

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ И.Т.ТРУБИЛИНА»

На правах рукописи



Семиряжко Елизавета Сергеевна

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СМОКВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ВИНОГРАДНЫХ ВЫЖИМОК, ОБРАБОТАННЫХ СВЧ-НАГРЕВОМ

4.3.3. Пищевые системы

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель:  
кандидат технических наук, доцент  
Горлов Сергей Михайлович

Краснодар – 2026

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИНОГРАДНЫХ ВЫЖИМОК.....	9
1.1 Анализ современных тенденций в питании человек.....	9
1.2 Оценка конъюнктуры рынка кондитерских изделий.....	14
1.3 Обоснование выбора виноградных выжимок в качестве обогащающей добавки для кондитерских изделий .....	19
1.4 Обзор способов обработки растительного сырья в пищевой промышленности.....	28
1.5 Выводы, цель работы и задачи исследований.....	34
2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	36
2.1 Объекты исследования.....	36
2.2 Методики исследования.....	37
2.3 Выводы к второй главе.....	43
3 ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.....	44
3.1 Разработка технологии производства пищевой добавки из виноградных выжимок.....	44
3.2 Процесс получения яблочного пюре для производства смоквы.....	66
3.3 Разработка рецептуры и технологии производства смоквы.....	73
3.4 Структурно-функциональная схема производства смоквы.....	96
3.5 Выводы к третьей главе.....	110
4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	112
4.1 Расчет экономической эффективности производства смоквы.....	112
4.2 Опытно-промышленная апробация результатов исследования.....	125
4.3 Выводы к четвертой главе.....	128
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	129
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	132
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	148

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Современные тенденции питания, сопровождающиеся ростом потребления высококалорийных продуктов при дефиците пищевых волокон, требуют качественной трансформации состава кондитерских изделий. Перспективной базой для создания функциональных продуктов выступает пастило-мармеладная группа, в частности смоква, воспринимаемая потребителями как натуральный и менее калорийный десерт.

Одновременно актуализируется переход к экологически безопасному производству, ориентированному на минимизацию отходов. Особый интерес представляют вторичные ресурсы виноделия – виноградные выжимки (до 20% от массы переработанного сырья). Являясь ценным источником биологически активных веществ и пищевых волокон, они требуют специальной подготовки для улучшения биодоступности нутриентов.

Применение СВЧ-нагрева позволяет интенсифицировать процесс подготовки вторичного сырья, повысить его функциональную ценность и обеспечить создание конкурентоспособных изделий, соответствующих принципам здорового питания. Таким образом, эффективное вовлечение вторичных ресурсов виноделия в технологический цикл производства функциональной смоквы является актуальной задачей.

Работа выполнена в соответствии с планом НИОКР ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ на 2021–2025 гг. по теме 19 «Разработка конкурентоспособных технологий функциональных продуктов питания с высоким потенциалом коммерциализации» (номер госрегистрации 121032300085–5).

**Степень разработанности темы.** Исследования по переработке виноградных выжимок проводили ученые Истригова Т.А., А.Н. Тихонова, Н.М. Агеева, S.R. Ioga, C. Beres и др. Исследования по СВЧ-воздействию на растительное сырье проводили ученые Пахомов В.И., Перфилова О.В., Брыксина К.В., J. Peng, Z. Rahmani и др. Исследования по разработке функциональных кондитерских изделий проводились в ФГБОУ ВО «МГТУ»,

«КубГТУ», «КубГАУ», ФГБНУ «СКФНЦСВВ», ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ВНИИКП – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. И занимались ученые: Кочеткова А.А., Румянцева В.В., Кондратьев Н.Б., Магомедов Г.О., Тамова М.Ю., Е.П. Викторова, Исригова Т.А., Причко Т.Г., Л.В. Донченко, Лимарева Н.С., S. Mironeasa, V.G. Asan и др.

Научная проблема заключается в недостаточной разработанности рациональных технологий переработки виноградных выжимок, в частности, с использованием предварительной СВЧ-обработки. Отсутствуют технологии обогащения смоквы виноградными выжимками, которые бы гарантировали стабильное сохранение органолептических характеристик конечного продукта после внедрения СВЧ-обработанных добавок.

**Научная гипотеза.** СВЧ-обработка виноградных выжимок позволит использовать их в качестве нутриентного обогатителя при производстве смоквы, что обеспечит повышение функциональной ценности продукта при сохранении органолептических показателей традиционного образца.

**Объект исследования:** смоква с использованием виноградных выжимок.

**Предмет исследования.** Взаимосвязи между технологическими факторами производственного процесса и качественными характеристиками конечных продуктов.

**Цели и задачи исследований.** Цель исследований – разработка технологии производства смоквы с использованием виноградных выжимок, обработанных СВЧ-нагревом для получения функционального продукта и эффективного использования вторичных ресурсов виноделия.

Основные задачи исследований:

- обосновать структуру объектов и методов исследования;
- разработать технологию пищевой добавки из виноградных выжимок, включая исследование влияния исходного сырья и оптимизацию режимов СВЧ-обработки для сохранения биологической ценности;

- исследовать сырье и технологический процесс получения яблочного пюре с целью выявления и обоснования оптимальных исходных характеристик сырья, необходимых для получения целевого продукта;
- разработать рецептуру и технологию производства смоквы, определить потребительские показатели качества готового продукта, исследовать зависимость влияния упаковочных материалов на сроки хранения готового изделия;
- обосновать структурно-функциональную схему производства смоквы с определением режима энергопотребления оборудования;
- обосновать экономическую эффективность производства готовых продуктов и провести производственную апробацию.

**Научная новизна:**

- впервые установлены закономерности влияния параметров СВЧ-обработки на динамику изменения содержания влаги и пищевых волокон в выжимках;
- выявлены новые аналитические зависимости влияния технологических параметров на качество полуфабрикатов и готового продукта;
- разработаны математические модели на основе планирования эксперимента и регрессионного анализа, описывающие влияние дозировки виноградных выжимок (1–9 %) и температуры фруктовой массы (30–50 °С) на органолептические показатели смоквы;
- установлена оптимальная дозировка виноградных выжимок – 3,0 % и температура фруктовой массы 45 °С, обеспечивающие наилучшие потребительские свойства продукта;
- обоснована технология производства функционального кондитерского изделия – смоквы «Виноградная натуральная»;
- обоснованы закономерности изменения показателей качества и микробиологической стабильности смоквы в процессе хранения (до 90 сут) в различных видах упаковки.

**Теоретическая и практическая значимость:**

– экспериментально обоснованные закономерности влияния параметров СВЧ-обработки (мощность, продолжительность) на динамику изменения влажности и пищевых волокон подтверждают концентрационный эффект, обусловленный дегидратацией и структурно-химической модификацией углеводного комплекса, что позволяет целенаправленно регулировать выход целевого продукта, обеспечивая рост массовой доли пищевых волокон;

– полученные зависимости влияния технологических параметров на качество полуфабрикатов и готового продукта позволяют глубже понять механизмы формирования качества полуфабрикатов и готового продукта в зависимости от заданных технологических воздействий, что расширяет общую теорию пищевых процессов;

– созданные регрессионные математические модели необходимы для создания рациональных параметров производства и режимов работы оборудования;

– технология производства смоквы с использованием виноградных выжимок, обработанных СВЧ-нагревом, позволяет разрабатывать новые функциональные продукты питания;

– выявленные закономерности изменения показателей качества и микробиологической стабильности смоквы в зависимости от типа упаковки, позволили установить оптимальный вид упаковки для обеспечения срока хранения готового продукта до 90 сут;

– разработан комплект нормативно-технической документации, включающий технические условия (ТУ) и технологическую инструкцию (ТИ) на производство пищевой добавки из виноградных выжимок и смокву, что обеспечивает возможность их промышленного внедрения.

**Методы исследования.** В процессе реализации поставленных исследовательских задач и проведения экспериментальных работ был применен комплексный подход к анализу полученных данных с использованием следующих методов: органолептические, физико-химические, микробиологические, статистические и математические.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- результаты исследований по подбору сортов и видов используемого сырья (виноградных выжимок и яблок) для производства смоквы;
- выявленные зависимости влияния СВЧ-обработки на содержание влаги и пищевых волокон виноградных выжимок и установленные параметры СВЧ-обработки;
- математические модели, описывающие влияние дозировки пищевой добавки из виноградных выжимок и температуры фруктовой массы на формирование органолептического профиля смоквы и построенная структурно-функциональная схема производства смоквы;
- технология производства смоквы с использованием виноградных выжимок, обработанных СВЧ-нагревом;
- результаты опытно-промышленной апробации.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность и обоснованность полученных результатов исследования подтверждаются статистической обработкой данных, включая построение регрессионных моделей и анализ поверхностей отклика, которая осуществлялась в среде R, а также использования программного обеспечения для оценки статистической значимости влияния исследуемых факторов Microsoft Excel (версии 2007) и его встроенных статистических инструментов; верификация полученных данных осуществлялась путем сопоставления результатов с данными, опубликованными в научной литературе и полученными другими исследователями, что позволило подтвердить их соответствие и надежность.

Основные положения и результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на ежегодных научных конференциях кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ (2021–2025 гг.), а также на различных конференциях: III Международный конгресс «Наука, питание и здоровье» (г. Минск, 2021), III Международная научно-практическая молодежная конференция «Пищевые технологии будущего: инновационные идеи, научный поиск, креативные решения»

(г. Москва, 2021), Всероссийская конференция «Здоровьесберегающие технологии, качество и безопасность пищевой продукции». (г. Краснодар, 2021), IX Международная конференция «Инновационные разработки молодых учёных – развитию агропромышленного комплекса» (г. Ставрополь, 2021), IV Международная научно-практическая молодежная конференция «Пищевые технологии будущего: инновационные идеи, научный поиск, креативные решения» (г. Москва, 2022), IV Международный конгресс «Наука, питание и здоровье» (г. Минск, 2023), VIII Международная научно-практическая конференция «Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века» (г. Краснодар, 2023), XX Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в пищевой промышленности» (г. Минск, 2024).

Материалы исследований отмечены дипломом за 3 место на Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых учёных аграрных образовательных и научных организаций России (2025 г).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 18 научных работ, в том числе 5 работ в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 11 – участие в конференциях, 2 работы – РИНЦ, получен 1 патент на изобретение РФ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 160 страницах, содержит 45 таблиц, 39 рисунков, состоит из введения, 4 глав, заключения и приложений. Список источников включает 129 наименований, в том числе 61 на иностранном языке.

# **1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИНОГРАДНЫХ ВЫЖИМОК**

## **1.1 Анализ современных тенденций в питании человека**

На сегодняшний день спрос на здоровые продукты питания достиг рекордного высокого уровня в связи с ростом осведомлённости потребителей о здоровом питании и необходимости правильно питаться для поддержания своего здоровья.

В ходе развития человечества состав рациона питания претерпел существенные качественные и количественные изменения. На ранних этапах люди потребляли растительную и животную пищу в натуральном виде, что обеспечивало организм всеми необходимыми веществами. Сегодня глубокая переработка пищевого сырья – консервирование, интенсивная термическая обработка, рафинирование и производство обработанных продуктов – снижает содержание биологически активных соединений и пищевых волокон. Это особенно критично, поскольку организм человека не способен синтезировать целый ряд жизненно важных нутриентов: незаменимые аминокислоты (лизин, метионин, фенилаланин, триптофан и другие), полиненасыщенные жирные кислоты (омега-3 и омега-6), минералы (йод, железо, цинк, селен и другие). Такие необходимые организму вещества получили название незаменимых нутриентов и должны обязательно присутствовать в рационе питания и в определённом количестве.

Нерациональное питание характеризуется избыточным потреблением животных жиров, углеводов, при этом недостаточное содержание белков животного происхождения, растительных жиров, дефицитом овощей и фруктов. Кроме того, пища, которую употребляли наши предки, в значительной степени превосходила по своей пищевой ценности современные продукты питания.

Все это приводит к дисбалансу по основным пищевым веществам и в дальнейшем приводит к дефициту многих жизненно важных веществ, что в свою

очередь наносит существенный ущерб здоровью человека. По данным экспертов, более 80% населения России, включая детей, испытывает дефицит микро- и макроэлементов, потребляя на 40 % больше сахаросодержащих изделий с пониженной пищевой ценностью и высоким гликемическим индексом. К примеру, дефицит витамина С,  $\beta$ -каротина снижает иммунитет, а также является одним из факторов, повышающих риск развития сердечно-сосудистых и других заболеваний [1].

Дефицит витаминов у беременных и кормящих женщин, наносит существенный ущерб здоровью матери и ребенка, способствует увеличению детских патологий, недоношенности, нарушению развития детей в дальнейшем.

В детском и юношеском возрасте, недостаточное поступление питательных веществ отрицательно сказывается на физическом и умственном развитии, способствует высокому риску заболеваемости [2].

Такая же ситуация с потреблением минеральных веществ. Недостаток минеральных веществ провоцирует риск возникновения рахита у детей, остеопороза у взрослого населения, дефицит железа приводит к развитию различных форм анемии, дефицит йода – к нарушению работы щитовидной железы, увеличивает риск низкорослости, глухонемоты и других заболеваний [3,4].

Сегодня потребители все чаще ищут комплексные решения, которые могут укрепить их здоровья и предупредить развитие хронических заболеваний [5]. Это привело к появлению нового сегмента рынка, как функциональных продуктов питания, который растёт примерно на 10 % в год. По оценкам различных аналитических компаний, мировой рынок функциональных продуктов питания, в 2024 году составил от 280 миллиардов до 350 миллиардов долларов США. Разброс в цифрах объясняется различиями в методологии сбора данных и включением в анализ разных категорий продуктов. Установлено, что высокий уровень образования и высокий доход значительно влияют на потребление этих продуктов, а также на повышение осведомлённости о здоровье. Стоимость, вкусовые качества, а также польза продукта также оказывают влияние на выбор потребителей. Кроме того, первыми потребителями этих продуктов, как правило, становятся молодые

люди, заботящиеся о своём здоровье, на которых отчасти влияют социальные сети и «натуральность» продуктов [6].

Функциональные продукты представляют собой категорию товаров, которые не только обладают питательной ценностью, но и полезны для здоровья. Они часто продаются как продукты, способные укреплять здоровье и предотвращать заболевания за счёт добавления новых ингредиентов или повышения их содержания в уже существующих.

Продукт считают функциональным, если в нем содержится не менее 15 % функционального ингредиента, а также доказано, что он оказывает положительное влияние на одну или несколько целевых функций организма, помимо питательного эффекта, таким образом, что это способствует улучшению состояния здоровья и самочувствия и/или снижению риска заболеваний [7,8].

О повышенном интересе населения к функциональному питанию свидетельствуют многочисленные исследования и разработки в этом сегменте. Так, разработаны и исследованы многие функциональные продукты питания, такие как: различные напитки (апельсиновый сок, обогащенный кальцием или витамином С, яблочный сок с эхинацеей, кола с витамином С), хлеб и хлебобулочные изделия (тосты и печенье, обогащенные витаминами А, В, С, фолиевой кислотой и микроэлементами), вафли с пищевыми волокнами, молоко с витаминами и т. д. [9–15].

Крупнейшим рынком функциональных продуктов питания является Япония, где было выпущено более 1700 функциональных продуктов. Европейские страны, в том числе Германия, Франция, Италия, Венгрия, Польша и Россия, представляют собой наиболее важный рынок функциональных продуктов и напитков [16]. Большая часть населения в странах Северной Европы, таких как Финляндия, Швеция и Нидерланды, потребляет функциональные продукты, в то время как в Бельгии процент потребителей функциональных продуктов самый низкий. Соединенные Штаты Америки лидируют на рынке функциональных продуктов питания и напитков с годовым темпом роста 8,7 %. Однако в Латинской Америке, в таких странах, как Бразилия и Мексика, производство, распространение

и торговля функциональными продуктами питания и напитками являются относительно новыми, но демонстрируют многообещающие темпы роста, которые, как ожидается, будут продолжать расти [17,18].

Зарубежный рынок функциональных продуктов питания ежегодно увеличивается, в среднем, на 15–29 %. По прогнозам ведущих специалистов мира, в области питания и медицины, в ближайшие 15–20 лет, доля этих продуктов достигнет более 30% всего продовольственного рынка, вытеснив при этом на 35–50 % из сферы реализации многие традиционные лекарственные препараты [18].

Рынок функциональной продукции активно развивается и в нашей стране. В России потребность в питательных веществах не менее актуальна, чем в других странах, и обусловлена неблагоприятной экологической обстановкой, ростом многих заболеваний, стрессом и, в первую очередь, неправильным питанием [20].

Рынок функциональных продуктов в России в период с 2020 по 2025 год продемонстрировал значительный рост, обусловленный растущим интересом потребителей к здоровому питанию, влиянием пандемии и государственной поддержкой. В 2020 году, в связи с началом пандемии, увеличился рост спроса на продукты, укрепляющие иммунитет, витамины и биологически активные добавки (объемы не превышали 5 % от общего объема производства пищевых продуктов).

В период 2021–2023 гг отмечался стабильным ростом производства функциональных продуктов питания, а именно усилился интерес к растительным продуктам, включая растительное молоко, растительный белок, а также продуктам без сахара. Российские производители наращивали объемы производства, предлагая альтернативу импортным функциональным продуктам.

В 2024 году появилась тенденция к персонализированному питанию и разработке функциональных продуктов, учитывающих индивидуальные потребности потребителей. Кроме того, многие пищевые компании внедряют цифровые технологии, позволяющие отслеживать эффективность продуктов и взаимодействовать с потребителями.

В 2025 году в Российской Федерации была внедрена первая национальная система сертификации функциональных пищевых продуктов. Было подтверждено

соответствие установленным требованиям 99 наименований товаров от 8 отечественных компаний (в перечень вошли различные категории продуктов: хлебобулочные изделия, кондитерские изделия (печенье, конфеты, шоколад), мороженое, безалкогольные напитки и другие).

Функциональные продукты, представленные на российском рынке, условно можно разделить на 4 группы: продукты на основе зерновых, безалкогольные напитки, молочные продукты и продукты масложировой отрасли. Производство функциональных продуктов питания растительного происхождения составляет 0,2 % (около 11 тыс. т) и к 2029 г ожидается, что эта цифра возрастет до 10,7 % (около 664 тыс. т) [21].

Перспективы для увеличения объёмов производства функциональных продуктов питания, имеют такие сегменты пищевой промышленности, как производство мясных и молочных продуктов, а также производство пищевых концентратов, пряностей. Это связано с наличием в этих отраслях большого запаса белкового сырья (плазма, сыворотка молочная, яичные белки) и т.д., а также различных растительных шротов и вторичного сырья, обладающего высокой биологической активностью, позволяющей сбалансировать аминокислотный состав продукта, а также регулировать энергетическую ценность обогащенного продукта [22].

Особое значение приобретает разработка кондитерских изделий функционального назначения, спрос на которые стабильно растет на российском рынке. Повышенный интерес потребителей к здоровому питанию стимулирует предприятия и ученых проводить исследования и разрабатывать новые продукты в данном сегменте. В связи с этим, исследованиями и разработкой функциональных кондитерских изделий в России занимаются такие организации, как: ФГБОУ ВО «МГТУ», «КубГТУ», «КубГАУ», ФГБНУ «СКФНЦСВВ», ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ВНИИКП - филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, а также ученые: Румянцева В.В., Белецкий С.Л., Кондратьев Н.Б., Магомедов Г.О., Исригова Т.А., Лимарева Н.С. и другие [23-31, 127-129].

Развитие рынка функционального питания – это стратегические инвестиции в здоровье нации. Нет никаких сомнений в том, что функциональные продукты питания являются одним из наиболее перспективных и динамично развивающихся сегментов пищевой промышленности, а разработка новых, инновационных продуктов, отвечающих меняющимся потребностям потребителей, позволит занять лидирующие позиции на рынке.

## 1.2 Оценка конъюнктуры рынка кондитерских изделий

По данным Росстата, Россия занимает пятое место в мире по объемам производства кондитерской продукции.

В период с 2020 по 2024 года кондитерская промышленность России демонстрировала устойчивый рост производства в течение всего периода. Этому способствовали как увеличение внутреннего спроса, так и рост экспорта. Данные по производству кондитерских изделий в период 2020–2024 гг представлены на рисунке 1.1 [32].

