9).

Таблица 4.9 — Структурно-механические свойства сметанных продуктов с коллагенами

Структурно-механический показатель	Название образца с коллагенами								
	Говяжий 5 %	Говяжий 10 %	Свиной 5 %	Свиной 10 %	Куриный 5 %	Куриный 10 %	Рыбный 5 %	Рыбный 10 %	Контроль
Общая деформация, $H_{\text{общ}}$, мм	1,128	9,852	1,18	14,68	0,672	0,758	0,716	1,342	0,815
Пластическая деформация, $H_{\text{пласт}}$, мм	0,973	9,73	0,987	14,552	0,523	0,634	0,553	1,117	0,659
Упругая деформация, $H_{\text{упр}}$, мм	0,155	0,121	0,193	0,128	0,149	0,124	0,163	0,225	0,156
Глубина релаксации, мм	155,03	155,83	151,20	150,50	123,50	122,63	150,17	151,97	153,1

При исследовании структурно-механических характеристик сметанного продукта установлено, что внесение коллагенов влияет на структурообразование и, соответственно, консистенцию. Исследуемые образцы сметанных продуктов имеют выраженную склонность к высоким пластическим свойствам и быстрой релаксации. Продукты подразделяются на две группы, одна из которых характеризуется повышенным соотношением быстро релаксирующего напряжения, что свидетельствует о более высоких пластических свойствах.

Установлено, что лучшими образцами опытной продукции являются сметанные продукты с добавлением рыбного и говяжьего коллагена в концентрации 5%. Установлено, что образцы сметанного продукта с добавлением свиного и говяжьего коллагена в концентрации 10% имеют склонность к вязкому течению.

Для визуализации данных деформационного профиля получена столбчатая диаграмма (рисунок 4.14).

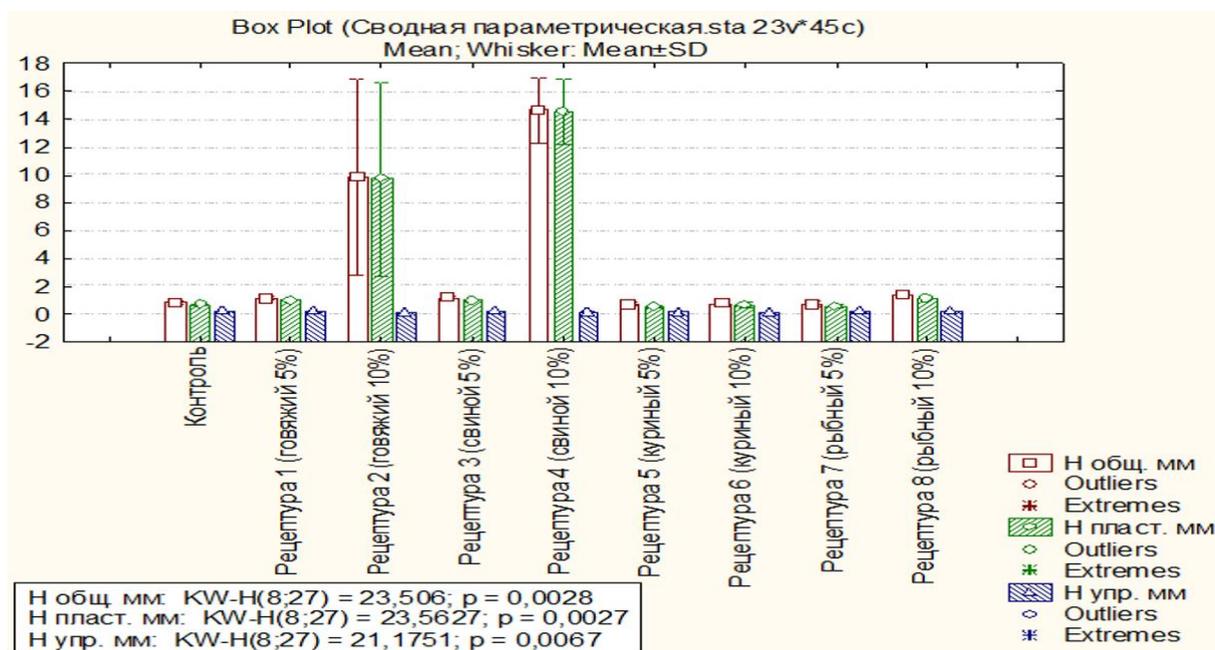
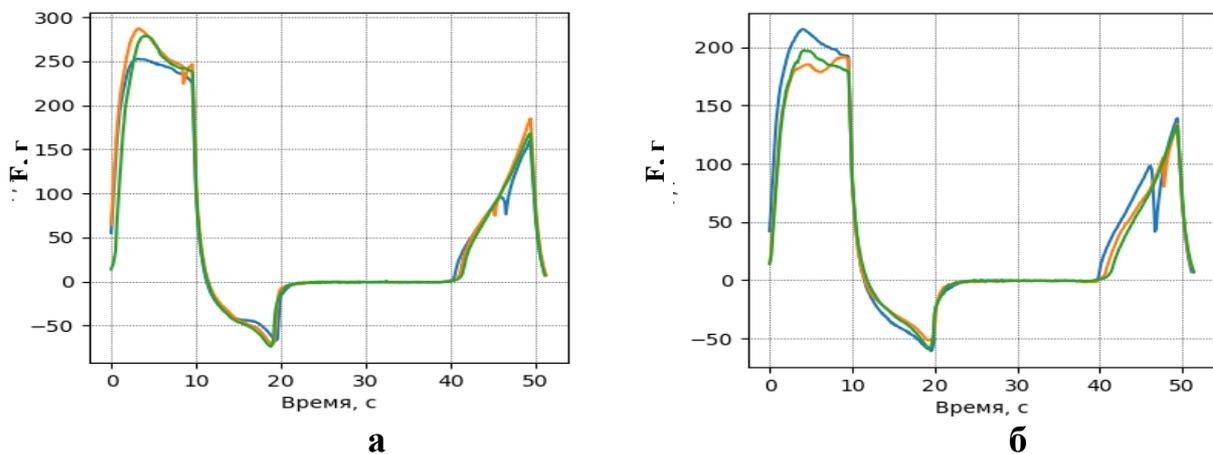
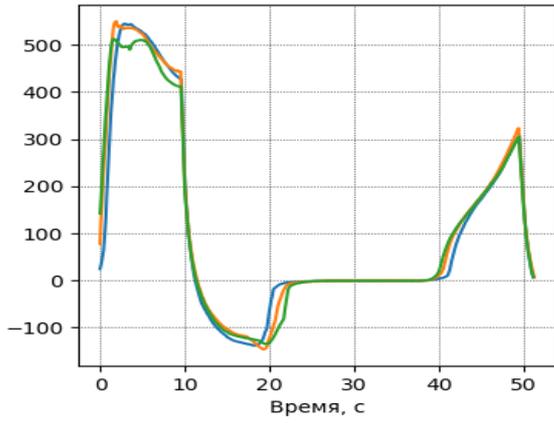


Рисунок 4.14 — Результаты оценки деформационного профиля
(Н_{общ} – общая деформация, Н_{пласт} – пластическая деформация, Н_{упр} – упругая деформация)

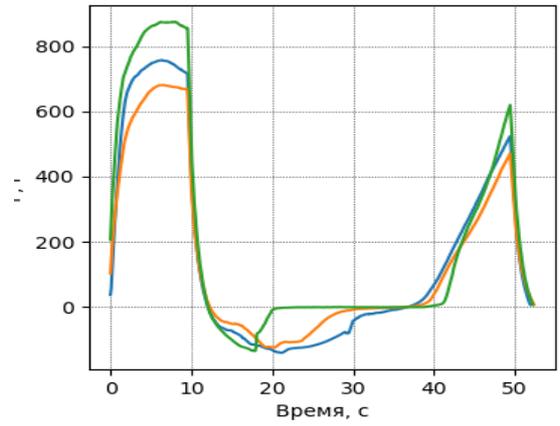
4.5. Исследование реологических профилей модельных образцов на базе метода Texture profile analyse

В результате проведенных при одинаковых условиях измерений деформационного профиля и релаксационных характеристик продукта получены характеристические кривые процесса нагружения, релаксации и снятия нагрузки. Важной задачей в процессе разработки новых видов пищевых продуктов является обеспечение заданных характеристик продукции во время производства. В результате внедрения международного стандарта для анализа органолептических характеристик структуры продуктов питания за рубежом возросла популярность метода ТРА (англ. Texture Profile Analysis — анализ профиля структуры) для определения комплекса показателей, таких как твёрдость, эластичность, когезия, стабильность, липкость [65]. В ходе измерения по методике ТРА были получены характерные графики изменения нагружения от времени (рисунок 4.15).

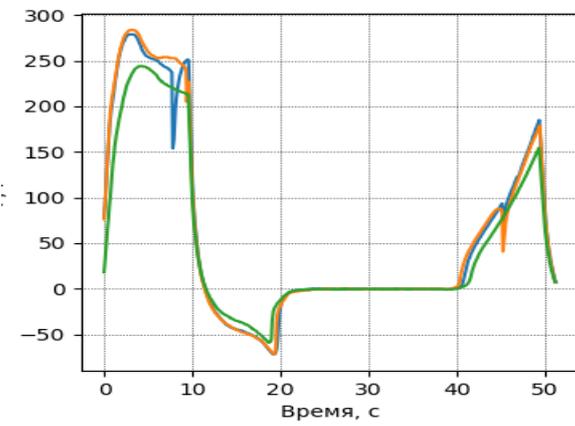




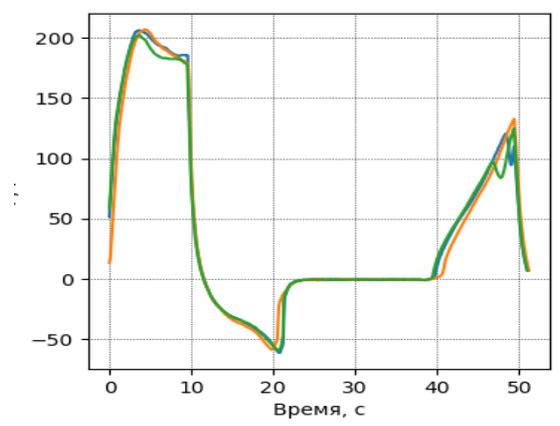
В



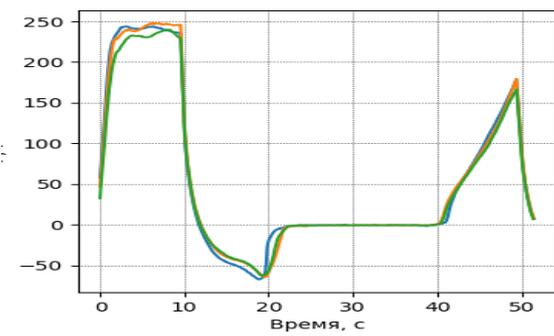
Г



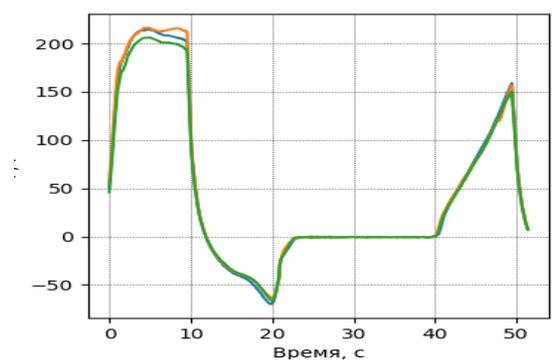
Д



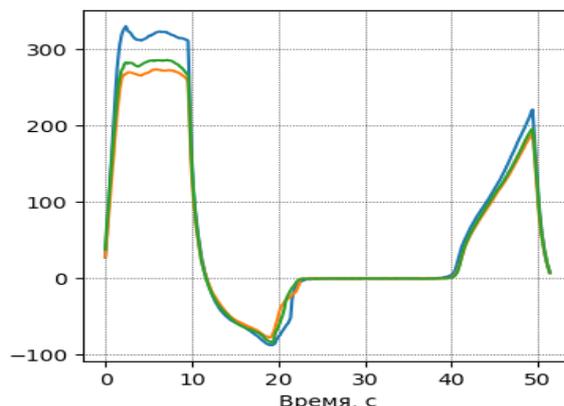
е



Ж



З



и

Рисунок 4.15 — Характеристические кривые усилия нагружения от времени при исследовании образцов сметанного продукта с коллагенами по методике ТРА: а — говяжий коллаген 5%, б — говяжий коллаген 10%, в — куриный коллаген 5%, г — куриный коллаген 10%, д — свиной коллаген 5%, е — свиной коллаген 10%, ж — рыбный коллаген 5%, з — рыбный коллаген 10%, и — контроль

Как видно по полученным кривым ТРА, большинство образцов при одинаковых условиях испытаний проявили склонность к вязкопластическому течению, что заметно по плато, возникающему у вершины первого пика. Показатель наибольшей твёрдости показала рецептура с куриным коллагеном.

Вычислены описательные статистики для данных методики ТРА (таблица 4.10). По полученным данным ТРА, большинство образцов при одинаковых условиях испытаний проявили склонность к вязкопластическому течению, что заметно по плато, возникающему у вершины первого пика. Показатель наибольшей твёрдости показала рецептура с куриным коллагеном.

Таблица 4.10 — Описательная статистика реологических параметров, вычисленных после обработки результатов измерений по методике ТРА

Показатель	Объём выборки	Значение	Сумма	Минимум	Максимум	Станд. отклонение	Станд. погрешность
Твёрдость, г/мм ²	27	34,2593	025,00	192,20	874,30	187,808	36,144
Упругость, %	27	94,7533	558,34	83,73	122,41	8,626	1,660

Когезия, %	27	39,1811	057,89	35,17	46,97	2,675	0,515
Устойчивость, %	27	3,9300	106,11	2,77	6,12	0,878	0,169
Пережевываемость, г/мм ²	27	29,4037	493,90	61,50	435,24	92,406	17,783
Липкость, г/мм ²	27	32,2841	571,67	73,45	355,56	79,955	15,387

На рисунке 4.16 приведено графическое представление реологических параметров образцов, измеренных по методике ТРА.

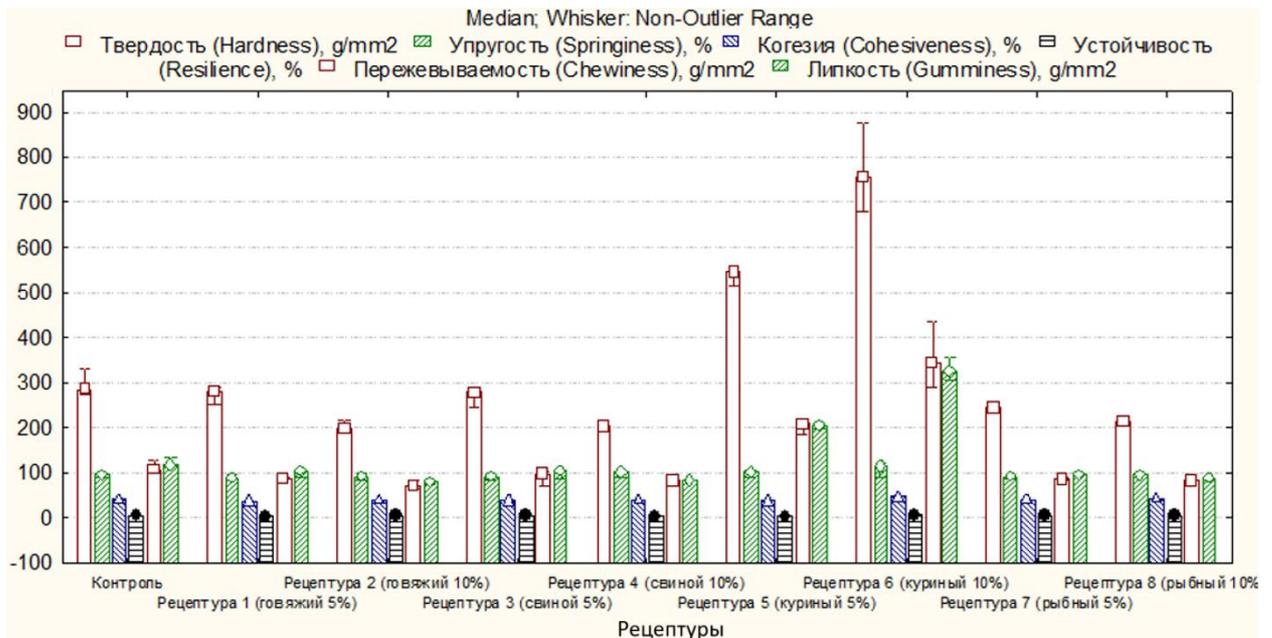


Рисунок 4.16 — Графическое представление реологических параметров, полученных с помощью методики ТРА: К — контроль, 1 — говяжий коллаген, 5%; 2 — говяжий коллаген, 10%; 3 — свиной коллаген, 5%; 4 — свиной коллаген, 10%; 5 — куриный коллаген, 5%; 6 — куриный коллаген, 10%; 7 — рыбный коллаген, 5%; 8 — рыбный коллаген, 10%.

По полученным данным ТРА, большинство образцов при одинаковых условиях испытаний проявили склонность к вязкопластическому течению. При сравнительной оценке полученных показателей опытных и контрольного образцов наиболее близкими к заданным значениям обладали образцы с 5-ти процентным содержанием говяжьего, свиного и рыбного коллагенов (образцы №1,3,7). Образец с 5-ти % содержанием куриного коллагена, несмотря на достаточно высокое значение показателя твердости, имел близкие к контрольному образцу значение показателей когезии, устойчивости и липкости. В соответствии с данными органолептической

оценки и результатами измерений деформационного профиля и релаксационных характеристик установлено, что лучшими образцами опытной продукции являются сметанные продукты с добавлением рыбного, куриного и говяжьего коллагена в концентрации 5%. Образец с внесением свиного коллагена был исключен как несоответствующий по показателю вкуса и запаха.

Для анализа зависимостей реологических характеристик продукта и оценок дегустационной комиссии произвели вычисление корреляционных зависимостей гамма (таблица 4.11).

Как видно из полученной таблицы, усреднённая оценка образца (Балл), данная дегустационной комиссией, испытывает прямое влияние реологических параметров: Общая деформация (-0,40), Пластическая деформация (-0,41), Когезия (Cohesiveness — TPA) (-0,31).

Таблица 4.11 — Оценка зависимостей показателя (балл) от реологических параметров (вычисляемых и измеренных)

Pair of Variables	Gamma Correlations (Сводная параметрическая.sta) MD pairwise deleted Marked correlations are significant at p <.05000		
	Gamma	Z	p-level
Балл & Н общ. мм	-0,40	-2,64	0,01
Балл & Н пласт. мм	-0,41	-2,71	0,01
Балл & Н упр. мм	0,28	1,86	0,06
Балл & Глубина реп. г	0,01	0,09	0,93
Балл & Твердость (Hardness), g/mm2	0,11	0,74	0,46
Балл & Упругость (Springiness), %	-0,24	-1,57	0,12
Балл & Когезия (Cohesiveness), %	-0,31	-2,04	0,04
Балл & Устойчивость (Resilience), %	-0,11	-0,71	0,48
Балл & Пережевываемость (Chewiness), g/mm2	-0,02	-0,11	0,91
Балл & Липкость (Gumminess), g/mm2	0,09	0,57	0,57
Балл & y0	-0,07	-0,44	0,66
Балл & A1	-0,09	-0,57	0,57
Балл & t1	-0,01	-0,07	0,95
Балл & A2	-0,28	-1,86	0,06
Балл & t2	0,07	0,44	0,66
Балл & A3	-0,13	-0,85	0,40
Балл & t3	-0,00	-0,02	0,98

Красным выделены параметры, связь между которыми наиболее статистически значима.

Анализируя зависимости параметров дегустационного анализа и реологические параметры, получили следующие данные (таблицы 4.12-4.14):

Таблица 4.12 — Влияние реологических параметров оценки деформационного профиля и релаксации

Gamma Correlations (Сводная параметрическая.sta) MD pairwise deleted Marked correlations are significant at $p < ,05000$				
Variable	Н общ. мм	Н пласт. мм	Н упр. мм	Глубина рел. г
Вкус и запах	-0,39	-0,39	0,17	0,04
Внешний вид	-0,19	-0,20	0,25	-0,60
Консистенция	-0,33	-0,34	0,25	0,22
Цвет	0,28	0,28	-0,04	-0,10

Таблица 4.13 — Влияние реологических параметров оценки образцов по методике ТРА

Gamma Correlations (Сводная параметрическая.sta) MD pairwise deleted Marked correlations are significant at $p < ,05000$						
Variable	Твердость (Hardness), g/mm ²	Упругость (Springiness), %	Когезия (Cohesiveness), %	Устойчивость (Resilience), %	режевываемость (Chewiness), g/mm ²	Липкость (Gumminess), g/mm ²
Вкус и запах	0,20	-0,17	-0,36	-0,25	0,07	0,18
Внешний вид	0,22	0,09	-0,45	-0,30	0,11	0,14
Консистенция	0,00	-0,24	-0,11	0,11	-0,08	0,03
Цвет	-0,44	-0,44	0,16	0,20	-0,44	-0,40

Таблица 4.14 — Влияние вычисляемых реологических параметров исследования процесса релаксации образцов

Gamma Correlations (Сводная параметрическая.sta) MD pairwise deleted Marked correlations are significant at $p < ,05000$							
Variable	y0	A1	t1	A2	t2	A3	t3
Вкус и запах	-0,13	0,01	-0,16	-0,28	0,15	0,05	0,00
Внешний вид	0,55	-0,11	0,15	-0,16	-0,12	-0,15	-0,16
Консистенция	-0,26	-0,08	-0,00	-0,25	0,10	-0,14	0,01
Цвет	0,32	-0,12	0,40	0,40	-0,40	-0,32	0,12

Таким образом видно, что органолептические показатели, влияющие на результирующий балл, присваиваемый дегустационной комиссией продукту, зависят от следующих реологических параметров:

- Консистенция — Общая деформация (-0,33), Пластическая деформация (-0,34);
- Вкус и запах — Общая деформация (-0,39), Пластическая деформация (-0,39), Когезия (Cohesiveness — ТРА) (-0,36);
- Внешний вид — Глубина релаксации (-0,60), Когезия (Cohesiveness — ТРА) (-0,45), Общее нормальное механическое напряжение (y0) (0,55).

По полученным данным о зависимостях выполнили построение ящичных диаграмм и дисперсионный анализ избранных реологических параметров (рисунки 4.16–4.21).

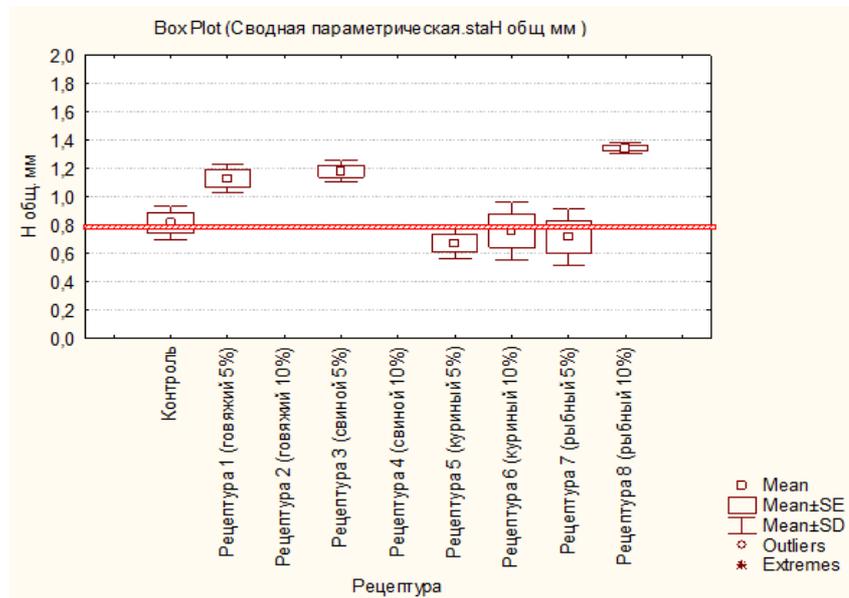


Рисунок 4.17 — Ящичная диаграмма реологического параметра «Общая деформация»

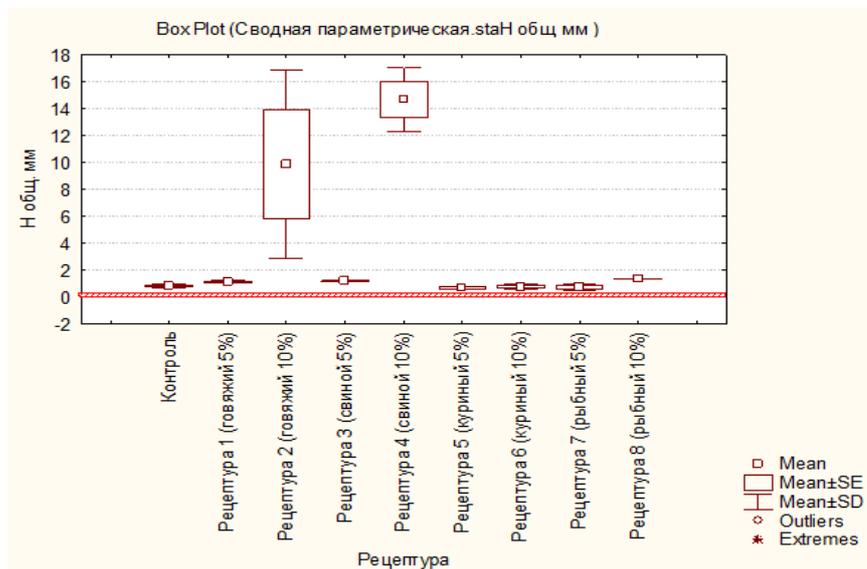


Рисунок 4.18 — Ящичная диаграмма реологического параметра «Общая деформация»

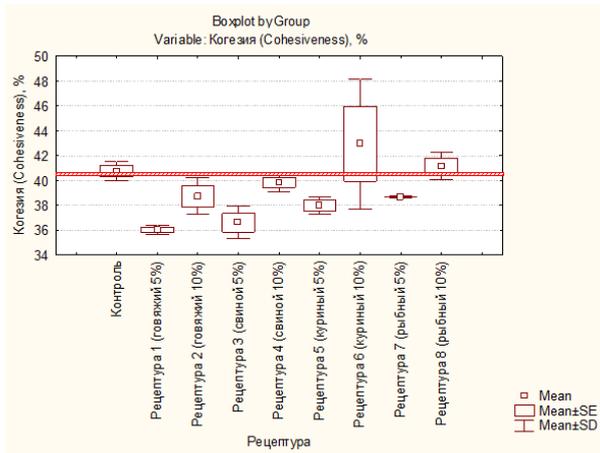


Рисунок 4.19 — Ящичная диаграмма реологического параметра «Когезия (Cohesiveness — TRA)»

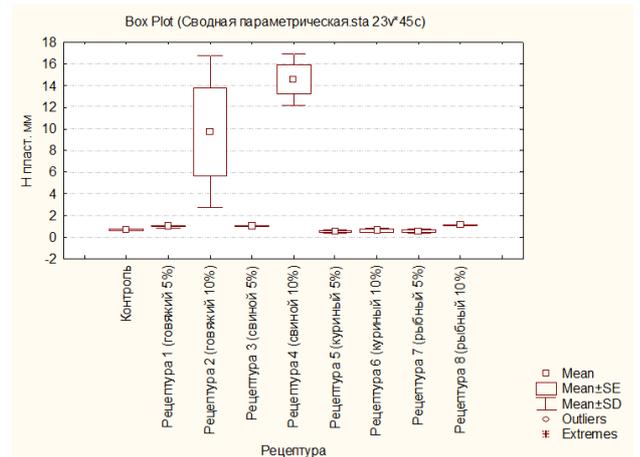


Рисунок 4.20 — Ящичная диаграмма реологического параметра «Пластическая деформация»

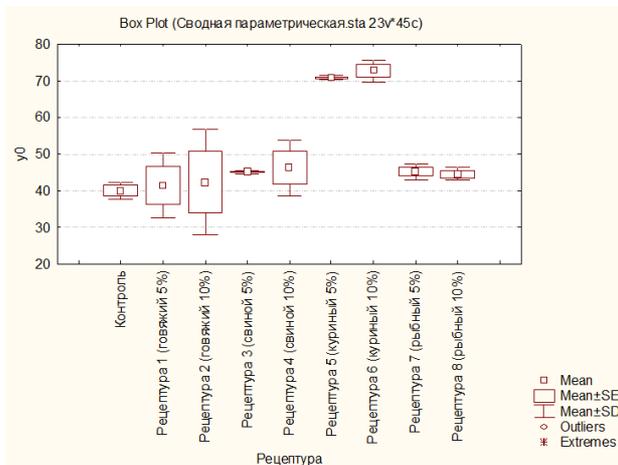


Рисунок 4.21 — Ящичная диаграмма реологического параметра «Общее нормальное механическое напряжение (y_0)»

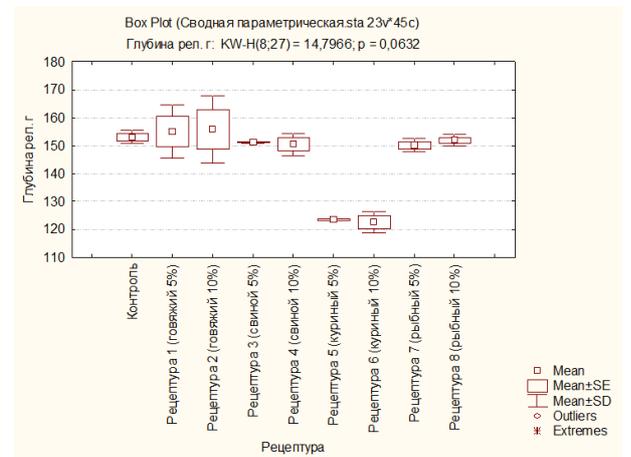


Рисунок 4.22 — Ящичная диаграмма реологического параметра «Глубина релаксации»

Для обеспечения заданных реологических характеристик готовых сметанных продуктов с коллагенами дана их классификация по структурно-механическому типу с использованием диаграммы (рисунок 4.23). В ходе обработки результатов измерений релаксационных характеристик использовали программный пакет Origin. Ее построение основывается на том, что описание процесса релаксации механических напряжений в готовых сметанных продуктах осуществляется с использованием двух экспонент и одного свободного члена. Анализ релаксационных кривых основан на обобщенной модели Максвелла, представляющей экспоненту релаксации в виде суммы нескольких экспонент:

$$Y(t) = K_1 \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_1}\right) + K_2 \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_2}\right) + \dots = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_i}\right),$$

где $Y(t)$ — функция релаксации, t — текущее время;

k_i и T_i — константы, зависящие от структурно-механических свойств исследуемого образца.

Выделяют несколько констант релаксации пищевых сред: k_1 — доля быстрой релаксации напряжений; k_2 — доля длительной релаксации напряжений; k_3 — доля остаточной релаксации [194].

Порядок статистической обработки и расчёт коэффициентов уравнения, описывающих аппроксимированную кривую, представлен в публикации автора [41].

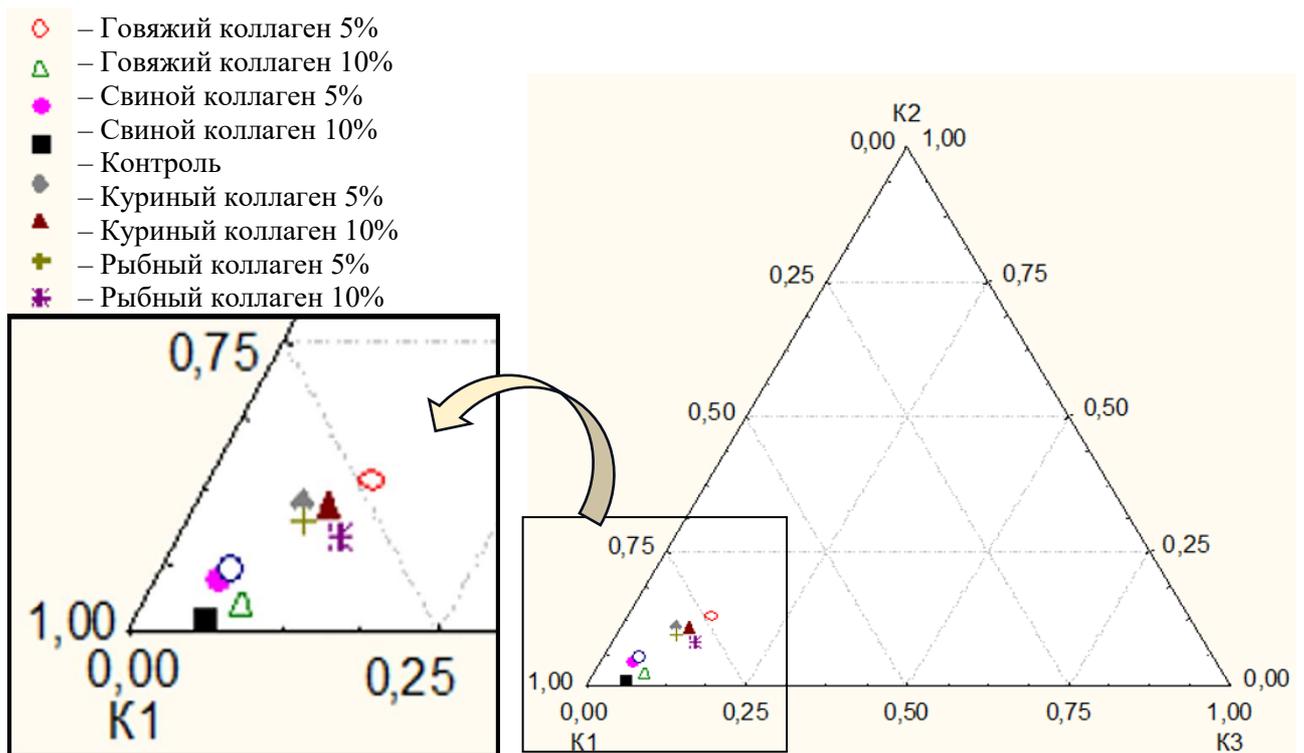


Рисунок 4.23 — Диаграмма структурно-механического типа для сметанных продуктов с добавлением коллагена

Анализ диаграммы показал, что опытные образцы сметанных продуктов № 1,6,8 соответствовали показателям контрольного образца и

имели выраженную склонность к высоким пластическим свойствам и быстрой релаксации (K_1).

На приведённой диаграмме образцы сметанных продуктов с коллагенами имеют выраженную склонность к высоким пластическим свойствам и быстрой релаксации (K_1). Продукты подразделяются на две группы, одна из которых характеризуется повышенным соотношением быстро релаксирующего напряжения, что свидетельствует о более высоких пластических свойствах.

Для выявления оптимального параметра инструментальной оценки пригодности экспериментального образца продукции провели регрессионный анализ (таблица 4.15).

Таблица 4.15 — Результаты регрессионного анализа

Regression Summary for Dependent Variable: Балл (Сводная параметрическая.sta)						
R= ,64274486 R ² = ,41312095 Adjusted R ² = ,36421437						
F(2,24)=8,4471 p<,00167 Std.Error of estimate: ,29906						
N=27	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(24)	p-level
Intercept			6,94	0,86	8,05	0,00
H пласт. мм	-0,47	0,16	-0,03	0,01	-3,00	0,01
Когезия (Cohesiveness), %	-0,44	0,16	-0,06	0,02	-2,83	0,01

Уровень значимости полученной модели составляет 0,001669, что меньше 0,05. Таким образом, модель построена верно.

Для проверки корректности полученной модели выполнили оценку нормальности распределения остатков (рисунок 4.24). Как видно на построенном графике, значения остатков не имеют выраженных отклонений от прямой теоретического нормального распределения — гипотеза о нормальности распределения остатков не отклоняется.

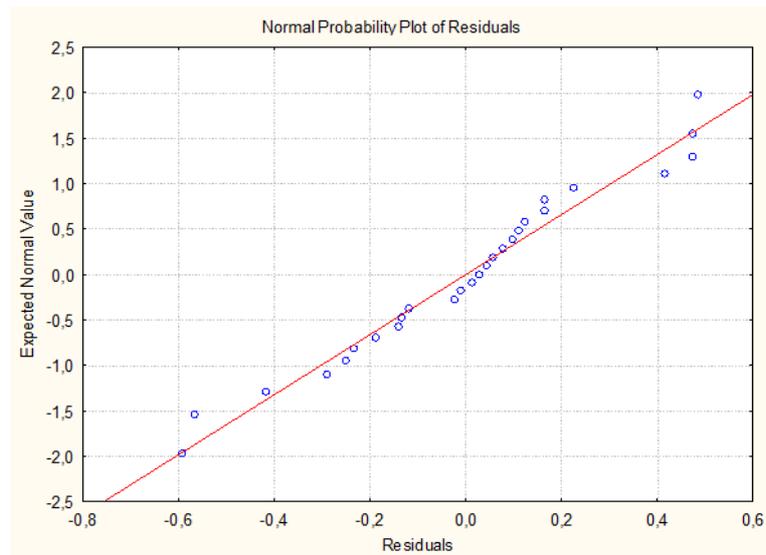


Рисунок 4.24 — Оценка нормальности распределения остатков

Затем выполнили оценку зависимости остатков от прогнозируемых данных модели (рисунок 4.25).

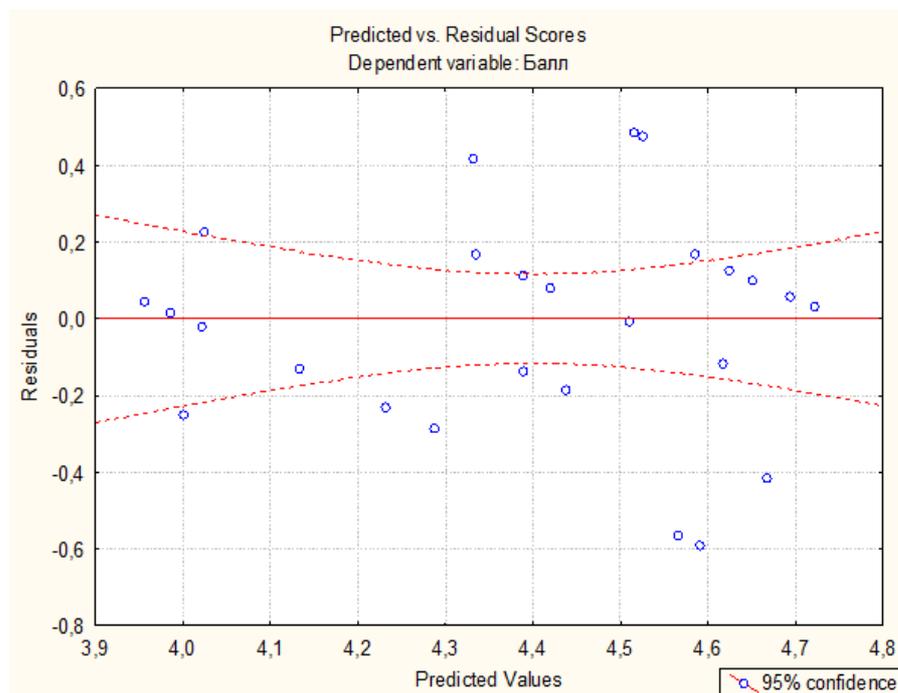


Рисунок 4.25 — Оценка зависимости остатков от прогнозируемых данных модели

Получено следующее регрессионное уравнение модели:

$$\text{Балл} = 6,94 - 0,03 * \text{Н пласт.} - 0,06 * \text{Когезия (Cohesiveness — TPA)}.$$

Используя предложенные модели, можно, опираясь на результаты инструментального реологического анализа продукта, прогнозировать балл дегустационной комиссии: как общий, так и по отдельным органолептическим параметрам.

Рассматривая гипотезу о статистически значимом отличии образцов сметанного продукта с добавлением говяжьего и рыбного коллагена в концентрации 5%, проверили инструментальные показатели когезии и пластической деформации, используя критерий Краскела-Уоллиса (таблица 4.16).

Таблица 4.16 — критерий Краскела-Уоллиса

Критерий Краскела Уоллиса	
Пластическая деформация	p-level
Контроль и рецептура с добавлением коллагена говяжьего 5%	0.046
Контроль и рецептура с добавлением коллагена рыбного 5%	0.506
Когезия	
Контроль и рецептура с добавлением коллагена говяжьего 5%	0.049
Контроль и рецептура с добавлением коллагена рыбного 5%	0.049

В результате проведённого реологического исследования промышленных образцов были получены реологические параметры, измеренные по методикам ТРА, и деформационный профиль.

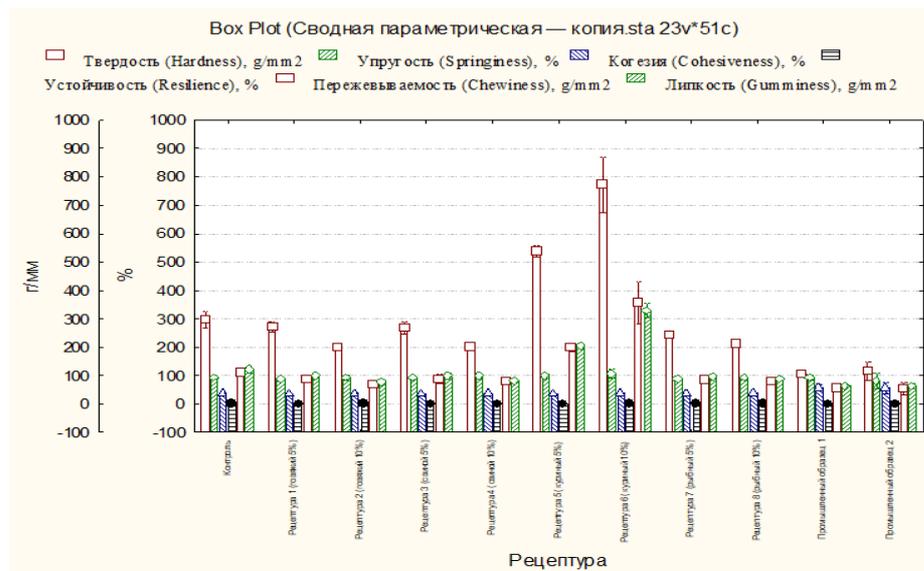


Рисунок 4.26 — Сравнение реологических параметров ТРА образцов исследования и промышленных образцов

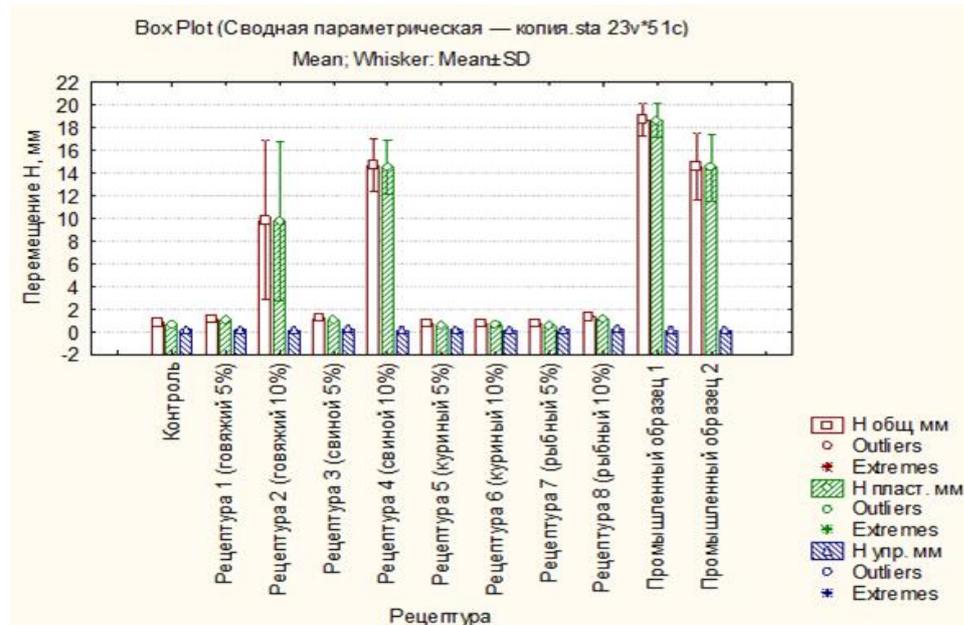


Рисунок 4.27 — Сравнение реологических параметров деформационного профиля образцов исследования и промышленных образцов

Как видно на приведённых графиках, промышленные образцы отличаются пониженной твёрдостью, повышенной когезией. Методика оценки деформационного профиля показывает повышенную общую и пластическую деформацию, схожую с параметрами рецептуры 2, 4 (свиной и говяжий 10%).

Используя полученное ранее уравнение регрессии, произведём вычисление интегральной оценки дегустационной комиссии — «Балл» для промышленных образцов 1,2 (рисунок 4.28).

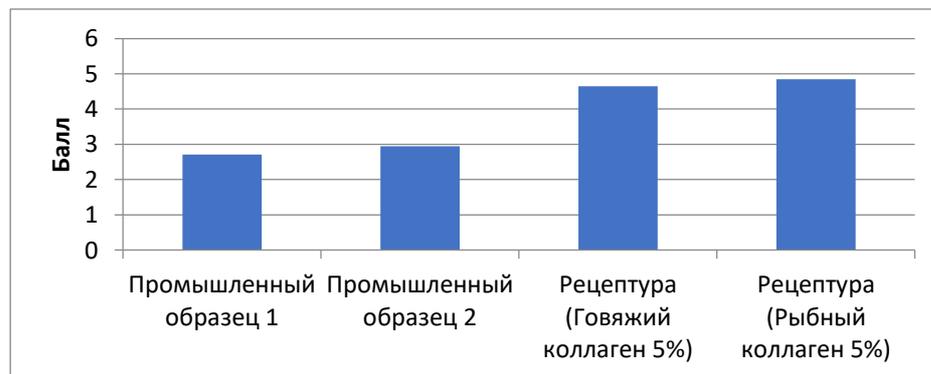


Рисунок 4.28 — Интегральная оценка дегустационной комиссии — «Балл» для промышленных образцов

Как видно, «Балл» дегустационной комиссии для промышленных образцов 1, 2 составляет 2.7 и 2.9 соответственно. Полученный балл

существенно ниже балла образцов, признанных наиболее успешными по результатам исследования.

По полученным данным, большинство образцов при одинаковых условиях испытаний проявили склонность к вязкопластическому течению. При сравнительной оценке полученных показателей опытных и контрольного образцов наиболее близкими к заданным значениям обладали образцы с 5-ти процентным содержанием говяжьего, свиного и рыбного коллагенов (образцы №1,3,7). Образец с 5-ти % содержанием куриного коллагена, несмотря на достаточно высокое значение показателя твердости, имел близкие к контрольному образцу значение показателей когезии, устойчивости и липкости. В соответствии с данными органолептической оценки и результатами измерений деформационного профиля и релаксационных характеристик установлено, что лучшими образцами опытной продукции являются сметанные продукты с добавлением рыбного, куриного и говяжьего коллагена в концентрации 5%. Образец с внесением свиного коллагена был исключен как несоответствующий по показателю вкуса и запаха.

ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СМЕТАННОГО ПРОДУКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

5.1. Интегральная оценка сбалансированности сметанных продуктов с коллагенами

Улучшение производства и состава молочных продуктов является приоритетной задачей производителей и имеет важное значение для повышения качества продукции. Разработка рецептуры сметанного продукта проведена на основе анализа комплекса требований к его качественным показателям. Это включает в себя соответствие определенным требованиям, изложенным в ТР ТС 033/2013, развитие рынка и запроса потребителей, выявленных в ходе анализа рынка, социологических исследований и квалитетического прогнозирования. Также необходимо учесть целевые показатели качественного состава сметанного продукта с коллагенами, установленные при создании матрицы потребительских запросов, что обеспечивает удовлетворенность потребителей и конкурентоспособность продукта.

Проектирование нового вида продукта осуществлялось с применением программы Microsoft Excel с надстройкой «Поиск решения». Выполнена математическая постановка задачи поиска оптимальной рецептуры.

Дано: имеется набор ингредиентов, представленного кортежами $Z(i)$;

$$Z(i) = \langle z(i,j) \rangle \quad i=1,7; \quad j=1,16,$$

где $z(i,1)$ – наименование i -го ингредиента,

$z(i,2)$ - количество белков(г) в 100 г i -го ингредиента,

$z(i,3)$ - количество жиров(г) в 100 г i -го ингредиента,

$z(i,4)$ -количество углеводов(г) в 100 г i -го ингредиента,

$z(i,5)$ - количество калорий (Ккал) в 100 г i -го ингредиента,

$z(i,6)$ - количество С(мг) в 100 г i -го ингредиента,

$z(i,7)$ - количество D (мкг) в 100 г i -го ингредиента,

$z(i,8)$ - количество Ca(мг) в 100 г i -го ингредиента,
 $z(i,9)$ - количество Si(мг) в 100 г i -го ингредиента,
 $z(i,10)$ - количество Mg(мг) в 100 г i -го ингредиента,
 $z(i,11)$ - количество P (мг) в 100 г i -го ингредиента,
 $z(i,12)$ - количество Zn(мкг) в 100 г i -го ингредиента,
 $z(i,13)$ - количество Mn(мг) в 100 г i -го ингредиента,
 $z(i,14)$ - количество Cu(мкг) в 100 г i -го ингредиента,
 $z(i,15)$ - количество Se(мкг) в 100 г i -го ингредиента,
 $z(i,16)$ - стоимость (руб.) 100 г i -го ингредиента,

Компоненты от $z(i,2)$ до $z(i,15)$ будем называть нутриентами. Требуется определить состав, массой 100 г. в виде вектора:

$$\mathbf{X} = \langle x(i) \rangle,$$

где $x(i)$ – доля (%) i -го ингредиента в рецептуре.