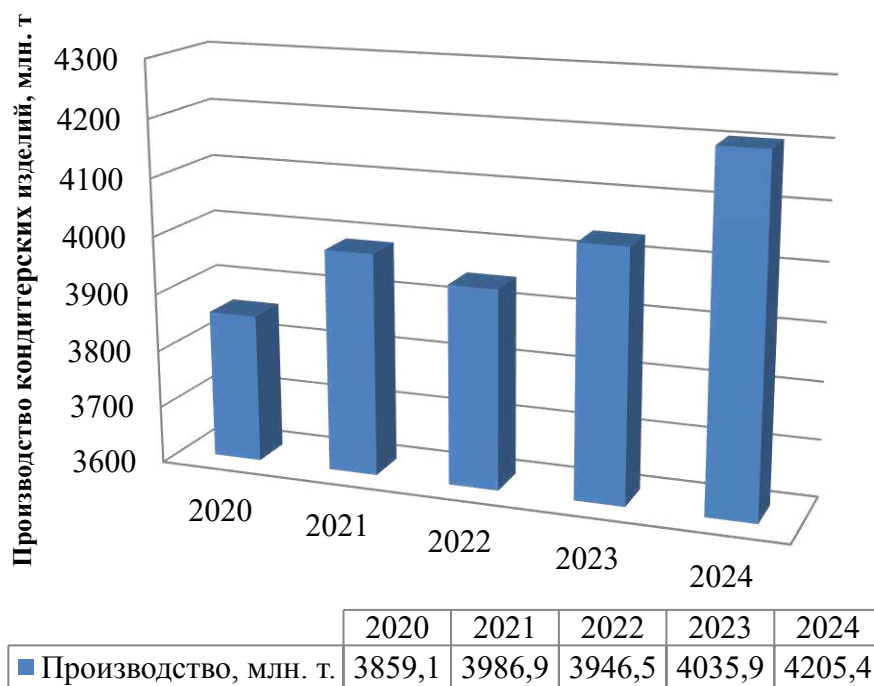


Рисунок 1.1 – График производства кондитерских изделий за 2020–2024 гг

В 2020–2024 гг производство кондитерских изделий варьировало от 3,86 до 4,20 млн. т. Так, в 2024 году производство кондитерских изделий увеличилось на 4,1 % по сравнению с 2023 годом. За рассматриваемый период было отмечено две отрицательные динамики (2020 г (-2,1 % по сравнению с 2019 г) и 2022 г (-1,0 % по сравнению с 2021 г), вызванные сокращением потребительского спроса, а также трудностями с поставками импортного сырья.

Диаграмма производства кондитерских изделий по федеральным округам России представлена на рисунке 1.2 [32].

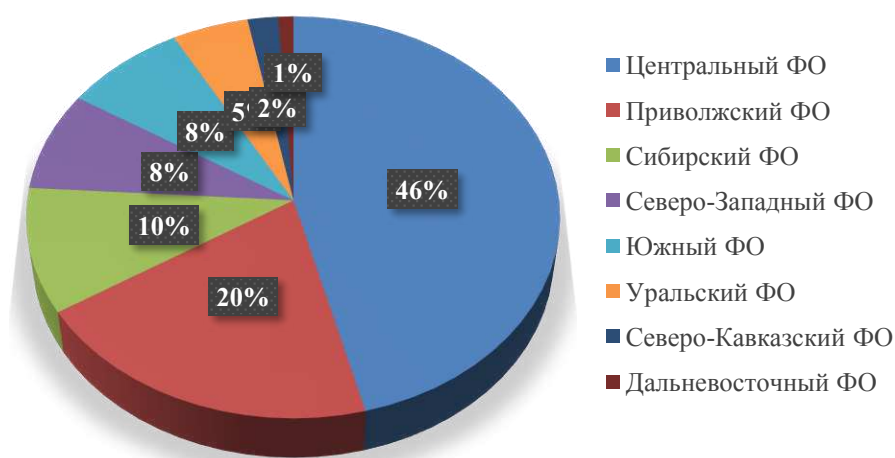


Рисунок 1.2 – Диаграмма производства кондитерских изделий по федеральным округам России, %

Основные крупные производства кондитерских изделий сосредоточены в Центральном федеральном округе и Приволжском федеральном округе России – на эти регионы приходится свыше 60 % общероссийского объёма выпуска кондитерских изделий.

Курс на импортозамещение, взятый в предыдущие годы, продолжает оказывать влияние. За последние пять лет российские производители увеличили свою долю на внутреннем рынке, особенно в сегментах, где раньше доминировал импорт: шоколадные изделия – рост доли отечественных производителей с 55–60 % до 75–80 % за счёт расширения ассортимента и повышения качества

продукции; мучные кондитерские изделия (печенье, вафли, кексы) – увеличение доли российских компаний до 85–90 % рынка; карамель и леденцы – практически полное замещение импорта за счёт модернизации существующих производств. Данные импорта кондитерских изделий в 2020–2024 гг. представлен на рисунке 1.3 [33].

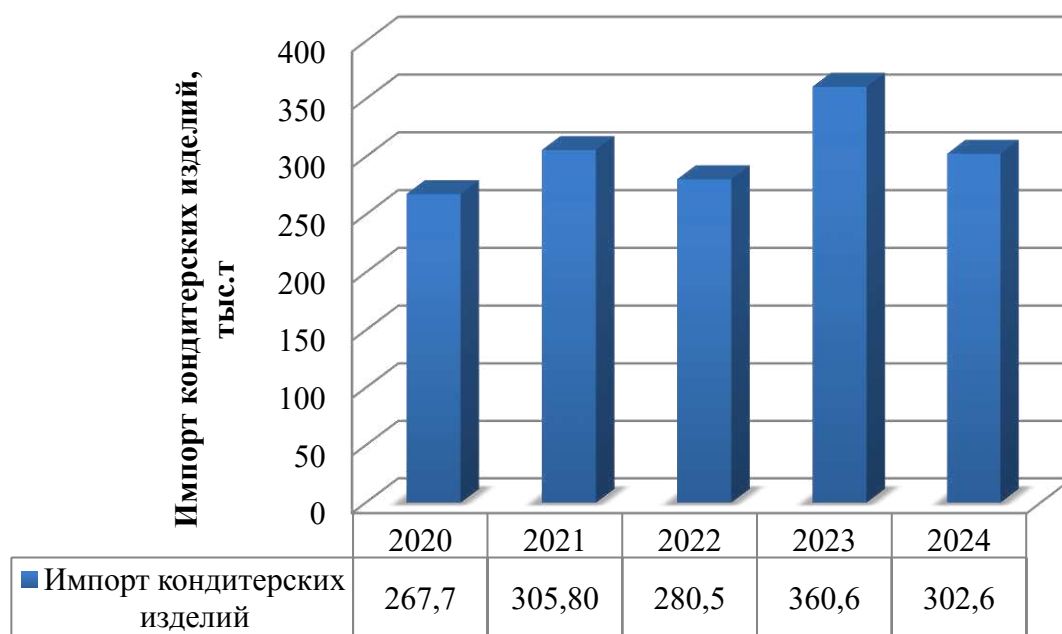


Рисунок 1.3 – График импорта кондитерских изделий за 2020–2024 гг.

В 2024 году наблюдалось снижение объема импорта кондитерских изделий в Российскую Федерацию. Согласно статистическим данным, общий объем импортированных кондитерских изделий составил 302,6 тыс. тонн. Это свидетельствует о снижении на 16,1 % по сравнению с показателем 2023 года. Стоит отметить, что 2023 год характеризовался максимальным объемом импорта кондитерских изделий за последние пять лет, достигнув отметки в 360,6 тыс. т. Анализ структуры импорта показал, что основными странами-поставщиками кондитерских изделий в Россию являются Казахстан, Узбекистан и Китай. Указанная тенденция к снижению импорта в 2024 году может быть обусловлена различными факторами, включая изменения в структуре потребления, колебания валютных курсов, политические факторы и развитие отечественного производства, что требует дальнейшего анализа для более глубокого понимания.

Экспорт кондитерских изделий из России в период 2020–2024 годов проходил через значительные изменения, данные представлены на рисунке 1.4 [33].

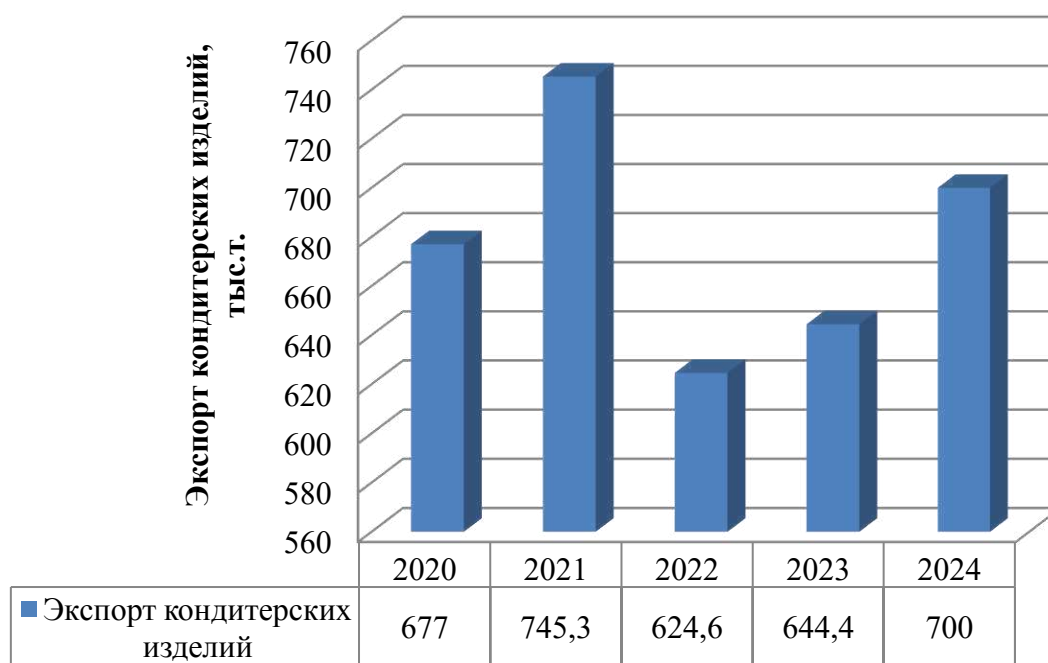


Рисунок 1.4 – График экспорта кондитерских изделий за 2020–2024 гг

По итогам 2024 г экспорт кондитерских изделий составил 700,0 тыс. тонн, что на 8 % больше, чем в 2023 г. После роста в 2020–2021 годах, в 2022 году последовал спад из-за геополитических факторов. В 2023–2024 годах отрасль адаптируется, переориентирует рынки сбыта и восстанавливает объемы экспорта. Ключевыми направлениями остаются страны СНГ, Азии и Ближнего Востока.

В данный момент кондитерская промышленность России продолжает демонстрировать умеренный рост. Российские производители в значительной степени адаптировались к санкционным ограничениям, перестроив логистические цепочки и найдя новых поставщиков сырья. Конкуренция на внутреннем рынке остается высокой, что вынуждает производителей инвестировать в инновации и маркетинговые стратегии.

Среди современных направлений развития кондитерского производства можно выделить:

- развитие внутреннего рынка, так как экспортные возможности остаются ограниченными из-за геополитической ситуации;
- импортозамещение, так как производители по-прежнему зависят от некоторых зарубежных ингредиентов;

– цифровизация производства: крупные производители активно внедряют автоматизированные линии для повышения эффективности производства, снижения затрат и обеспечения стабильного качества продукции. Используются цифровые технологии для управления производством, учета запасов, отслеживания поставок и анализа данных о потребительском спросе;

– внедрение инноваций: производители продолжают разрабатывать новые продукты, ориентируясь на меняющиеся предпочтения потребителей (функциональные продукты, без сахара, без глютена и т.д.). Потребители все больше обеспокоены вредом избытка сахара, поэтому растет спрос на кондитерские изделия с пониженным содержанием сахара или его заменителями (например, стевией, эритритом). Набирают популярность изделия, обогащенные витаминами, минералами, клетчаткой и другими полезными добавками;

– развитие авторского производства: потребители все больше ценят уникальность и ручную работу, что приводит к росту популярности небольших кондитерских и домашних производств, предлагающих авторские и неповторимые десерты. Использование местных, региональных ингредиентов становится важным фактором для крафтовых производителей, которые стремятся подчеркнуть свою уникальность и поддержать местных фермеров;

– экологически чистая упаковка: производители стараются использовать перерабатываемую и биоразлагаемую упаковку, чтобы снизить воздействие на окружающую среду. Внедряются технологии, позволяющие сократить потребление воды, энергии и других ресурсов в процессе производства.

Структура кондитерского рынка характеризуется преобладанием мучных изделий (около 60 %), представленных выпечкой без индивидуальной упаковки. Сахаристые изделия занимают значительную долю – около 40 % (рисунок 1.5).

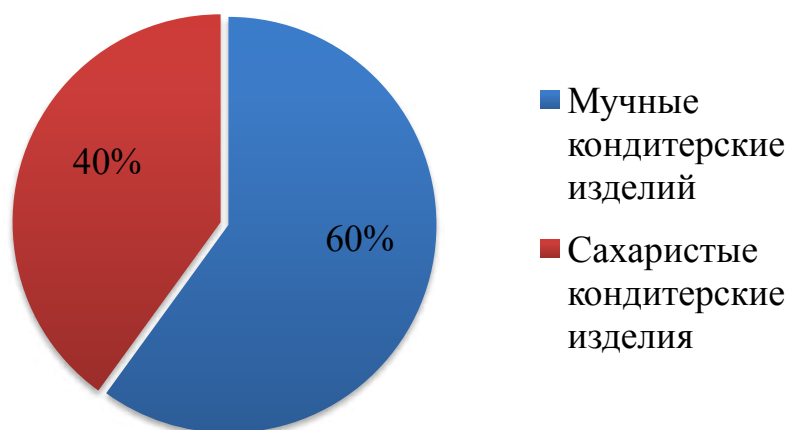


Рисунок 1.5 – Диаграмма сегментации кондитерского рынка

На сегодняшний день, данные сегменты кондитерского рынка переживают некоторые изменения за счет внешних условий. Так, сегмент мульных кондитерских изделий продолжают пользоваться стабильным спросом, а в группе сахаристых изделий потребители все больше отдают предпочтение сладостям с натуральным составом. Наблюдается тенденция к снижению потребления сахара, потребители предпочитают здоровую альтернативу [33, 34].

Кондитерская промышленность России демонстрирует устойчивость и способность адаптироваться к меняющимся условиям. Несмотря на вызовы, связанные с пандемией, геополитикой и экономическими факторами, отрасль продолжает развиваться и расти. Компании активно внедряют инновации, расширяют каналы продаж и осваивают новые рынки сбыта, тем самым укрепляя свои позиции на рынке.

### **1.3 Обоснование выбора виноградных выжимок в качестве обогащающей добавки для кондитерских изделий**

Виноград является одним из наиболее широко выращиваемым среди ягодных культур в мире, его объем составляет приблизительно 79,1 млн. тонн, из которых более 75 % используется для производства вина и соков.

Учитывая масштаб мирового производства винограда и его значимость в пищевой промышленности, особое внимание заслуживает анализ ситуации в России. Изменение общей площади виноградных насаждений в России в хозяйствах всех категорий представлено на рисунке 1.6 [35].

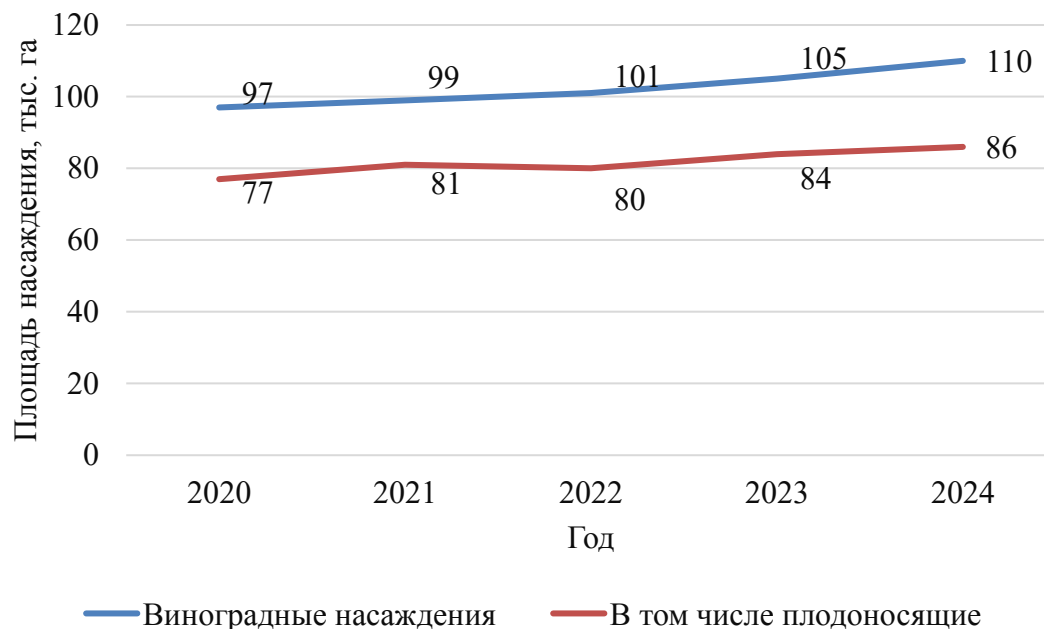


Рисунок 1.6 – График изменения общей площади виноградных насаждений в хозяйствах всех категорий

С целью оценки фактической продуктивности и эффективности использования виноградников изучена динамика валового сбора винограда и сопутствующих показателей урожайности в зависимости от обрабатываемых гектаров.

Динамика общего объема собранного урожая (валовый сбор) и эффективности использования земли (урожайность) – в хозяйствах всех категорий за период с 2020 по 2024 год представлена на рисунке 1.7 [35].

Исходя из данных, представленных на рисунке 1.7, установлено, что валовый сбор винограда характеризуется устойчивым ростом, превышая показатели 2020 года на 33 % к 2024 году.

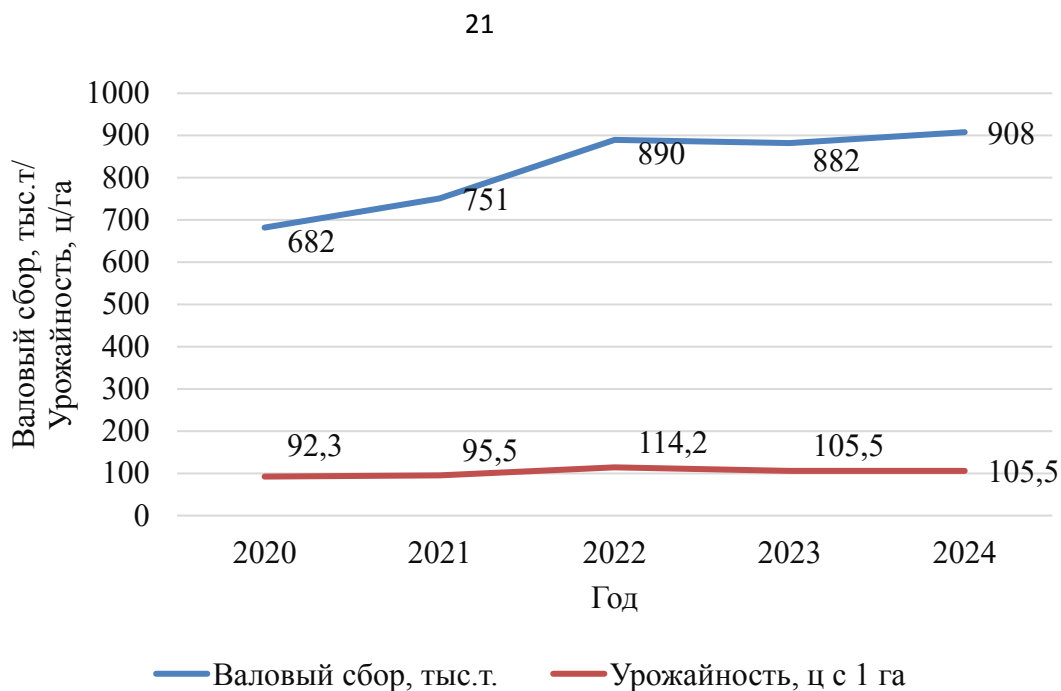


Рисунок 1.7 – График динамики валового сбора и урожайности винограда в хозяйствах всех категорий за 2020–2024 гг

Так как основная масса товарного винограда направляется переработку, значительный рост валового сбора винограда указывает на увеличение производства вина, как столового, так и игристого. Динамика производства вина (столового, игристого) в период 2020–2024 гг представлена на рисунке 1.8 [35].

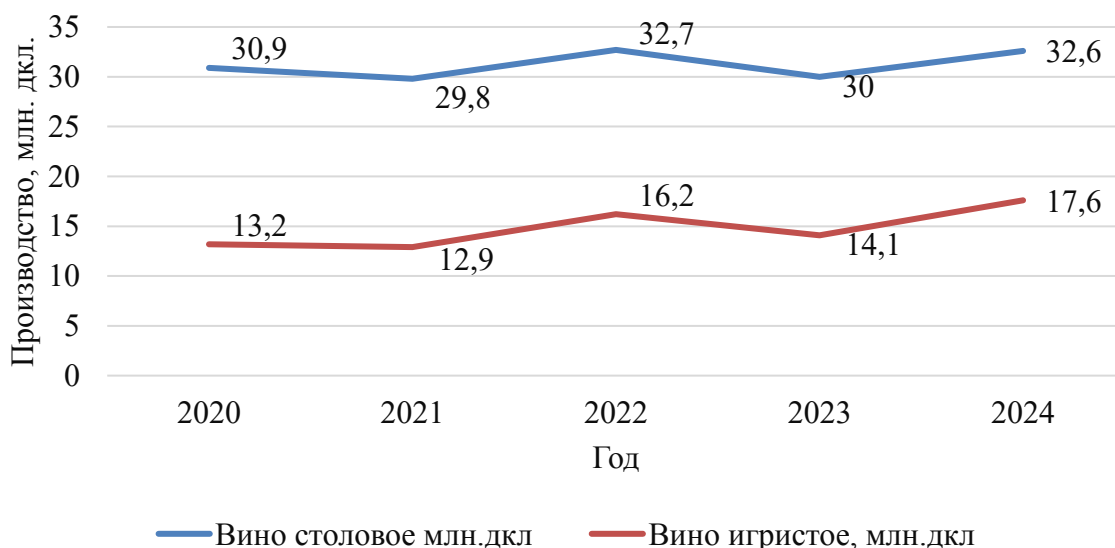


Рисунок 1.8 – График динамики производства вина столового и игристого в период 2020–2024 гг

Согласно рисунку 1.8, динамика производства как столового, так и игристого вина демонстрирует устойчивый рост в период 2020–2024 гг., с прогнозируемым увеличением общего объема выпуска к 2024 году до 32.6 млн. дкл и 17.6 млн. дкл соответственно. Следовательно, данная положительная динамика, обусловленная как расширением площадей виноградников, так и интенсификацией производственных процессов, влечет за собой пропорциональное увеличение объемов образующихся вторичных ресурсов. В частности, рост валового сбора винограда и объемов его переработки неизбежно приводит к увеличению количества виноградных выжимок, гребней и мезги, требующих эффективного управления и переработки.

Виноградные выжимки, ориентировочно, содержат свыше 35 % кожицы, 30 % пульпы, до 29 % семян, 1 % гребней с плодоножками и незначительный процент (0,2 %) остатков лозы [36].

Практическое применение виноградных выжимок обусловлено их богатым химическим составом. Основное направление использования График динамики производства вина столового и игристого в период 2020–2024 гг кормовая база для сельскохозяйственных животных и производство органических удобрений. Такая востребованность обусловлена высоким содержанием пищевых волокон, включая целлюлозу, гемицеллюлозу и лигнин. Кроме того, виноградные выжимки также содержат фенольные соединения, обладающие антиоксидантной активностью.

В зависимости от технологии производства виноградные выжимки бывают неферментированные График динамики производства вина столового и игристого в период 2020 – 2024 гг свежие (сладкие), которые поступают непосредственно из-под пресса после прессования свежего винограда, а также ферментированные, получаемые после прессования перебродившей мезги и сброженные при хранении. Также классифицируют по цвету на белые и красные. Характер и состав выжимок зависят от сорта винограда, способа его переработки и степени прессования.

Вторичные ресурсы виноделия (выжимки) являются ценным побочным компонентом, так как содержат большое количество ценных компонентов. Так, массовая доля сахара составляет от 5 до 10 % к массе выжимок, в основном

представленные в виде моносахаридов - глюкозы и фруктозы, в незначительных количествах – сахароза (0,5–1,5 %), мальтоза (менее 0,2 %). В виноградных выжимках содержится значительное количество энтанина, а также виннокислые соединения, среднее содержание которых составляет около 0,5 %, хотя в зависимости от климатических поясов колеблется в пределах 0,5–2 %. Сброженные виноградные выжимки содержат 2–5 % спирта.

Виноградные выжимки представляют собой ценный источник пищевых волокон, содержание которых варьируется в диапазоне 28–54 % в зависимости от различных факторов производства и обработки сырья. Кроме этого, сырье также обладает высоким содержанием фенольных веществ, представленные в виде конденсируемых и неконденсируемых форм. К неконденсируемым фенольным соединениям относятся гидроксibenзойные и гидроксикоричные кислоты, летучие фенолы и стильбены, а также тартраты п-кумаровой и феруловой кислот. Основными конденсируемыми фенольными соединениями являются катехины, флавоны и флавонолы, обладающие антиоксидантными, противовоспалительными и другими полезными для здоровья свойствами [37–39].

Виноградная кожура является богатым источником фенольных соединений, в том числе флавонолов, антоцианов и проантоцианидинов, представленных моно-олиго- и полимерными формами. Проантоцианидины обладают рядом важных биологических свойств, таких как противовирусная, антибактериальная, антиоксидантная и ферментативно-ингибирующая активность, что делает их ценными компонентами пищевых продуктов и биологически активных добавок. Важно отметить, что уровень и состав проантоцианидинов, а также других полифенолов варьируются в зависимости от сорта винограда, климатических условий региона выращивания и применяемых технологий виноделия. Значительное количество полифенолов (до 70 %) остаётся в виноградных выжимках после производства вина, что позволяет использовать эти отходы в качестве источника натуральных красителей, антиоксидантов и консервантов для пищевой промышленности [40–43].

Виноградные выжимки содержат от 1,2 до 3,6 % минеральных веществ, что свидетельствует об их потенциальной ценности как источника минералов. В зольном составе преобладают калий и фосфор, которые являются важными элементами для нормального функционирования организма человека. Кроме того, виноградные выжимки содержат значительное количество виннокислых соединений, массовая доля которых варьируется от 0,5 до 2,0 %. Основными компонентами виннокислых соединений являются свободная винная кислота (около 40 %) и битартрат калия (10–12 %). Следует отметить, что в сладкой выжимке также присутствует яблочная кислота, содержание которой при переработке винограда в стадии технической зрелости сопоставимо с содержанием винной кислоты [44].

Виноградные выжимки можно рассматривать как перспективное пектинсодержащее сырье. Установлено, что в виноградной выжимке присутствуют значительные количества пищевых волокон, а также пектин. Пектиновые вещества винограда изучены мало. Общее количество пектиновых веществ в разных сортах винограда колеблется от 1,05 до 3,25%. Менее сочные ягоды содержат больше пектина; при прессовании значительная часть нерастворимого пектина остается в выжимках. Большое количество общего содержания пектина и протопектина отмечено у поздно созревающих сортов [45,46].

Несмотря на богатый химический состав, включающий минеральные вещества, виннокислые соединения и широкий спектр полифенолов, виноградные выжимки отличаются высокой скоропортящейся способностью, что обусловлено активностью микроорганизмов и ферментов. Поэтому для сохранения ценных компонентов и предотвращения ухудшения качества необходимо уделять особое внимание разработке оптимальных условий и методов хранения виноградных выжимок до их дальнейшей переработки.

На данный момент для хранения виноградных выжимок до момента их использования или утилизации применяются различные системы силосования. Традиционно вторичные ресурсы виноградарства хранятся в больших бетонных резервуарах, заполненных 50–100 тоннами выжимками. Однако такая практика

хранения не предусматривает длительного сохранения качества вторичного сырья. При доступе воздуха выжимки быстро плесневеют, находящийся в них спирт превращается в уксусную кислоту, а виннокислые соединения разрушаются [40].

Исходя из этого, виноградные выжимки все чаще применяют в перерабатывающей промышленности. Так, например, из виноградных выжимок получают спирт-сырец и виннокислую известь. В результате неполного окисления сахаров в винограде образуется винная кислота, содержащаяся в значительных количествах в соке ягод и гребнях, откуда переходит как в вино, так и в отходы. Из выжимок виннокислые соединения получают переводом их в раствор и последующим осаждением из раствора виннокислых солей. Виннокислые соединения извлекают в виде виннокислой извести, которая, представляя собой, небольшие кусочки пепельного цвета, и содержит 48 % винной кислоты в выжимках 1-го сорта и 40 % в выжимках 2-го сорта. Виннокислая известь применяется в качестве основного сырья для получения винной кислоты и ее солей. В свою очередь, соли винной кислоты широко используются в химической, резинотехнической, фармацевтической, текстильной, пищевой, полиграфической и других отраслях промышленности [44].

Однако переработка выжимок, хранившихся в силосных ямах или траншеях, сопряжена с трудностями и низкой эффективностью: выход спирта и виннокислых соединений значительно снижается. В частности, шестимесячное хранение в ямах приводит к сокращению выхода безводного спирта примерно в 2,5 раза, а виннокислых соединений – почти вдвое [37].

Для сохранения ценности виноградных выжимок и минимизации потерь актуальной задачей является разработка эффективных методов переработки свежего сырья с целью его использования в различных отраслях промышленности. Виноградные выжимки представляют собой ценный источник для создания новых видов функциональных продуктов, обогащенных биологически активными веществами, что соответствует современным тенденциям пищевой промышленности, ориентированным на использование натуральных компонентов с высоким содержанием пищевых волокон и антиоксидантов. При

этом для обеспечения коммерческого успеха новых продуктов необходимо соблюдать баланс между улучшением функциональных характеристик и сохранением приемлемых органолептических свойств, а также обеспечивать разумную себестоимость и конкурентоспособную цену [37].

Одной из важных тенденций в пищевой промышленности является использование натуральных компонентов с высоким содержанием пищевых волокон и высокой антиоксидантной активностью в рецептуре функциональных продуктов питания. Разработана рецептура печенья, обогащенного мукой из виноградных выжимок белых сортов, для повышения его пищевой ценности. Исследования показали, что добавление виноградных выжимок улучшает консистенцию печенья, однако приводит к изменению его цвета, выражающемуся в снижении показателей белизны и желтизны. Внесение 10 % функционального ингредиента позволило увеличить содержание пищевых волокон на 88 % по сравнению с контрольным образцом. Кроме того, добавление в печенье муки из виноградных выжимок привело к увеличению содержания фенольных соединений на 1,07 мг/г, при этом в составе преобладали  $\gamma$ -резорциловая кислота, галловая кислота, тирозол, катехин и изованиловая кислота. Следует отметить, что изменение цвета может потребовать корректировки рецептуры для удовлетворения потребительских предпочтений [1].

В связи с растущим интересом потребителей к продуктам с повышенным содержанием клетчатки обогащение пищевых продуктов виноградными выжимками является актуальным направлением исследований. Ряд ученых изучали возможность использования виноградных выжимок для повышения содержания пищевых волокон и улучшения функциональных свойств таких продуктов, как макаронные изделия [38], йогурты и заправки для салатов [49], хлебобулочные изделия [50-52] и мясные продукты [53]. Эти исследования демонстрируют потенциал использования виноградных выжимок в качестве функционального ингредиента для различных категорий пищевых продуктов.

Имеются данные, свидетельствующие о положительном влиянии виноградных выжимок на реологические характеристики хлебобулочных

изделий. Установлено, что частичная замена пшеничной муки мукой из виноградных косточек способствует улучшению реологических свойств теста, что может положительно сказаться на текстуре и структуре готового продукта. Кроме того, исследования показали, что добавление тонкоизмельчённого порошка белого и красного винограда в количестве 10 % и 20 % в рецептуру кексов из цельнозерновой муки влияет на показатели качества, что, вероятно, обусловлено изменением реологических параметров теста [54].

Исследования по применению виноградных выжимок в шоколадной пасте показали, что концентрация добавок может варьироваться в широком диапазоне от 0,23 до 15,0 г на 100 г продукта. Реологическое поведение полученных образцов было описано с помощью модели Оствальда - де Ваале, что позволило установить наличие эффекта разжижения при сдвиге. При этом установлено, что неоптимальная форма частиц и высокий уровень гранулометрической неоднородности могут негативно сказаться на реологических свойствах и, следовательно, на качестве шоколадных изделий [55].

В результате проведенных исследований установлено, что включение виноградных выжимок в рецептуру кондитерских изделий оказывает существенное влияние на реологические свойства, в частности на параметры пластической вязкости. Экспериментальные данные демонстрируют увеличение пластической вязкости при добавлении виноградных выжимок, что коррелирует с результатами аналогичных исследований в данной области. Предполагается, что наблюдаемый эффект обусловлен физико-химическими характеристиками частиц выжимок, в частности их морфологией. Вероятно, это связано с увеличением взаимодействия между частицами и, как следствие, усилением внутреннего трения в дисперсной системе [56].

На основании проведенного анализа научной литературы сделан вывод о перспективности использования вторичных ресурсов переработки винограда в разработке инновационных функциональных продуктов питания. Данное направление представляется многообещающим с точки зрения расширения ассортимента продуктов с повышенной пищевой ценностью и улучшенными

потребительскими свойствами. Кроме того, реализация подобных подходов позволяет решать актуальную экологическую проблему, связанную с утилизацией отходов винодельческого производства. Таким образом, разработка продуктов с использованием вторичных ресурсов виноградарства рассматривается как стратегически важное направление, способствующее устойчивому развитию пищевой промышленности и решению проблем, связанных с рациональным использованием сырья и охраной окружающей среды.

#### **1.4 Обзор способов обработки растительного сырья в пищевой промышленности**

В условиях развития инновационных технологий, пищевая промышленность все чаще обращается к физическим методам обработки, применяя их как к исходному сырью, так и к готовой пищевой продукции. Данные методы используются, чтобы интенсифицировать процессы теплообмена, улучшить показатели пищевой ценности и безопасности обрабатываемых продуктов.

В последние пять лет наблюдается значительный научный интерес к неконвенциональным методам обработки растительного сырья. Эти методы направлены на повышение выхода ценных компонентов (полифенолов, каротиноидов, эфирных масел), улучшение микробиологической безопасности и снижение энергетических затрат по сравнению с традиционными тепловыми методами (экстракция, пастеризация).

Основными исследуемыми методами являются ультразвук (УЗ), электромагнитные поля сверхвысокой частоты (СВЧ), импульсные электрические поля (ИЭП) и поля кинетических низких частот (КНЧ).

Ультразвук является одним из наиболее изученных нетепловых методов, применяемых как для экстракции, так и для модификации структуры сырья. Многочисленные зарубежные (например, [57–60]) и отечественные [61] исследования подтверждают, что УЗ-обработка значительно увеличивает выход полифенолов (антоцианов, фенольных кислот, пищевых волокон) из

растительного сырья. Эффект объясняется кавитацией – образованием и схлопыванием микропузырьков, что разрушает клеточные стенки и облегчает диффузию.

Импульсные электрические поля – это метод, основанный на кратковременном воздействии высоковольтных импульсов, которые индуцируют образование пор в клеточных мембранах (электропорация). Данный метод привлекает является эффективной и безопасной альтернативой традиционным термическим методам, демонстрируя высокий потенциал для микробной инактивации и удержания качества в различных пищевых продуктах, включая фрукты, овощи, соки и молочные продукты [62,63].

Кроме того, ученые обрабатывали некоторые твёрдые продукты для достижения структурных изменений, которые могли привести к желаемым изменениям текстуры или улучшению процессов экстракции [64].

В контексте экстракции ценных компонентов, электромагнитные поля крайне низких частот (обычно в диапазоне от 3 Гц до 300 Гц) менее изучены и менее эффективны, чем акустическая кавитация (ультразвук) или электропорация (ИЭП). Однако их применение в агропромышленном комплексе, особенно в контексте хранения и биологической активности, активно развивается.

Отечественные исследования [65] демонстрируют, что обработка семян (зерновых, бобовых) низкочастотными полями ускоряет всхожесть, увеличивает энергию прорастания и может положительно влиять на биомассу проростков. Это связывают с гормональной регуляцией и активацией ферментов.

Исследования показывают, что обработка КНЧ снижает микробиальную нагрузку, в том числе на патогенные бактерии и плесневые грибы, на поверхности свежих овощей и фруктов [66-68].

В то время как поля крайне низких частот демонстрируют многообещающие результаты в сфере биостимуляции и продления сроков хранения за счет мягкого воздействия на клеточные процессы, необходимость в быстрой и глубокой модификации матрицы сырья для эффективного извлечения ценных компонентов или для быстрого концентрирования диктует переход к технологиям,

использующим более высокие уровни электромагнитной энергии. Таким эталоном является обработка сверхвысокой частотой (СВЧ), которая, за счет избирательного нагрева полярных молекул, обеспечивает радикальное сокращение времени обработки и высокую селективность по сравнению с традиционными тепловыми методами.

Эффективность СВЧ-нагрева зависит от диэлектрических свойств пищевой продукции, которые определяются поведением в поле сверхвысокой частоты диполей - атомов и молекул, наряду с этим они либо появляются в результате внешнего воздействия электрического поля, либо находятся как молекулы воды. Принцип поляризации лежит в основе механизма продуцирования тепла в пищевой продукции, находящегося в поле сверх высоких частот, который состоит в ориентации имеющихся и образовавшихся диполей. Энергия внешнего электромагнитного поля, участвующая в процессе поляризации диэлектрика, затем преобразуется в тепло по всему объему пищевой продукции равномерно, а не только на поверхности. По этой причине диэлектрический нагрев иначе называют как объемный нагрев [69].

Среди существующих технологий нагрева и обработки пищевых продуктов, СВЧ-обработка демонстрирует перспективные преимущества по отношению к традиционным технологиям нагрева. Так, при применении СВЧ-обработки улучшаются показатели качества, сокращается технологический процесс, за счет чего экономится энергия и затраты на энергию [70].

Кроме того, применение сверхвысокочастотного излучения позволяет за короткий промежуток времени равномерно прогреть продукт по всему объему. Эффективность процесса определяется теплофизическими свойствами обрабатываемого продукта, а также количеством влаги в нем.

Благодаря вышеописанным преимуществам СВЧ-обработка приобретает высокую значимость в современном производстве. Промышленное применение СВЧ-обработки в пищевой промышленности включает размораживание, нагрев, сушку, пастеризацию и стерилизацию, бланширование [70].

Применение инновационных технологий, в том числе нагрев пищевого сырья, должно обеспечивать безопасность готового продукта и оптимальные потребительские качества. Несомненно, использование сверхвысокочастотного излучения повышает эффективность производства в пищевой промышленности за счет сокращения времени термообработки при одновременном снижении энергопотребления [71-74].

Предложен принципиально новый способ размораживания яблок, основанный на применении сверхвысокочастотного излучения, который обладает значительными преимуществами по сравнению с традиционными методами. Использование СВЧ-обработки позволяет не только сократить время размораживания более чем в 20 раз, но и улучшить органолептические характеристики и повысить содержание сухих веществ в конечном продукте, что делает его привлекательным для промышленного применения [75].

Исследования показали, что размораживание ягод малины с помощью СВЧ-излучения является оптимальным методом с точки зрения минимизации потерь ценных веществ и сохранения органолептических свойств. Процесс размораживания занимает всего 0,57 минуты, а капельные потери составляют минимальное значение (4,40 %) по сравнению с другими изученными методами. Кроме того, обработка в микроволновой печи способствует сохранению характерного вкуса малины, обеспечивая наилучшие органолептические характеристики для потребителей [76].