Количество каждого j -го нутриента в рецептуре $Z_k(j)$ определяется по формуле:

$$Z_k(j) = \sum_{i=1}^7 z(i, j) * x(i) / 100 \quad i=2,15$$

По каждой компоненте вектора \mathbf{X} задаются ограничения:

$$X_{\min}(i) \leq x(i) \leq X_{\max}(i) \quad i=1,7 \quad (1)$$

где $X_{\min}(i)$, $X_{\max}(i)$ – соответственно минимально допустимое и максимально допустимое участие в купаже i -го ингредиента.

По каждому нутриенту рецептуры также задаются диапазоны допустимых значений:

$$Z_{k\min}(j) \leq Z_k(j) \leq Z_{k\max}(j) \quad j=2,15 \quad (2)$$

На вектор \mathbf{X} задается ограничение:

$$\sum x(i) = 100 \quad (3)$$

Вектор \mathbf{X} будем называть допустимым решением, если он удовлетворяет соотношениям (1)-(3).

Оптимальным решением будем называть допустимый вектор X минимизирующий критерий Q :

$$Q = \sum_{I=1}^7 Z(i, 16)$$

Таким образом, среди допустимых решений ищется решение, минимизирующее стоимость рецептуры.

Определены параметры аминокислотной сбалансированности суммарного белка (C_{\min} , показатель утилитарности, показатель сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот).

Первый этап — расчёт химического состава сметанных продуктов по ингредиентам (рисунок 5.1–5.2).

Таблица 1. Химический состав продуктов				
	Закуска	Коллаген говяжий	Сливки	
1				
2				
3				
4				
5	белок г/100г	8,0	94,0	2,4
6	жир г/г	0,0	0,0	0,0
7	сахар г/г	0,0	0,0	0,0
8	валлин	45,000	2320,000	201,000
9	треонин	41,8000	1450,000	163,000
10	лейцин	62,7000	2930,000	267,000
11	метионин	53,9000	3620,000	203,000
12	истеонин	16,000	845,000	73,000
13	треонин	30,1000	1840,000	137,000
14	валин	10,00	81,5000	43,000
15	фенилаланин	30,1000	1940,000	145,000
16	сум НЛ	289,600	15026,500	1232,000
17	аланин	0,0223	9,040	0,090
18	аргинин	0,0242	8,070	0,000
19	аспарагин	0,0479	5,890	0,204
20	аскл	0,0217	0,700	0,070
21	гистидин	0,0129	22,900	0,058
22	глутамин	0,1249	10,600	0,605
23	пролин	0,0721	13,500	0,309
24	гидроксипролин	0,0000	11,800	0,000
25	серилин	0,0000	0,050	0,000
26	аскл	0,0387	3,460	0,133
27	тирозин	0,0337	0,725	0,155
28	цистин	0,007	0,141	0,027
29	сум заменим	0,405	86,882	1,70
30	жир г/100г	0,0	0,0	10,0
31	сум НЖК	0,0	0,00	5,80
32	сум МНЖК	0,000	0,00	3,01
33	сум ПНЖК	0,0000	0,00	0,47
34	в т.ч. линолевая	0,0000	0,0	0,011
35	Na	50,28	0,670	41,0
36	K	146,14	0,230	124,0
37	Ca	120,28	0,490	90,0
38	Mg	14,14	0,007	10,0
39	P	90,8	0,051	83,0
40	Zn	0,0	0,900	0,0
41	Fe	0,1	0,005	0,1
42	A	11,7	380,0	0,005
43	бетакаротин	0,001	0,0	0,005
44	VE	0,04	0,40	0,020
45	VE2	0,157	0,48	0,100
46	VE1	0,884	3,6	0,900
47	C	1,2	18,0	0,500
48	углевода	6,0	0,1	4,5
49	сум жидк	0,3	0,0	0,2
50	жир			
51	калорийность	276,0	380,0	118,0
52	ккал/100г			

Рисунок 5.1 — Расчёт химического состава сметанного продукта с ГОВЯЖЬИМ КОЛЛАГЕНОМ

	A	B	C	D	E
1	Таблица 1. Химический состав продуктов				
2					
3		Закваска	Коллаген	Сливки	
4			куриный		
5		белок г/100г	8,0	94,0	2,8
6		казеин г/л	0,0	0,0	0,0
7		сыворог	0,0	0,0	0,0
8		белки г/л			
8	исходные микроэлементы мг/100г	валли	45,000	2430,000	201,000
9		птолейфин	41,8000	1760,000	163,000
10		лейфин	62,7000	3000,000	267,000
11		валин	53,9000	3800,000	203,000
12		метионин	16,000	1240,000	73,000
13		треонин	30,1000	2260,000	137,000
14		триптофан	10,00	81,5000	43,000
15		фенилаланин	30,1000	2230,000	145,000
16		сум. НА	289,600	16801,500	1232,000
17		аланин	0,0223	9,140	0,099
18		аргинин	0,0242	8,010	0,008
19		аспаргин	0,0479	5,510	0,204
20		гистидин	0,0217	0,810	0,078
21		глицин	0,0129	23,410	0,058
22	глутамин	0,1249	10,240	0,605	
23	пролин	0,0721	11,860	0,309	
24	гидроксипролин	0,0000	10,140	0,000	
25	орнитин	0,0000	0,050	0,000	
26	серин	0,0387	2,860	0,173	
27	тирозин	0,0337	0,730	0,155	
28	цистин	0,007	0,141	0,027	
29	сум. зам.ам	0,405	82,901	1,70	
30	жир г/100г	0,0	0,0	10,0	
31	сум. НЖК	0,0	0,00	5,80	
32	сум. МНЖК	0,000	0,00	3,03	
33	сум. ПНЖК	0,0000	0,00	0,47	
34	в т.ч. Линолевая	0,0000	0,0	0,011	
35	минеральные в-ва мг/100г	Na	50,28	0,330	41,0
36		K	146,14	40,190	124,0
37		Ca	120,28	452,000	90,0
38		Mg	14,14	53,610	10,0
39		P	90,8	143,440	83,0
40		Zn	0,0	10,410	0,0
41		Fe	0,1	5,790	0,1
42		A	11,7	380,0	0,065
43		бетакаротин	0,001	0,0	0,065
44		В1	0,04	0,40	0,030
45	В2	0,157	0,48	0,100	
46	ВР	0,884	3,6	0,900	
47	С	1,2	18,0	0,500	
48	углеводы г/100г	углеводы	6,0	0,3	4,5
49		орг.кисл.	0,3	0,0	0,2
50		энергетичность	276,0	380,0	118,0
51					

а

	A	B	C	D	E
1	Таблица 1. Химический состав продуктов				
2					
3		Закваска	Коллаген	Сливки	
4			рыбий		
5		белок г/100г	8,0	94,0	2,8
6		казеин г/л	0,0	0,0	0,0
7		сыворог	0,0	0,0	0,0
8		белки г/л			
8	исходные микроэлементы мг/100г	валли	45,000	4600,000	201,000
9		птолейфин	41,8000	3720,000	163,000
10		лейфин	62,7000	6480,000	267,000
11		валин	53,9000	7800,000	203,000
12		метионин	16,000	2810,000	73,000
13		треонин	30,1000	2840,000	137,000
14		триптофан	10,00	420,0000	43,000
15		фенилаланин	30,1000	3120,000	145,000
16		сум. НА	289,600	31790,000	1232,000
17		аланин	0,0223	5,770	0,099
18		аргинин	0,0242	5,120	0,008
19		аспаргин	0,0479	7,790	0,204
20		гистидин	0,0217	2,250	0,078
21		глицин	0,0129	6,350	0,058
22	глутамин	0,1249	12,800	0,605	
23	пролин	0,0721	13,500	0,309	
24	гидроксипролин	0,0000	1,110	0,000	
25	орнитин	0,0000	0,450	0,000	
26	серин	0,0387	1,970	0,173	
27	тирозин	0,0337	1,990	0,155	
28	цистин	0,007	0,680	0,027	
29	сум. зам.ам	0,405	59,780	1,70	
30	жир г/100г	0,0	0,0	10,0	
31	сум. НЖК	0,0	0,00	5,80	
32	сум. МНЖК	0,000	0,00	3,03	
33	сум. ПНЖК	0,0000	0,00	0,47	
34	в т.ч. Линолевая	0,0000	0,0	0,011	
35	минеральные в-ва мг/100г	Na	50,28	0,670	41,0
36		K	146,14	0,230	124,0
37		Ca	120,28	0,490	90,0
38		Mg	14,14	0,007	10,0
39		P	90,8	0,051	83,0
40		Zn	0,0	0,900	0,0
41		Fe	0,1	0,005	0,1
42		A	11,7	380,0	0,065
43		бетакаротин	0,001	0,0	0,065
44		В1	0,04	0,40	0,030
45	В2	0,157	0,48	0,100	
46	ВР	0,884	3,6	0,900	
47	С	1,2	18,0	0,500	
48	углеводы г/100г	углеводы	6,0	0,3	4,5
49		орг.кисл.	0,3	0,0	0,2
50		энергетичность	276,0	380,0	118,0
51					

б

Рисунок 5.2 — Расчёт химического состава сметанного продукта с коллагенами: а — куриный коллаген, б — рыбный коллаген (рабочее окно программы Excel)

Далее была составлена таблица детального расчёта рецептуры по ингредиентам с помощью формул посредством мастера функции (рисунок 5.3–5.5).

Таблица 2. Расчет рецепта					
	Закваска	Коллаген говяжий	Сливки		
кол-во, кг	4	6	90	рецепт	
Белок г/100г	320,00	5640,00	2340,00	83,00	кг
казеин г/л	0,00	0,00	0,00	0,00	
сыворот	0,00	0,00	0,00	0,00	кг
Белки г/л	0,00	0,00	0,00	0,00	
валин	1800,00	139200,00	180900,00	321,90	г
изолейцин	1672,00	87000,00	148700,00	235,27	
лейцин	2508,00	175800,00	240300,00	418,21	
лизин	2156,00	217200,00	182700,00	402,06	
метионин	640,00	50700,00	65700,00	117,04	
треонин	1204,00	110400,00	123300,00	234,90	
триптофан	400,00	4890,00	38700,00	43,99	
фенилаланин	1204,00	116400,00	130500,00	248,10	
сум. НА мг/100г	11584,00	901590,00	1108800,00	2021,97	
аланин	0,89	542,40	89,10	6,32	
аргинин	0,97	484,20	0,00	4,83	
аспарагин кислот	1,92	353,40	183,60	5,39	
гистидин	0,87	42,36	63,00	1,06	
глутамин	0,52	1374,00	52,20	14,27	
глутамин кислот	5,00	636,00	544,50	11,85	
пролин	2,88	810,00	278,10	10,91	
гидроксипролин	0,00	708,00	0,00	7,08	
серилин	0,00	3,00	0,00	0,03	
серин	1,55	207,60	155,70	3,62	
тирозин	1,35	43,50	139,50	1,84	
цистин	0,28	8,46	24,30	0,33	
сум. зам. ам. мг/100г	16,22	5212,92	1530,00	67,59	кг
жир г/100г	0,00	0,00	9000,00	90,00	
сум. НЖК г/100г	0,00	0,00	5220,00	52,20	
сум. МНЖК г/100г	0,00	0,00	2727,00	27,27	
сум. ПНЖК в т.ч. Пальмовая	0,00	0,00	423,00	4,23	
			9,90	0,10	

Рисунок 5.3 — Расчёт рецептуры с говяжьим коллагеном (рабочее окно программы Excel)

Таблица 2. Расчет рецепта					
	Закваска	Коллаген куриный	Сливки		
кол-во, кг	4	8	88	рецепт	
Белок г/100г	320,00	7520,00	2288,00	101,28	кг
казеин г/л	0,00	0,00	0,00	0,00	
сыворот	0,00	0,00	0,00	0,00	кг
Белки г/л	0,00	0,00	0,00	0,00	
валин	1800,00	194400,00	176880,00	373,08	г
изолейцин	1672,00	140800,00	143440,00	285,91	
лейцин	2508,00	240000,00	234960,00	477,47	
лизин	2156,00	304000,00	178640,00	484,80	
метионин	640,00	99200,00	64240,00	164,09	
треонин	1204,00	180800,00	120560,00	302,56	
триптофан	400,00	6320,00	37840,00	44,76	
фенилаланин	1204,00	178400,00	127600,00	307,20	
сум. НА мг/100г	11584,00	1344120,00	1084160,00	2439,86	
аланин	0,89	731,20	87,12	8,19	
аргинин	0,97	640,80	0,00	6,42	
аспарагин кислот	1,92	440,80	179,52	6,22	
гистидин	0,87	64,80	61,60	1,27	
глутамин	0,52	1872,80	51,04	19,24	
глутамин кислот	5,00	819,20	532,40	13,37	
пролин	2,88	948,80	271,92	12,24	
гидроксипролин	0,00	811,20	0,00	8,11	
серилин	0,00	4,00	0,00	0,04	
серин	1,55	228,80	152,24	3,83	
тирозин	1,35	58,40	136,40	1,96	
цистин	0,28	11,28	33,76	0,33	
сум. зам. ам. мг/100г	16,22	6632,08	1496,00	81,44	кг
жир г/100г	0,00	0,00	8800,00	88,00	
сум. НЖК					

Рисунок 5.4 — Расчёт рецептуры с куриным коллагеном (рабочее окно программы Excel)

Таблица 2. Расчет рецепта				
	Заказка	Колпачен рублей	Сливки	
кол-во, кг	4	3	91	рецепт
Белок г/100г	320,00	4700,00	2366,00	73,86
Жиры г/л	0,00	0,00	0,00	0,00
Углеводы г/л	0,00	0,00	0,00	0,00
Валли	1800,00	23000,00	182910,00	414,71
Молокопаста	1472,00	18600,00	148330,00	336,00
Льезин	2508,00	32400,00	242970,00	569,48
Лизин	2156,00	39000,00	184730,00	376,88
Метионин	640,00	140200,00	66430,00	207,57
Треонин	1204,00	142000,00	124670,00	267,87
Триптофан	400,00	21000,00	39130,00	80,33
Фенилаланин	1204,00	15600,00	131950,00	289,12
Сум. НА мг/100г	11584,00	1589500,00	1121120,00	2722,20
Валли	0,80	288,50	90,09	3,79
Аргинин	0,57	256,00	0,00	3,57
Аспарагин кисл	1,92	389,50	185,64	5,77
Гистидин	0,87	112,50	63,70	1,77
Лизин	0,52	317,50	53,78	3,71
Глутамин кисл	5,00	640,00	550,55	11,94
Пролин	2,88	675,00	281,19	9,59
Гидроксипролин	0,00	55,50	0,00	0,54
Орнитин	0,00	23,50	0,00	0,23
Серин	1,33	98,50	157,43	2,57
Тирозин	1,33	99,50	143,05	2,42
Цистин	0,28	34,00	24,57	0,59
Сум. зав. амг мг/100г	16,22	2989,00	1547,00	45,53
Витр г/100г	0,00	0,00	9100,00	91,00
Сум. БЕЖС г/100г	0,00	0,00	5278,00	52,78
Сум. АНБЖС г/100г	0,00	0,00	2757,30	27,57
Сум. ПБЖС г/100г	0,00	0,00	427,70	4,28

Рисунок 5.5 — Расчет рецептуры с рыбным коллагеном (рабочее окно программы Excel)

Для поиска решений были введены ограничения по значению таких сравниваемых с эталоном показателей, как белок, жир, углеводы и энергетическая ценность, а также ограничения по количеству входящих в рецепт ингредиентов и параметрам оценки аминокислотной сбалансированности суммарного белка (рисунок 5.6).

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: Максимум Минимум Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

- \$AA\$24 >= \$AC\$24
- \$AA\$25 >= \$AC\$25
- \$AA\$26 >= \$AC\$26
- \$AA\$27 >= \$AC\$27
- \$AA\$28 >= \$AC\$28
- \$AA\$29 >= \$AC\$29
- \$AA\$30 >= \$AC\$30
- \$AA\$31 >= \$AC\$31
- \$AA\$33 <= \$AC\$33
- \$AA\$34 <= \$AC\$34
- \$AA\$35 <= \$AC\$35

Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОНП, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Справка

Рисунок 5.6 — Установление ограничений

При моделировании рецептур сметанных продуктов учитывали установленный комплекс требований к показателям качества для определения параметров аминокислотной сбалансированности суммарного белка: C_{min} , показатель утилитарности КУАС U , показатель сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот КСИ δ , представленные на рисунке 5.7.

незаменимые аминокислоты мг/100г	Композиция, А _ж	Эталон, А _э	Скор незам. ами-ты, С _ж	КУНА а _ж	C _{min} *А _э ж
валин	0,02149334	0,017	1,26431437	0,80233932	0,01724496
изолейцин	0,01694371	0,014	1,21026523	0,83817092	0,01420173
лейцин	0,02838787	0,027	1,05140257	0,96481515	0,02738905
лизин	0,02333141	0,023	1,01440913	1,00000000	0,02333141
метионин	0,00780636	0,007	1,11519410	0,90962563	0,00710086
треонин	0,01496127	0,012	1,24677247	0,81362811	0,01217291
триптофан	0,00409432	0,004	1,02358099	0,99103944	0,00405764
фенилаланин	0,01581237	0,013	1,21633604	0,83398757	0,01318732
C _{min}			1,01440913		
КУАС U			0,893512612		
КСИ δ			0,01394387		

а

незаменимые аминокислоты мг/100г	Композиция, А _ж	Эталон, А _э	Скор незам. ами-ты, С _ж	КУНА а _ж	C _{min} *А _э ж
валин	0,02429139	0,017	1,42890505	0,71643563	0,01740321
изолейцин	0,01921661	0,014	1,37261514	0,74581611	0,01433206
лейцин	0,03171981	0,027	1,17480776	0,87139234	0,02764040
лизин	0,02800369	0,023	1,21755180	0,84080076	0,02354553
метионин	0,00972037	0,007	1,38862381	0,73721801	0,00716603
треонин	0,01807376	0,012	1,50614665	0,67969376	0,01228462
триптофан	0,00409487	0,004	1,02371849	1,00000000	0,00409487
фенилаланин	0,01870469	0,013	1,43882242	0,71149745	0,01330834
C _{min}			1,02371849		
КУАС U			0,778644008		
КСИ δ			0,03326122		

б

незаменимые аминокислоты мг/100г	Композиция, А _ж	Эталон, А _э	Скор незам. ами-ты, С _ж	КУНА а _ж	C _{min} *А _э ж
валин	0,03160018	0,017	1,8583391	0,68801592	0,02174142
изолейцин	0,02564173	0,014	1,83155233	0,69826414	0,01790470
лейцин	0,04308124	0,027	1,59560130	0,80152061	0,03453050
лизин	0,04120219	0,023	1,79139938	0,71391524	0,02941487
метионин	0,01480209	0,007	2,11458369	0,60480336	0,00895235
треонин	0,02067076	0,012	1,72256298	0,74244445	0,01534689
триптофан	0,00511563	0,004	1,27890732	1,00000000	0,00511563
фенилаланин	0,02219609	0,013	1,70739123	0,74904175	0,01662580
C _{min}			1,27890732		
КУАС U			0,732378441		
КСИ δ			0,04275347		

в

Рисунок 5.7 — Интегральная оценка сбалансированности сметанных продуктов с коллагенами: а — говяжий, б — куриный, в — рыбный

Полученные данные свидетельствуют, что показатели сметанного продукт с коллагеном, сравниваемые с эталоном аминокислотного состава, соответствуют критериям алиментарной адекватности, что обусловлено

высокой степенью сбалансированности аминокислотного сора, оптимальным значением коэффициента утилитарности и минимальным – коэффициентом избыточности.

На основании результатов математического моделирования и интегральной оценки сбалансированности многокомпонентных продуктов разработаны рецептуры сметанных продуктов с коллагенами различной природы (таблица 5.1) и произведён расчёт индексов сбалансированности и функции Харрингтона (таблица 5.2).

Рассчитав функцию Харрингтона, получили значение $D=0,80$, что свидетельствует о высокой степени сбалансированности спроектированной рецептуры.

Таблица 5.1 — Соотношение рецептурных ингредиентов

Наименование ингредиента	Вид и массовая доля коллагенов различного происхождения		
	куриный	говяжий	рыбный
Коллаген, кг	60	60	50
Бак концентрат прямого внесения, (1 ЕА на 100-300 л сливок)	3 ЕА	3 ЕА	3 ЕА
Сливки, кг	940	940	950
Итого, кг	1000	1000	1000

Таблица 5.2 — Расчёт индекса сбалансированности и функции Харрингтона

Индексы сбалансированности	Формула	Значение
Индекс жирнокислотного состава, U_p жира	$\sqrt[3]{\frac{\text{м. д. жира в прод.}}{\text{м. д. жира в этал.}} \times \frac{\text{м. д. углеводов в прод.}}{\text{м. д. углеводов в этал.}} \times \frac{\text{м. д. белка в прод.}}{\text{м. д. белка в этал.}}}$	0,911
Индекс аминокислотного состава, U_p белка		0,486
Индекс углеводного состава, U_p углеводов		1,170
Функция Харрингтона, D		0,80
Сбалансированность: высокая $>0,75$; средняя $0,5-0,75$, низкая $<0,5$	Значение $D>0,75$, что свидетельствует о высокой степени сбалансированности спроектированной рецептуры	

5.2. Разработка технологии сметанных продуктов с коллагенами

На основании полученных данных математического моделирования была разработана рецептура, технологическая схема производства сметанных продуктов (рисунок 5.8), предполагающая внесение коллагенов и бактериального концентрата прямого действия в подготовленные сливки, растворение и активацию при температуре $32\pm 2^\circ\text{C}$ с перемешиванием в течение 10 минут и далее внесение в резервуар для заквашивания, перемешивание в течение 10 минут с последующим фасованием в потребительскую тару с дальнейшим формированием структуры при установленной температуре $30\pm 2^\circ\text{C}$. Далее продукт охлаждают до температуры $4\pm 2^\circ\text{C}$ и передают на склад готовой продукции. Процесс созревания исключается. Схема аппаратного оформления технологической линии производства сметанного продукта представлена в приложении И.

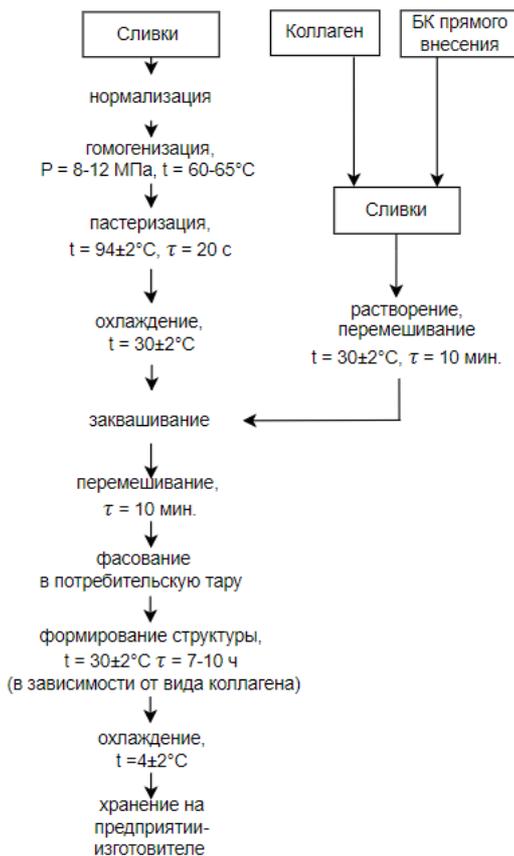


Рисунок 5.8 — Технологическая схема процесса производства сметанного продукта с коллагеном

5.3. Расчёт экономических показателей производства сметанных продуктов с коллагенами

Производство сметанных продуктов с коллагенами различного происхождения является перспективным направлением развития пищевой промышленности. Разработка нового продукта предполагает использование определённых ресурсов, которые расходуются в ходе научно-исследовательских работ. Эти ресурсы можно рассматривать в экономическом контексте как совокупность затрат на научные изыскания, эксперименты, создание прототипов, техническую документацию. Расчёт затрат на научные разработки осуществлялся в виде формирования сметы расходов по таким статьям, как затраты на материалы, оплата труда, оснащение для научных и опытных работ, общехозяйственные расходы.

Расчет экономических показателей разработанной технологии сметанных продуктов представлен в приложении К.

Мясная и рыбная перерабатывающая индустрия располагает значительными ресурсами коллагенсодержащего сырья, что может способствовать снижению себестоимости готовой продукции при использовании его в молочной промышленности. Также благодаря медико-биологическим свойствам коллаген может придавать молочным продуктам лечебно-профилактический характер.

Расчетная прибыль от реализации апробированных технологий в условиях производства составила 32,4 тыс. р. на 1 т готовой продукции в год при рентабельности 20 %, что доказывает конкурентоспособность новых видов сметанных продуктов.

Разработаны нормативные документы на сметанных продуктов с коллагенами ТУ и ТИ (ТУ 10.51.56-382-00492931-2023 «Сметанный продукт. Технические условия», ТУ ТИ 10.51.56-382-00492931-2023 «Сметанный продукт. Технологическая инструкция»). Новизна технологических решений

отражена в двух патентах на изобретение (патент РФ № 2813266; патент РФ № 2814192) (приложение Л, М).

Технология и рецептуры разработанных сметанных продуктов прошли апробацию и внедрены на АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н. В. Верещагина (акт о внедрении от 07.06.2023 представлен в приложении Н).