СВЧ-нагрев также применяют для пастеризации и стерилизации пищевых продуктов. Так, исследовали пастеризацию моркови, упакованной в полимерную упаковку, при мощности 915 МГц и сравнивали с традиционным методом в горячей воде. NaCl с CaCl<sub>2</sub> рассол добавляли для усиления вкуса и сохранения структуры. Морковь упаковывали в вакууме, подвергали микроволновой пастеризации при температуре 90 °С за 3 и 10 минут и хранили при температуре 30 °С. Использование микроволн значительно сократило минимальное время процесса на 50 % по сравнению с традиционным методом [77].

Так было проведено исследование по извлечению масла из водного экстракта камелии масличной. Водную экстракцию проводили с использованием промышленных ферментов из предварительно измельченных в порошок и предварительно обработанных микроволновым излучением семян. Предварительная обработка семян камелии масличной семян привела к увеличению количества токоферолов (39,4 %), сквалена (на 29,2 %) и фитостеролов (14,8 %) в полученных маслах. СВЧ-обработка мощностью 600 Вт сократила продолжительность экстракции в 5,5 раза и дала более высокий выход эфирного масла (7,10 % по сравнению с 5,81 %) [78].

Также исследовали выход эфирного масла из свежих листьев японской мяты в разных условиях СВЧ-обработки. Установлено, что СВЧ-обработка при 200 Вт в течение 45 мин позволяет извлечь 0,88 % эфирного масла, 0,93 % при 150 Вт в течение 60 мин и 0,95 % при 100 Вт в течение 90 мин. Более того, обработка привела к получению большего количества ароматических компонентов эфирного масла, таких как лимонен и пиперитон [79].

В дополнение к традиционным способам применения СВЧ-обработки активно развивается направление, связанное с повышением биодоступности питательных веществ в пищевых отходах с помощью диэлектрического нагрева. Это направление имеет важное экономическое и экологическое значение, поскольку способствует сокращению отходов и получению ценных продуктов [80].

В исследовании [81], пектин, экстрагированный СВЧ-нагревом из кожуры манго, использовался в качестве заменителя жира в сушеной китайской колбасе. Выход пектина, полученного из отходов манго, составил 13,85 % (700 Вт). Полученный пектин характеризовался высокой степенью этерификации (77,19 %), а также более пористой структурой по сравнению с экстрагированным традиционным методом.

Для интенсификации экстракции пектина из картофельной мезги разработана лабораторная установка непрерывного СВЧ-нагрева. Оптимальные параметры (поток 250 мл/мин, время до 20 мин, мощность 800 Вт) обеспечивают выход пектина 40–45 %, что существенно превышает традиционные методы [82].

В рамках экспериментальных исследований была подтверждена целесообразность использования микроволновой экстракции для извлечения пектина из растительного сырья. Так, при экстракции пектина из кожуры лимона и оптимизации параметров процесса (мощность 700 Вт, время 3 минуты, pH 1,5) выход продукта составил 25,31 %. Аналогичные результаты были получены при экстракции пектина из кожуры бананов, с достижением выхода 14,4 % [83,84].

Разработана технология СВЧ-экстрагирования компонентов растительного сырья. В работе исследованы закономерности воздействия СВЧ на выход экстрактивных веществ, экспериментально доказано целесообразность экстрагирования компонентов из растительного сырья при температурах ниже 40 °С [85].

Исследовано применение СВЧ-нагрева для предварительной обработки морковных выжимок, чтобы повысить антиоксидантную ценность. Определён рациональный режим СВЧ-обработки: мощность – 800 Вт, время – 180 с, удельная работа - 720 Вт/г·с, температура нагрева выжимок – 95 °С [86].

Внедрена комбинированная технология обеззараживания зерновых культур и семян, основанная на синергии конвективного нагрева и воздействия СВЧ-энергии. Данный подход повышает эффективность уничтожения фитопатогенных инфекций даже в высокозараженном сырье, обеспечивая равномерность обработки. В результате достигается увеличение производительности, универсальность применения для разнообразных культур и снижение экологического следа процесса [87].

В ходе анализа научной литературы, установлено, что СВЧ-обработка является перспективным методом интенсификации процесса получения питательных веществ из различных видов растительного сырья. Интенсификация обусловлена несколькими механизмами: 1) СВЧ-обработка способствует быстрому и равномерному нагреву внутриклеточной жидкости, что приводит к разрушению клеточных стенок и высвобождению питательных веществ; 2) СВЧ-обработка может повышать растворимость целевых компонентов в экстрагенте за счет

изменения его диэлектрических свойств; 3) СВЧ излучение способствует диффузии питательных веществ из твердой фазы в жидкую [88].

Таким образом, совокупность преимуществ, обеспечиваемых СВЧ-обработкой, включая повышение экономической эффективности производства, улучшение качества и безопасности, а также возможность разработки инновационных продуктов с улучшенными потребительскими свойствами, делает этот метод перспективным инструментом для пищевой промышленности.

### **1.5 Выводы, цель работы и задачи исследований**

В результате анализа текущего состояния и перспектив развития российского рынка кондитерских изделий, а также обзора научно-технической литературы по теме исследования, установлено, что одним из актуальных направлений является разработка технологии смоквы с использованием виноградных выжимок, обработанных СВЧ-нагревом, для разработки изделий с заданными потребительскими свойствами.

Научная проблема заключается в противоречии между наличием значительных объемов вторичного сырья виноделия (виноградных выжимок), обладающего высоким потенциалом биологически активных веществ, и отсутствием научно обоснованных технологий его глубокой переработки в продукты питания с прогнозируемыми свойствами. Несмотря на богатый биохимический состав, выжимки остаются недооцененным и практически неиспользуемым ресурсом в связи с недостаточной разработанностью рациональных технологий их переработки, в частности, с использованием предварительной СВЧ-обработки.

**Научная гипотеза** диссертационного исследования базируется на предположении о том, что предварительная обработка сброженных виноградных выжимок электромагнитным полем сверхвысокой частоты (СВЧ) позволит направленно модифицировать их структурно-химические характеристики, обеспечив повышение содержания пищевых волокон и улучшение

технологических свойств. Использование полученной таким образом пищевой добавки в рецептуре смоквы даст возможность частично заместить сахар, обогатить продукт функциональными ингредиентами и создать изделие с заданными потребительскими характеристиками, сохраняющимися в течение установленного срока хранения, при одновременном решении задачи рационального использования вторичного сырья винодельческой промышленности.

Работа выполнена в соответствии с планом НИОКР ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ на 2021–2025 гг. по теме 19 «Разработка конкурентоспособных технологий функциональных продуктов питания с высоким потенциалом коммерциализации» (номер госрегистрации 121032300085–5).

На основании вышеописанного, была сформулирована **цель** исследования – разработка технологии смоквы с использованием виноградных выжимок, обработанных СВЧ-нагревом для создания функционального продукта и эффективного использования вторичных ресурсов виноделия.

Основные задачи исследований:

- обосновать структуру объектов и методов исследования;
- разработать технологию пищевой добавки из виноградных выжимок, включая исследование влияния исходного сырья и оптимизацию режимов СВЧ-обработки для сохранения биологической ценности;
- исследовать сырье и технологический процесс получения яблочного пюре с целью выявления и обоснования оптимальных исходных характеристик сырья, необходимых для получения целевого продукта;
- разработать рецептуру и технологию производства смоквы, определить потребительские показатели качества готового продукта, исследовать зависимость влияния упаковочных материалов на сроки хранения готового изделия;
- обосновать структурно-функциональную схему производства смоквы с определением режима энергопотребления оборудования;
- обосновать экономическую эффективность производства готовых продуктов и провести опытно-промышленную апробацию.

## 2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Объекты исследования

Экспериментальная часть диссертационной работы выполнялась на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» на кафедре технологии хранения и переработки растениеводческой продукции.

Объектом исследования является: смоква, состоящая из:

– выжимок винограда красных и белых сортов, полученные от производственного предприятия «Союз-Вино», Краснодарский край, ст. Варениковская;

– яблочек отечественных производителей следующих сортов: Айдаред, Гренни Смит и Ренет Симиренко.

Промежуточных продуктов:

- пищевая добавка из виноградных выжимок;
- полуфабрикаты смоквы.

Конечный продукт:

- смоква.

В зависимости от применяемой технологии переработки винограда виноградные выжимки делятся на две основные категории: сладкие и сброженные. Сладкие (неферментированные) виноградные выжимки образуются в процессе отделения виноградного сусла и характеризуются остаточным содержанием природных сахаров, которое варьируется в пределах 8–10 %. Сброженные выжимки, напротив, являются результатом спиртового брожения виноградной мезги. Химический состав этих категорий существенно различается, причем различия касаются не только концентрации остаточного сахара, но и широкого спектра других показателей, обусловленных биохимическими преобразованиями, происходящими в процессе спиртового брожения [89].

Характеристика объектов исследования представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Характеристика объектов исследования - виноградных выжимок

Сорт винограда	Тип виноградных выжимок	Этап производства	Влажность, %
<b>Красные сорта</b>			
Каберне Совиньон	Сброженные	Отделения суслу от мезги после процесса брожения	52,0±3
Саперави	Сброженные	Отделения суслу от мезги после процесса брожения	55,0±3
Мерло	Сброженные	Отделения суслу от мезги после процесса брожения	65,0±3
<b>Белые сорта</b>			
Ркацители	Сладкие	Отделения суслу от мезги до процесса брожения	62,0±3
Шардоне	Сладкие	Отделения суслу от мезги до процесса брожения	53,0±3
Алиготе	Сладкие	Отделения суслу от мезги до процесса брожения	63,0±3

## 2.2 Методики исследования

В ходе исследования виноградных выжимок определяли следующие показатели:

Макроструктуру виноградных выжимок определяли путем взвешивания каждого компонента.

При проведении органолептической оценки определяли внешний вид, запах, цвет.

Органолептические показатели определяли визуально при дневном свете в части объединенной пробы сухого продукта, помещенного на лист белой бумаги ровным слоем [90].

При определении физико-химических показателей определяли следующие показатели: массовую долю влаги, наличие минеральных, растительных и посторонних примесей.

Массовую долю влаги определяли путём высушивания до постоянной массы при температуре 105 °С [91].

Минеральные, посторонние и растительные примеси определяли визуально.

Биохимические показатели определяли в готовом экстракте из виноградных выжимок. Предварительно высушенные виноградные выжимки заливали водой в соотношении 1:6 и производили экстракцию в течение 6 часов.

Массовую концентрацию общих и редуцирующих сахаров определяли феррицианидным методом, в основе которого лежит способность сахаров окисляться при нагревании с щелочным раствором  $[K_3Fe(CN)_6]$  [92].

Массовую долю полифенольных веществ проводили с использованием реактива Фолина-Дениса [93].

Массовую концентрацию титруемых кислот определяли методом титрования 0,1 моль/дм<sup>3</sup> щелочи, в пересчете на винную кислоту [94].

Содержание витамина С определяли титрованием по методике [95].

Массовую долю пищевых волокон определяли методом, основанным на гидролизе легкорастворимых углеводов смесью концентрированных кислот, состоящей из 10 объемов 80 %-ной уксусной кислоты и 1 объема 80 %-ной азотной кислоты, из расчета 1:17 к сухому продукту [96].

Для изучения влияния технологических факторов СВЧ-обработки на такие свойства виноградных выжимок как массовая доля влаги и пищевых волокон, выжимки обрабатывали при следующих мощностях: 480, 640, 750, 800 и 850 Вт в течение 60, 120 и 180 секунд.

Массовую долю влаги веществ определяли путём высушивания до постоянной массы при температуре 105 °С [91].

Массовую долю витамина С определяли титриметрическим методом по ГОСТ 24556 – 89 [95].

Массовую долю пищевых волокон определяли методом, основанным на кислотном гидролизе легкорастворимых углеводов смесью концентрированных кислот, состоящей из 10 объемов 80 %-ной уксусной кислоты и 1 объема 80 %-ной азотной кислоты, из расчета 1:17 к сухому продукту [96].

Для обработки экспериментальных данных и моделирования процессов применялся регрессионный анализ. Данный метод использовался для количественной оценки влияния технологических факторов (мощности и продолжительности СВЧ-нагрева) на выходные показатели продукта, а также для определения силы взаимосвязи между переменными. Статистическая значимость полученных коэффициентов регрессии оценивалась посредством дисперсионного анализа (ANOVA). Качество и адекватность построенных моделей подтверждались расчетом коэффициента детерминации ( $R^2$ ). Все статистические вычисления и визуализация данных выполнены в среде программирования R (R Core Team, 2025) [97].

Исследования пищевой добавки из виноградных выжимок проводили по следующим методикам:

Органолептическая оценка проводилась по следующим показателям: внешний вид, вкус и запах, цвет по ГОСТ 8756.1 [92].

Определение физико - химических показателей:

- массовой доли влаги по ГОСТ 28561 [91];
- минеральных, растительных, посторонних примесей – визуально.

Определение микробиологических показателей: патогенных микроорганизмов, в т. ч. сальмонеллы по ГОСТ 31659 [98]; мезофильных аэробных микроорганизмов и факультативно анаэробных микроорганизмов по ГОСТ 10444.15 [99]; бактерий группы кишечной палочки по ГОСТ 31747 [100]; плесневых грибов и дрожжей по ГОСТ 10444.12 [101];

Определение токсичных элементов согласно: свинца по ГОСТ 26932 [102]; мышьяка по ГОСТ 26930 [103]; кадмия по ГОСТ 26933 [104]; ртути по ГОСТ 26927 [105].

Определение содержания пестицидов: хлорорганических по ГОСТ 30349 [106]; фосфорорганических по ГОСТ 30710 [107].

Биохимические показатели яблок свежих определяли по следующим методикам:

- массовую долю сухих веществ по ГОСТ 28561-90 [91];
- пищевые волокна – кислотный гидролиз [96];
- титруемую кислотность по ГОСТ ISO 750-2013 [94];
- массовую долю общих и редуцирующих сахаров по ГОСТ 8756.13-87 [92];
- массовую долю витамина С по ГОСТ 24556-89 [95];
- полифенольные вещества колориметрическим методом с использованием реактива Фолина-Дениса [93].

Исследование смоквы:

Органолептическая оценка проводилась по следующим показателям: (внешний вид, вкус, запах, цвет, консистенция, структура, форма, поверхность) по ГОСТ 5897 [108]. Внешний вид, вкус и запах, цвет, консистенцию, структуру, форму, состояние поверхности продукта определяли при температуре  $(18\pm 3)$  °С в соответствии с ГОСТ 6441 [108].

Определение массовой доли влаги – по ГОСТ 5900 [110].

Определение массовой доли золы, не растворимой в растворе соляной кислоты по ГОСТ 5901 [111].

Определение микробиологических показателей по ТР ТС 021/2011 [113]: патогенных микроорганизмов, в т. ч. сальмонеллы по ГОСТ 31659 [98]; мезофильных аэробных микроорганизмов и факультативно анаэробных микроорганизмов по ГОСТ 10444.15 [99]; бактерий группы кишечной палочки по ГОСТ 31747 [100]; дрожжей и плесневых грибов по ГОСТ 10444.13 [101].

Определение токсичных элементов: свинца по ГОСТ 26932 [102]; мышьяка по ГОСТ 26930 [103]; кадмия по ГОСТ 26933 [104]; ртути по ГОСТ 26927 [105].

Определение афлатоксина В<sub>1</sub> по ГОСТ 30711 [112].

Для статистической обработки полученных данных по определению оптимальной дозировки пищевой добавки из виноградных выжимок применяли

метод аппроксимации функции нескольких независимых переменных (множественная регрессия) с целью подтверждения достоверности. Расчеты проводились с помощью инструментального средства Microsoft Excel.

Выбор оптимальных упаковочных материалов для смоквы осуществлялся на основе комплексного анализа: учета предпочтений целевой аудитории, исследование изменения влаги в процессе хранения, а также исследование динамики изменения микробиологических показателей в процессе хранения. Было проведено социологическое исследование методом онлайн-опроса, реализованного на платформе Google Forms. В опросе приняли участие 125 потребителей кондитерских изделий, с широким охватом возрастной группы от 18 до 65 лет, что позволило получить репрезентативные данные о предпочтениях различных сегментов рынка. Определение качества упаковки, маркировки - визуально.

Изменение влаги смоквы в процессе хранения определяли в соответствии с ГОСТ 5900 [110].

Определение микробиологических показателей смоквы в процессе хранения в соответствии с ГОСТ 10444.15 и ГОСТ 10444.13 [99, 101].

Расчет пищевой ценности смоквы проводили в соответствии с требованиями п. 4.9 ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», а также покрытие суточной потребности в компонентах рациона взрослого трудоспособного населения при потреблении смоквы (согласно Приложению 2 ТР ТС 022/2011) [114].

На основании методики исследования была разработана схема проведения исследований. Схема исследований приведена на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Схема исследований

## **2.3 Выводы к второй главе**

1. Определены и обоснованы объекты исследования: смоква, состоящая из: выжимок винограда красных и белых сортов и яблок отечественных производителей; промежуточные продукты – пищевая добавка из виноградных выжимок; полуфабрикаты смоквы; конечный продукт – смоква.

2. Обоснован выбор комплекса методов, применимых для решения поставленных задач с использованием нормативных документов. В работе были использованы органолептические, физико-химические, микробиологические методы контроля. С целью подтверждения достоверности полученных результатов применялся регрессионный анализ и планирование эксперимента.

3. Сформирована логическая и последовательная структурная схема научно-исследовательской работы. Структура четко определяет последовательность этапов, которая обеспечивает прозрачность процесса и взаимосвязь между экспериментальной частью и получением конечных рекомендаций.

### **3 ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

#### **3.1 Разработка технологии производства пищевой добавки из виноградных выжимок**

Для комплексного изучения виноградных выжимок, которые в дальнейшем планируются для производства пищевой добавки с целью обогащения кондитерских изделий, необходимо изучить ряд характеристик, важных для производства продуктов питания.

Технологические свойства ягодного сырья, в том числе виноградных выжимок, в значительной степени определяются его видовой и сортовой принадлежностью. В процессе механического воздействия на виноград при производстве вина происходит неизбежное разрушение клеточной структуры ягоды. Это приводит к высвобождению клеточного содержимого и изменению физических свойств сырья. Химический состав винограда, и, как следствие, его остатков – выжимок, зависит не только от генетических особенностей сорта, но и от макроструктурных характеристик. Макроструктура, в свою очередь, влияет на доступность биологически активных веществ при дальнейшей переработке, на экстракционные свойства и общую технологичность сырья. На основании этого было проведено исследование макроструктуры выжимок путем их разделения на составные компоненты с дальнейшим взвешиванием последних и процентным выражением к общей массе выжимок.

Диаграмма соотношения составных частей виноградных выжимок (ВВ) исследуемых сортов представлено на рисунке 3.1.

Из анализа макроструктуры (рис. 3.1) виноградных выжимок видно, что по своей структуре виноградные выжимки, представлены крупными частицами кожицы, семян и остальных веществ (мякоть, остатки гребней, плодоножек). Так, сброженные виноградные выжимки содержат большее количество кожицы в связи с типом производства, а в сладких выжимках преобладает мякоть и семена.

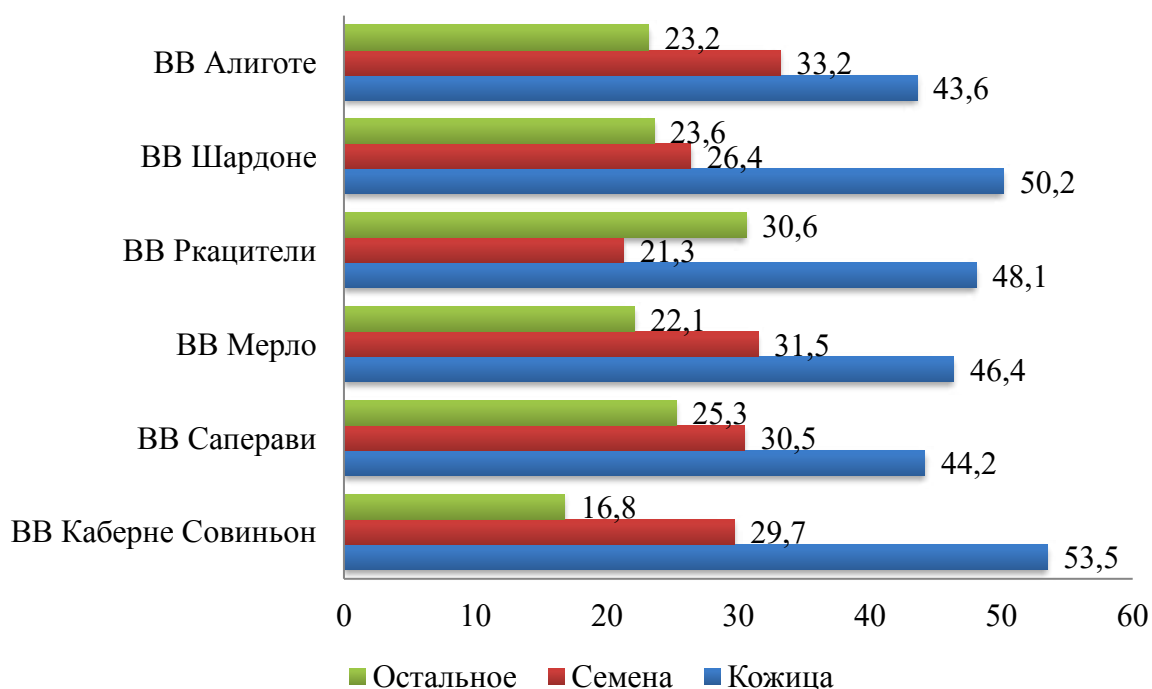


Рисунок 3.1 – Диаграмма соотношения основных составных частей исследуемых виноградных выжимок, %

Установлено, что наибольшим количеством кожицы обладают сброженные выжимки сорта Каберне Совиньон (53,5 %), а наименьшим сладкие выжимки сорта Алиготе (43,6 %). Наибольшим содержанием семян обладает выжимки сорта Мерло (31,5 %), а наименьшим - сорт Ркацители (21,3 %).

Установлено, что наибольшее количество мякоти, гребней и плодоножек обнаружено при анализе выжимок сорта Ркацители (30,6 %) и сорта Саперави (25,3 %), наименьшее – сорт Каберне Совиньон (16,8 %).

Исходя из полученных данных, установлено, что механический состав виноградных выжимок зависит не только от сорта винограда, но также и от типа производства выжимок.

Также были изучены органолептические, физико-химические и биохимические показатели виноградных выжимок разных сортов и разного способа производства. Полученные результаты представлены в таблицах 3.1 – 3.3.

Таблица 3.1 – Органолептические показатели объектов исследования

Наименование показателя	Характеристика показателя						Требования ГОСТ 6882–88
	Каберне Совиньон	Саперави	Мерло	Ркацителли	Шардоне	Алиготе	
	Сброженные	Сброженные	Сброженные	Сладкие	Сладкие	Сладкие	
Внешний вид	Приплюснутые, слегка скомканные сушеные ягоды с выдавленной косточкой.						Масса ягод сушеного винограда одного вида, сыпучая.
Запах	Свойственный сушеному винограду, немного кислый, дрожжевой запах. Посторонние запахи отсутствуют			Свойственный сушеному винограду, без постороннего запаха.			Свойственный сырью данного вида, без постороннего запаха.
Цвет	Темно-красный	Красный с фиолетовыми оттенками	Темно-красный	Темно-желтый	Желтый	Желтый	Разный, характерный для помологического сорта.

Виноградные выжимки, используемые в качестве сырья, были проанализированы на соответствие требованиям ГОСТ 6882–88 [115]. В ходе исследования было выявлено, что органолептические характеристики сырья (внешний вид, вкус и запах, цвет) демонстрировали вариативность, обусловленную стадией технологической обработки. В частности, для выжимок, прошедших процесс брожения, характерна более низкая влажность и наличие кислого запаха.

Для оценки качественного состава сырья был проведен анализ физико-химических показателей, результаты которого представлены в таблице 3.2 [115].

Таблица 3.2 – Физико-химические показатели объектов исследования

Наименование показателя	Значение показателя	Требования ГОСТ 6882–88
Массовая доля влаги, %, среднее значение по сортам	8,0±0,3	18,0
Минеральные примеси	не обнаружено	не допускается
Растительные примеси	не обнаружено	не допускается
Посторонние примеси	не обнаружено	не допускается

Требования к качеству высушенного сырья установлены с учетом специфики его дальнейшей переработки. В отличие от сушеного винограда, регламентируемого ГОСТ 6882–88 (массовая доля сухих веществ не менее 82 %), для получения тонкодисперсного порошка пищевой добавки требуется более глубокая дегидратация. В связи с этим, для обеспечения технологичности процесса измельчения и стабильности хранения целевой показатель сухих веществ в виноградных выжимках был установлен на уровне 92 %. Проведенный анализ подтвердил соответствие виноградных выжимок требованиям, регламентированным в ГОСТ 6882–88, что свидетельствует о надлежащем качестве сырья.

Для более детальной характеристики компонентного состава и оценки потенциальной ценности виноградных выжимок было проведено исследование их биохимического состава. Полученные результаты представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Биохимические показатели объектов исследования

Наименование сорта	Тип выжимок	Массовая концентрация сахаров, %		Массовая доля полифенольных веществ, мг/%	Массовая концентрация титруемых кислот, %	Содержание витамина С, мг/%	Содержание пищевых волокон (в пересчете на сухое вещество), %
		Общих	Редуцирующих				
Каберне Совиньон	Сброженные	1,6	1,5	915,0	4,2	3,5	38,5
Саперави	Сброженные	3,5	3,1	730,0	8,6	3,6	35,3
Мерло	Сброженные	5,8	5,1	406,5	1,2	4,2	36,7
Ркацителли	Сладкие	15,7	15,3	288,6	1,7	2,9	31,2
Шардоне	Сладкие	4,5	4,4	275,9	1,2	1,2	33,4
Алиготе	Сладкие	18,8	17,9	254,0	5,7	7,3	30,1

Анализ биохимического состава исследуемых образцов виноградных выжимок показал, что их качественные характеристики существенно зависят от сорта винограда и технологии первичной переработки.

Концентрация сахаров в сброженных выжимках оказалась минимальной: содержание общих сахаров варьировалось в пределах 1,6–5,8 %, а редуцирующих – 1,5–5,1 %. При этом сброженные образцы продемонстрировали более высокие показатели титруемой кислотности (1,2–8,6 % в пересчете на винную кислоту) по сравнению со сладкими выжимками (1,2–5,7 %).

Содержание витамина С варьировалось от 1,2 до 7,3 мг/%, при этом максимальные показатели зафиксированы у выжимок сорта Алиготе (7,3 мг/%), а минимальные - у сорта Мерло и Шардоне (по 1,2 мг/%).

Анализ содержания пищевых волокон выявил превосходство сброженных выжимок сорта Каберне Совиньон (38,05 %), а также сладких образцов Ркацителли (31,2 %) и Шардоне (33,4 %). Наименьшая концентрация волокон отмечена в сорте Алиготе (30,1 %). Исследование антиоксидантного профиля показало, что высокие

значения составили 915 мг/% для выжимок сорта Каберне Совиньон и наименьшее содержание в сорте Алиготе (254 мг/%).

На основании полученных результатов, для дальнейших исследований выбраны сброженные выжимки сорта Каберне Совиньон (преобладает содержание кожицы и целевого компонента-пищевых волокон). Для улучшения технологических и функциональных свойств свежих сброженных выжимок применена СВЧ-обработка, направленная на интенсификацию процесса высвобождения пищевых волокон из клеточных структур, эффективное снижение влагосодержания и подготовку сырья к последующей сушке.

Первым этапом экспериментальной работы являлось исследование влияния различных режимов СВЧ-обработки на изменение массовой доли влаги и целевого показателя - пищевых волокон. Результаты эксперимента, отражающие динамику изменений, представлены на рисунке 3.2.

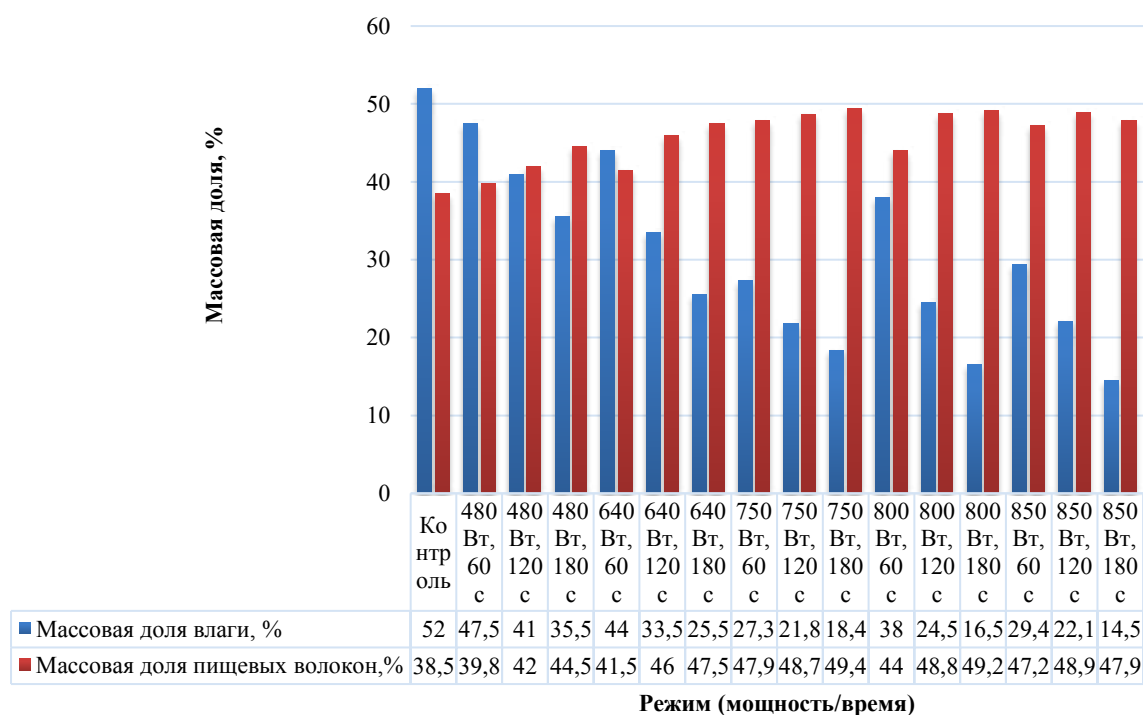


Рисунок 3.2 – Диаграмма влияния режима СВЧ-обработки на массовую долю влаги и пищевых волокон

Установлено, что увеличение мощности и времени обработки закономерно снижает массовую долю влаги. Наиболее эффективное обезвоживание

зафиксировано в интервале 120 секунд при мощности 800 Вт и 850 Вт, где влажность снизилась с 52,0 % до 24,5 % и 22,1 % соответственно, вследствие активного парообразования и высокого температурного градиента.

Одновременно с дегидратацией выявлен устойчивый рост содержания пищевых волокон. Прирост обусловлен двумя основными механизмами: концентрационным эффектом (удаление влаги на начальном этапе 60–120 с) и структурно-химической модификацией (частичная деструкция углеводов при длительном воздействии 120–180 с, особенно при 750–850 Вт).

Максимальное содержание пищевых волокон (49,2 %) достигнуто при режиме 800 Вт и 180 с, однако этот режим сопряжен с чрезмерным обезвоживанием (16,5 %), что критично для технологичности и органолептических характеристик готового продукта. С учетом необходимости баланса между максимальным накоплением пищевых волокон и минимизацией энергозатрат, оптимальным признан режим 800 Вт при 120 с. Этот режим обеспечивает влажность 24,5 % и прирост пищевых волокон на уровне 26,8 % (содержание 48,8 % соответственно), исключая перегрев сырья.

Полученные данные легли в основу регрессионного моделирования и дисперсионного анализа для статистического подтверждения значимости факторов.

В исследовании использовался двухфакторный план с переменными уровнями:  $x_1$  - мощность ( $P$ ): 5 уровней (480,640,750,800,850 Вт) и  $x_2$  – время ( $T$ ): 3 уровня (60,120,180 сек).

В качестве откликов (зависимых переменных) рассматривались:  $y_1$  – массовая доля влаги, %;  $y_2$  – массовая доля пищевых волокон, %.

Рассчитаны суммы квадратов для факторов  $x_1$  (мощность) и  $x_2$  (время), а также их взаимодействия. Результаты дисперсионного анализа для показателя «массовой доли влаги» представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Экспериментальные данные дисперсионного анализа для «массовой доли влаги»

Источник вариации	Сумма квадратов (SS)	Степени свободы (df)	Средний квадрат (MS)
Фактор А (Мощность)	835,4	4	208,8
Фактор В (Время)	578,5	2	289,2
Взаимодействие А×В	53,4	8	6,68

Дисперсионный анализ показал существенную зависимость остаточного содержания влаги в сырье от двух ключевых факторов: мощности и продолжительности СВЧ-обработки, а также их совместного влияния. Время обработки (фактор В) демонстрирует наибольшее влияние на вариабельность показателя влажности, что подтверждается высокой суммой квадратов ( $SS=578,5$ ) и значительным средним квадратом ( $MS=289,2$ ). Это позволяет считать данный фактор ключевым регулятором процесса обезвоживания. Мощность СВЧ-обработки (фактор А) также оказывает существенное воздействие на исследуемый показатель, о чем свидетельствует сумма квадратов  $SS=835,4$  и средний квадрат  $MS=208,8$ . Взаимодействие факторов А и В вносит меньший вклад в общую вариабельность ( $SS=53,4$ ,  $MS=6,68$ ), что указывает на отсутствие ярко выраженного синергетического эффекта между мощностью и продолжительностью обработки. Аналогичный двухфакторный дисперсионный анализ был проведен для целевого показателя - массовой доли пищевых волокон. Результаты представлены в таблице 3.5

Таблица 3.5 – Экспериментальные данные дисперсионного анализа «массовая доля пищевых волокон»

Источник вариации	Сумма квадратов (SS)	Степени свободы (df)	Средний квадрат (MS)
1	2	3	4
Фактор А (Мощность)	86,5	4	21,6
Фактор В (Время)	36,0	2	18,0

1	2	3	4
Взаимодействие A×B	13,8	8	1,7

Анализируя данные таблицы 3.5, установлено, что мощность СВЧ-обработки (фактор А) оказывает существенное влияние на результат, что подтверждается суммой квадратов  $SS=86,5$  и средним квадратом  $MS=21,6$  при 4 степенях свободы. Временной фактор (фактор В) демонстрирует меньшее, но всё ещё значимое влияние на исследуемый показатель. Это видно по сумме квадратов  $SS=36,0$  и среднему квадрату  $MS=18,0$  при 2 степенях свободы. Взаимодействие факторов А и В вносит минимальный вклад в общую вариабельность процесса. Об этом свидетельствует относительно небольшая сумма квадратов  $SS=13,8$  и низкий средний квадрат  $MS=1,7$  при 8 степенях свободы. Таким образом, с целью оптимизации процесса следует в первую очередь регулировать мощность обработки.

График поверхности отклика, описывающий зависимость массовой доли влаги от параметров СВЧ-обработки, представлен на рисунке 3.3.

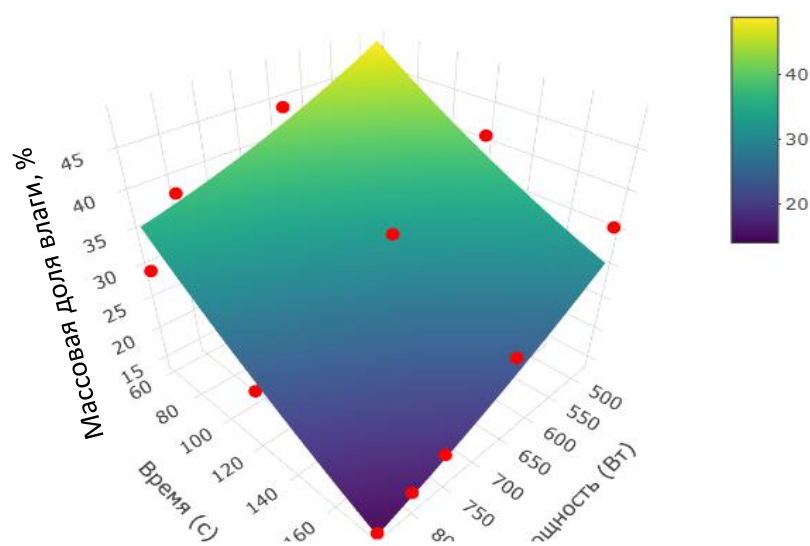


Рисунок 3.3 – График поверхности отклика, характеризующий зависимость массовой доли влаги от параметров СВЧ-обработки: мощности  $x_1$  (Вт), времени  $x_2$  (с)

В результате статистического анализа построена математическая модель, описывающая зависимость массовой доли влаги виноградных выжимок от параметров СВЧ-обработки. Уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$M=28,057-7,000x_1-6,406x_2-0,515x_1x_2+0,560x_1^2+0,771x_2^2+\varepsilon \quad (3.1)$$

где: М – массовая доля влаги, %;  $x_1$  – мощность СВЧ-обработки (кодированная переменная);  $x_2$  – продолжительность обработки (кодированная переменная);  $\varepsilon$  – случайная ошибка модели ( $p < 0.0002$ ).

Анализируя рисунок 3.3. и уравнение (3.1) установлена статистическая значимость линейных эффектов мощности и времени обработки на массовую долю влаги. Квадратичные члены и эффекты взаимодействия факторов статистически незначимы, что подтверждает преимущественно линейный характер зависимости. Коэффициент детерминации  $R^2=0,914$  подтверждает высокую степень адекватности модели, что означает объяснение 91,4% вариации исследуемого показателя. Это свидетельствует о хорошем соответствии модели экспериментальным данным. Значение F-критерия ( $F=19,07$ ;  $p<0,0002$ ) подтверждает статистическую значимость модели. Анализ поверхности отклика (рисунок 3.3) показывает, что увеличение мощности и продолжительности обработки ведет к снижению влажности. Свободный член (28,057) соответствует прогнозируемой влажности в центре плана (при средних уровнях факторов). Эффект взаимодействия также имеет отрицательный коэффициент (-0,515), то есть совместное увеличение обоих факторов слабее влияет, чем отдельные факторы. Положительные коэффициенты квадратичных эффектов показывает, что поверхность отклика имеет минимум, при отклонении от которого влажность возрастает. Расчеты показывают, что минимум находится за границами области.

График поверхности отклика, описывающий зависимость массовой доли пищевых волокон от параметров СВЧ-обработки представлен на рисунке 3.4.

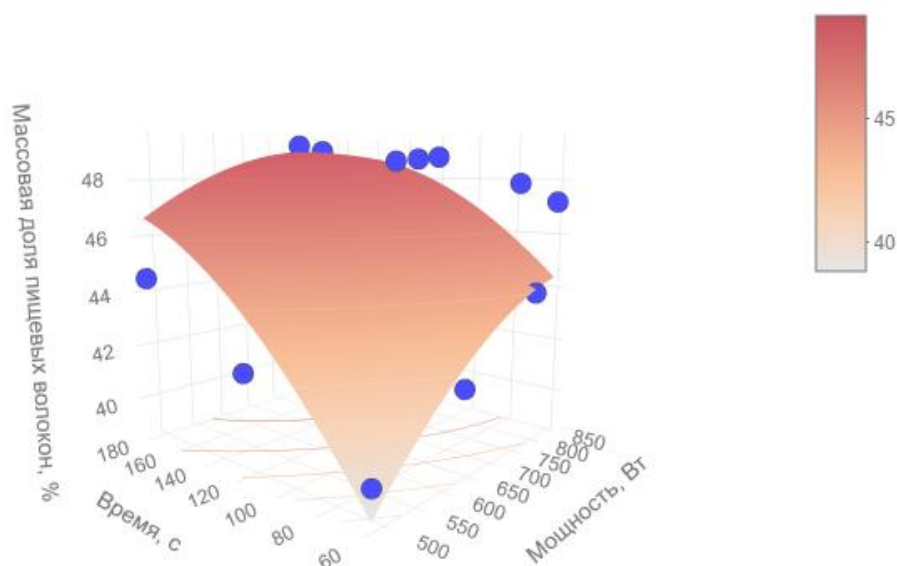


Рисунок 3.4 – График поверхности отклика, характеризующий зависимость массовой доли пищевых волокон от параметров СВЧ-обработки: мощности  $x_1$  (Вт), времени  $x_2$  (с)

В результате построена математическая модель, описывающая зависимость содержания пищевых волокон в виноградных выжимках от параметров СВЧ-обработки.

Уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$F=47,478+1,924x_1+1,530x_2-0,5090,515x_1x_2-0,641x_1^2-0,707x_2^2+\varepsilon \quad (3.2)$$

где:  $F$  – массовая доля пищевых волокон, %;  $x_1$  – мощность СВЧ-обработки (кодированная переменная);  $x_2$  – продолжительность обработки (кодированная переменная)  $\varepsilon$  – случайная ошибка модели ( $p < 0.001$ ).

Анализируя уравнение (3.2) установлена прямая зависимость: увеличение мощности и времени СВЧ-обработки приводит к увеличению массовой доли пищевых волокон. Коэффициент детерминации  $R^2=0,867$  свидетельствует о высоком качестве построенной модели. 86,7 % вариации показателя массовой доли пищевых волокон успешно объясняется включенными в модель факторами (мощность и время обработки). Значение F-критерия ( $F=11,7$ ;  $p<0,001$ ) подтверждает статистическую значимость модели.

Анализ поверхности отклика (рисунок 3.4) показывает, что увеличение мощности и времени СВЧ-обработки приводит к увеличению массовой доли пищевых волокон. Свободный член (47,478) соответствует прогнозируемой массовой доле пищевых волокон в центре плана (при средних уровнях факторов). Эффект взаимодействия имеет отрицательный коэффициент (-0,509), то есть совместное увеличение обоих факторов приводит к меньшему эффекту, чем отдельный вклад факторов. Отрицательные коэффициенты квадратичных эффектов показывает, что поверхность отклика имеет максимум, при достижении которого факторы негативно влияют на процесс. Имеется экстремальная область, пологий подъем которой с увеличением времени от 60–80 с и мощности от 400–500 Вт изменяется к достижению максимума с увеличением времени до 120 с и мощности в области 800 Вт. Последующее увеличение параметров обработки ведет к спаду поверхности, что является следствием перегрева.

Для наглядной интерпретации полученных квадратичных моделей и определения области оптимальных условий обработки были построены контурные карты, представленные на рисунке 3.5.

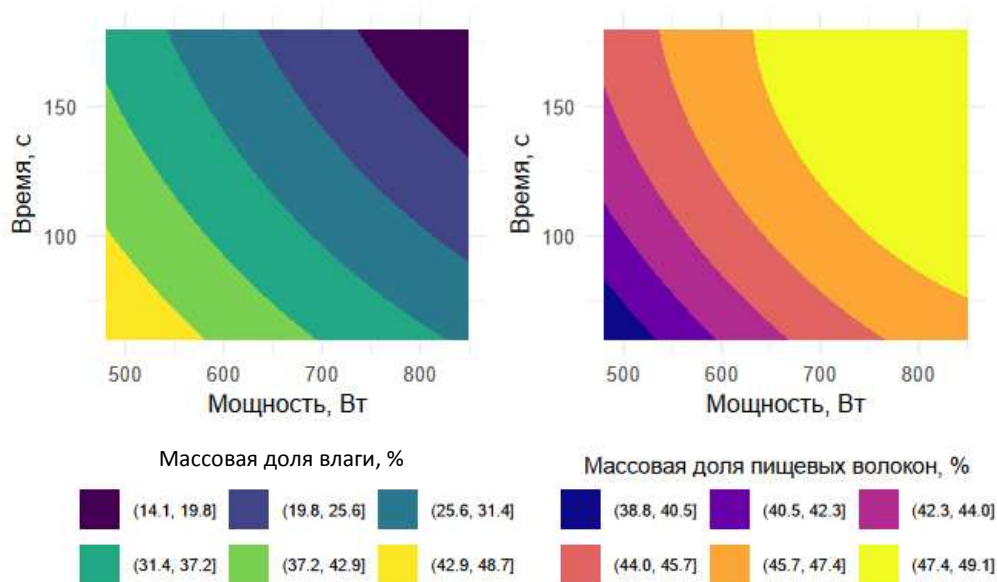


Рисунок 3.5 – Контурная карта характеризующая зависимость массовой доли влаги (%) и пищевых волокон (%) от параметров СВЧ-обработки:

мощности  $x_1$  (Вт), времени  $x_2$  (с)

Опираясь на опыт практической деятельности и исходя из полученных результатов статистической обработки, анализа и визуализации поверхностей отклика можно сделать следующие выводы: наибольший практический интерес представляют режимы, обеспечивающие 48,5–49 % пищевых волокон при влажности 22–25 %: 800 Вт, 120 с (24,8 %; 48,6 %) и 850 Вт, 120 с (22,1 %; 48,9 %). Увеличение мощности с 800 до 850 Вт дает прирост волокон всего 0,3% (<1 %), но снижает влажность к нижней границе нормы, что делает этот режим менее предпочтительным. Режим 750 Вт, 180 с (18,4 %; 49,4 %) также близок к оптимуму, но увеличивает продолжительность цикла.

Таким образом, в качестве оптимального режима СВЧ-обработки сброженных виноградных выжимок сорта Каберне-Совиньон рекомендуются следующие параметры: мощность 800 Вт, продолжительность 120 секунд. При данных параметрах обеспечивается повышение массовой доли пищевых волокон до 48,8 %, что соответствует приросту 26,8 % относительно контроля; остаточную влажность 24,5 %, что предполагает обеспечение микробиологической стабильности продукта при хранении. Кроме того, отсутствие признаков перегрева и деструкции сырья, подтвержденное органолептической оценкой.

В процессе разработки технологии получения пищевой добавки из виноградных выжимок существенное внимание уделено оптимизации температуры сушки, ключевого этапа консервирования, определяющего сохранность пищевых и биологически активных веществ. Для определения рационального режима сушки исследовали влияние температуры сушки на кинетику процесса и содержание пищевых волокон в сырье. Результаты представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 - Влияние температуры сушки виноградных выжимок на кинетику процесса и содержание пищевых волокон в сырье

Наименование показателя	Температура сушки, °С		
	50	55	60
1	2	3	4
Продолжительность сушки, мин	480	360	240

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3	4
Начальная влажность сырья, %	24,5	24,5	24,5
Конечная влажность сырья, %	8,0	8,0	8,0
Содержание пищевых волокон, %	50,1	52,5	53,2

Как видно из таблицы 3.6, существует зависимость между температурой сушки виноградных выжимок и продолжительностью этого процесса. Так, с увеличением температуры сушки сокращается время, необходимое для достижения требуемой влажности сырья.

В частности, при температуре сушки 50 °С полное высушивание виноградных выжимок занимает 480 минут (8 часов). Повышение температуры до 55 °С позволяет сократить время сушки до 360 минут (6 часов), а при температуре 60 °С время сушки сокращается до 240 минут (4 часа). Представленная динамика подтверждает закономерность, согласно которой повышение температуры интенсифицирует процесс испарения влаги, что приводит к ускорению сушки.

Установлено, что сушка виноградных выжимок позволяет повысить содержание пищевых волокон. Так, в сброженных виноградных выжимках, содержание пищевых волокон увеличилось 9,0 % и составило 53,2 %.

Результаты эксперимента подтверждают, что температура 60 °С является рациональным выбором для сушки сброженных виноградных выжимок сорта Каберне Совиньон. При данном температурном режиме достигается полное высушивание сырья за 240 мин, а также наблюдается статистически значимое повышение содержания пищевых волокон, что указывает на сохранение и улучшение пищевой ценности продукта.

Вторичная переработка виноградных выжимок является важным шагом к экологически устойчивому производству, позволяя сократить количество отходов и рационально использовать ценное растительное сырье. Эта практика не только расширяет ассортимент растительных полуфабрикатов, но и позволяет получить дополнительный вид продукции, снижая нагрузку на окружающую среду. Производство пищевых добавок из виноградных выжимок является одним из примеров

эффективной утилизации отходов, создавая продукт с высокой добавленной стоимостью.

Норма расхода свежих виноградных выжимок для производства 1 тонны готового продукта рассчитывается по следующей формуле [121]:

$$H = \frac{M_{\text{сух}} \cdot 100 \%}{100 - W_{\text{нач}}} \quad (3.3)$$

где:  $H$  – норма расхода свежих виноградных выжимок (кг/т);  $M_{\text{сух}}$  – масса сухого вещества в 1 тонне готового продукта (кг);  $W_{\text{нач}}$  – начальная влажность сырья (52,0 %).

Масса сухого вещества ( $M_{\text{сух}}$ ) рассчитывается следующим образом:

$$M_{\text{сух}} = \frac{1000 \cdot (100 - W_{\text{кон}})}{100} \quad (3.4)$$

где:  $W_{\text{кон}}$  – конечная влажность продукта (8%); 1000 – 1 тонна в кг.

$$H = \frac{920 \cdot 100}{100 - 52} = 1916,7 \text{ кг/т}$$

Процент усушки ( $P$ ) рассчитывали по формуле:

$$P = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100 \% \quad (3.5)$$

где:  $m$  – масса сырья до высушивания, кг;  $m_1$  – масса сырья после высушивания, кг.

Результаты расчета представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 - Норма расхода сырья для производства 1 тонны пищевой добавки из виноградных выжимок

Наименование сырья	Количество необходимого сырья	Количество готового продукта	Усушка, %
Виноградные выжимки сорта Каберне Совиньон	1916,7	1000,0	47,8

Примечание: при изменении начальной и конечной влажности норма расхода изменяется.

На основании полученных результатов, разработана технология производства пищевой добавки из сброженных виноградных выжимок сорта Каберне Совиньон. При разработке технологии особое внимание уделялось

обеспечению безопасности конечного продукта, в связи с чем исходное сырье отбиралось в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011:

- не допускается использование виноградных выжимок, обработанных ферментными препаратами;
- с признаками плесневения [113].

Технология производства продукта осуществляется в соответствии со структурной схемой, представленной на рисунке 3.6.

Виноградные выжимки поступают на инспекционный конвейер для проведения контроля качества. На этом этапе производится удаление дефектных элементов: загнивших ягод, которые могут негативно повлиять на качество конечного продукта, и гребней, не используемых в дальнейшей переработке.

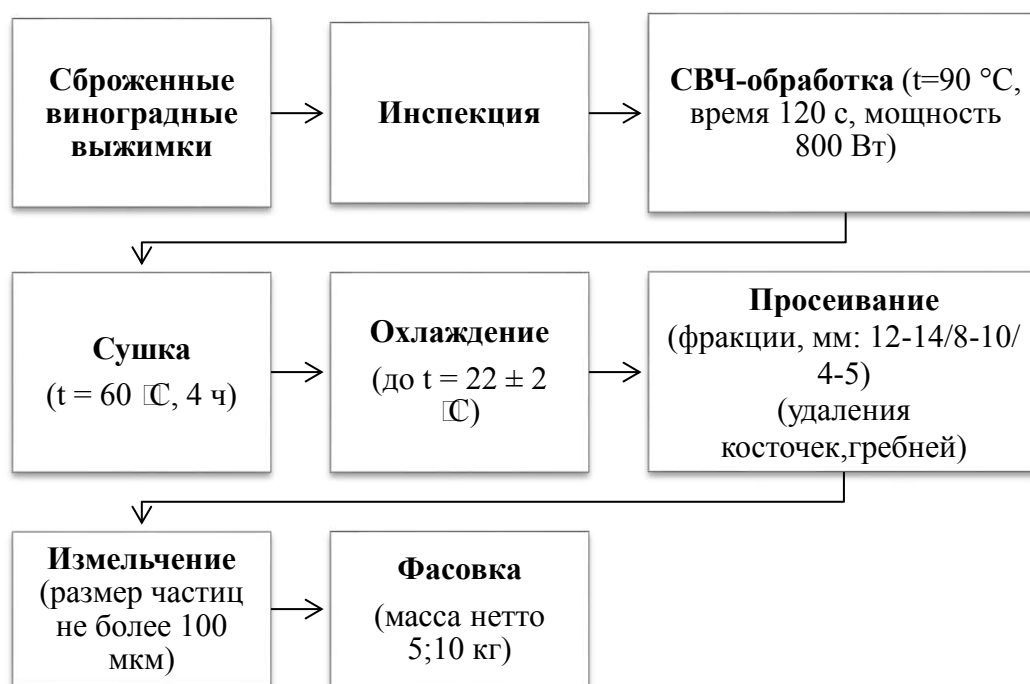


Рисунок 3. 6 – Структурная схема процесса производства пищевой добавки из виноградных выжимок

Далее виноградные выжимки обрабатывают под действием СВЧ-нагрева при температуре 90 °C в течение 120 секунд, мощность 800 Вт. На практике используют СВЧ-установку, внешний вид которой представлен на рисунке 3.7.



Рисунок 3.7 - Внешний вид СВЧ-установки

Для обеспечения равномерной сушки и предотвращения перегрева, сырье распределяется тонким слоем, толщина которого не превышает 5 мм на противни. Противни загружают в промышленный сушильный шкаф и сушат при следующих параметрах: температура 60 °С в течение 4 часов. Внешний вид промышленного сушильного шкафа представлен на рисунке 3.8.

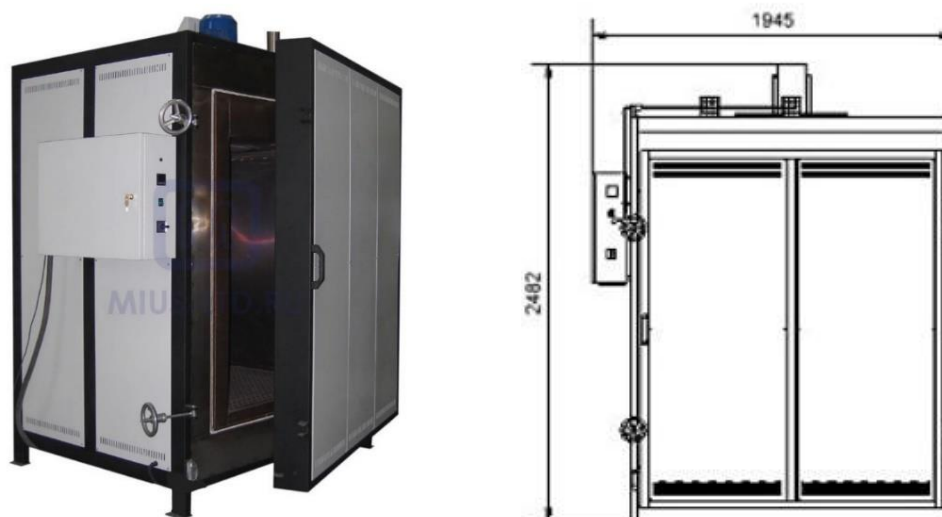


Рисунок 3.8 – Внешний вид промышленного шкафа SNOL 1500/600

Процесс сушки тщательно контролируется и продолжается до достижения целевого показателя массовой доли влаги в конечном продукте, который не должен превышать 8,0 %. Достижение такого уровня влажности обеспечивает

стабильность продукта при хранении и предотвращает развитие микроорганизмов, тем самым гарантируя его безопасность и сохранение качества.

После завершения сушки высушенный материал охлаждается на производственных столах до температуры  $22\pm 2$  °С и направляется на ситовые сепараторы для удаления крупнодисперсных включений, представленных плодоножками, косточками и гребнями, что предотвращает окисление готового продукта (пищевой добавки) и позволяет подготовить продукт к последующим этапам обработки, таким как измельчение.

Размеры ячеек сит определяются требуемой степенью очистки продукта и составляют, мм: подситок – 12–14; верхнее сито – 8–10; нижнее сито – 4–5.

Для получения порошкообразной формы, пригодной для использования в качестве пищевой добавки, высушенные виноградные выжимки подвергаются механическому измельчению с помощью промышленной мельницы до достижения размера частиц более 100 мкм. Внешний вид полученного продукта представлен на рисунке 3.9.



Рисунок 3.9 – Внешний вид пищевой добавки из виноградных выжимок

В таблице 3.8 приведены технологические режимы производства пищевой добавки из виноградных выжимок сорта Каберне Совиньон.

Таблица 3.8 – Технологические режимы производства пищевой добавки

Наименование операции	Значение технологического режима
СВЧ-обработка:	
- температура, °С, не более	90
- продолжительность, сек	120
- мощность, Вт	800
-удельная мощность, Вт/г·с	540
Высушивание:	
- температура, °С, не более	60
- продолжительность, час	4
Охлаждение:	
- температура, °С	22±2
Просеивание:	
- размер частиц, мм, не более:	
подситок	12–14
верхнее сито	8–10
нижнее сито	4–5
Измельчение в порошок	
- размер частиц, не более, мкм	100

Измельченный продукт фасуют на фасовочном аппарате в мешки по 5,10 кг и отправляют на склады для хранения.

Хранение пищевой добавки осуществляют в чистых, сухих, хорошо вентилируемых складских помещениях, не зараженных вредителями, с соблюдением санитарных правил.

Рекомендуемые условия хранения:

- температура хранения от 5 °С до 20 °С;
- относительная влажность воздуха не более 75 %.

Срок годности (при соблюдении условий хранения) не более 12 месяцев с даты изготовления продукта.

Технические параметры оборудования для производства пищевой добавки из виноградных выжимок представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Технические параметры оборудования для производства пищевой добавки из виноградных выжимок

Наименование и марка	Технические характеристики					Примечание
	Производительность, кг/час	Мощность оборудования, кВт	Количество, шт	Время работы час	Суммарная мощность кВт	
1	2	3	4	5	6	7
Конвейер инспекционный КИ-3500	2000	0,75	1	1	0,75	Инспекция сырья
СВЧ-установка УОМО-Т150	20	2,5	1	3,5	8,75	СВЧ-обработка сырья
Промышленный сушильный шкаф SNOL 1500/600	1500	30,0	1	8,0	240,0	Сушка сырья
Стол производственный нержавеющая сталь с полкой СПРН	-	-	4	-	-	Охлаждение
Сито ВС-31	500	0,3	1	2	0,6	Удаление крупных примесей
Промышленная мельница SF-420	400	11,0	1	2,5	27,5	Измельчение
Автомат фасовочно-упаковочный Мегант-Стандарт-ВД	45*	2,85	1	1	2,85	Упаковка
Итого	-	-		-	280,4	-

Примечание: \*45 упаковок/минута.

Для научного обоснования возможности применения пищевой добавки из виноградных выжимок в технологии смоквы был проведен комплексный анализ ее

свойств: органолептические, физико-химические и показатели безопасности. Полученные результаты позволят подтвердить целесообразность использования данного компонента как способа повышения качественных характеристик готового продукта и придания им свойств функционального питания.

Результаты оценки органолептических показателей пищевой добавки из виноградных выжимок представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Органолептические показатели пищевой добавки

Наименование показателя	Характеристика показателя
Внешний вид	Тонкоизмельченный порошок. Допускается комкование, устраняемое при незначительном механическом воздействии.
Вкус и запах	Свойственный сушеному сброженному винограду, без постороннего вкуса и запаха.
Цвет	В соответствии используемого сорта винограда. От красного до темно красного с различными оттенками.

Физико-химические показатели пищевой добавки представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 - Физико-химические показатели пищевой добавки

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля влаги, %, не более	8,0
Минеральные примеси	Не допускаются
Растительные примеси	Не допускаются
Посторонние примеси	Не допускаются
Содержание пищевых волокон, %	53,2

В рамках оценки безопасности разработанной пищевой добавки из виноградных выжимок проводился анализ на соответствие согласно ТР ТС 021/2011 (Приложение 1, Приложение 2, Глава 1.5, Приложение 3, Глава 6) [113].

Микробиологические показатели готовой пищевой добавки представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Микробиологические показатели готового продукта

Наименование показателя	Полученные результаты	Допустимые уровни
1	2	3
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы, не допускаются в массе продукта, г	Не обнаружены в 25 г (см <sup>3</sup> )	25
Количество мезофильных аэробных микроорганизмов и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г (см <sup>3</sup> ), не более	Менее 10	5×10 <sup>4</sup>
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта, г (см <sup>3</sup> )	Не обнаружены в 0,1 г (см <sup>3</sup> )	0,1
Плесени КОЕ/г, не более	10	100
Дрожжи КОЕ/г, не более	65	500

Исходя из данных, указанных в таблице 3.12, установлено, что допустимые уровни микробиологических показателей не превышены.