ГЛАВА 6. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ НОВЫХ ВИДОВ СМЕТАННЫХ ПРОДУКТОВ С КОЛЛАГЕНАМИ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

6.1. Исследование показателей качества и безопасности новых видов сметанных продуктов

Глава посвящена комплексной оценке качества и безопасности новых видов продуктов. Установлены показатели качества и безопасности сметанных продуктов с коллагенами. В соответствии с МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» определены сроки годности, которые составили 21 сутки при температуре хранения 4 ± 2 °С [138].

С целью определения прогнозируемого качества сметанного продукта с коллагеном, полученного по технологической схеме, представленной в п. 5.2., проведён их комплексный анализ на соответствие требованиям действующей нормативной документации [70, 173, 178]. Проведённая комплексная оценка качества и безопасности новых видов продукции подтвердила их высокие вкусовые достоинства и пищевую ценность. Физико-химические показатели и энергетическая ценность сметанных продуктов с коллагенами представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 — Показатели качества сметанных продуктов с коллагенами различного происхождения* и сметаны м.д.ж. 20 % (контроль)

Наименование показателя	Сметанный продукт	Сметана м.д. жира 20%
Массовая доля жира, %, не менее	10	20
Массовая доля белка, %, не менее	6,8 (включая м.д. молочного белка 2,6)	2,5
Массовая доля СОМО, %, не менее	3,6	3,6
Температура продукта при выпуске с предприятия, °С	4 ± 2	4 ± 2
Энергетическая ценность, кДж/ккал	648/155	840/204
Кислотность, °Т, не более	100	100

Количество молочнокислых бактерий, КОЕ/см ³ , не менее	не нормируется (ТР ТС 033/2013)	1*10 ⁷
Внешний вид и консистенция	Однородная, кремообразная, густая масса	
Вкус и запах	Чистые, характерные для сметанного продукта, обусловленные видом применяемых заквасочных культур	
Цвет	Молочно-белый или светло-кремовый, равномерный по всей массе	

*Вид коллагена указывается на этикетке

Микробиологические и токсикологические показатели разработанной продукции не превышают предельно допустимых концентраций, установленных в техническом регламенте таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочных продуктов» (таблица 6.2). Протоколы испытаний образцов сметанных продуктов с коллагенами представлены в приложении П.

Таблица 6.2 — Показатели безопасности сметанных продуктов с коллагенами

Наименование вещества (элемента)		Допустимый уровень его содержания мг/кг, для радионуклидов Бк/кг, не более	Сметанный продукт с коллагеном
Тяжелые металлы	свинец	0,1	0,05±0,001
	мышьяк	0,05	≤ 0,01
	кадмий	0,03	0,001±0,003
	ртуть	0,005	≤ 0,0005
ГХЦГ (альфа, бета, гамма - изомеры)		1,25 (в пересчете на жир)	не обнаружено
ДДТ и его метаболиты		0,5	не обнаружено
<u>Микотоксин 5- оксиметилфурфурол</u>		20,0	не обнаружено
Афлатоксин-М1		0,0005	не обнаружено
<u>Диоксины</u>		0,000003 (в пересчете на жир)	не обнаружено
Радионуклиды	Цезий 137	40,0	не обнаружено
	Стронций 90	30,0	не обнаружено

Таблица 6.3 — Микробиологические показатели сметанного продукта с коллагенами

Наименование показателя	Допустимое количество микроорганизмов или масса продукта, в которой не допускаются микроорганизмы
Количество мезофильных аэробных факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г (см ³), не более	1x10 ⁵
Дрожжи КОЕ/г, не более	100
БГКП (колиформы), не допускаются в массе продукта, г (см ³)	0,01
Плесени, КОЕ/г, не более	100

Готовый продукт по качественным показателям должен соответствовать требованиям ТУ 10.51.56-382-00492931-2023 «Сметанный продукт. Технические условия». Срок годности готового продукта при температуре хранения 4±2 °С составляет 21 сутки (приложение Р).

6.2. Микроструктурные исследования сметанных продуктов с коллагенами различного происхождения

Исследования микроструктуры молочных продуктов имеют большое значение для определения их качественных характеристик и мониторинга производственных процессов. Данный аспект исследований важен, так как не существует исчерпывающего описания микроструктуры определённых видов молочных продуктов. Представляет интерес изучение влияния коллагена на микроструктуру пищевых продуктов с целью более глубокого понимания их потребительских свойств.

Исследование микроструктуры проводили в образцах сметанных продуктов с коллагенами различного происхождения. Методика доработана применительно к условиям исследований в части пробоподготовки. Использовали столик для охлаждения образцов на эффект Пельтье до –25 °С. Методика включает микрофотографирование объектов исследования при температуре не выше –18 °С. Исследование проводили при 500, 1000 и 5000-

кратном увеличении. Каждый образец исследовали не менее чем в трёх повторностях со съёмкой не менее пяти кадров для каждой повторности.

1. Образец сметанного продукта с рыбным коллагеном (рисунок 6.1а, в) характеризуется уплотнённой, более однородной по сравнению с контролем белковой массой, сформированной комплексами казеина и сывороточных белков размером 20–30 мкм, в структуре белковой массы встречаются агрегаты белка размером 30–150 мкм. Молочный жир представлен жировыми каплями размером 1–5 мкм, равномерно распределёнными в массе образца. Микроорганизмы закваски включаются в структуру образца в виде отдельных микроорганизмов или их очажков

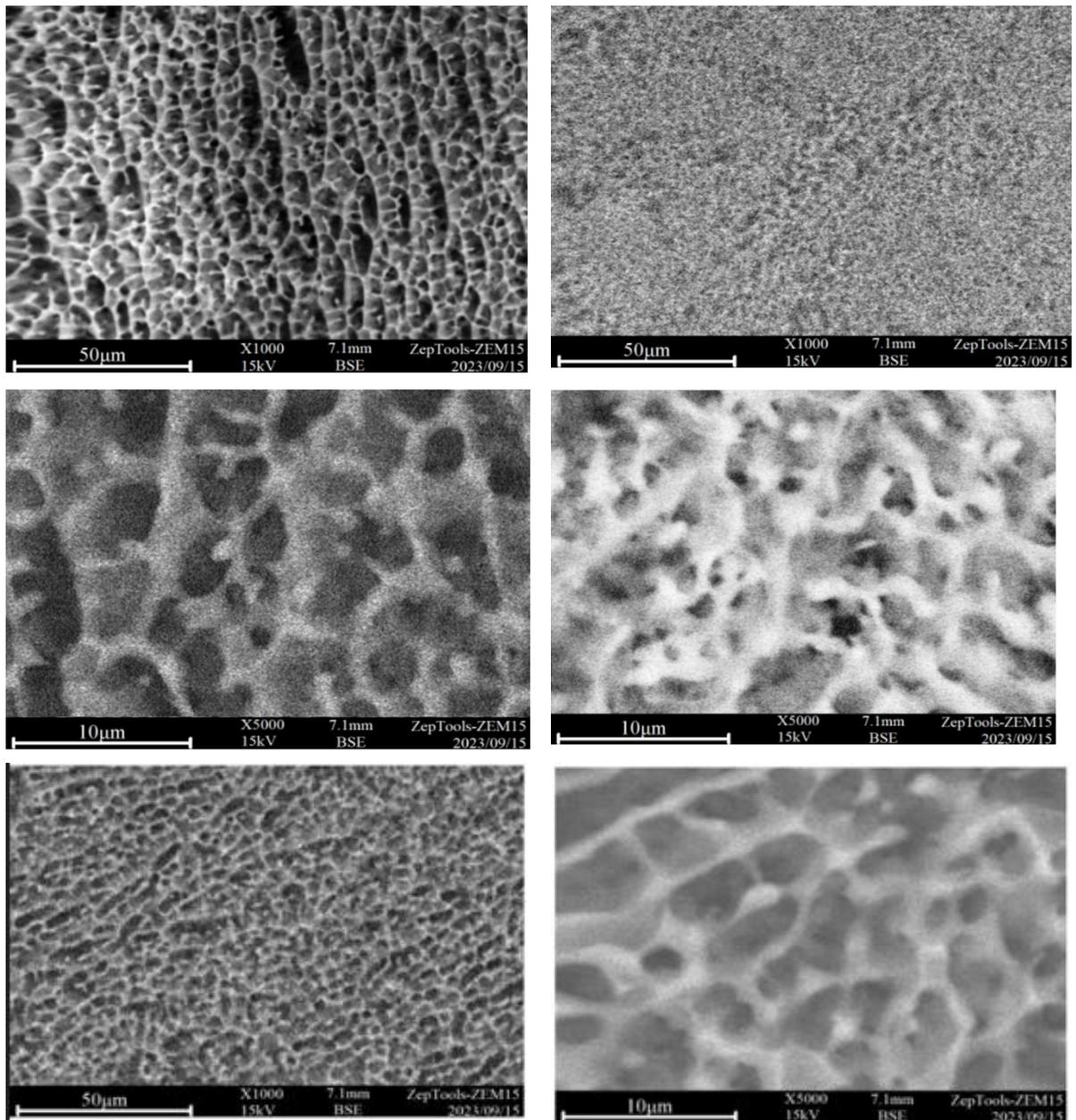
2. Образец сметанного продукта с говяжьим коллагеном (рисунок 6.1 б, г).

В составе продукта обнаруживается наличие значительного количества мелких и крупных частиц коллагеновой природы с чётко различимыми микроструктурными особенностями. В крупных частицах хорошо видна их волокнистая структура. Однако не наблюдается разделения частиц на отдельные фибриллы коллагена. Также велико содержание мелких фрагментов мышечной ткани, которые могут демонстрировать поперечную исчерченность, вызванную наличием сократительных белковых волокон. Частицы коллагена и мышечные волокна не образуют агрегатов с другими составляющими продукта.

Характеризуется наиболее компактной белковой массой, сформированной комплексами казеина и сывороточных белков размером 20–30 мкм, пронизанной микрокапиллярами неправильной формы и щелями размером 10–35 мкм. Молочный жир представлен жировыми каплями размером 1–3 мкм, равномерно распределёнными в массе образца. Микроорганизмы закваски включаются в структуру образца в виде отдельных микроорганизмов или их очажков (рисунок 6.1).

3. Образец сметанного продукта с куриным коллагеном (рисунок 6.1 д,е) характеризуется относительно компактной белковой массой,

сформированной комплексами казеина и сывороточных белков размером 10–15 мкм, пронизанной микрокапиллярами неправильной формы и щелями размером 10–50 мкм. Частицы сохраняют свои чёткие очертания и изначальный размер. Однако может создаться впечатление, что часть коллагена образует желеобразную сетчатую структуру, которая создаёт дополнительные механические связи между составляющими продукта белковой природы.



**Рисунок 6.1 – Микроструктура сметанных продуктов с массовой долей коллагена 5% при кратности увеличения 1 000, 5 000 раз:
а, в – рыбный; б,г – говяжий; д,е – куриный**

Микроструктурный анализ сметанных продуктов с коллагенами с широким диапазоном увеличения позволил сделать вывод, что использование коллагенов различного происхождения ведёт к существенным изменениям в структуре сметанных продуктов. Наиболее значительная часть коллагеновых частиц существенно гидратируется. Границы отдельных частиц «размыты», большая часть коллагена формирует сетчатые структуры, образующие между комплексами молочных белков выраженные связи типа перемычек. В составе этих сетчатых структур местами могут выявляться и жировые капли. В результате получаемая структура несколько напоминает жировую ткань после технологического воздействия. При применении говяжьего, куриного и рыбного коллагена в полученной микроструктуре наблюдается меньшее число микропустот и трещин, что свидетельствует о существенном повышении вязкости вещества. Говяжий, куриный и рыбный коллагены могут быть рекомендованы для использования в технологии производства сметанных продуктов в качестве структурообразователей.

Заключение

1. На базе квалиметрического прогнозирования научно обоснованы состав и заданные характеристики параметра «консистенция» сметанных продуктов, разработана концепция проектируемого продукта.

2. Установлены показатели химического состава отечественных и импортных образцов говяжьего, свиного, куриного и рыбного коллагенов: наибольшую м. д. белка содержали рыбные ($93,3 \pm 0,05\%$) и говяжьи ($93,6 \pm 0,05\%$) коллагены, наименьшую м. д. жира ($0,7 \pm 0,1\%$) рыбные коллагены, наименьшее содержание влаги ($5,05 \pm 0,05\%$) отмечено в говяжьих коллагенах; показатели динамической вязкости при концентрации коллагенов от 1% до 10% при одинаковой температуре и показатели растворимости увеличивались в линейке куриный → свиной → говяжий → рыбный коллагены; экспериментально подтверждена вкусовая совместимость и возможность использования коллагенов для производства сметанных продуктов.

3. С использованием методов математического моделирования и оптимизации установлены параметры и режимы образования структуры в модельных сметанных продуктах. Получены уравнения регрессии, адекватно описывающие значение динамической вязкости – заданной характеристики параметра «консистенция» от массовой доли коллагена, массовой доли жира и времени образования структуры. Установлен диапазон массовой доли коллагена от 5 до 10 % в зависимости от вида.

Получены новые данные в реологических профилях опытных образцов сметанных продуктов на базе метода Texture profile analysis (ТРА): твёрдости от 192,2 до 874,3г/мм², упругости от 83,73 до 122,41%, когезии от 35,17 до 46,97%, устойчивости от 2,77 до 6,12%, липкости от 73,45 до 355,56 г/мм² в линейке свиной → куриный → рыбный → говяжий коллагены; установлено соответствие данных деформационных профилей и релаксационных

характеристик результатам дегустационного анализа. Доказано, что образцы сметанных продуктов с коллагенами имеют выраженную склонность к вязкопластическому течению и быстрой релаксации.

Выявлено, что коллагены участвуют в формировании сетчатых структур между комплексами молочных белков, образуя выраженные связи типа перемычек, в составе которых выявляются жировые капли. Говяжий и рыбный коллагены показали наибольшую эффективность в процессе образования структуры продукта.

4. Разработаны четыре рецептуры сметанных продуктов с использованием метода математического моделирования и интегральной оценки сбалансированности многокомпонентных продуктов; установлены рациональные дозы внесения коллагенов: для рыбного – 5%, говяжьего – 6%, для куриного – 6 %; предложены режимы предварительной смешения и растворения в сливках коллагенов с бактериальным концентратом прямого действия при температуре $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ и перемешивании в течение 10 мин, разработаны технологические режимы производства сметанных продуктов.

5. Установлены показатели качества и безопасности сметанных продуктов с коллагенами и определены сроки годности, которые составили 21 сутки при температуре хранения $4\pm 2^{\circ}\text{C}$.

6. Новые рецептуры сметанных продуктов и технологические режимы апробированы в условиях АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н. В. Верещагина (акт о внедрении от 07.06.2023). Утверждены ТУ и ТИ (ТУ 10.51.56-382-00492931-2023 «Сметанный продукт. Технические условия», ТУ ТИ 10.51.56-382-00492931-2023 «Сметанный продукт. Технологическая инструкция»); расчетная прибыль от реализации апробированных технологий в условиях производства составила 32,4 тыс. р. на 1 т готовой продукции в год при рентабельности 20 %, что доказывает конкурентоспособность новых видов сметанных продуктов.

Таким образом, полученные в работе данные позволяют расширить ассортиментный ряд сметанных продуктов с пониженным содержанием жира, натуральным составом и консистенцией классической сметаны, тем самым удовлетворяя потребительские пожелания.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

БГКП — бактерии группы кишечных палочек

БК — бактериальный концентрат прямого внесения

ЕА — единица активности

ГОСТ — государственный стандарт

ЗМЖ — заменитель молочного жира

ЖКТ — желудочно-кишечный тракт

ЖЦП — жизненный цикл продукции

КОЕ — колониобразующая единица

КРС — крупный рогатый скот

м. д. ж. — массовая доля жира

МУК — методические указания

НД — нормативная документация

нм — нанометр

ПФЭ — полный факторный эксперимент

СанПиН — санитарные правила и нормы

СЭМ — сканирующая электронная микроскопия

СФК — структурирование функции качества

ТР ТС — технический регламент Таможенного союза

ТИ — технологическая инструкция

ТУ — технические условия

ФТС — функционально-технологические свойства

ТРА — Texture profile analysis (пер. с англ.: анализ профиля структуры)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова Ю. В. Грановский. — Москва: Наука, 1976. — 279 с.
2. Аль-Кайси, Р. С. Разработка молочно-сывороточного продукта функционального назначения с использованием белковых коллагенсодержащих препаратов: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.18.04. — Москва: МГУПБ, 2006. — 24 с.
3. Аникиенко, Т. И. Новые международные стандарты в области качества и безопасности пищевых продуктов / Т. И. Аникиенко // Стандарты и качество, 2021. — № 7. — 40–43 с.
4. Антипова, Л. В. Влияние ароматизаторов с коллагеновыми носителями на срок хранения фарша / Л. В. Антипова, Т. А. Кучменко, М. М. Данылиев, В. В. Зверев // Мясная индустрия, 2007. — № 3. — 39–41 с.
5. Антипова, Л. В. Использование вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности / Л. В. Антипова, И. А. Глотова — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2006. — 384 с.
6. Антипова, Л. В. Исследование йодосвязывающей способности коллагеновых белков кож прудовых рыб / Л. В. Антипова, В. С. Слободяник, О. П. Дворянинова, Лы Тхи Иен // Вестник ВГТА, 2008. — № 3. — 31–36 с.
7. Антипова, Л. В. Исследование процесса сорбции йода на коллагеновом носителе в получении функционального ингредиента для пищевых систем / Л. В. Антипова, А. Н. Рязанов, С. А. Сторублевцев, Ф. С. Базрова // Вестник ВГУИТ, 2013. — № 3. — 102–105 с.
8. Антипова, Л. В. Коллагены: источники, свойства, применение / Л. В. Антипова, С. А. Сторублевцев, С. С. Антипов — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2019. — 408 с.
9. Антипова, Л. В. Коллаген рыбного происхождения: свойства и перспективы применения в косметологии и медицине / Л. В. Антипова,

С. Б. Болгова // Материалы 19-й Международной Пущинской школы конференции молодых учёных «Биология — наука XXI века». — Пущино, 2015. — 5 с.

10. Антипова, Л. В. Коллагенсодержащие напитки для функционального питания / Сторублевцев С. А., А. А. Гетманова // Вестник ВГУИТ, 2018. Т. 80. — № 3 (77). — 97–103 с.

11. Антипова, Л. В. Обеспечение безопасности и функциональности пищевых систем на основе сорбционных свойств коллагеновых белков / Л. В. Антипова, М. И. Чубирко, Н. Г. Кульнева // Гигиена и санитария, 2018. — № 8. — 772–777 с.

12. Антипова, Л. В. Оценка молекулярно-массового распределения белковых фракций коллагеновых субстанций рыбного и животного происхождения / Л. В. Антипова, С. Б. Болгова // Материалы Международной научно-технической конференции «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение». — Воронеж, 2014. — 56–59 с.

13. Антипова, Л. В. Перспектива создания препаратов с асептическими свойствами на основе гидролизированных форм коллагена / Л. В. Антипова, С. А. Сторублевцев, А. В. Гребенщиков, Е. Л. Макарова, В. В. Лакиза // INTERNATIONAL JOURNAL OF EXPERIMENTAL EDUCATION, 2011. — № 11. — 50–51 с.

14. Антипова, Л. В. Получение, идентификация и сравнительный анализ рыбных коллагенов с аналогами животного происхождения / Л. В. Антипова, С. А. Сторублевцев, С. Б. Болгова, И. В. Сухов // Фундаментальные исследования, 2015. — № 8–1. — 9–13 с.

15. Антипова, Л. В. Применении коллагеновых субстанций в отраслях экономики / Л. В. Антипова, С. А. Сторублевцев, С. Б. Болгова, И. В. Сухов, К. В. Матасова, И. Ю. Жданова, К. В. Майорова // Международный журнал

прикладных и фундаментальных исследований, 2015. — № 10, ч. 4. — 601–604 с.

16. Антипова, Л. В. Рыбные коллагены: источники, свойства и применение / Л. В. Антипова, С. А. Сторублевцев, С. Б. Болгова, И. Ю. Жданова, К. В. Майорова // Сырьё и упаковка для парфюмерии, косметики и бытовой химии, 2015. — № 7 (169). — 15–17 с.

17. Антипова, Л. В. Свойства препаратов функциональных биополимеров рыбного происхождения / Л. В. Антипова, О. П. Дворянинова, С. А. Сторублевцев, А. З. Черкесов // Вестник ВГУИТ, 2014. — № 3. — 103–105 с.

18. Антипова, Л. В. Способ обработки коллагена пресноводных рыб для получения материала с высокой влагопоглощающей способностью / Л. В. Антипова, С. А. Титов, И. В. Сухов // Известия вузов. Пищевая технология, 2019. — № 1 (367). — 57–60 с.

19. Антипова, Л. В. Современные методы исследования сырья и продуктов животного происхождения / Л. В. Антипова — Воронеж: Воронежский ЦНТИ — филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, 2014. — 531 с.

20. Антипова, Л. В. Создание коллагеновых продуктов из рыбного сырья / С. А. Сторублевцев, С. Б. Болгова // Вестник ВГУИТ, 2015. — № 1. — 130–133 с.

21. Антипова, Л. В. Сорбционная способность биомодифицированной соединительной ткани убойных животных / Л. В. Антипова, С. А. Сторублевцев // Мясная индустрия, 2009. — № 2. — 63–64 с.

22. Антипова, Л. В. Сравнительный анализ аминокислотного состава коллагеновых субстанций рыбного и животного происхождения / Л. В. Антипова, С. Б. Болгова // Материалы Международной научно-технической конференции «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение». — Воронеж, 2014. — 59–61 с.

23. Антипова, Л. В. Сравнительные свойства коллагеновых белков рыбного и животного происхождения / С. А. Сторублевцев // Вестник ВГУ, серия: Химия. Биология. Фармация, 2016. — № 4. — 37–41 с.
24. Антипова, Л. В. Химия пищи / Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко // 3-е издание, стереотипное. — Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2020. — 856 с.
25. Антипова, Л. В. Шкуры рыб — как объект для получения коллагеновых субстанций / Л. В. Антипова, С. А. Сторублевцев, М. В. Бобрешова // Научная конференция хранительна наука, техника и технологии — Научнитрудове Университет по хранителни технологии Пловдив. — Том LIX. — Volume LIX, 2012. — 976–978 с.
26. Асякина, Л. К. Российский рынок функциональных продуктов питания для здорового образа жизни человека / А. А. Степанова, Т. В. Тамарзина, А. И. Лосева, Н. С. Величкович // Вестник КрасГАУ, 2022. — № 3. — 29–41 с.
27. Архипов, А. Н. Анализ микроструктуры структурированных молочных продуктов / А. Н. Архипов, Ю. С. Малова // Вестник КрасГАУ, 2012. — № 2. — 213–217 с.
28. Банникова, А. В. Разработка продуктов с повышенным содержанием белка как мера профилактики алиментарных заболеваний населения России / А. В. Банникова, И. А. Евдокимов // Молочная река, 2021. — № 3 (83). — 54–57 с.
29. Бессонова, Л. П. Научное и экспериментальное обоснование управления качеством пищевых продуктов на основе системы прослеживаемости: дис. ... док. техн. наук. — Москва, 2011. — 516 с.
30. Бессонова, Л. П. Принципы и методы управления безопасностью и качеством пищевых продуктов / Л. П. Бессонова // Мясная индустрия, 2010. — № 6. — 26–28 с.

31. Бессонова, Л. П., Дунченко Н. И. Управление безопасностью в пищевой промышленности на основе системы прослеживаемости / Л. П. Бессонова, Н. И. Дунченко // Стандарты и качество, 2010. — № 5. — 82–85 с.
32. Богданов В. Д. Структурообразователи и рыбные композиции / В. Д. Богданов, Т. М. Сафронова // Москва: ВНИРО, 1993. — 172 с.
33. Болгова С. Б. Рыбные коллагены: получение, свойства, применение: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.18.07. — Воронеж, 2015. — 20 с.
34. Бойцова Ю. С., Аленин И. П. Анализ рынка и маркетинговых возможностей в начале становления функционального питания в Европе // Вестник Алтайской академии экономики и права, 2020. — № 5. — 19–26 с.
35. Бредихина, О. В. Разработка комплексной технологии переработки органических отходов рыбоперерабатывающих предприятий на коллагенсодержащие гидролизаты пищевого назначения / О. В. Бредихина, Н. Ю. Зарубин // Технология переработки водных биоресурсов Труды ВНИРО Том 176, 2019. — 109–121 с.
36. Воробьев В. И. Использование рыбного коллагена и продуктов его гидролиза / В. И. Воробьев // Известия Калининградского государственного университета, 2008. — № 13. — 55–58 с.
37. Гаврилова, Н. Б. Технология цельномолочных продуктов: учеб. пособие / Н. Б. Гаврилова, М. П. Щетинин, Е. Ю. Гречук // Барнаул — Омск: Изд-во АлтГТУ, 2003. — 249 с.
38. Гаврилова Н. Б., Чернопольская Н. Л. Разработка биотехнологии специализированных пищевых продуктов с использованием функциональных ингредиентов // «Научные подходы к решению актуальных вопросов в области переработки молока» / Сборник научных трудов к 75-летию со дня основания ВНИИМС. — Углич: ВНИИМС — филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, 2019. — 310 с.