Содержание токсических элементов и пестицидов представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Содержание токсических элементов и пестицидов

Показатели	Полученные результаты	Допустимый уровень его содержания мг/кг, не более
Токсические элементы		
Свинец	0,025±0,001	0,4
Мышьяк	Менее 0,001	0,2
Кадмий	Менее 0,01	0,03
Ртуть	Менее 0,0025	0,02
Пестициды		
ГХЦГ (альфа, бета, гамма-изомеры)	Менее 0,001	0,05
ДДТ и его метаболиты	Менее 0,001	0,1

Исходя из данных, указанных в таблице 3.13, установлено, что допустимые уровни содержания токсических элементов и пестицидов не превышены.

### 3.2 Процесс получения яблочного пюре для производства смоквы

Для обеспечения воспроизводимости и масштабируемости процесса производства смоквы в качестве основного сырья (яблочного пюре) были отобраны три культивируемых сорта отечественной селекции: Айдаред, Гренни Смит и Ренет Симиренко. Выбор обусловлен высокой коммерческой доступностью данных сортов на региональном рынке, что гарантирует стабильность поставок сырья и минимизирует вариативность входных характеристик сырьевой базы в рамках серии экспериментальных партий.

С целью определения пригодности выбранных сортов яблок для производства полуфабриката был исследован химический состав. Для производства смоквы яблоки должны содержать сухих веществ не менее 12–17 %. Исходя из этого, было исследовано содержание сухих веществ в исследуемом сырье. Результаты исследования представлены на рисунке 3.10.

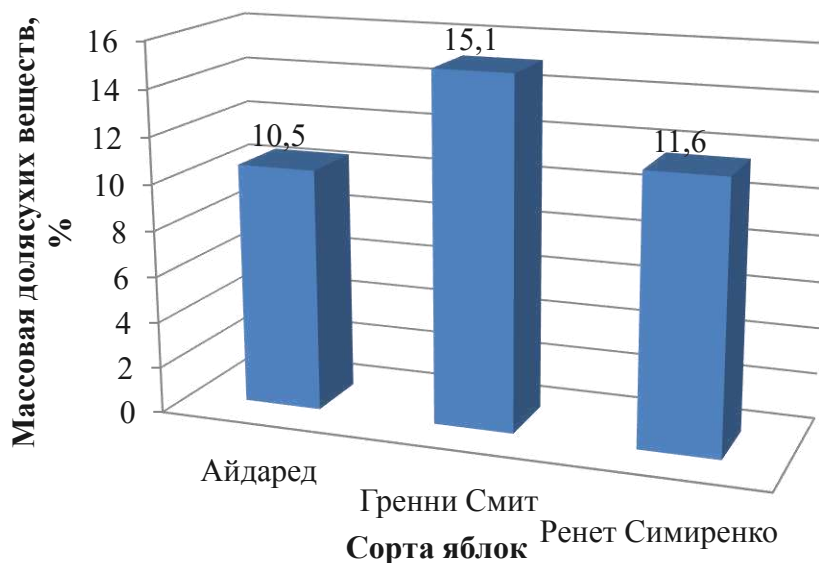


Рисунок 3.10 – Диаграмма массовой доли сухих веществ в разных сортах яблок, %

Проведенный анализ массовой доли сухих веществ в яблоках сортов Айдаред, Гренни Смит и Ренет Симиренко выявил, что наибольшим содержанием сухих веществ характеризуется сорт Гренни Смит. Полученные данные позволяют

предположить, что использование данного сорта может снизить продолжительность процесса уваривания пюре, что, в свою очередь, может оказать положительное влияние на экономическую эффективность процесса.

Следующим этапом исследования стало определение и сравнительный анализ содержания пищевых волокон в различных сортах яблок. Полученные результаты позволят оптимизировать технологию производства, выбрав сорт с максимальным содержанием клетчатки, что приведет к улучшению качества смоквы и повышению ее пользы для здоровья потребителя, благодаря улучшению пищеварения и общему оздоровлению организма. Результаты данного этапа представлены графически на рисунке 3.11.

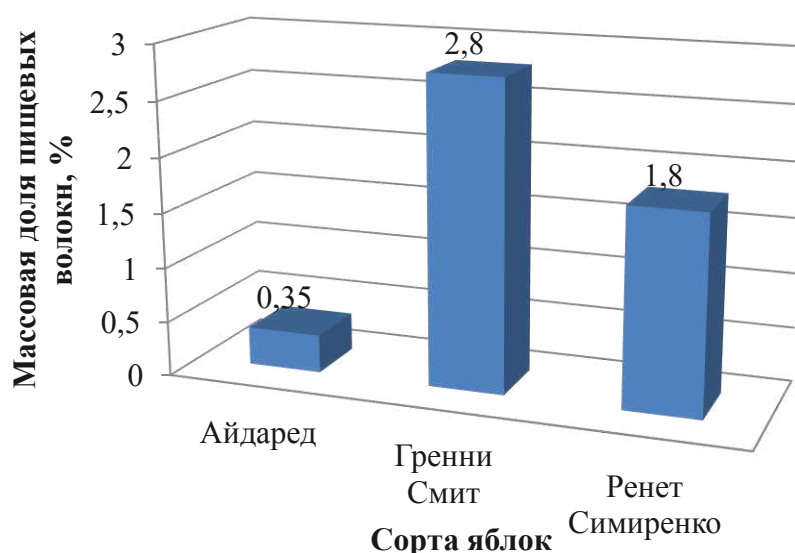


Рисунок 3.11 – Диаграмма массовой доли пищевых волокон в разных сортах яблок, %

Анализируя полученные данные, установлено, что содержание пищевых волокон в исследованных сортах яблок составило: Гренни Смит – 2,8 %, Ренет Симиренко – 1,8 %, Айдаред – 0,35 %. Таким образом, сорта Гренни Смит и Ренет Симиренко обладают преимуществом по данному показателю.

Также в ходе исследования определяли титруемую кислотность (в пересчете на яблочную кислоту). Определение титруемой кислотности в яблоках, используемых для производства смоквы, играет ключевую роль в контроле

качества и оптимизации технологического процесса. Данный параметр оказывает существенное влияние на:

- органолептические показатели – уровень титруемой кислотности напрямую коррелирует с восприятием вкуса, определяя баланс между сладостью и кислотностью готовой смоквы.

- технологические аспекты производства – знание исходной кислотности позволяет корректировать параметры термообработки (уваривание) и процессы желирования, обеспечивая достижение требуемой консистенции и стабильности продукта.

- срок годности и микробиологическую стабильность – кислотность выступает в качестве фактора, ингибирующего рост нежелательных микроорганизмов, что критично для обеспечения сохранности смоквы в течение установленного срока годности. Полученные результаты представлены на рисунке 3.12.

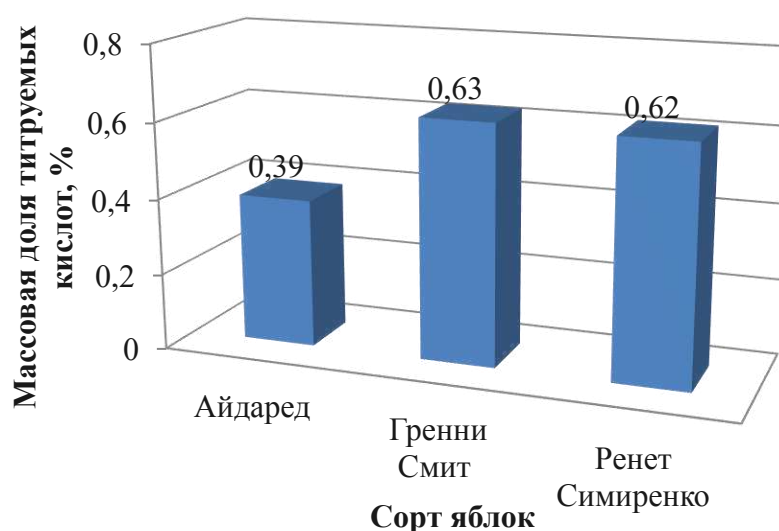


Рисунок 3.12 – Диаграмма массовой доли титруемых кислот в разных сортах яблок, %

Исходя из представленных данных на рисунке 3.12, яблоки с зеленой окраской и более кислым вкусом имеют большую кислотность. Так, у сорта Гренни Смит и Ренет Симиренко были получены наибольшие значения (0,63 % и 0,62 %) соответственно. Наименьшее значение было отмечено у сорта Айдаред – 0,39 %.

В свежих плодах яблок содержание сахара характеризуется общим содержанием сахарозы и редуцирующих сахаров – глюкозы и фруктозы. В исследуемых образцах были определены общие и редуцирующие сахара. Полученные данные позволят регулировать органолептические показатели, энергетическую ценность, а также обеспечение стабильного качества готового продукта. Результаты представлены на рисунке 3.13.

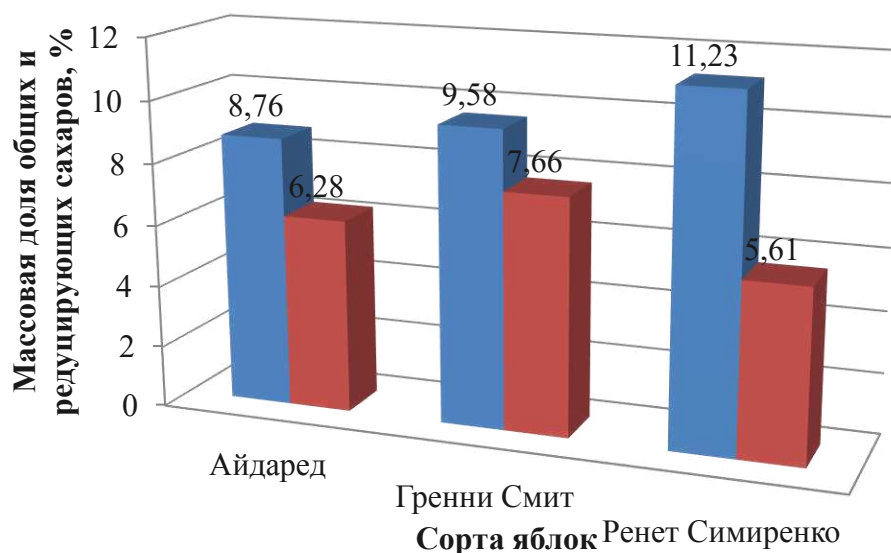


Рисунок 3.13 – Диаграмма массовой доли общих и редуцирующих сахаров в разных сортах яблок, %

Как видно из рисунка 3.13, в сортах, отличающихся зеленой окраской кожицы и кислым вкусом (Гренни Смит и Ренет Симиренко), содержание общих сахаров превышает значения в сорте Айдаред. При этом наибольшим значением обладает сорта Ренет Симиренко (11,23 %), а наименьшим сорт Айдаред (8,76 %). Говоря о содержании редуцирующих сахаров, наибольшее значение отмечено у сорта Гренни Смит (7,66 %), наименьшее у сорта Ренет Симиренко (5,61 %).

С целью прогнозирования функциональных свойств готовой смоквы и оценки влияния сортовых характеристик яблок на содержание биоактивных соединений, был проведен анализ содержания витамина С и общих полифенольных веществ в образцах яблок различных исследуемых сортов. Полученные результаты позволят выбрать оптимальный сорт сырья для производства продукта с высокими антиоксидантными свойствами и потенциальной пользой для здоровья.

Сравнительная оценка содержания витамина С в разных сортах яблок представлена на рисунке 3.14. Данное исследование проводилось с целью выявления сортов с наиболее высоким содержанием витамина С для дальнейшего использования в производстве продуктов питания с повышенной пищевой ценностью.

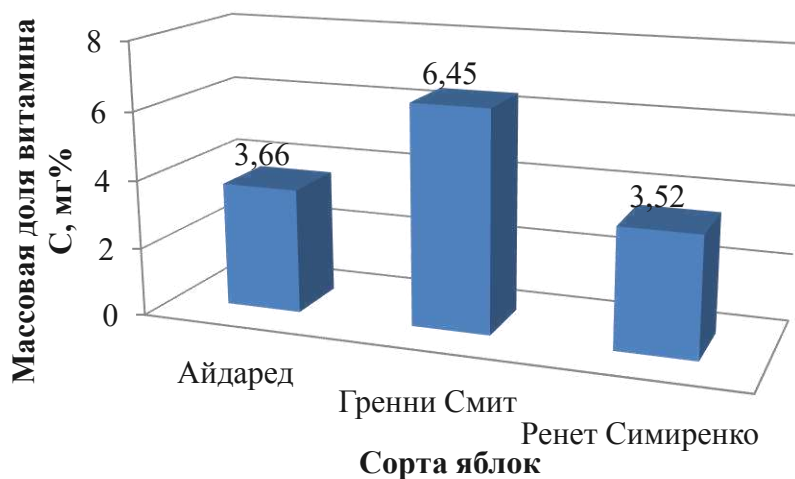


Рисунок 3.14 – Диаграмма массовой доли витамина С в разных сортах яблок, мг%

Результаты исследования свидетельствуют о значительной вариативности содержания витамина С в плодах различных сортов яблок. Сорт Гренни Смит продемонстрировал максимальную концентрацию этого витамина (6,45 мг%), что значительно превышает значения, полученные для сортов Айдаред (3,66 мг%) и Ренет Симиренко (3,52 мг%). Эти различия могут быть обусловлены генетическими особенностями сортов, определяющими интенсивность биосинтеза аскорбиновой кислоты, а также различиями в условиях выращивания, влияющими на метаболизм и накопление этого витамина в плодах.

Сравнительная оценка содержания общих полифенольных веществ в разных сортах яблок представлена на рисунке 3.15. Анализ позволил оценить потенциальную антиоксидантную активность различных сортов и выбрать наиболее подходящий сорт яблок для производства функционального пищевого продукта.

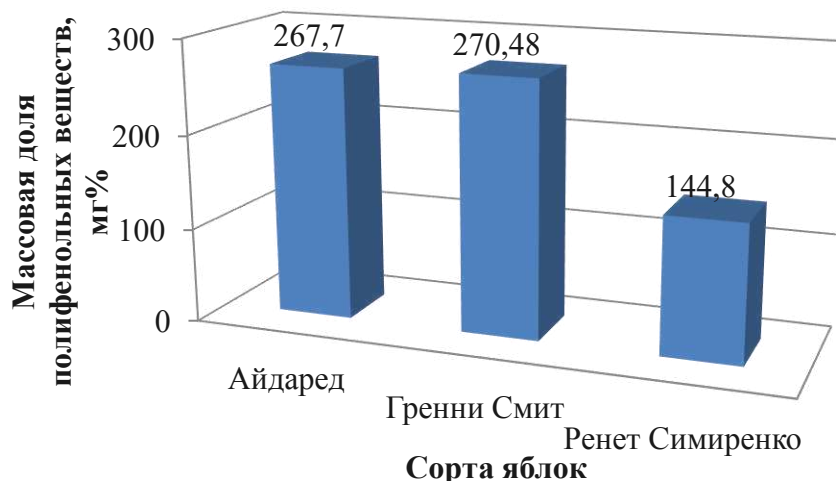


Рисунок 3.15 – Диаграмма содержания общих полифенольных веществ в разных сортах яблок, мг%

Сравнительный анализ содержания общих полифенольных веществ в различных сортах яблок показал, что сорт Гренни Смит содержит наибольшее количество полифенольных веществ (270,4 мг%), что превышает показатели сортов Айдаред (267,7 мг%) и Ренет Симиренко (144,8 мг%). На основании полученных результатов сорт Гренни Сит выбран в качестве основного сырья для производства яблочного пюре. Была разработана технология производства яблочного пюре, представленная на рисунке 3.16.

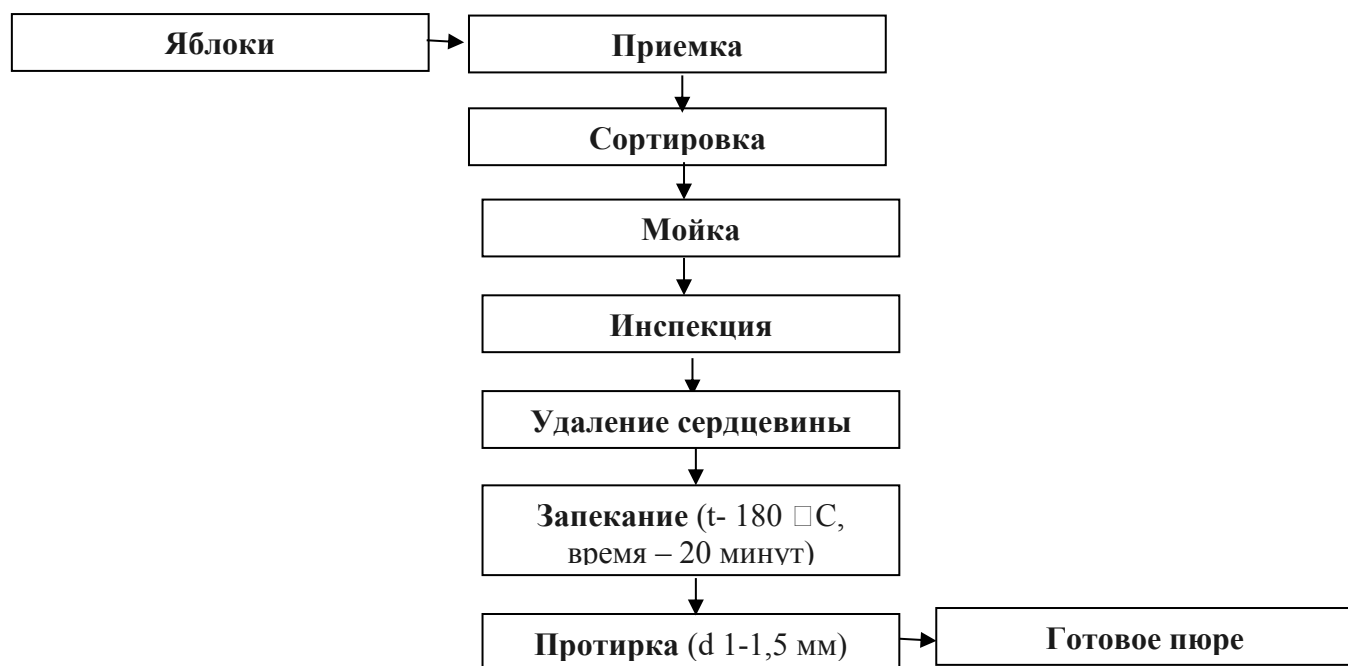


Рисунок 3.16 – Технологическая схема производства яблочного пюре

Яблоки поступают на производство автотранспортом упакованные в различные виды транспортной упаковки (ящики, контейнеры). Поступающее сырье должно отвечать требованиям нормативно-технической документации.

До пуска в производство яблоки хранятся в чистых и сухих складах. Затем путем сортировки сырья отбраковываются некондиционные яблоки и посторонние примеси.

Яблоки моют в моечной машине, проводят инспекцию, где отбираются дефектные экземпляры (загнившие, повреждённые, битые, заплесневелые, сильно загрязнённые), посторонние примеси. В отобранных кондиционных плодах удаляют семенные камеры. Подготовленные яблоки помещают на лотки пароконвектомата и запекают при температуре 180 °С в течение 20 минут. Готовность сырья определяется по органолептическим показателям. Затем сырье протирают через сито с размером ячеек ( $d$  1–1,5 мм), обеспечивающая формирование однородной и стабильной текстуры пюре.

Учитывая, что термическая обработка может привести к снижению содержания некоторых питательных веществ, было проведено определение качественных показателей готового яблочного пюре. Целью данного этапа было оценить потери питательных веществ и обеспечить высокое качество конечного продукта. Результаты анализа представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Химический состав яблочного пюре

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля сухих веществ, %	16,0
Пищевые волокна, %	0,8
Титруемая кислотность, %	0,6
Общие сахара, %	19,2
Витамин С, мг/%	1,6
Полифенольные вещества, мг/%	180,3

Проведенные исследования выявили значительные количественные изменения в химическом составе яблок, обусловленные термической обработкой. Наблюдалось снижение концентрации пищевых волокон на 71,5 %,

витамина С на 81,1 % и полифенольных соединений на 33,4 %. Указанные изменения обусловлены деструкцией клеточных структур, термическим разложением витамина С и окислительными процессами, катализируемыми полифенолоксидазой при повышенных температурах. Полученные данные необходимо учитывать при разработке технологических режимов производства продуктов переработки яблок, требующих термической обработки, с целью минимизации потерь ценных нутриентов.