39. Ганина В. И. К вопросу о функциональных продуктах питания / В. И. Ганина, И. И. Ионова // Молочная промышленность, 2018. — № 3. — 44–46 с.

40. Гербер, Ю. Б. Обоснование параметров механической обработки молока при производстве кисломолочных продуктов / Ю. Б. Гербер, А. В. Гаврилов // Техника и технология пищевых производств, 2019. — Т. 49. — № 3. — 375–382 с.

41. Гинзбург, М. А. Влияние вида коллагена на структурно-механические свойства сметанных продуктов / М. А. Гинзбург, Н. И. Дунченко // Молочная промышленность, 2023. — № 4. — 25–27 с.

42. Гинзбург, М. А. Идентификация как один из элементов в обеспечении качества и безопасности пищевых продуктов / М. А. Гинзбург, С. В. Купцова // Доклады ТСХА. Материалы международной научной конференции, 2018. — 82–84 с.

43. Гинзбург, М. А. Изучение факторов, приводящих к риску возникновения пороков сметанных продуктов // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию А. В. Леонтовича, 2019. — 274–278 с.

44. Гинзбург, М. А. Органолептическая оценка сметанных продуктов с коллагеном методом Texture profile analyse / М. А. Гинзбург, Н. И. Дунченко // Молочная промышленность, 2023. — № 4. — 38–40 с.

45. Гинзбург, М. А. Повышение конкурентоспособности сметанных продуктов на основе развёртывания функции качества // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения В. П. Горячкина, 2018. — 162–165 с.

46. Гинзбург, М. А. Поиск путей повышения конкурентоспособности молочной продукции / М. А. Гинзбург, Я. П. Шулаев // Пища. Экология. Качество: материалы XVI Международной научно-практической

конференции. В двух томах. — Барнаул: Изд-во Алтайский государственный университет, 2019. — 190–192 с.

47. Гинзбург, М. А. Совершенствование показателей качества сметанных продуктов / М. А. Гинзбург, Н. И. Дунченко // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К. А. Тимирязева: сборник статей. Том 2. — Москва: РГАУ — МСХА имени К. А. Тимирязева, 2023. — 383–388 с.

48. Глотова, И. А. Реологические характеристики полифункциональных дисперсионных систем на основе коллагеновых белков животных тканей / И. А. Глотова, Ю. В. Болтыхов // Успехи современного естествознания, 2008. — № 2. — 43–44 с.

49. Голубева, Л. В. Разработка технологии сметанного продукта с увеличенным сроком годности / Л. В. Голубева, О. И. Долматова, Ю. Г. Медко // Вестник ВГУИТ, 2017. — Т. 79. — № 3. — 109–114 с.

50. ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности.

51. ГОСТ 5867-90 Молоко и молочные продукты. Методы определения жира.

52. ГОСТ 23327-98 Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка.

53. ГОСТ 26754-85 Молоко. Методы измерения температуры.

54. ГОСТ 31449-2013 Молоко коровье сырое. Технические условия.

55. ГОСТ 31452-2012 Сметана. Технические условия.

56. ГОСТ 31474-2012 Мясо и мясные продукты. Гистологический метод определения растительных белковых добавок.

57. ГОСТ 31479-2012 Мясо и мясные продукты. Метод гистологической идентификации состава.

58. ГОСТ 31796-2012 Мясо и мясные продукты. Ускоренный гистологический метод определения структурных компонентов состава.
59. ГОСТ 32892-2014 Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности.
60. ГОСТ 33629-2015 Консервы молочные. Молоко сухое. Технические условия.
61. ГОСТ 33692-2015 Белки животные соединительнотканые. Общие технические условия.
62. ГОСТ 34355-2017 Сливки-сырьё. Технические условия.
63. ГОСТ Р 54668-2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли влаги и сухого вещества.
64. ГОСТ ISO 5492-2014 Органолептический анализ. Словарь.
65. ГОСТ ISO 11036-2017 Органолептический анализ. Методология. Характеристики структуры.
66. ГОСТ ISO 13299-2015 Органолептический анализ. Методология. Общее руководство по составлению органолептического профиля.
67. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения.
68. ГОСТ Р 52738-2007 Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения.
69. ГОСТ Р 54339-2011 Продукты молочносодержащие сквашенные. Общие технические условия. — Москва: Стандартинформ, 2012. — 9 с.
70. ГОСТ Р 54340-2011. Продукты молочные и молочные составные сквашенные. Общие технические условия. — введ. 2012-07-01. — Москва: Стандартинформ, 2019. — 12 с.
71. ГОСТ Р 54668-2011. Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли влаги и сухого вещества. — введ. 2011-12-13. — Москва: Стандартинформ, 2013. — 14 с.

72. ГОСТ Р 55270-2018 Системы менеджмента качества. Рекомендации по применению при разработке и освоении инновационной продукции.

73. ГОСТ Р 55577-2013 Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности.

74. ГОСТ Р ИСО 22935-1-2011 Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Часть 1. Общее руководство по комплектованию, отбору, обучению и мониторингу экспертов.

75. ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011 Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Часть 2. Рекомендуемые методы органолептической оценки.

76. Долматова, О. И. Микроструктурные особенности пшеничной клетчатки и цитрусовых волокон и применение их в сметанных продуктах / О. И. Долматова, А. В. Гребенщиков, А. В. Дошина // Пищевая промышленность, 2019. — № 11. — 25–27 с.

77. Долматова, О. И. Молокосодержащий продукт с заменителем молочного жира, произведённый по технологии сметаны с увеличенным сроком годности / О. И. Долматова, В. С. Лемешева, Л. А. Заднепровская // Вестник ВГУИТ, 2020. — Т. 82. — № 1. — 110–116 с.

78. Долматова, О. И. Сметанный продукт функциональной направленности / О. И. Долматова, М. И. Машкова // Вестник ВГУИТ, 2021. — Т. 83. — № 2. — 175–179 с.

79. Дроздова, Н. А. Влияние различных пищевых добавок и ингредиентов на технологические характеристики животных белков / Н. А. Дроздова, В. В. Насонова // Теория и практика переработки мяса, 2016. — № 3. — 48–56 с.

80. Дуденкова, В. В. Оценка структуры и состояния коллагена по сигналу генерации второй гармоники / М. В. Ширманова, М. М. Лукина,

Ф. И. Фельдштейн, А. Виткин, Е. В. Загайнова // Успехи биологической химии. — Т. 59. — 2019. — 181–218 с.

81. Дунченко, Н. И. Безопасность и гигиена питания: учеб. пособие / Н. И. Дунченко, С. В. Купцова, В. С. Янковская — Москва: Изд-во РГАУ МСХА, 2012. — 153 с.

82. Дунченко, Н. И. Безопасность и качество пищевых продуктов: монография / Н. И. Дунченко, С. В. Купцова, А. Л. Шегай, С. В. Денисов. — Иркутск: Изд-во ООО «Мегапринт», 2018. — 135 с.

83. Дунченко, Н. И. Биологическая безопасность пищи: учеб. пособие / Н. И. Дунченко, С. В. Купцова, В. С. Янковская — Москва: Типография САРМА, 2016. — 149 с.

84. Дунченко, Н. И. Влагосвязывающая способность структурообразователей животного происхождения / Н. И. Дунченко, И. А. Фёдорова // Молочная промышленность, 2013. — № 3. — 56–57 с.

85. Дунченко, Н. И. Влияние пищевых волокон на структурно-механические свойства творожных десертов / Н. И. Дунченко, В. А. Агарков, С. В. Купцова, В. В. Прянишников // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, 2001. — № 1 (260). — 29–32 с.

86. Дунченко, Н. И. Качество и безопасность молочных продуктов / Н. И. Дунченко, С. В. Купцова, М. С. Капотова, В. Г. Блиадзе // Переработка молока, 2004. — № 5 (55). — 6 с.

87. Дунченко, Н. И. Квалиметрическая оценка продукции АПК / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская // Контроль качества продукции, 2016. — № 6. — 54–57 с.

88. Дунченко, Н. И. Квалиметрическая оценка качества продуктов на основе творога / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская // Перспективные нано- и биотехнологии в производстве продуктов функционального назначения: материалы международной научно-практической конференции. — Краснодар, 2007. — 91–92 с.

89. Дунченко, Н. И. Квалиметрическое прогнозирование показателей при разработке инновационных продуктов / Н. И. Дунченко, И. Н. Игонина // Компетентность, 2013. — № 8 (109). — 38–41 с.
90. Дунченко, Н. И. Квалиметрическое прогнозирование при производстве творожных продуктов / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская // Качество и жизнь, 2014. — № 1. — 88–93 с.
91. Дунченко, Н. И. Квалиметрия / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская. — Москва: Издательство «Принт24», 2019. — 164 с.
92. Дунченко, Н. И. Комплексная оценка качества йогуртных продуктов / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская, С. Н. Кущёв // Известия вузов. Пищевая технология, 2009. — № 2–3. — 99–100 с.
93. Дунченко, Н. И. Научное обоснование технологий производства и принципов управления качеством структурированных молочных продуктов: дис. ... док. техн. наук. Москва, 2003. — 408 с.
94. Дунченко, Н. И. Научные основы управления качеством пищевых продуктов: учеб. / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская — Москва: Изд-во РГАУ-МСХА, 2017. — 150 с.
95. Дунченко, Н. И. Особенности разработки систем менеджмента безопасности для пищевых предприятий / Н. И. Дунченко, М. С. Хаджу, В. С. Янковская, Е. С. Волошина, С. В. Купцова, М. А. Гинзбург // Качество и жизнь, 2018. — № 4 (20). — 83–84 с.
96. Дунченко, Н. И. Применение квалиметрического прогнозирования в АПК / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 2012. — Выпуск № 5. — 9–17 с.
97. Дунченко, Н. И. Прогнозирование показателей качества йогуртов / Н. И. Дунченко, Е. С. Волошина, О. С. Гаврилова, Е. А. Безрукова // Молочная промышленность, 2018. — № 8. — 29–30 с.

98. Дунченко, Н. И. Проектирование показателей качества новых продуктов на основе анкетирования потребителей / Н. И. Дунченко, И. Н. Игонина // Компетентность, 2013. — № 2 (103). — 25–29 с.
99. Дунченко, Н. И. Разработка рецептур новых видов творожных продуктов на базе квалиметрической модели / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская // Товаровед продовольственных товаров, 2016. — № 5. — 8–13 с.
100. Дунченко, Н. И. Структурированные молочные продукты: монография. — Москва — Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2002. — 164 с.
101. Дунченко, Н. И. Управление качеством продукции. Пищевая промышленность: учеб. для бакалавров / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская. — Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2018. — 304 с.
102. Дунченко, Н. И. Функционально-технологические свойства коллагенсодержащих препаратов животного происхождения / Н. И. Дунченко, И. А. Фёдорова // Известия вузов. Пищевая технология, 2013. — № 1. — 62–64 с.
103. Заверталенко, Г. Ю. Сметанный продукт с ЗМЖ: формула вашего успеха / Г. Ю. Заверталенко, Л. И. Степанова // Переработка молока, 2017. — № 3 (209). — 36–37 с.
104. Зарубин, Н. С. Разработка технологии продукта с использованием композиции на основе коллагенового гидролизата из кожи рыб и растительных компонентов автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.18.04. — Калининград, 2018. — 24 с.
105. Зобкова, З. С. Выбор источников биологически активные веществ для функциональных кисломолочных продуктов / З. С. Зобкова, Т. П. Фурсова, Д. В. Зенина, А. Д. Гаврилина, И. Р. Шелагинова, В. М. Дрожжин // Молочная промышленность, 2018. — № 3. — 59–62 с.

106. Зобкова, З. С. Биотестирование как индикатор изучения синергетического эффекта в производстве творожных продуктов с коллагеном // Пищевая промышленность, 2023. — № 2. — 22–25 с.

107. Кажымурат, А. Т. Перспективы применения коллагена в пищевой промышленности / Р. У. Уажанова, Н. Н. Ахметсадыков, М. М. Айдарова, З. Ж. Абдел, К. С. Тютенов // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков: сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции. — Новосибирск, 2017. — 7–14 с.

108. Каспарьянц, С. А. Современные представления о структуре и свойствах коллагена / С. А. Каспарьянц. — Москва: МВА, 1986. — 51–72 с.

109. Кийкова, А. С. Гидролизированный коллаген — аналог пищевых волокон животного происхождения / А. С. Кийкова, Л. В. Антипова, С. А. Сторублёвцев // Advances in current natural sciences, 2011. — № 7. — 118–119 с.

110. Клопова, А. В. Экономическая эффективность производства обогащённых сметанных продуктов / А. В. Клопова, О. В. Липатова // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление, 2022. — № 1 (140). — 39–44 с.

111. Козлов, Н. С. Гидролизат коллагена рыбного происхождения в технологии молочных продуктов / Н. С. Козлов, И. И. Ионова // Сборник материалов национальной научно-практической конференции «Биотехнология и продукты биоорганического синтеза» / отв. ред. С. Н. Бутова. — Москва: ФГБОУ ВО «МГУПП», 2018. — 364 с.

112. Композиция для приготовления функционального желейного продукта и способ его получения: патент RU 2535755 С2, Рос. Федерация: МПК А23L 1/06 А23L 1/29 / О. Я. Мезенова, М. В. Матковская; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Калининградский государственный технический университет». — № 2013113380; заявл. 2013.03.26; опубл. 20.12.2014, Бюл. No 35. — 21 с.

113. Композиция для приготовления функционального кондитерского желеиногo продукта и способ его получения: патент № 2535754 С2, Рос. Федерация: МПК А23L 1/06 А23L 1/29 / О. Я. Мезенова, М. В. Матковская; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Калининградский государственный технический университет». — № 2013108133; заявл. 2013.02.22; опубл. 2014.12.20, Бюл. No 35. — 18 с.

114. Композиция продукта с биологически активными свойствами: патент № 2552444 С1, Рос. Федерация: МПК А23L 1/30 / О. Я. Мезенова, Л. С. Байдалинова, Н. Ю. Мезенова; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Калининградский государственный технический университет». — № 2013157157; заявл. 2013.12.23; опубл. 10.06.2015, Бюл. No 16. — 20 с.

115. Косой, В. Д., Дунченко, Н. И., Меркулов, М. Ю. Реология молочных продуктов (полный курс) (теория, научные исследования, справочный материал, лабораторный практикум). — Москва: ДеЛипринт, 2010. — 826 с.

116. Красуля, О. Н. Управление качеством мясных продуктов в условиях реального времени с применением экспертной системы «мультимитэксперт» / О. Н. Красуля // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Управление «зелёными» навыками в пищевой промышленности: Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвящённой 20-летию кафедры «Управление качеством и товароведение продукции» — МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. — 319–324 с.

117. Кременовская, М. И. Научные основы технологий глубокой переработки коллагенсодержащего сырья для получения продуктов с заданными свойствами: дис. ... док. техн. наук. — Санкт-Петербург, 2019. — 403 с.

118. Куличкова, М. А. Сметанные продукты с пролонгированным сроком годности / М. А. Куличкова // Пищевая промышленность, 2007. — № 12. — 60–61 с.

119. Купцова, С. В. Анализ удовлетворённости потребителей выпускаемым продуктом / С. В. Купцова // Компетентность, 2012. — № 4 (95). — 37–39 с.

120. Купцова, С. В. Исследование и разработка технологии творожных десертов на основе бинарной композиции пищевых волокон и каррагинанов: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04. — Москва, 2003. — 148 с.

121. Купцова, С. В. Формирование системы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях / С. В. Купцова, М. А. Гинзбург, Е. С. Волошина, К. В. Михайлова // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Создание национальной системы управления качеством пищевой продукции, 2016. — 244–247 с.

122. Кушевская, Р. Т. Использование и разработка технологии плавленого сыра с использованием коллагенсодержащего сырья: автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Кемерово, 2000. — 17 с.

123. Кущёв, С. Н. Разработка методики оценки технологических рисков при производстве йогуртовых продуктов: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.23. — Москва, 2009. — 146 с.

124. Литвинова Е.В. Коллагеновая матрица как способ сохранности минорных компонентов в пищевых продуктах / Е.В. Литвинова, Е.И. Титов, С.Н. Кидяев, И.О. Артемьева // Все о мясе. 2019. – № 1. – С. 40-43.

125. Лисин, П. А. Практическое руководство по проектированию продуктов питания с применением Excel, MathCAD, Maple: учебное пособие

для вузов / П. А. Лисин. — 3-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 260 с.

126. Лисицын, А. В. Оценка качества белка с использованием компьютерных технологий / М. А. Никитина, Е. Б. Сусь // Пищевая промышленность, 2016. — № 1. — 26–29 с.

127. Лисицын, А. Б. Качество и безопасность продукции: создание и развитие систем управления / А. Б. Лисицын, И. М. Чернуха, Г. Ю. Макаренкова [и др.]; под общей редакцией академика РАСХН А. Б. Лисицына. — Москва: Эдиториал сервис, 2010. — 312 с.

128. Лобачева, Е. М. Применение коллагеновых структур в продуктах функционального назначения / Е. М. Лобачева, Е. А. Мозговая // В сборнике материалов I международного конгресса «Новейшие достижения в области медицины, здравоохранения и здоровьесберегающих технологий». — Кемерово, 2023. — 243–245 с.

129. Максимов, А. С. Визуализация анализа данных, полученных на приборе «Структурометр СТ-2» при исследовании релаксации напряжений / А. С. Максимов, К. В. Стипанюк // Управление реологическими свойствами пищевых продуктов, 2017. — 19–23 с.

130. Мезенова, О. Я. Сравнительная оценка способов гидролиза коллагенсодержащего рыбного сырья при получении пептидов и исследование их аминокислотной сбалансированности / В. В. Волков, Т. Мерзель, Т. Гримм, С. Кюн, А. Хелинг, Н. Ю. Мезенова // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология, 2018. — Т. 8. — № 4. — 83–94 с.

131. Мелещеня, А. В. Анализ белково-жирового состава и сбалансированности коллагенсодержащего сырья / Т. А. Савельева, С. А. Гордынец, И. В. Калтович // Пищевая промышленность: наука и технологии, 2018. — Том 11, № 4 (42). — 21–32 с.

132. Методические рекомендации МР 2.3.1 0253-2021. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для

различных групп населения Российской Федерации — Утверждены главным государственным врачом РФ от 22.07.2021. — Москва, 2021. — 72 с.

133. Михайлова, К. В. Анализ российских и международных методик выполнения испытаний / К. В. Михайлова, М. А. Гинзбург, С. В. Купцова // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Создание национальной системы управления качеством пищевой продукции, 2016. — 296–299 с.

134. Михайлова, К. В. Исследование причин возникновения несоответствий показателей качества при обращении полутвёрдых сыров в системе прослеживаемости: дис. ... канд. техн. наук / К. В. Михайлова. — Москва, 2021. — 214 с.

135. Михайлова, К. В. Квалиметрическое прогнозирование показателей качества и безопасности / К. В. Михайлова, А. А. Черствой // Компетентность, 2010. — № 7 (78) — 11–13 с.

136. Моделирование рецептур пищевых продуктов и технологий их производства: теория и практика / О. Н. Красуля, С. В. Николаева, А. В. Токарев, А. Е. Краснов, И. Г. Панин. — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2015. — 320 с.

137. Молоко. Переработка и хранение: коллективная монография. — Москва: Издательский дом «Типография» РАН, 2015. — 480 с.

138. МУК 4.2.1847-04. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические условия — Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. — 31 с.

139. Николаева, Т. И. Гидролизаты коллагена в профилактике и лечении заболеваний суставов / Т. И. Николаева, П. В. Шеховцов // Фундаментальные исследования, 2014. — № 12–3. — 524–528 с.

140. Неклюдов, А. Д. Коллаген: получение, свойства и применение: монография / А. Д. Неклюдов, А. Н. Иванкин. — Москва: Московский государственный институт леса, 2007. — 346 с.

141. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204. — Москва: АО «Кодекс», 2011. — 19 с.

142. Об основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.10.2010 № 1873-р.

143. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации. Утверждена указом президента Российской Федерации от 21.01.2020.

144. Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы: Постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 (с изменениями на 03.09.2021) — Москва: АО «Кодекс», 2017. — 64 с.

145. Пасько, О. В. Научное и экспериментальное обоснование технологии ферментированных молочосодержащих продуктов: дис. ... док. техн. наук: 05.18.04. — Кемерово, 2011. — 340 с.

146. Передерий, И. И. Организация процесса производства сметаны и сметанного продукта с использованием модернизированного оборудования / И. И. Передерий, О. И. Долматова // Вестник ВГУИТ, 2022. — Т. 84. — № 3. — 82–88 с.

147. Позняковский, В. М. Проблема питания и здоровья: исторические аспекты и пути решения / В. М. Позняковский, Н. Г. Челнакова // Актуальные проблемы пищевой промышленности и общественного питания: Материалы Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 19.04.2017 / Ответственные за выпуск: С. Л. Тихонов, Ю. А. Овсянников. —

Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, 2017. — 216–221 с.

148. Позняковский, В. М. Регулируемые технологические параметры производства в формировании потребительских свойств функционального продукта / В. М. Позняковский, Н. А. Плешкова, А. Н. Австриевских // Пищевая промышленность, 2018. — № 8. — 80–82 с.

149. Приказ Министерства Здравоохранения от 19.08.2016 № 108614 «Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420374878>, свободный. — Загл. с экрана.

150. Прогноз научно-технологического развития России: 2030. Биотехнологии / под. ред. Л. М. Гохберга, М. П. Кирпичникова. — Москва: Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2014. — 48 с.

151. Рогов, И. А. Химия пищи. Книга 1: Белки: структура, функции, роль в питании / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко [и др.].— В 2 кн. Кн. 1. — Москва: Колос, 2000. — 384 с.

152. Рогов, И. А. Химия пищи / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко. — Москва: Колос, 2007. — 853 с.

153. Рощина, А. Д. Новые продукты как источники коллагенообразующих аминокислот / А. Д. Рощина, Л. В. Шульгина, Л. В. Шульгина, О. А. Ковалева, Ю. П. Шульгин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2015. — № 8–4. — 664–669 с.

154. Рудаков, О. Б. Жиры. Химический состав и экспертиза качества / О. Б. Рудаков и др. — Москва: ДеЛи принт, 2005. — 312 с.

155. Сарбашев, К. А. Применение реологических параметров для интегральной оценки качества сыра адыгейского // Вестник науки и образования. — № 12 (90). — Часть 1. — 2020. — 26–29 с.

156. Свистун, Н. Сметана и сметанные продукты: как обеспечить консистенцию и структуру, сохранив натуральность / Н. Свистун // Молочная промышленность, 2012. — № 10. — 67 с.

157. Скобелев, В. Обзор рынка сметаны и сметанного продукта в России / В. Скобелев // Молочная сфера, 2014. — № 1 (48). — 22–25 с.

158. Скурихин И. М., Тутельян В. А. Таблицы химического состава и калорийности продуктов питания. Справочник. — Москва: ДелиПринт, 2007. — 320 с.

159. Смыков, И. Т. Моделирование процессов структурирования и управление структурообразованием в гетерогенных биополимерных системах: дис. ... док. техн. наук. — Углич, 2014. — 370 с.

160. Способ получения пористого коллагенового материала: патент RU 2 704 248 С1 Рос. Федерация: МПК А61К 35/60 А61К 31/00 В01D 11/02 / Л. В. Антипова, С. А. Сторублевцев, М. А. Пискова, И. В. Сухов; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий». — № 2018134562; заявл. 2018.10.02; опубл. 2019.10.25, Бюл. № 30. — 6 с.

161. Способ производства сметанного продукта: патент RU 2 585 214 С1 Рос. Федерация: МПК А23С 13/16 / О. В. Толмакова; заявитель и патентообладатель О. В. Толмакова. — № 2015115243; заявл. 2015.04.23; опубл. 2016.05.27, Бюл. № 15. — 4 с.

162. Способ производства сметанного продукта: патент RU 2 619 641 С1 Рос. Федерация: МПК А23С 13/16 / Л. Ч. Гагиева, Б. Г. Цугкиев, Л. Б. Дзантиева, М. Т. Тасоева; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Горский государственный аграрный университет». — N 2016111223; заявл. 2016.03.25; опубл. 2017.05.17, Бюл. № 14. — 4 с.

163. Способ производства сметанного продукта: патент RU 2791490 С1 Рос. Федерация: МПК А23С 13/16 А23С 9/133 / Н. И. Дунченко, В. С. Янковская, Е. С. Волошина, М. А. Гинзбург, П. С. Харитоновна; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева». — № 2022114323; заявл. 2022.05.27; опубл. 09.03.2023.03.09, Бюл. № 7. — 7 с.

164. Справочник по гидроколлоидам / Г. О. Филлипс, П. А. Вильямс. Перевод с англ. под ред. А. А. Кочетковой, Л. А. Сарафоновой. — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2006. — 536 с.

165. Степанова, Л. И. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 1. Цельномолочные продукты. — 2-е изд. — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2003. — 384 с.

166. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации — Утверждена указом президента Российской Федерации от 02.07.2021 № 400 — Москва: АО «Кодекс», 2011. — 44 с.

167. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года // Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.06.2016 № 1364-р.

168. Субетто, А. И. Квалиметрия: малая энциклопедия / А. И. Субетто. — Вып. 1. — Санкт-Петербург: ИПЦ СЗИУ — фил. РАНХиГС, 2015. — 244 с.

169. Суфьянова, Л. М. Влияние внесения растительных жиров на вязкость сметаны / Л. М. Суфьянова, Т. В. Кабанова, Е. Г. Шувалова // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки», 2022. — Т. 8. — № 4. — 408–414 с.

170. Суховеркова, Е. Б. Стабилизационные системы для сметанного продукта. Технология и особенности производства // Молочная промышленность, 2020. — № 8. — 43–44 с.

171. Тарасова, Д. В. Коллагены гидробионтов как потенциальный сорбент металлов и наночастиц / М. М. Бородина, М. В. Лиходзиевская, Д. А. Черенков, О. В. Путинцева, Л. В. Антипова, М. А. Наквасина, С. С. Антипов // Вестник ВГУ, серия: Химия. Биология. Фармация, 2023. — № 1. — 75–81 с.

172. Тетерева, Л. И. Органолептический анализ молочной продукции: нормативные документы / Л. И. Тетерева // Молочная промышленность, 2014. — № 12. — 40–41 с.

173. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки» — Утверждён решением комиссии Таможенного союза от 16.08.2011 № 769. — Москва: АО «Кодекс», 2011. — 35 с.

174. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» — Утверждён решением комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880. — Москва: АО «Кодекс», 2011. — 242 с.

175. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части её маркировки» — Утверждён решением комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 881. — Москва: АО «Кодекс», 2011. — 21 с.

176. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 024/2011 «На масложировую продукцию» — Утверждён решением комиссии Таможенного союза 09.12.2011 № 883. — Москва: АО «Кодекс», 2011. — 37 с.

177. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического

питания» — Утверждён решением комиссии Таможенного союза от 15.06.2012 № 34. — Москва: АО «Кодекс», 2012. — 26 с.

178. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» — Утверждён решением комиссии Таможенного союза от 20.07.2012 № 58. — Москва: АО «Кодекс», 2012. — 308 с.

179. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» — Утверждён решением комиссии Таможенного союза от 09.12.2013 № 67. — Москва: АО «Кодекс», 2013. — 107 с.

180. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции» — Утверждён решением комиссии Таможенного союза от 9.10.2013 № 68. — Москва: АО «Кодекс», 2013. — 105 с.

181. Тиняков, Г. Г. Микроструктура молока и молочных продуктов: учебник по специальностям мясной и молочной промышленности для вузов / Г. Г. Тиняков, В. Г. Тиняков. — Москва: Пищепромиздат, 1963. — 180 с.

182. Титов, Е. И. Модификация растительного и животного сырья в технологии мясных продуктов: монография / Е. И. Титов, Л. Ф. Митасева, С. К. Апраксина; под. ред. И. А. Рогова. — Москва: МГУПБ, 2009. — 294 с.

183. Титов, Е. И. Структурно-механические показатели кисломолочных продуктов с гидролизатом белка из кожи рыб / И. И. Ионова, И. С. Краснова, З. В. Волокитина, Н. С. Козлов // Материалы XVII Всероссийского конгресса с международным участием «Фундаментальные и прикладные аспекты нутрициологии и диетологии. Лечебное, профилактическое и спортивное питание», Вопросы питания, 2018. — Том 87. — № 5. — 243–244 с.

184. Точиева Л. Российский рынок кисломолочных продуктов: творог, сметана, йогурт // Российский продовольственный рынок, 2021. — № 2. — 30–33 с.

185. Федеральный закон от 02.01.2000 № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» / Собрание законодательства Российской Федерации, 10.01.2000, № 2, ст. 150.

186. Федотова, О. Б. Использование превентивной оценки рисков при создании молочно-мультизлакового продукта с целевой функциональностью для гарантии его безопасности / О. Б. Федотова, Д. В. Макаркин // Международная научно-практическая конференция, посвящённая памяти В. М. Горбатова, 2018. — № 1. — 277–280 с.

187. Федотова, О. Б. Маркировка упаковки для молочной продукции. Требования технического регламента и комментарии к ним / О. Б. Федотова // Молочная промышленность, 2018. — № 6. — 12–14 с.

188. Харрингтон, Дж. Совершенство управления изменениями / Дж. Харрингтон, Дж. Харрингтон // Москва: Стандарты и качество, 2007. — 192 с.

189. Хропач, А. И. Сравнительный анализ технологического оборудования для производства сметаны // Материалы IX международной молодёжной научной конференции «Молодежь и XXI век — 2019». — Курск: ЗАО «Университетская книга», 2019. — 263–265 с.

190. Худойбердиев, Ш. Ш. Получение и свойства коллагена из кожи крупного рогатого скота / Ш. Ш. Худойбердиев, Д. Р. Саидахмедова // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. 2023. 5(107). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/15372> (дата обращения: 06.11.2023).

191. Цибизова, М. Е. Разработка технологии сметанного продукта / М. Е. Цибизова, Ю. А. Магданова, Э. А. Вышлова // Технология и

товароведение инновационных пищевых продуктов, 2018. — № 4 (51). — 26–31 с.

192. Чернуха, И. М. Система обеспечения безопасности и управления качеством пищевой продукции на предприятиях мясной промышленности России / И. М. Чернуха, Г. Ю. Макаренко // Санитарный врач, 2008. — № 8. — 15–18 с.

193. Чернуха, И. М. Теория и практика производства мясных продуктов биокорректирующего действия путём системного управления трофологической цепью от поля до потребителя: автореф. дис. док. техн. наук. — Москва: ФГБНУ «ВНИРО», 2009. — 52 с.

194. Черных В. Я. Информационно-измерительная система на базе прибора «Структурометр СТ-2» для контроля реологических характеристик пищевых сред // Управление реологическими свойствами пищевых продуктов. Четвёртая научно-практическая конференция с международным участием. — Москва: ФГБНУ НИИХП, 2015. — 24–29 с.

195. Черных, В. Я. и др. Определение физико-химических характеристик растительных порошков // Пищевая промышленность, 2018. — №. 11. — 51–55 с.

196. Шавловская, О. А. Эффективность неденатурированного и гидролизованного коллагена II типа в терапии болевого синдрома / О. А. Шавловская, И. А. Бокова, И. Д. Романов, Н. И. Шавловский // РМЖ. Медицинское обозрение, 2022. — 6 (10). — 571–575 с.

197. Шевелева, С. А. Характеристика бифидогенных свойств коллагенового сырья / С. А. Шевелева, С. Ю. Батищева // Вопросы питания, 2012. — № 1. — 13–23 с.

198. Эрл, М. Разработка пищевых продуктов / М. Эрл, Р. Эрл, А. Андерсон.; пер. с англ. В. Ашкиназа, Т. Фурманской. — Санкт-Петербург: Профессия, 2004. — 384 с.

199. Янковская, В. С. Методика разработки анкет в управлении качеством и товароведении / В. С. Янковская // IV Международная научно-практическая конференция «Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Управление «зелёными» навыками в пищевой промышленности», посвящённая 20-летию кафедры «Управление качеством и товароведение продукции»: материалы конференции. — Москва: «Принт24», 2020. — 236–241 с.

200. Янковская, В. С. Методологический подход к подбору функциональных ингредиентов при проектировании молочной продукции / В. С. Янковская, Н. И. Дунченко, Л. Н. Маницкая // Молочная промышленность, 2022. — № 2. — 39–41 с.

201. Янковская, В. С. Научная концепция моделирования и прогнозирования показателей безопасности и качества пищевых продуктов / В. С. Янковская, Н. И. Дунченко // Молочная промышленность, 2020. — № 11. — 38–39 с.

202. Янковская, В. С. Научные аспекты технологий производства структурированных молочных продуктов: монография / В. С. Янковская, Н. И. Дунченко, В. Г. Яриновская, Т. И. Аникиенко. — Москва, 2022. — 185 с.

203. Янковская, В. С. Определение коэффициентов весомости показателей качества продукции социологическим методом / В. С. Янковская // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств [Электронный ресурс]: материалы XX Международной научно-практической конференции / АлтГТУ им. И. И. Ползунова. — Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2019. — 463–469 с.

204. Янковская, В. С. Применение диаграммы сродства как инструмента анализа потребительских требований / В. С. Янковская // IV Международная научно-практическая конференция «Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Управление «зелёными»

навыками в пищевой промышленности», посвящённая 20-летию кафедры «Управление качеством и товароведение продукции»: материалы конференции. — Москва: «Принт24», 2020. — 232–236 с.

205. Янковская, В. С. Проведение социологических исследований в управлении качеством и товароведении продукции / В. С. Янковская // Международная научная конференция профессорско-преподавательского состава, посвящённая 125-летию со дня рождения В. С. Немчинова: сборник статей. — Москва: РГАУ — МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. — 74–79 с.

206. Янковская, В. С. Разработка АВС-шкалы для оценки технологических рисков при производстве продуктов питания / В. С. Янковская // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств [Электронный ресурс]: материалы XX Международной научно-практической конференции / АлтГТУ им. И. И. Ползунова. — Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2019. — 461–463 с.

207. Янковская, В. С. Разработка биполярных квалиметрических шкал для оценки качества молочных продуктов / В. С. Янковская // конференция «Актуальные вопросы молочной промышленности, межотраслевые технологии и системы управления качеством»: сборник научных трудов под ред. А. Г. Галстяна. — Москва: Издательство и типография «Сад-издат», 2020. — 652–657 с.

208. Янковская В. С. Разработка квалиметрической модели прогнозирования показателей качества и безопасности творожных продуктов: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.02.23. — Москва: МГУПБ, 2008. — 23 с.

209. Янковская, В. С. Разработка структурированных молочных продуктов с учётом данных о рекламациях и методологии квалиметрии рисков / В. С. Янковская, Н. И. Дунченко, К. В. Михайлова // Техника и технология пищевых производств, 2022. — Т. 52. — № 1. — 2–12 с.

210. Akao, Yoji. Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design. (Translated by Glenn H. Mazur) Productivity Press, Cambridge MA, 1990.

211. Alemu, T. Texture Profile and Design of Food Product. // Journal of Agriculture and Horticulture Research, 2023. — № 6 (2). — P. 272–281.

212. Antipova, L. V. Prospects of obtaining and applying wound healing materials based on fish collagen / L. V. Antipova, S. A. Storublevtsev, S. B. Bolgova, L. V. Kozhanova // Materials of 1st International Congress Industrial-academic networks in cooperation activities for pharmaceutical, chemical and food fields, 2014. — P. 116–120.

213. Boggia, R., Zunin, P., Turrini, F. Functional Foods and Food Supplements // Applied Sciences, 2020. Vol. 10. — P. 1–5.

214. Botanicals in Functional Foods and Food Supplements: Tradition, Efficacy and Regulatory Aspects / F. Colombo [et al.] // Applied Sciences, 2020. Vol. 10. — P. 1–15.

215. Buehler, M. J. Nature designs tough collagen: Explaining the nanostructure of collagen fibrils // Proceedings of the National Academy of Sciences, 2006. — № 103. — P. 12285–12290.

216. Chen, C., Chi, Y. J., Zhao, M. Y., Xu, W. Influence of degree of hydrolysis on functional properties, antioxidant and ACE inhibitory activities of egg white protein hydrolysate // Food Sci. Biotechnol, 2012. — № 21. — P. 27–34.

217. Cicchi, R., Matthaus, C., Meyer, T., Lattermann, A., Dietzek, B., Brehm, B.R., Popp, J., Pavone, F. S. Characterization of collagen and cholesterol deposition in atherosclerotic arterial tissue using non-linear microscopy // J. Biophotonics, 2014. — № 7. — P. 135–143.

218. Duan, R., Zhang, J., Du, X., Yao, X., Konno, K. Properties of collagen from skin, scale and bone of carp (*Cyprinus carpio*) // Food Chemistry, 2009. — Volume 112, Issue 3, P. 702-706.

219. Dunchenko, N. I. Quality designing and food safety provisioning based on qualimetric forecasting/ N. I. Dunchenko, V. S. Yankovskaya, E. S. Voloshina, M. A. Ginzburg, A. S. Kupriy// Food Science and Technology (Brazil), 2022,42, e112021.

220. Gómez-Guillén, M.C., Giménez, B., López-Caballero, M.E., Montero, M.P. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review // Food Hydrocolloids, 2011. – Volume 25, Issue 8, P. 1813-1827.

221. Hu, F. Y., Chi, C. F., Wang, B., Deng S. G. Two novel antioxidant nonapeptides from protein hydrolysate of skate (*Raja porosa*) muscle. // Mar. Drugs, 2015. — № 13. — P. 1993–2009.

222. Kudo, S., Nakashima, S. Water retention capabilities of collagen, gelatin and peptide as studied by IR/QCM/RH system // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2020. – Volume 241, 118619.

223. Li, X. R., Chi, C. F., Li, L., Wang, B. Purification and Identification of Antioxidant Peptides from Protein Hydrolysate of Scalloped Hammerhead (*Sphyrna lewini*) Cartilage. // Mar Drugs, 2017 Mar 1. — № 15 (3). — P. 61.

224. León-López, A. Characterization of Whey-Based Fermented Beverages Supplemented with Hydrolyzed Collagen: Antioxidant Activity and Bioavailability/ A. León-López [et al.] // Foods, 2020. — V. 12. — № 9 (8). — P. 1106.

225. Ligia, L. Fernandes, Cristiane X. Resende, Débora S. Tavares, Gloria, A. Cytocompatibility of Chitosan and Collagen-Chitosan Scaffoldsfor Tissue Engineering // Brasil. Polímeros, 2011. — Vol. 21, № 1. — P. 1–6.

226. Liu, Z.-Y., Chen, D., Su, Y.-C., and Zeng, M.-Y. Optimization of hydrolysis conditions for the production of the angiotensin-I converting enzyme inhibitory peptides from sea cucumber collagen hydrolysates. // J. Aquat. Food Prod. Technol,2011. Vol. 20. — P. 222–232.

227. Liu, F., Liub, C., Lorenac, D. et al. Evaluation of the antioxidant activity of collagen peptide additive extracted from cod skin. // *J. Environ. Protect. Ecology*, 2012. Vol.13. P. 1836–1841.
228. Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S. L., Matsudaira, P., Baltimore, D., Darnell, J. // *Molecular Cell Biology*, 4th edn, 2000. — P. 979–985.
229. Martirosyan D. M., Miller E. Bioactive Compounds: The Key to Functional Foods // *Bioactive Compounds in Health and Disease*. 2018. Vol. 1. P. 36–39.
230. Muhammad Ijaz Ahmad, Yonghui Li, Jinfeng Pan, Fei Liu, Hongjie Dai, Yu Fu, Tao Huang, Shahzad Farooq, Hui Zhang. Collagen and gelatin: Structure, properties, and applications in food industry // *International Journal of Biological Macromolecules*, 2024. – Volume 254, Part 3, 128037.
231. Pang, Z., Deeth, H., Sharma, R., Bansal, N. Effect of addition of gelatin on the rheological and microstructural properties of acid milk protein gels // *Food Hydrocolloids*, 2015. — № 43. — P. 340–351.
232. Pang, Z., Deeth, H., Yang, H., Prakash, S., Bansal, N. Evaluation of tilapia skin gelatin as a mammalian gelatin replacer in acid milk gels and low-fat stirred yogurt // *Journal of Dairy Science*. Volume 100, Issue 5. — P. 3436–3447.
233. Ricard-Blum, S. The Collagen Family. Cold Spring Harbor Perspectives // *Biology*, 2010. — № 3 (1).
234. Saurabh Tukaram Gondil, Janugade, H. B., Aakash Katkar. To Evaluate the Effect of Collagen Dressing in Diabetic Foot Ulcer Patients // *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 2022. — № 13 (6). — P. 659–662.
235. Shoulders, M. D., Raines, R. T. Collagen Structure and Stability, *Annual Review of Biochemistry*, 2009. — № 78. — P. 929–958.
236. Valorization of Chicken Feet By-Product of the Poultry Industry: High Qualities of Gelatin and Biofilm from Extraction of Collagen / José C. C. Santana, Roberta B. Gardim, Poliana F. Almeida [et al.] // *Polymers*, 2020. — № 12 (3). — P. 529.

237. Walrand, S. Consumption of a functional fermented milk containing collagen hydrolysate improves the concentration of collagen-specific amino acids in plasma/ S.Walrand [et al.] // *J Agric Food Chem*, 2008. Sep 10. — № 56 (17). P. 7790–5.

238. Wiriyaphan, C., Xiao, H., Decker, E. A., Yongsawatdigul, J. Chemical and cellular antioxidative properties of threadfin bream (*Nemipterus spp.*) surimi byproduct hydrolysates fractionated by ultrafiltration. *Food Chem*, 2015. — Т №167. — P. 7–15.

239. Yankovskaya, V. Food quality management based on qualimetric methods / V. Yankovskaya, N. Dunchenko, D. Artykova, M. Ginzburg, K. Mikhaylova, E. Voloshina // *Proceedings of the 9th International Scientific Conference Rural Development 2019*, edited by prof. Asta Raupelienė, Kaunas, Lithuania: Vytautas Magnus University, 2019. — P. 93–97.

240. Yankovskaya, V. S. Qualimetric forecasting and analysis of consumer requirements in agricultural markets / V. S. Yankovskaya, N. I. Dunchenko, E. S. Voloshina, S. V. Kuptsova, M. A. Ginzburg // *Unlocking Digital Transformation of Agricultural Enterprises. Technology Advances, Digital Ecosystems, and Innovative Firm Governance. Cep. "Innovation, Technology, and Knowledge Management"* Cham, 2023. — P. 121–130.

241. Yankovskaya, V. S. The development of formulation for curd products based on the methodology of risk qualimetry / V. S. Yankovskaya, N. I. Dunchenko, E. S. Voloshina, S. V. Kuptsova, K. V. Mikhaylova, M. A. Ginzburg // *Proceedings of Agricultural Raw Materials 21–24 September 2021, Voronezh, Russian Federation; IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science*, 2022. — Vol. 1052 (1). 012071.

242. Yu, P., Chen H. Optimization of conditions for enzymatic production collagen hydrolysates from a long-value acaudinamolpadioides and their activites. // *J. Food Biochem*, 2013. — Vol. 38. — P. 227–235.

243. Znamirowska, A. Probiotic Fermented Milk with Collagen/A. Znamirowska, K. Szajnar, M. Pawlos // Dairy, 2020. — V. 1 (2). — P. 126–134.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложения А.

**Установленные требования к качеству и безопасности
сметанного продукта**

Наименование показателя безопасности		Единицы измерения	Значение	Нормативный документ
Содержание токсичных элементов	свинец	мг/кг	0,1	[173]
	мышьяк		0,05	[173]
	кадмий		0,03	[173]
	ртуть		0,005	[173]
Содержание микотоксинов	афлатоксин М ₁	мг/кг	0,0005	[173]
Содержание диоксинов	диоксины	мг/кг	0,000003 (в пересчете на жир)	[173]
Содержание меламина	меламин	мг/кг	не допускается (<1,0)	[173]
Содержание пестицидов	гексахлорциклогексан (α,β,γ-изомеры)	мг/кг	1,21 (в пересчете на жир)	[173]
	ДДТ и его метаболиты		1,0 (в пересчете на жир)	[173]
Содержание антибиотиков	левомицетин	не допускается	< 0,0003 мг/л	[178]
	тетрациклиновая группа		< 0,01 мг/л	[178]
	стрептомицин		< 0,2 мг/л	[178]
	пенициллин		< 0,004 мг/л	[178]
Содержание радионуклидов	цезий-137	Бк/кг	100	[173]
	стронций-90		25	[173]
Микробиологические показатели	КМАФАнМ	для термизированной продукции не нормируется		[178]
	БГКП (колиформы)	см ³ , в которых не допускается	0,1 г/см ³	[178]
	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	см ³ , в которых не допускается	25	[178]
	Стафилококки S.aureus	см ³ , в которых не допускается	1	[178]
	для продуктов со сроком годности более 72ч Дрожжи (Д), плесени (П)	КОЕ/см ³ , не более	Д-50 П-50	[178]

Продолжение приложения А.

Наименование показателя	Значение показателя	Нормативный документ
Массовая доля жира, %, не менее	10-58	[178]
Массовая доля молочного жира в жировой фазе %, не менее	50,0	[69]
Массовая доля белка, %, не менее	1,2	[69, 70, 178]
Массовая доля СОМО, %, не менее	3,6	[178]
Кислотность, °Т, не более	150	[70]
	160	[69]
Внешний вид и консистенция	Однородная с нарушенным или ненарушенным сгустком жидкость или однородная тягучая или вязкая жидкость, или однородная желеобразная (кремообразная) масса, или однородная густая масса	[69, 70, 178]
Вкус и запах	Чистые, характерные для сквашенного продукта конкретного вида, обусловленные видом применяемых заквасочных культур. При внесении пищевкусовых компонентов – обусловленные их вкусом и запахом	[69, 70, 178]
Цвет	Молочно-белый или светло-кремовый, или обусловленный цветом добавленных пищевкусовых компонентов, равномерный по всей массе	[69, 70, 178]

Примечание. Производитель разрабатывает техническую документацию на сметанный продукт, в которой отражены все показатели качества продукции и их значения, не противоречащие требованиям ТР ТС 033/2013. Производитель должен обеспечивать соответствие вырабатываемой продукции указанным в данной технической документации требованиям.



ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ

ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ



Заявитель: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СОФОС ПРОТЕИН БИОТЕХНОЛОДЖИ», Место нахождения: 143600, РОССИЯ, Московская область, г ВОЛОКОЛАМСК, УЛ НОВО-СОЛДАТСКАЯ, СТР. 29А, ЭТАЖ 2 ПОМЕЩ. 30, Адрес места осуществления деятельности: 143600, РОССИЯ, Московская обл, г Волоколамск, ул Ново-Солдатская, строение 29А, ОГРН: 1215000084529, Номер телефона: +7 4999298971, Адрес электронной почты: contact@sofosbiotechnology.com

В лице: ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР ЛАБОЦКИЙ ИВАН ГЕННАДЬЕВИЧ

заявляет, что Продукты переработки коллагенсодержащего сырья: Гидролизованный коллаген говяжий, Гидролизованный коллаген говяжий (пептиды коллагена) Sofos 3203, Гидролизованный коллаген говяжий (пептиды коллагена) Sofos 3204, Гидролизованный коллаген говяжий (пептиды коллагена) Sofos 3205, Гидролизованный коллаген говяжий (пептиды коллагена) Sofos 3206. Упаковка: из полимерных материалов и/или картона, массой нетто от 25 грамм до 100 килограмм

Изготовитель: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СОФОС ПРОТЕИН БИОТЕХНОЛОДЖИ», Место нахождения: 143600, РОССИЯ, Московская область, г ВОЛОКОЛАМСК, УЛ НОВО-СОЛДАТСКАЯ, СТР. 29А, ЭТАЖ 2, ПОМЕЩ. 30, Адрес места осуществления деятельности по изготовлению продукции: РОССИЯ, Московская обл, Волоколамск г, Ново-Солдатская ул, строение 29А

Документ, в соответствии с которым изготовлена продукция: ТУ 10.13.15 -014-53022792-2023 «Продукты переработки коллагенсодержащего сырья. Технические условия»

Коды ТН ВЭД ЕАЭС: 3504

Серийный выпуск,

Соответствует требованиям ТР ТС 034/2013 О безопасности мяса и мясной продукции; ТР ТС 029/2012 Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств; ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции; ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки

Декларация о соответствии принята на основании протокола 231-014 выдан 10.06.2023 испытательной лабораторией "Испытательный центр Ассоциации ИспП "Минэк-Тест"" RA.RU.21ПС30; Схема декларирования: Зд;

Дополнительная информация ТР ТС 034/2013, О безопасности мяса и мясной продукции; ТР ТС 029/2012, Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств; ТР ТС 021/2011, О безопасности пищевой продукции; ТР ТС 022/2011, Пищевая продукция в части ее маркировки; Условия и сроки хранения: Срок годности 36 месяцев при температуре не выше +25, влажность не более 70%. Дата изготовления, срок годности, условия хранения указаны в прилагаемой к продукции товаросопроводительной документации и/или на упаковке и/или каждой единице продукции

Декларация о соответствии действительна с даты регистрации по 21.06.2026
включительно

(подпись)



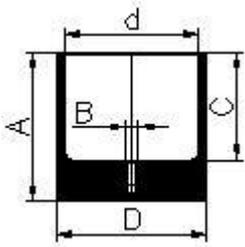
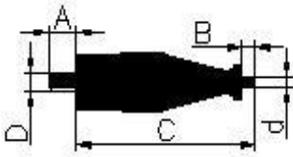
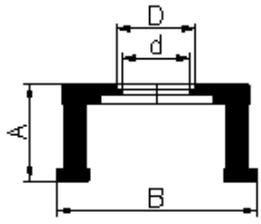
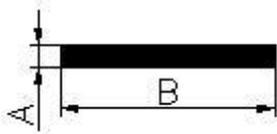
ЛАБОЦКИЙ ИВАН ГЕННАДЬЕВИЧ

(Ф. И. О. заявителя)

Регистрационный номер декларации о соответствии: ЕАЭС N RU Д-РУ.РА04.В.87700/23
Дата регистрации декларации о соответствии: 22.06.2023

Статус: погашено	Форма № 2
Ветеринарное свидетельство	
Московская область, Волоколамский район, ГБУВ МО "Территориальное ветеринарное управление №1" Волоколамская ветеринарная станция	№ 19780384366 от 10.07.2023 11:15:28 МСК
Отправитель:	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СОФОС ПРОТЕИН БИОТЕХНОЛОДЖИ», ИНН: 5004030573, ТТН: № СФ0000000081 от 10.07.2023 г наименование юридического лица или Ф. И. О. физического лица
	ООО "СОФОС ПРОТЕИН БИОТЕХНОЛОДЖИ" (пищевое производство) (РФ, Московская обл., Волоколамский район, г. Волоколамск, Ново-Солдатская ул., д. 29А) наименование и адрес предприятия-отправителя
Получатель:	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ФЛЕКСАРТИС", ИНН: 9724052627 наименование юридического лица или Ф. И. О. физического лица
	ООО "ФЛЕКСАРТИС" (РФ, г. Москва, Воронцовская ул., д. 35 Б Корп. 1 пом. 1 эт.2 ком.17 офис 2Б) наименование и адрес предприятия-получателя
Продукция:	Гидролизированный коллаген говяжий (пептиды коллагена) Sofos 3204 (С1042), 200 кг наименование и объем продукции
	Мешок бумажный многослойный влагонепроницаемый, 20 шт. наименование и количество единиц упаковки
Производитель:	XS: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СОФОС ПРОТЕИН БИОТЕХНОЛОДЖИ» (ИНН: 5004030573) на площадке: ООО "СОФОС ПРОТЕИН БИОТЕХНОЛОДЖИ" (пищевое производство) (РФ, Московская обл., Волоколамский район, г. Волоколамск, Ново-Солдатская ул., д. 29А) XS-производитель, название и номер площадки-производителя
	ООО "СОФОС ПРОТЕИН БИОТЕХНОЛОДЖИ" 06.07.2023 маркировка, номер и форма клейма дата выработки продукции
Лабораторные исследования:	см. приложение
Изготовлена из сырья, прошедшего ветеринарно-санитарную экспертизу Маршрут следования: а/м У 204 КТ 797 - РФ, Московская обл., Волоколамский район, г. Волоколамск, Ново-Солдатская ул., д. 29А - РФ, г. Москва, Воронцовская ул., д. 35 Б Корп. 1 пом. 1 эт.2 ком.17 офис 2Б. ТТН: № СФ0000000081 от 10.07.2023 г. Способ хранения при перевозке: вентилируемые Цель: использование в пищевой промышленности Местность благополучна по заразным болезням животных Условия хранения и транспортировки: не выше + 25°C, 70% отн.вл. Согласование на вывоз Министерства сельского хозяйства и продовольствия Московской области от 27.12.2022 г. № 19ИСХ-25630.. Производственный ВСД: № 19738292473 от 06.07.2023	
	ВСД выдал: Заведующий Волоколамской участковой ветеринарной лечебницей Трофимова С.Л. Контактный тел.: 9169916247
07F8-9E3E-27B0-4719-9F85-EC73-9619-696F	

**Инденторы, используемые при выполнении оценки
деформационного профиля**

№ п/п								Наименование индентора, номер чертежа, материал, масса	Фото индентора
			B	C	D	d	α		
1.		36	M3	26	36	32	-	Индентор Цилиндр Ø36 (СТ-2.20.00.001) дюраль; 42,5г	
2.		10	5	75	M6	M3	-	Держатель основной (СТ-2.19.00.000 СБ) дюраль; 36,7г	
3.		75	152	-	59	50	-	Съемный столик (СТ-2 -1.16.00.000 СБ) дюраль; 722г	
4.		9	100	90	-	-	-	Крышка №2 (СТ-2.11.00.002) дюраль; 216г	

Реологические параметры, определяемые по методике ТРА

Параметр	Как выражается		Как измеряется (на рисунке 4)
Hardness (твердость)	Максимальная сила первого сжатия.		Peak Force (F1)
Твердость - это пиковая сила, возникающая при первом сжатии.			
Cohesiveness (связанность, когезионная способность)	Область работы при втором сжатии делится на область работы при первом сжатии.		Area 2/Area 1 Факультативно (похоже, но не идентично): Area 5/Area 4
Связность - определяет насколько продукт выдерживает вторую деформацию относительно его сопротивления при первой деформации.			
Springiness (упругость)	Выражается в виде отношения или процента от первоначальной высоты продукта. Упругость измеряется несколькими способами, но, как правило, по расстоянию обнаружения высоты во время второго сжатия, деленному на исходное расстояние сжатия.		Distance 2 / Distance 1 Факультативно (то же значение): Time 2/Time 1
Упругость - определяет насколько хорошо продукт физически возвращается обратно (назад) после того, как он был деформирован во время первого сжатия, и ему было позволено ожидать целевое время между движениями зонда. Возврат в первоначальное состояние измеряется при ходе второго сжатия. В некоторых случаях чрезмерно длительное время ожидания позволит продукту возвратиться быстрее, чем могло бы быть в исследуемых условиях (например, вы бы не ждали 60 секунд между жеваниями).			
Chewiness (Пережевываемость)	Gumminess * Distance 2 / Distance 1	Hardness x Cohesiveness x Springiness	
Пережевываемость определяется только у твердых продуктов и рассчитывается как Gumminess * Springiness (Distance2/Distance1).			
Resilience (устойчивость)	Она рассчитывается путем деления энергии хода вверх первого сжатия на энергию хода вниз первого сжатия.	Area 4/Area 3	
Устойчивость - определяет насколько продукт «борется за то, чтобы восстановить свою первоначальную высоту». Она измеряется на выходе (поднятии зонда) после первого сжатия, до начала периода ожидания. Устойчивость может быть измерена с одним сжатием, однако скорость поднятия (зонда) должна быть такой же, как скорость сжатия.			
Gumminess (Липкость)	Оценивается для полутвердых продуктов. Вычисляется из параметра «Пережевываемость»		

АНКЕТА

для выявления потребительского предпочтения при выборе сметанных
продуктов

1. Ваш пол
 - мужской
 - женский
2. Ваш возраст
 - 18-25 лет
 - 25-35 лет
 - 35-45 лет
 - 45-55 лет
 - больше 55 лет
3. Семейное положение
 - женат (замужем)
 - холост (не замужем)
4. Ваш род занятий
 - студент
 - работающий студент
 - работающий
 - безработный
 - пенсионер
5. Ваш ежемесячный доход
 - менее 20 000 рублей
 - от 20 000 до 45 000 рублей
 - от 45 000 до 70 000 рублей
 - более 70 000 рублей
6. Употребляете ли Вы молочные продукты?
 - да
 - нет

Продолжение приложения Е.

7. Знаете ли Вы чем отличается сметанный продукт от сметаны?
- да
 - нет
8. Употребляете ли Вы сметанные продукты?
- да
 - нет
9. Чему Вы отдаете предпочтение?
- сметанному продукту
 - сметане
10. Где Вы обычно покупаете сметанные продукты?
- супермаркет/универсам
 - гипермаркет
 - продуктовый магазин
 - специализированный магазин
11. Как часто Вы покупаете сметанные продукты?
- Несколько раз в неделю
 - Раз в неделю
 - Каждые 2-3 недели
 - Раз в месяц
 - Не покупаю
12. Сметанные продукты с какой массовой долей жира Вы покупаете?
- 10%
 - 15%
 - 20%
 - 30%
13. Устраивает ли Вас качество сметанных продуктов?
- Да
 - Нет

Продолжение приложения Е.

14. Сметанные продукты какого объема Вы предпочитаете?
- До 300 г
 - 300-400 г
 - 400-500 г
 - Свыше 500 г
15. Сколько Вы обычно тратите за упаковку сметанного продукта массой 200 г?
- 40-50 рублей
 - 50-60 рублей
 - 60-70 рублей
 - Больше 70 рублей
16. Устраивают ли Вас цены на сметанные продукты?
- Да
 - Нет
17. Факторы, влияющие на Вас при выборе продукта
- Вкус
 - Состав
 - Внешний вид и консистенция
 - Цена
 - Объем
 - Материал и дизайн упаковки
 - Торговая марка/производитель
 - Массовая доля жира
 - Срок годности

Данные проведения ПФЭ для образцов модельных сметанных продуктов с коллагенами

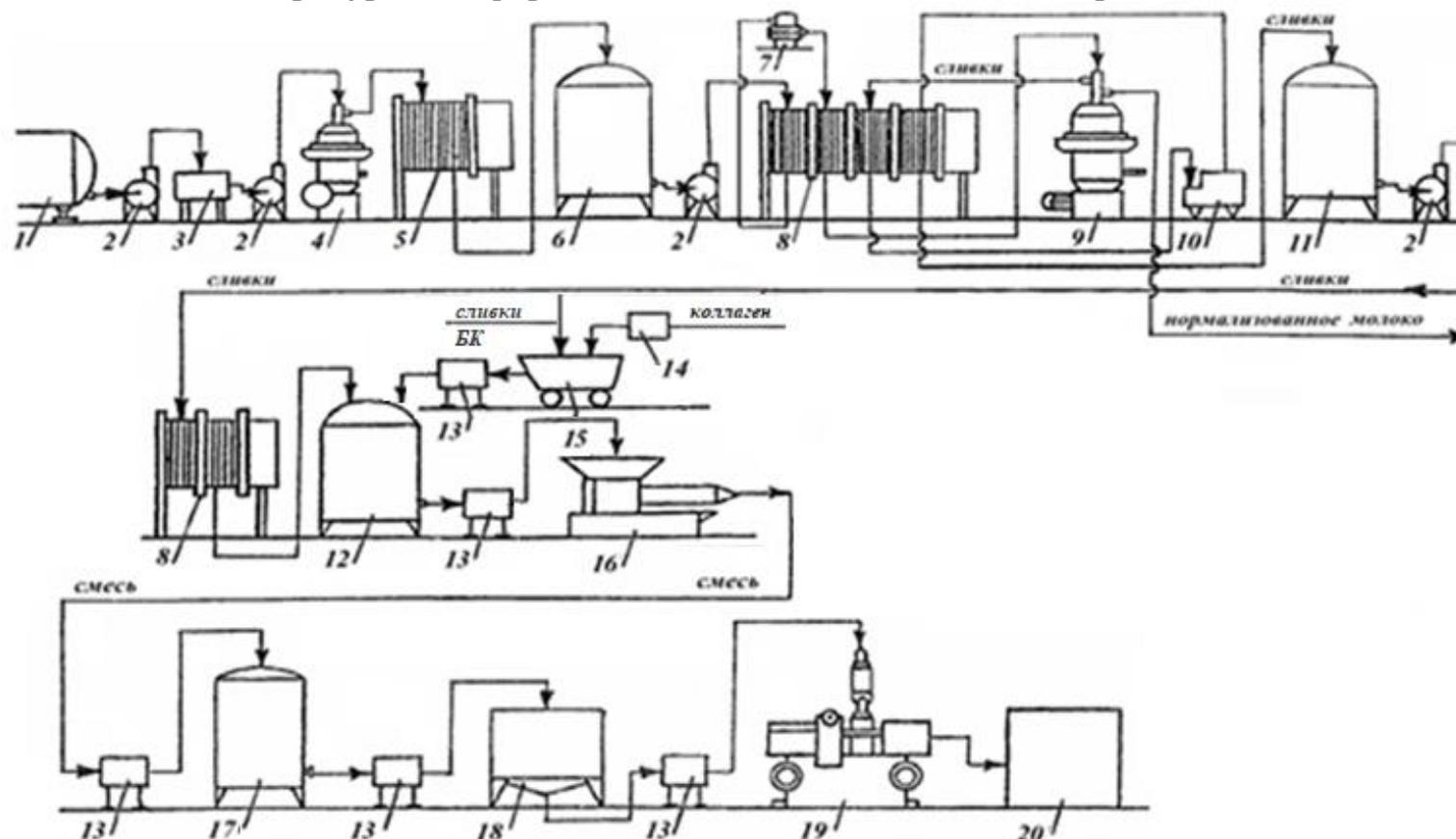
Номер опыта	Уровни управляемых факторов			Целевая функция – вязкость модельных сметанных продуктов с коллагенами, Y, мПа·с			
	массовая доля жира в сливках <i>k</i> , %	массовая доля коллагена <i>x</i> , %	время образования структуры <i>f</i> , %	говяжий	свиной	куриный	рыбный
1	2	3	4	5	6	7	8
1	10	1,0	5	1459	1 311	1 312	1 512
2	10	2,0	5	1 538	1 393	1 367	1 587
3	10	3,0	5	1 712	1 457	1 429	1 641
4	10	4,0	5	1 736	1 480	1 502	1 707
5	10	5,0	5	1 749	1 578	1 586	1 783
6	10	6,0	5	1 832	1 656	1 644	1 840
7	10	7,0	5	1 868	1 701	1 724	1 874
8	10	8,0	5	1 891	1 767	1 857	1 915
9	10	9,0	5	1 925	1 819	1 904	1 933
10	10	10,0	5	1 947	1 887	1 938	1 947
11	10	1,0	7	1 683	1 556	1 476	1 656
12	10	2,0	7	1 754	1 616	1 528	1 718
13	10	3,0	7	1 876	1 699	1 619	1 849
14	10	4,0	7	1 939	1 768	1 670	1 950
15	10	5,0	7	2 128	1 872	1 732	2 133
16	10	6,0	7	2 247	1 943	1 849	2 207
17	10	7,0	7	2 310	2 009	2 127	2 298

Продолжение приложения Ж.

18	10	8,0	7	2 351	2 113	2 173	2 336
19	10	9,0	7	2 397	2 165	2 209	2 402
20	10	10,0	7	2 426	2 239	2 232	2 455
21	10	1,0	9	1 730	1 614	1 702	1 716
22	10	2,0	9	1 804	1693	1 783	1 844
23	10	3,0	9	1 891	1736	1 835	1 937
24	10	4,0	9	1973	1829	1 894	2 011
25	10	5,0	9	2202	1905	1 967	2 189
26	10	6,0	9	2285	1978	2 018	2 256
27	10	7,0	9	2349	2039	2 164	2 327
28	10	8,0	9	2383	2176	2 223	2 403
29	10	9,0	9	2 441	2212	2 289	2 447
30	10	10,0	9	2 518	2287	2 316	2 534
31	10	1,0	11	1 917	1703	1 786	1 811
32	10	2,0	11	2 008	1759	1 813	1 876
33	10	3,0	11	2 126	1811	1 869	2 015
34	10	4,0	11	2 229	1884	1 948	2 167
35	10	5,0	11	2 305	1965	2 017	2 228
36	10	6,0	11	2 396	2021	2 101	2 319
37	10	7,0	11	2577	2089	2 199	2 392
38	10	8,0	11	2662	2210	2 276	2 434
39	10	9,0	11	2725	2303	2 323	2 514
40	10	10,0	11	2789	2376	2458	2 606

Приложение И.

Схема аппаратного оформления технологической линии производства сметанного продукта



1 – емкость для сырого молока; 2 – насос; 3 – балансирующий бачок; 4 – сепаратор-молокоочиститель; 5 – пластинчатая пастеризационно-охлаждающая установка; 6 – резервуар для промежуточного хранения сырого молока; 7 – деаэратор; 8 – пластинчатая пастеризационно-охлаждающая установка; 9 – сепаратор-сливоотделитель с нормализующим устройством; 10 – гомогенизатор; 11 – емкость для промежуточного хранения сливок; 12 – емкость для сквашивания молока; 13 – насос для вязких продуктов; 14 – сито для сухих компонентов; 15 – емкость для смешивания компонентов; 16 – смеситель; 17 – резервуар для хранения продукта; 18 – скребковой охладитель для вязких продуктов; 19 – автомат для фасовки; 20 – холодильная камера хранения готового продукта

Расчет экономических показателей сметанного продукта с коллагенами

Проведенные экономические расчеты для производства сметанного продукта с коллагенами, включали в себя следующее:

1. Маркетинговые исследования: анализ рынка сбыта, сравнительная характеристика основных конкурентов.
2. Расчет затрат на проведение научных исследований при разработке новых продуктов.
3. Расчет затрат на внедрение методологии структурирования функции качества для производства сметанного продукта с коллагенами.
4. Расчет затрат на производство сметанного продукта с коллагенами.
5. Финансовый план и расчет эффективности проекта.
6. Определение отпускной цены и прибыльности разработанного продукта.

Анализ рынка сбыта

Для проведения анализа рынка проведено его сегментирование, т.е. деление потребителей на группы, предъявляющие свой специфический спрос и одинаково реагирующие на определенный набор стимулов маркетинга и свойств продукта.

1. Географический признак. Проведенные социологические исследования показали, что целевым потребителем сметанных продуктов являются женщины 25-45 лет. Предполагается реализовывать продукцию в Москве и Московской области в крупных и средних магазинах, а также в небольших специализированных магазинах.

2. Социально-экономический признак. Разработанный сметанный продукт с коллагенами рассчитан на все возрастные группы населения, со средним уровнем дохода, людям с различными уровнями образования и профессиональной принадлежностью.

3. *Поведенческий признак.* В результате проведения социологических исследований с использованием анкеты установлено, что мотивацией приобретения сметанного продукта с коллагеном является забота о своем здоровье, расширение ассортимента потребляемых молочных продуктов, интерес к новинкам и относительно невысокая стоимость по сравнению с аналогичными продуктами.

Потенциальный объем производства и реализации сметанных продуктов с коллагенами для г. Москвы и ближнего Подмосковья рассчитывается:

$$E = Ч \cdot H_{нотр} \cdot K_{сегм} \cdot I_{нотр} ,$$

где E – потенциальный объем производства и реализации продукции, т;

$Ч$ – численность населения в данном городе (районе, области), чел.;

$H_{нотр}$ – рекомендованная минимальная норма потребления молочных продуктов, кг на одного человека в год;

$K_{сегм}$ – коэффициент, учитывающий долю целевой группы потребителей данного вида продукции в общей численности населения (устанавливается экспертным методом и принимает значения от 0,1 до 1).

$I_{нотр}$ – коэффициент интенсивности потребления, учитывающий степень удовлетворения потребности в продукте за счет предлагаемого нового (улучшенного) продукта. $I_{нотр}$ принимаем равным 0,05.

Сметанный продукт с коллагенами планируется реализовывать в г. Москва, где численность населения составляет 17 млн. человек, однако не все категории населения являются потенциальными потребителями нового продукта. Тогда потенциальный объем производства и реализации сметанных продуктов с коллагенами (ф):

$$E_{ф} = 13000000 \cdot 110,13 \cdot 0,05 = 929500 \text{ кг/г} = 929,5 \text{ т/г.}$$

Сравнительная характеристика основных конкурентов

Результаты сравнительной оценки конкурентов и нового сметанного продукта приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Результаты проведения сравнительной характеристики
основных конкурентов**

Показатель	Предлагаемый продукт	Существующие продукты	Преимущество (+), недостаток (-)
Свойства и характеристики	Как показали социологические исследования и проведенная оценка показателей качества разработанных сметанных продуктов с коллагенами более полно отвечают ожиданиям потребителей, чем продукты, имеющиеся на рынке	На потребительском рынке существует более 15 разновидностей сметанных продуктов без добавления коллагенов	+
Новизна (уникальность)	Ранее не производился	Имеются аналоги	+
Использование при проектировании результатов квалитметрического прогнозирования	Использование при проектировании продукции методологии QFD	Нет	+
Целевой сегмент: - Географический - Демографический - Социально-экономический - Поведенческий	г. Москва, Московская область 7-70 средний класс здоровый образ жизни	г. Москва, Московская область 7-70 средний класс умеренный образ жизни, случайная покупка	= = = +
Численность потребителей, тыс. чел.	1,7 млн.	1,7 млн.	=
Интенсивность потребления	Низкая	Умеренная	-
Потенциальный объем производства и реализации продукции, т/год	1360	1360	=
Возможность увеличения объемов производства и реализации	Имеется	Имеется	=
Возможность и целесообразность расширения ассортимента	Имеется	Имеется	=

Угрозы	Усиление конкуренции	Импорт	+
Упаковка (удобство, дизайн)	Удобная, узнаваемая	Удобная, узнаваемая	=
Представленность и доступность	Минимальная	Средняя	-
Ритмичность производства и поставок	Стабильная	Стабильная	=
Влияние сезонности	Небольшое	Небольшое	=
Условия хранения	4±2 °С	4±2 °С	=
Сроки годности	21 суток	20-30 суток	=/+

Расчет затрат на проведение научных исследований при разработке новых продуктов

На разработку сметанных продуктов с коллагенами израсходовано определенное количество ресурсов различных видов, которые затрачены в процессе проведения работ научно-исследовательского характера. Данные ресурсы в экономическом смысле трансформируются в перечень затрат на научный поиск, проведение экспериментов, создание опытных образцов, специальной технической документации и др. Расчет затрат на научные исследования осуществляли в виде составления сметы расходов по следующим статьям затрат: материалы, оплата труда, оборудование для научных и экспериментальных работ, общехозяйственные расходы и прочие расходы.

Материалы – данная статья включает в себя суммарные затраты на используемые в научных исследованиях и экспериментах материальные ресурсы. Потребность в материалах и их стоимость рассчитываются по формуле:

$$C_m = \sum_{i=1}^n H_i \cdot c_i \cdot Q_i$$

где C_m – стоимость материальных ресурсов на проведение научных исследований, руб.;

H_i – норма расхода i -того вида материальных ресурсов на проведение одного эксперимента, (кг, шт, кВт и т.д.);

c_i – цена (тариф) за единицу i -того вида материальных ресурсов, руб.;

Q_i – количество i -того вида экспериментов (исследований);

n – количество экспериментов ($n=3$).

Расчеты стоимости материальных ресурсов на проведение научных исследований приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Стоимость материальных ресурсов на проведение научных исследований для сметанных продуктов с коллагенами

Материальные ресурсы	Единица измерения	Цена за единицу, руб.	Норма расхода на проведение эксперимента (кг, кВт, м ³)	Стоимость, тыс. руб.
Сливки с м.д.ж. 10,0 %	кг	180	15,9	2862,0
Бактериальный концентрат	ЕА	95	0,01	0,95
Коллаген говяжий	кг	500	0,5	250,0
Коллаген куриный	кг	570	0,5	285,0
Коллаген рыбный	кг	600	0,5	300,0
Вода питьевая	м ³	28,4	0,07	1,99
Образцы продукции, имеющейся на рынке	кг	350	1,0	350,0
Электроэнергия	кВт	3	20,00	60,00
Итого				4109,94

$$C_{\phi} = 4109,94 \cdot 3 = 12329,82 \text{ руб.} = \mathbf{12,330} \text{ тыс. руб.}$$

Заработная плата. Заработная плата научного руководителя научного исследования определяется по формуле:

$$C_z = \sum_{j=1}^m a_j \cdot T_j \cdot k,$$

где, C_z – заработная плата участников научного исследования, тыс. руб.;

a_j – часовая тарифная ставка (40 руб.);

T_j – количество времени, затраченного на научные исследования, ч (150 ч);

k – коэффициент, учитывающий налоговые начисления на фонд оплаты труда (1,26);

m – количество участников исследования.

$$C_z = 40 * 150 * 1,26 = \mathbf{7,560} \text{ тыс. руб.}$$

Оборудование для научных и экспериментальных работ принимаем в размере 7 % от заработной платы – **0,529** тыс. руб.

Затраты на внедрение результатов квалиметрического прогнозирования включают в себя:

- проведение социологического опроса с использованием разработанной анкеты целевого назначения;
- разработку матрицы структурирования функции качества;
- разработку рецептов, технологии производства сметанных продуктов с коллагенами.

Данные затраты осуществляются одновременно и составляют 250 тыс. руб.

Удельные (на 1 тонну продукции) затраты на внедрение результатов квалиметрического прогнозирования определяются по формуле:

$$C_{ys} = \frac{C_s}{V_n},$$

где C_{ys} - удельные затраты на внедрение результатов квалиметрического прогнозирования, тыс. руб.,

C_s - суммарные затраты на внедрение результатов квалиметрического прогнозирования, тыс. руб.,

V_n - планируемый годовой объем производства нового продукта, тонн.

$$C_{ys} = 250/720 = \mathbf{0,3472} \text{ тыс. руб.}$$

Общехозяйственные расходы принимаем в размере 10% от заработной платы – **0,378** тыс. руб.

Прочие затраты принимаем в размере 3% от заработной платы – **0,114** тыс. руб.

Результаты расчета затрат на научные исследования по всем статьям затрат приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Затраты на проведение научных исследований, внедрение результатов квалиметрического прогнозирования и создание технической документации при разработке сметанных продуктов с коллагенами

Статьи затрат	Сумма, тыс. руб.
Материалы	12,330
Оплата труда	3,780
Оборудование для научных и экспериментальных работ	0,529
Внедрение результатов квалиметрического прогнозирования	250,000
Общехозяйственные расходы	0,378
Прочие расходы	0,114
Итого	267,131

Удельные (на 1 тонну продукции) затраты на проведение научных исследований определяются по формуле:

$$C_{yn} = \frac{C_n}{V_n},$$

где C_{yn} - удельные затраты на проведение научных исследований, руб.;

C_n - суммарные затраты на проведение научных исследований, тыс. руб.;

V_n - планируемый годовой объем производства нового продукта, тонн.

$C_{yn\phi} = 267,131/720 = 0,3710$ тыс. руб.

Расчет затрат на производство сметанного продукта с коллагенами и обеспечение функционирования квалиметрической модели

Затраты на производство сметанных продуктов с коллагенами и обеспечение функционирования квалиметрической модели состоят: капитальные затраты; эксплуатационные расходы (амортизация оборудования и текущие расходы (обслуживание, ремонт, содержание помещений), энергозатраты, заработная плата персонала, аренда помещения, сырье и вспомогательные материалы).

Для расчета взяли предприятие с производительностью 3,6 т/см, смен в году – 200, годовой выпуск $3,6 \cdot 200 = 720$ тонн.

Капитальные затраты

1. Расчет капитальных затрат складывается из стоимости закупаемой производственной линии для реализации разработанной технологии представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет стоимости оборудования

Наименование оборудования	Количество	Цена, тыс. руб.
Линия производства сметанных продуктов	1	1800
Транспортно-заготовительные работы	7%	1674
Монтаж оборудования	20%	360
Внутрицеховое оборудование и транспорт	30%	540
Итого		4374

2. Эксплуатационные расходы включают следующие статьи затрат:

а) амортизация оборудования и текущие расходы (обслуживание, ремонт, содержание помещений);

б) энергозатраты;

в) заработная плата персонала с отчислениями на социальные нужды;

г) аренда помещений;

д) сырье и вспомогательные материалы;

е) прочие расходы.

а) Калькуляция затрат на амортизацию, текущий ремонт и содержание оборудования представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Затраты на амортизацию, текущий ремонт и содержание оборудования

Статья расхода	Ставка, %	Затраты, тыс. руб.
Амортизация на оборудование	10	437,4

Затраты на текущий ремонт	5	218,7
Затраты на содержание помещений	2	87,48
Итого		743,58

б) Калькуляция энергозатрат представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Калькуляция энергозатрат

Вид энергоносителя	Потребность в смену, кВт	Годовая потребность, кВт	Стоимость за 1 кВт, тыс.руб.	Стоимость, тыс. руб.
Электроэнергия	900	180000	0,003	540
Итого				540

в) Калькуляция затрат на заработную плату с отчислениями на социальные нужды представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Калькуляция затрат на заработную плату с отчислениями на социальные нужды

Должность	Зарботная плата в месяц, тыс. руб.	Количество, чел.	Затраты годовые, тыс. руб.
Директор	100	1	1200
Бухгалтер	80	1	960
Технолог	73	1	876
Рабочие	54	2	1296
Уборщица	25	1	300
Итого			4632
Отчисления на социальные нужды			1389,6
Итого			6021,6

г) Калькуляция затрат на аренду помещения представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Калькуляция затрат на аренду помещения

Статья расходов	Стоимость за м ² в год, тыс. руб.	Площадь, м ²	Годовые затраты, тыс. руб.
Аренда помещений	25	300	7500
Итого			7500

д) Калькуляция годовых затрат на сырье и вспомогательные материалы для производства сметанных продуктов с коллагенами представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Калькуляция годовых затрат на сырье и вспомогательные материалы для производства сметанных продуктов с коллагенами

Наименование сырья и материалов	Потребность в смену, кг (ЕА, шт, м ³)	Потребность в год, т (ЕА, шт., м ³)	Цена за кг (шт), тыс. руб	Стоимость, тыс. руб. в год
Сливки	3510	702	0,18	126360,00
Бактериальный концентрат	35	7000	0,295	2065,00
Коллагены	180	36	0,5	18000,00
Стакан	360	72000	14	1008,00
Этикетка	360	72000	4	288,00
Итого				147721,00

е) Прочие расходы, включающие в себя расходы на связь, содержание оборудования, организацию экспертиз, транспортные перевозки грузов (не включая транспортные расходы) составляют 80 % от основной заработной платы персонала – **3705,6** тыс. руб.

Общие эксплуатационные затраты предприятия рассчитаны и представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Калькуляция годовых производственных затрат предприятия

Статья расхода	Расходы за год, тыс. руб.
Сырье и материалы	147721,00
Энергозатраты	540,00
Заработная плата с учетом социального налога	6021,6
Аренда помещений	7500,00
Амортизация, текущий ремонт, содержание оборудования и помещений	743,58
Прочие расходы	3705,6
Итого	166231,18

Текущие затраты на обеспечение функционирования квалитетической модели включают в себя:

1. Затраты на маркетинговые исследования: проведение социологических исследований;

2. Затраты по обновлению данных квалитетической модели прогнозирования.

3. Затраты на корректировку рецептуры и технологии производства.

4. Затраты на обучение в области управления качеством включают в себя затраты на внедрение, функционирование и развитие программ обучения, консультаций, тренингов, предоставляемых сторонними организациями.

5. Прочие затраты.

Удельные затраты на обеспечение функционирования квалиметрической модели рассчитываются по формуле:

$$C_{yk} = \frac{C_k}{V_n},$$

где C_{yk} - удельные затраты на обеспечение функционирования квалиметрической модели прогнозирования, тыс. руб.;

C_k - суммарные затраты на обеспечение функционирования квалиметрической модели прогнозирования, 100 тыс. руб.

$$C_{yk} = 100/720 = \mathbf{0,138} \text{ тыс. руб.}$$

Определение отпускной цены и прибыльности нового продукта

На основании данных по годовым производственным и капитальным затратам предприятия были рассчитаны основные технико-экономические показатели внедрения данной технологии (таблица 10).

Таблица 10 – Технико-экономические показатели от внедрения технологии

Показатель	Значение показателя
Объем производства, т	720
Затраты на производство и реализацию продукции, тыс. руб.	166231,18
Выручка от реализации, тыс. руб.	53518,4
Валовая прибыль, тыс. руб.	2056000
Чистая прибыль, тыс. руб.	15567000
Рентабельность продукции, %	20
Срок окупаемости, лет	0,15

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2813266

СМЕТАННЫЙ ПРОДУКТ

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева" (ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева) (RU)*

Авторы: *Дунченко Нина Ивановна (RU), Гинзбург Марина Александровна (RU)*

Заявка № 2023113037

Приоритет изобретения 19 мая 2023 г.

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 08 февраля 2024 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 19 мая 2043 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

ЮРИДИЧЕСКОЕ БЮРО
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"ЮРИДИЧЕСКОЕ БЮРО Ю.С. ЗУБОВ"
ИНН 77-07-0000000
ОГРН 1077707000000

Ю.С. Zubov





**XVI МЕЖДУНАРОДНЫЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ФОРУМ «РОСБИОТЕХ 2023»
19-21 апреля 2023 г.**



Диплом

НАГРАЖДАЕТСЯ ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ

**ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева**

**Способ производства сметанного
продукта с коллагеном**

Гинзбург М.А., Дунченко Н.И.

**Председатель Оргкомитета
Международного биотехнологического
Форума «РосБиоТех-2023»,
академик РАН**

А.С. Сигов

Приложение Н.

Акты о внедрении результатов диссертационной работы

Акционерное общество
«Учебно-опытный молочный завод»
Вологодской государственной
молочнохозяйственной академии
имени П.В. Верещагина»
(АО «Учебно-опытный молочный завод»
ВГМХА им. П.В. Верещагина)
 160555, г. Вологда, с. Молочное
 Вологодского района, ул. Панкратова, д. 15
 тел./факс – (8172)-76-41-30, 76-41-34,
 E-mail: uomz@vologda.ru
 http: www.moloko.vologda.ru
 ОКПО 00482660, ОГРН 1123525008375,
 ИНН / КПП 3525279862 / 352501001
 @4062605 № Г/М
 На № _____ от _____

Акт дегустации

образцов сметанных продуктов

Комиссия в составе: председатель Е.В. Ожиганова, заместитель генерального директора по качеству; члены комиссии А.А. Осетров, главный инженер, Ж.Ю. Кузнецова, начальник производства и М.А. Гинзбург соискатель ученой степени составили настоящий акт о том, что нами были изучены органолептические показатели выработанных в промышленных условиях опытных образцов сметанных продуктов с коллагенами (приложение к Акту дегустации). Образцы сметанных продуктов, имеющие наиболее высокие органолептические характеристики, рекомендуются для включения в рецептуру технической документации и для промышленной реализации.

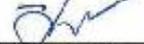
Председатель комиссии


 (подпись) (Е.В. Ожиганова)
 инициалы, фамилия

Члены комиссии


 (подпись) (А.А. Осетров)
 инициалы, фамилия


 (подпись) (Ж.Ю. Кузнецова)
 инициалы, фамилия


 (подпись) (М.А. Гинзбург)
 инициалы, фамилия

Продолжение приложения Н.

Акционерное общество
«Учебно-опытный молочный завод»
Вологодской государственной
молочнохозяйственной академии
имени Н.В. Верещагина»
(АО «Учебно-опытный молочный завод»
ВГМХА им. Н.В. Верещагина)
160555, г. Вологда, с. Молочное
Вологодского района, ул. Панкратова, д. 15
тел/факс – (8172)-76-41-30, 76-41-34,
E-mail: uomz@vologda.ru
http: www.moloko.vologda.ru
ОКПО 00482660, ОГРН 1123525008375,
ИНН / КПП 3525279862 / 352501001

04.08.2023 № 7/к
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Исполнительный директор

Ю.А. Григорьев



2023 г.

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы на соискание
ученой степени кандидата технических наук
Гинзбург Марины Александровны

Комиссия в составе: председатель Е.В. Ожиганова, заместитель генерального дирек-
инициалы, фамилия, должность председателя комиссии
тора по качеству

члены комиссии А.А. Осетров, главный инженер; Ж.Ю. Кузнецова, начальник производства
инициалы, фамилии, должности членов комиссии

составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы «Формирование показателей качества сметанных продуктов с коллагеном водного и наземного генеза», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук внедрены и используются в деятельности АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н.В. Верещагина.

К внедрению приняты следующие результаты диссертационных исследований:

1. Предложения по повышению конкурентоспособности сметанных продуктов на базе математического моделирования и структурирования показателей качества.
2. Экспериментальные данные по исследованию влияния содержания коллагенов водного и наземного генеза на показатели качества сметанных продуктов.
3. Технологические режимы производства и рецептуры сметанных продуктов.
4. Экспериментальные данные по изучению органолептических, физико-химических и микробиологических показателей качества опытной партии сметанных продуктов (Акт дегазации).
5. ТУ и ТИ 10.51.56-323-00492931-2022 «Сметанный продукт».

Использование указанных результатов позволяет повысить качество выпускаемой продукции и снизить количество выявляемых несоответствий.

Председатель комиссии


подпись (Е.В. Ожиганова)
инициалы, фамилия

Члены комиссии


подпись (А.А. Осетров)
инициалы, фамилия


подпись (Ж.Ю. Кузнецова)
инициалы, фамилия

Испытательная лаборатория ООО «Испытательная лаборатория «ЭКСИМТЕСТ»

Форма 22



**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ЭКСИМТЕСТ»
(ООО «ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «ЭКСИМТЕСТ»)
Испытательная лаборатория**

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц Федеральной Службы по Аккредитации (Росаккредитации) РОСС RU.0001.21ПЩ 54
Юридический адрес: 129110, г. Москва, Орловский пер., д. 5, оф 214.
Фактический адрес места осуществления деятельности и почтовый адрес: 143026, РОССИЯ, Московская обл, Одинцовский р-н, Новоивановское рп, Агрохимиков ул, дом 6, 12 этаж, помещения № 1201-1213.

ОГРН 1027714008266, ИНН 7714277530, КПП 770201001 (503232001),
тел/факс (495) 940 92 18, e-mail: eximtest@yandex.ru <https://eximtestlab.ru/>

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель испытательной лаборатории

16.12.2022 П.А. Жуков

16.12.2022



**Протокол испытаний № 08-12/10778А
от 16.12.2022**

- | | |
|--|---|
| 1. Наименование образца испытаний (исследований), придуманное название (при наличии): | Сметанный продукт с коллагеном |
| Характеристика образца испытаний (измерений) (при необходимости): | - |
| Состояние образца (при необходимости): | - |
| НД на продукцию: | ТУ 10.51.56-323-00492931-2022 |
| Тип упаковки: | Герметичная полимерная упаковка |
| Дата изготовления: | 07.12.2022 |
| Условия хранения: | до и после вскрытия упаковки хранить при температуре (4±2)°С. |
| Срок годности: | 28.12.2022 |
| 2. Изготовитель: | |
| Наименование, адрес юридический, фактический | ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева
127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49 |
| 3. Заказчик (заявитель):
адрес юридический, фактический
(Фамилия И.О., почтовый адрес для физ. лица): | Гисбург М.А. |
| 4. Основание для проведения испытаний (наименование и реквизиты документа): | Заявка № 10778А от 08.12.2022 |
| 5. Код образца (пробы): | 10778А-ОХБ-11.22 |
| 6. Сведения о пробоотборе: | |
| Количество образца (пробы) шт.: | 5 |
| Масса нетто, (объем) одного образца: | |
| 7. Информация о пробоотборе (при наличии):
дата отбора образцов, план и метод отбора образцов согласно документу (указать: наименование, дата): | 180 г
Валетка № 10778А от 08.12.2022 |
| 8. Условия и способ доставки образцов (проб) | Автомобилем в изотермическом контейнере |
| 9. Дата и время поступления образца (пробы): | 08.12.2022 13:00 |

протокол № 08-12/10778А

стр. 1 из 5

Продолжение приложения П.

Испытательная лаборатория ООО «Испытательная лаборатория «ЭКСИМТЕСТ»

Форма 22

	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г	-	ГОСТ ISO 6785-2015	не допускаются	не обнаружено
3	<i>Органиoleптические показатели:</i> Внешний вид	описание	ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011	Однородная густая масса с глянцевой поверхностью; цвет - белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе	Свойственный характеристике: однородная масса с глянцевой поверхностью; цвет белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе
	Запах и аромат	описание	ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011	Чистые, кисломолочные, без посторонних запахов	Свойственные характеристикам: чистые, без постороннего запаха
	Консистенция	описание	ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011	Для продукта с массовой долей жира от 10,0% до 20,0% допускается недостаточно густая, слегка вязкая консистенция с незначительной крупитчатостью	Свойственный характеристике: густая
	Вкус	описание	ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов	Свойственный характеристике: кисломолочный, без постороннего привкуса
6	<i>Пестициды:</i> ГХЦГ (α-, β- и γ-изомеры) в пересчете на массовую долю жира	мг/кг	ГОСТ 23452-2015 п.9	не более 1,25	менее 0,061
	ДДТ и его метаболиты в пересчете на массовую долю жира	мг/кг	ГОСТ 23452-2015 п.9	не более 1,0	менее 0,061
7	<i>Стерины:</i> Холестерин	-	ГОСТ 31979-2012	*	Наличие
	Брассикастерин	-	ГОСТ 31979-2012	-	Отсутствие
	Кампестерин	-	ГОСТ 31979-2012	-	Отсутствие
	Стигмастерин	-	ГОСТ 31979-2012	-	Отсутствие
	β-ситостерин	-	ГОСТ 31979-2012	-	Отсутствие
8	<i>Токсичные элементы:</i> Кадмий	мг/кг	ГОСТ EN 14083-2013	не более 0,03	0,005
	Ртуть	мг/кг	ГОСТ Р 53183-2008 (ЕН 13806:2002)	не более 0,005	0,003
	Свинец	мг/кг	ГОСТ EN 14083-2013	не более 0,1	0,013
	Мышьяк	мг/кг	ГОСТ 31628-2012	не более 0,05	менее 0,04
9	<i>Физико-химические показатели:</i> Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО)	%	ГОСТ Р 54761-2011 п.6	не менее 3,6	7,2
	Фосфатаза	-	ГОСТ 3623-2015 п.7.2	не допускается	отсутствие
	Кислотность	°Т	ГОСТ Р 54669-2011 п.6	-от 65 до 100 включ.	72,0 ± 2,3
	Массовая доля жира	%	ГОСТ 5867-90 п.2	не менее 10,0	10,0
	Массовая доля белка	%	ГОСТ Р 53951-2010	не менее 2,6	2,83 ± 0,07

Продолжение приложения П.

Испытательная лаборатория ООО «Испытательная лаборатория «ЭКСИМТЕСТ»

Форма 22

Масса нетто	кг	Руководство по эксплуатации весов AD-10H, номер в госреестре 50315-12	-	0,180
-------------	----	---	---	-------

13. Дополнительная информация:

14. Оборудование, используемое при проведении испытаний:

№ п.п.	Наименование средств измерений, испытательного, вспомогательного оборудования, тип, марка (модель)	Заводской номер (другая уникальная идентификация)	Срок действия поверки/калибровки /аттестации до
1	Набор ареометров общего назначения, АОН-1	6/н	30.03.2026
2	Весы электронные, GR 200, A&D	14239251	04.07.2023
3	Весы лабораторные, BK-1500 I	022672	04.07.2023
4	Весы электронные автоматического действия, Ohaus Scout SPX1202	B631833051	04.07.2023
5	Весы электронные, KERN-440-45N	WCO 3134078	04.07.2023
6	Весы электронные автоматического действия, ВЛТЗ-210	K06-002	04.07.2023
7	Весы электронные, MW-120 CASBEE	010100397	04.07.2023
8	Весы электронные автоматического действия, ВЛТЗ-210	K06-003	04.07.2023
9	Весы электронные, AD-10H	016820420	04.07.2023
10	Дозатор механический одноканальный с регулируемым объемом дозирования, ВЮНПТ (10-100) мкл	13564304	20.06.2023
11	Дозатор механический одноканальный регулируемого объема, ВЮНПТ 100-1000 мкл	17507011	14.12.2022
12	Дозатор механический одноканальный регулируемого объема, ВЮНПТ, 100-1000 мкл	17507010	13.01.2023
13	Дозатор пипеточный одноканальный механический, Biotek Profile Plus 100-1000 мкл	15530807	20.06.2023
14	Дозатор механический одноканальный регулируемого объема, ВЮНПТ, 500-5000 мкл	15543083	20.06.2023
15	Дозатор механический 1-канальный регулируемого объема, 500-5000 мкл. ВЮНПТ	38182035	08.02.2023
16	Дозатор механический 1-канальный регулируемого объема, 500-5000 мкл. ВЮНПТ	38380423	13.01.2023
17	Дозатор механический 8-канальный регулируемого объема, 50-300 мкл. ВЮНПТ	4538902420	20.06.2023
18	Дозатор пипеточный механический 8-канальный, Sartorius Profile с регулируемым объемом дозирования, 50-300 мкл	4541604763	20.06.2023
19	Дозатор механический 1-канальный регулируемого объема, 100-1000 мкл	18028744	14.04.2023
20	Дозатор пипеточный, «Лайт» 1-10 мкл	1900248	13.01.2023
21	Дозатор пипеточный одноканальный, «Лайт» ДПОП-1-100-1000	1508246	14.12.2022
22	Дозатор пипеточный, Тезою 1000-10000 мкл	1920260	14.12.2022
23	Фотометр фотоэлектрический, КФК-3-01 «ЭОМЭ»	1770253	09.03.2023
24	Фотометр для микроплазметов, iMark	20878	04.03.2023
25	Хроматограф жидкостной, «Стайер» с детекторами спектрофотометрическим, флуоро-метрическим, рефрактометрическим	0891	21.11.2023
26	Комплекс аппаратно-программный на базе хроматографа, «Хроматэк-Кристалл 5000» исп. 2, детекторы ПВД-1, ПВД-2	552271	23.10.2023
27	Комплекс аппаратно-программный на базе хроматографа, «Хроматэк-Кристалл 5000», детектор ПВД, детектор ЭЗД, ДАЖ-2М с Зап. № 410257	452357	23.10.2023
28	Секундомер механический в металлическом корпусе, СОПр-2а-3-000	9692	13.07.2023
29	Микрошприц, SGE-Chromates-02-10 мкл. 214 2.835.001-02	2242031	10.02.2023
30	Анализатор вольтамперометрической, TA-Lab	487	28.11.2023
31	Спектрометр атомно-абсорбционный, «КВАЛТ-2.ЭТА-1» с рутинно-гибридной приставкой	468	25.09.2023
32	Термогазметр, ИВА-6Н	4С15	31.08.2023
33	Термогазметр, ИВА-6Н	4С19	27.07.2023
34	Термогазметр, ИВА-6Н-Д	9645	25.01.2023
35	Термометр стеклянный, ТС-7-М1 исп 6	70671	31.01.2023
36	Термометр стеклянный жидкостный, ТТЖ-Х - №2	17803	14.07.2023
37	Термометр рутинный стеклянный лабораторный, ТЛ-4 номер 2	918	01.12.2025
38	Термометр стеклянный неросновый, СП-2	71	01.03.2024
39	Термометр рутинный стеклянный лабораторный, ТЛ-2	461	01.12.2025
40	Термометр стеклянный лабораторный, ТЛ-2 № 2 исп 1	151	24.02.2023
41	Термометр термический стеклянный, ТТ ЖП №4	309	07.06.2024
42	pH-метр, ЭКСПЕРТ-pH	2523	29.08.2023
43	pH-метр, ivoLab pH 7110	21111110	08.09.2023
44	pH-метр, pH-150MI	2813	11.09.2023

Продолжение приложения П.

Испытательная лаборатория ООО «Испытательная лаборатория «ЭКСИМТЕСТ»

Форма 22

45	Титратор , «Титрион» (Комплект для автоматического потенциометрического титрования)	252	04.07.2023
46	Дозатор пипеточный механический одноканальный Sartorius Proline с варьируемым объемом дозирования, 100-1000 мкл Sartorius Proline	4542202551	23.11.2023
47	Дозатор пипеточный одноканальный механический , Biolit 10-100 мкл	17515651	19.06.2023
48	Термометр стеклянный лабораторный, ТЛ-2 № 2	25	01.01.0001
49	Баня водяная многоместная , STEGLER TS-4A	140438	22.09.2023
50	Лабораторная баня , «Банька»	0989	22.09.2023
51	Водяная баня , LT-4	12/224587	09.03.2023
52	Гаря калибровочная , F2 1 кг	12832	30.03.2023
53	Термостат электрический сухоподушный , TC-1/80 СПУ	44214	09.03.2023
54	Термостат электрический сухоподушный охлаждающий, TC-200	853	09.03.2023
55	Термостат сухоподушный охлаждающий , TCO-1/80 СПУ	012001844	22.09.2023
56	Термостат электрический сухоподушный , TC-200 СПУ	012002088	22.09.2023
57	Термостат ТАГЛЕР для пробирок , HT-120	436	09.03.2023
58	Стерилизатор паровой вертикальный автоматический , СПВА-75-1-НН	3131	22.09.2023
59	Стерилизатор паровой вертикальный автоматический , СПВА-75-1-НН	3586	22.09.2023
60	Стерилизатор воздушный медицинский, ПП-80-Оль-ПЗ	108	22.09.2023
61	Стерилизатор паровой вертикальный автоматический, СПВА-75-1-НН	3584	22.09.2023
62	Центрифуга лабораторная медицинская , Ц/Ип-16 (6x50)	B01702021QB	09.03.2023
63	Центрифуга/вертекс, Micro-rip FV-2400 BioSas	01020118110888	09.03.2023
64	Центрифуга/вертекс, Micro-rip FV-2400 BioSas	01020118100787	09.03.2023
65	Шкаф сушильный, ШС-40-02	32478	09.03.2023
66	Низкотемпературная лабораторная электропечь, SNOL 67/350	11576	22.09.2023
67	Электропечь сопротивления камерная лабораторная, SNOL 12/12	1492	22.09.2023

Примечание: Результаты испытаний распространяются только на предоставленный образец (пробу).
Сведения в п.п. 1-3, 7 протокола испытаний, в т.ч. информация об образце, предоставлена Заказчиком.
Ответственность за отбор образцов (проб) несет Заказчик.
Полное, частичное копирование, перепечатка протокола осуществляется по согласованию с руководством ИЛ.
Место проведения испытаний, отделения: физико-химических испытаний (показатели безопасности, органолептические, физико-химические), микробиологических исследований (микробиологические показатели), биологических исследований (ГМО, ИФА, антибиотик)

Подпись:

Ответственный за оформление
протокола испытаний:

И.о. руководителя отдела по работе с
заявителями
должность


подпись

К.А. Севостьянова
И.О. Фамилия

окончание протокола испытаний

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева
(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)»

ОКПД2 10.51.56.320
(ОКП 92 2250)

ОКС 67.100.10 (Группа Н17)

УТВЕРЖДАЮ
и.о. проректора по науке и
инновационному развитию,
д.с.-х.н., профессор

 Свинарев И.Ю.
« 6 » февраля 2023 г.

СМЕТАННЫЙ ПРОДУКТ

Технические условия
ТУ 10.51.56-382-00492931-2023

Дата введения в действие 06.02.2023 г.

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
Заведующий кафедрой управления качеством
и товароведения продукции Дунченко Н.И.

Доцент кафедры управления качеством
и товароведения продукции Яковская

Старший преподаватель кафедры управления к
и товароведения продукции Гитзбург М.А.

В.С.

качеством

Москва
2023