### **3.3 Разработка рецептуры и технологии производства смоквы**

Смоква – традиционный продукт, получаемый путем уваривания и последующей дегидратации фруктово-ягодного пюре. По органолептическим характеристикам смоква отличается от пастилы более плотной, пастообразной текстурой и выраженным фруктово-ягодным вкусом. Особенностью рецептуры смоквы является ограниченное использование добавленного сахара, поскольку необходимый уровень сладости обеспечивается за счет естественного содержания сахаров в фруктово-ягодном сырье.

С целью улучшения органолептических характеристик и повышения пищевой ценности смоквы в состав предлагается включить разработанную пищевую добавку из виноградных выжимок. Для определения оптимальной дозировки указанной добавки были разработаны опытные рецептуры образцов смоквы с различным содержанием пищевой добавки (от 1 до 9 % от общей массы).

Анализ рынка показал, что коммерческие аналоги смоквы содержат избыток сахара при дефиците натурального вкуса. Целью разработки стало создание рецептуры смоквы, обогащенной пищевыми волокнами с частичной заменой добавленного сахара на функциональную добавку. За контрольный образец принята традиционная смоква (яблочное пюре и сахар). Рецептурный состав для производства 1 тонны смоквы с различным соотношением компонентов для оптимизации состава представлен в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Рецептурный состав для производства 1 тонны смоквы

Наименование сырья и полуфабрикатов	Массовая доля сухих веществ	Норма расхода сырья на 1 тонну готовых изделий																			
		Контроль		Образец №1		Образец №2		Образец №3		Образец №4		Образец №5		Образец №6		Образец №7		Образец №8		Образец №9	
		в нат уре	в сухих веществах	в нат уре	в сухих веществах	в нат уре	в сухих веществах	в нат уре	в сухих веществах	в нат уре	в сухих веществах	в нат уре	в сухих веществах	в нат уре	в сухих веществах	в нат уре	в сухих веществах	в нат уре	в сухих веществах	в нат уре	в сухих веществах
Пюре яблочное	16,00	400,0	640,0	400,0	640,0	400,0	640,0	400,0	640,0	400,0	640,0	400,0	640,0	4000,0	640,0	400,0	640,0	400,0	640,0	400,0	640,0
Сахар белый	99,85	120,0	1198,2	100,0	99,9	100,0	99,9	100,0	99,9	100,0	99,9	100,0	99,9	100,0	99,9	100,0	99,0	100,0	99,9	100,0	99,9
Пищевая добавка из ВВ	92,00	-	-	40,0	36,8	80,0	73,6	120,0	110,4	160,0	147,2	200,0	184,0	240,0	220,8	280,0	257,6	320,0	294,4	340,0	312,8
<b>Итого</b>	-	520,0	1838,2	414,0	776,7	418,0	813,5	422,0	850,3	426,0	887,1	430,0	923,9	4340,0	960,7	438,0	997,6	442,0	1034,3	444,0	1052,7
Потери	-	-	47,7	-	20,1	-	21,1	-	23,1	-	23,0	-	24,0	-	24,9	-	25,9	-	26,8	-	27,3
<b>Выход</b>	82,7	100,0	1790,5	100,0	756,6	100,0	792,4	100,0	827,2	100,0	864,1	100,0	899,9	1000,0	935,8	100,0	991,7	100,0	1007,5	100,0	1025,4

Оценка органолептических показателей проводилась экспертной комиссией методом дегустационного анализа с применением пятибалльной шкалы. Комиссия, в состав которой вошли специалисты по технологии пищевых продуктов, оценивала образцы в контролируемых условиях, исключая влияние посторонних факторов. Оценка включала анализ вкуса, цвета, запаха, формы, консистенции и поверхности изделия с использованием структурированных оценочных листов и разработанной балльной системы. Полученные результаты дегустационной оценки представлены в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Органолептическая оценка опытных образцов

Показатели	Соотношение компонентов, %									
	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5	Образец 6	Образец 7	Образец 8	Образец 9
	-	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %
Вкус	5	5	4	5	4	3,5	3	3	3	2
Цвет	4	4	4	5	5	4	4	4	4	3,5
Запах	4	5	4	5	5	4	4	4	4	3
Форма	5	5	5	5	4	4	3	3	3	3
Консистенция	4	4	5	5	4	3,5	3	3	3	2
Поверхность	4	4	4	4,5	3,5	4	4	3	3	2
<b>Итого</b>	26	27	26	29,5	25,5	23	21	21	21	15,5

Профилограмма органолептической оценки опытных образцов, которая отражает оценки экспертной комиссии по каждому сенсорному атрибуту, представлена на рисунке 3.17.

Органолептическая оценка показала преимущество опытного образца № 3 (дозировка 3 % пищевой добавки из виноградных выжимок). Дозировка ниже 3 % – была не эффективна, свыше 3 % – ухудшали показатели «вкус», «консистенция» и «поверхность».

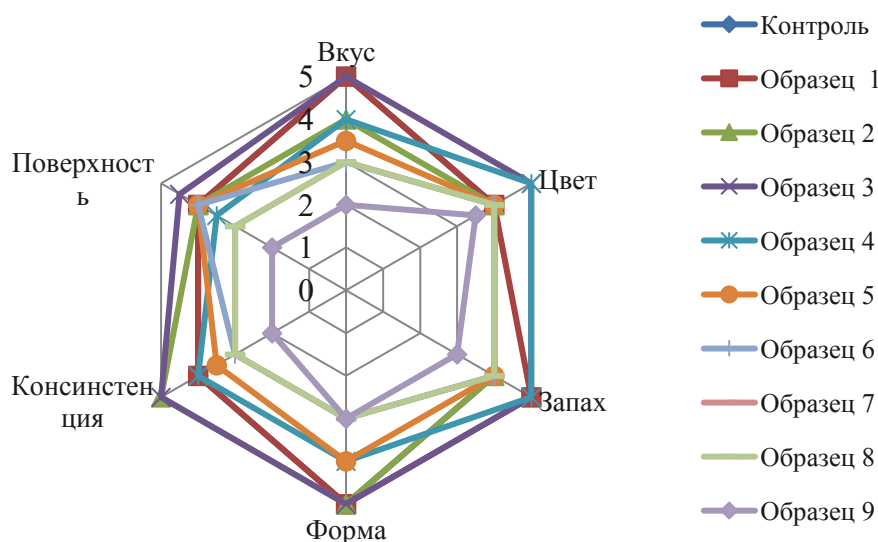


Рисунок 3.17 – Профилограмма органолептической оценки опытных образцов

Для подтверждения объективности установленной оптимальной дозировки виноградных выжимок в смокве применялся метод статистического анализа, а именно метод аппроксимации многомерной функции, представляющей собой регрессионный анализ с множеством независимых переменных (множественная регрессия).

Анализ результатов исследования проводился на основе трех ключевых показателей: дозировка добавления пищевой добавки из виноградных выжимок, температурный режим фруктовой массы в процессе приготовления, и органолептические показатели готовых образцов смоквы, оцененные экспертной комиссией по следующим параметрам: вкус (А), цвет (Б), запах (В), форма (Г), консистенция (Д), поверхность (Е) и общий итоговый балл (Ж).

В данном случае имеются три независимые переменные  $x_1, x_2, x_3$ , где:  $x_1$  – % виноградных выжимок (на 100 г);  $x_2$  – размер частиц, мм;  $x_3$  – температура фруктовой массы, °С. В качестве выходных переменных  $y_1, y_2, \dots, y_7$  рассматривались оценки органолептических показателей:  $y_1$  – вкус;  $y_2$  – цвет;  $y_3$  – запах;  $y_4$  – форма;  $y_5$  – консистенция;  $y_6$  – поверхность;  $y_7$  – итоговый показатель. Результаты представлены на рисунке 3.18.

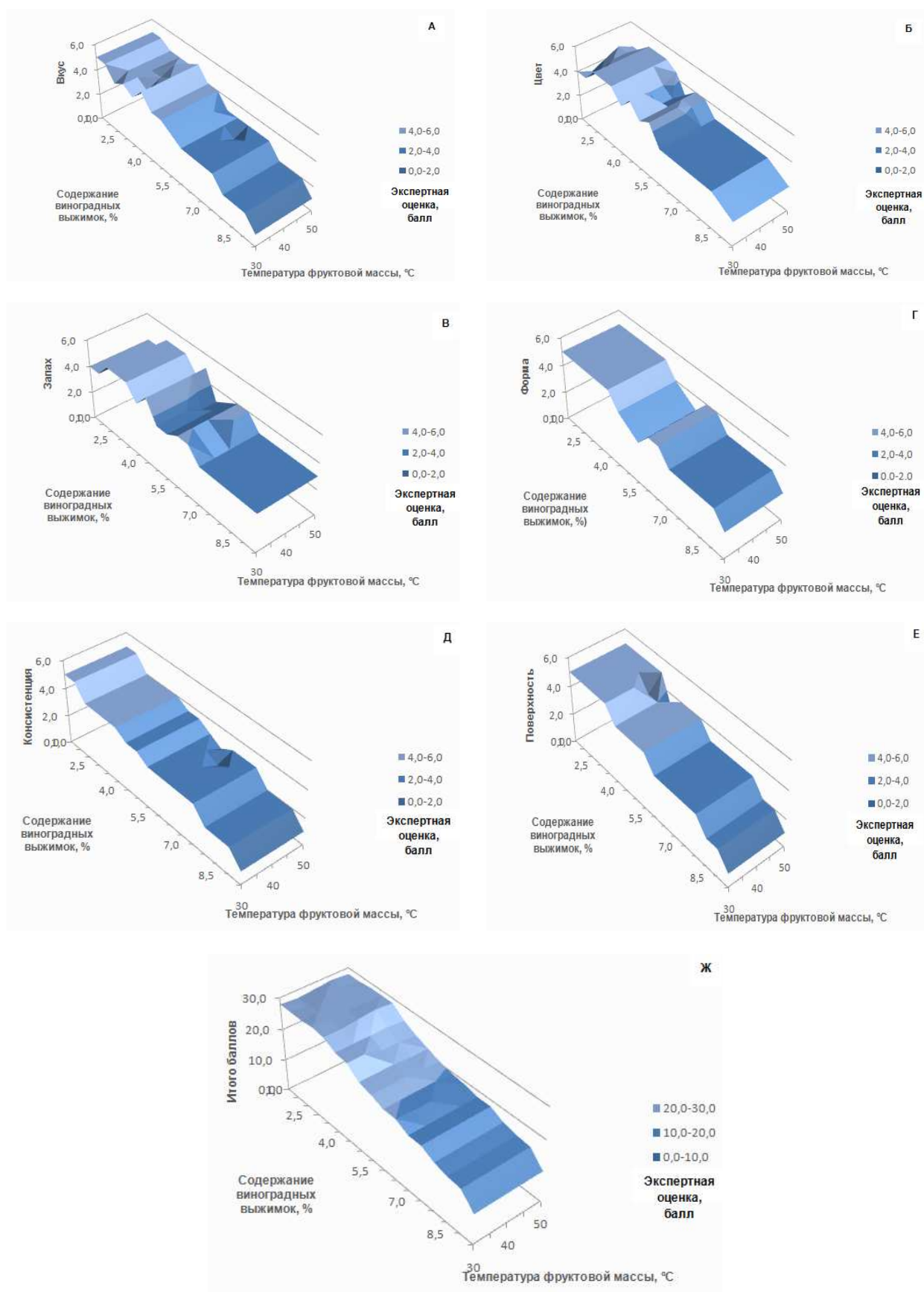


Рисунок 3.18 – Поверхности отклика влияния дозировки виноградных выжимок и температуры фруктовой массы на органолептические показатели СМОКВЫ

Для каждого выходного показателя  $y_i$  получено регрессионное уравнения  $U_{i\text{эксп}}(x_1, x_2, x_3)$ , представленные в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Регрессионные уравнения

Показатель	Регрессионные уравнения
Вкус	$U_{1\text{эксп}}(x_1, x_2, x_3) = 5,30606 \cdot 1,166961^{x_1} \cdot 0,525583^{x_2} \cdot 1,00024^{x_3}$
Цвет	$U_{2\text{эксп}}(x_1, x_2, x_3) = 4,238617 \cdot 1,33516^{x_1} \cdot 0,456286^{x_2} \cdot 0,998675^{x_3}$
Запах	$U_{3\text{эксп}}(x_1, x_2, x_3) = 3,230933 \cdot 1,641642^{x_1} \cdot 0,314399^{x_2} \cdot 0,999613^{x_3}$
Форма	$U_{4\text{эксп}}(x_1, x_2, x_3) = 4,439015 \cdot 1,307071^{x_1} \cdot 0,469999194^{x_2} \cdot 1^{x_3}$
Консистенция	$U_{5\text{эксп}}(x_1, x_2, x_3) = 5,859614 \cdot 0,95046^{x_1} \cdot 0,822442^{x_2} \cdot 0,999619^{x_3}$
Поверхность	$U_{6\text{эксп}}(x_1, x_2, x_3) = 5,645522 \cdot 1,162749^{x_1} \cdot 0,536508^{x_2} \cdot 0,999061^{x_3}$
Итоговый показатель	$U_{7\text{эксп}}(x_1, x_2, x_3) = 28,57916 \cdot 1,217563^{x_1} \cdot 0,527135^{x_2} \cdot 0,999448^{x_3}$

Для определения того, насколько полученные модели регрессии достоверными, для каждого из них был рассчитан коэффициент детерминации  $R^2$ , характеризующий долю вариации результативного признака  $y$ . Результаты представлены в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Значения коэффициентов детерминации

Показатель	Коэффициент детерминации $R^2$
Вкус	0,83
Цвет	0,77
Запах	0,79
Форма	0,84
Консистенция	0,81
Поверхность	0,79
Итоговый показатель	0,92

Из данной таблицы видно, что значения коэффициента детерминации по всем показателям находятся в диапазоне от 0,77 до 0,92. Это свидетельствует о том, что модели имеют вполне приемлемую значимость. При этом самый высокий, близкий к 1, коэффициент детерминации наблюдается для итогового органолептического

показателя, что говорит также о правильности его вычисления как суммы баллов прочих оценок.

Важность и полезность каждой из четырех переменных  $x_1, x_2, x_3, x_4$  в полученных уравнениях определена с помощью методов t-статистики (с помощью критерия Стьюдента). Результаты представлены в таблице 3.18.

Таблица 3.18 – Расчет t-статистик

Показатель	$t_1$	$t_2$	$t_3$
Вкус	8,717058	1,904785	363,9726
Цвет	14,20385	2,355054	517,5449
Запах	23,8385	2,214992	707,1041
Форма	16,51847	2,881764	615,6325
Консистенция	7,341757	3,082211	376,142
Поверхность	8,097504	1,812725	338,9286
Итоговый показатель	20,34185	4,272786	813,4117

Двустороннее критическое значение  $t_{\text{крит}}$  было рассчитано для уровня достоверности  $\alpha=0,05$  (предполагается 5% ошибок) и количества степеней свободы  $df=81$  и составило 1,989686.

Последний этап проверки адекватности регрессионной модели заключается в оценке «неслучайности» коэффициента детерминации  $R^2$  с помощью F-статистики (распределения Фишера). Результаты проведённых расчётов представлены в таблице 3.19.

Таблица 3.19 – Результаты расчетов F-статистики

Показатель	F-наблюдаемое значение	Вероятность получения значения F-распределения большего, чем F-наблюдаемое
1	2	3
Вкус	132,5844	$2,83 \cdot 10^{-26}$
Цвет	517,5449	$6,65 \cdot 10^{-22}$
Запах	707,1041	$2,46 \cdot 10^{-23}$
Форма	615,6325	$3,53 \cdot 10^{-28}$
Консистенция	376,142	$5,94 \cdot 10^{-25}$
Поверхность	338,9286	$2,32 \cdot 10^{-23}$

Продолжение таблицы 3.19

1	2	3
Итоговый показатель	813,4117	$1,55 \cdot 10^{-40}$

Установлено, что вероятности получения большего значения F-распределения, чем наблюдаемые, являются крайне малыми величинами. Из этого следует, что рассчитанные в таблице 3.17 значения коэффициентов детерминации для всех результирующих уравнений не случайны, то есть найденные уравнения функции  $y_{i_{\text{эксп}}}(x_1, x_2, x_3)$  адекватны, а исходные данные для расчетов (экспертные оценки органолептических показателей) являются достоверными, и их можно использовать для проектирования рецептуры смоквы.

Установлена оптимальная дозировка пищевой добавки из виноградных выжимок: 3,0 % от общей массы, внесение при температуре фруктовой массы 45 °С.

В соответствии с результатами проведенных исследований, включая статистически подтвержденную оценку влияния различных факторов на качество продукта, была разработана рецептура смоквы, обеспечивающая наилучшие потребительские свойства. Рецептура смоквы представлена в таблице 3.20.

Таблица 3.20 – Рецептура смоквы

Наименование сырья и полуфабрикатов	Массовая доля сухих веществ, %	На загрузку, кг		Расход сырья на 1 тонну готовых изделий	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Пюре яблочное	16,00	40,0	6,4	4000,0	640,0
Сахар белый	99,85	1,0	0,99	100,0	99,9
Пищевая добавка из виноградных выжимок	92,00	1,2	1,1	120,0	110,4
Итого	-	42,2	8,49	4220,0	850,0
Выход	82,7	10,0	8,27	1000,0	827,2

Производство смоквы осуществляется согласно технологической схеме, представленной на рисунке 3.19.



Рисунок 3.19 – Технологическая схема производства смоквы

Яблочное пюре, после протирки, подается в варочный котел для уваривания (до содержания сухих веществ 16 %). При этом важно контролировать температуру и время уваривания, чтобы избежать пригорания и сохранить полезные вещества.

Технологический процесс подготовки белого сахара к производству предусматривает его просеивание через магнитные уловители с целью удаления ферропримесей, а также через сита с диаметром ячеек, не превышающим 1–2 мм, для отсева крупных посторонних включений.

Подготовка пищевой добавки из виноградных выжимок включает в себя просеивание через сита с размером ячеек до 100 мкм для отсева крупных частиц и обработку на магнитных сепараторах для удаления металлических включений.

#### Приготовление яблочно-сахарной смеси

Производство продукта осуществляют на основе яблочно-сахарной смеси. На основании данных анализов яблочного пюре из различных партий составляют смесь яблочного пюре, отвечающую установленным требованиям по органолептическим и физико-химическим показателям. Содержание сухих веществ 16 %.

Подготовленное яблочное пюре самотеком поступает в сборник, куда загружают отвешенный в необходимом количестве сахар белый и тщательно перемешивается при температуре 48 °С. После полного растворения сахара, яблочно-сахарная смесь перекачивается в смеситель для соединения с другими рецептурными компонентами.

#### Приготовление фруктовой массы

Для приготовления фруктовой массы яблочно-сахарная смесь смешивается с вносимой добавкой из виноградных выжимок согласно рецептуре (3,0 %) при температуре фруктовой массы 45 °С и тщательно перемешивается до полного растворения компонентов.

Фруктовую массу равномерно распределяют на поддонах размером 600×500 мм, которые предварительно застилают влажной двусторонней клеенкой. Высота фруктовой массы не более 0,5 см.

Сформованный пласт поступает в сушильную камеру с температурой воздуха 60 °С. Общая продолжительность сушки 180 мин (влажность готового изделия не более 20 %).

После сушки изделие охлаждают при комнатной температуре до 25 °С и нарезают на полосы шириной 70 мм, длина изделия – 120 мм.

С помощью конвейера направляется к упаковочному аппарату, который упаковывает в пакет-стик из БОПП пленки/упаковку flow-pack/картонные коробки массой по 100/200 г (для картонных коробок).

На потребительскую упаковку маркировка наносится на этикетку путем типографской печати с нанесением следующей информации:

- наименование продукта;
- состав продукта;
- количество продукта (массу нетто);
- дату изготовления продукта;
- срок годности продукта;
- условия хранения продукта до и после вскрытия упаковки;
- наименование и место нахождения изготовителя продукта;
- пищевая ценность;
- сведения о наличии в продукте компонентов, полученных с применением генно-модифицированных организмов;
- товарный знак (при наличии);
- обозначение настоящих технических условий;
- единый знак обращения продукции на рынке государств – членов Таможенного союза.

Упакованная в потребительскую тару смоква подлежит размещению в транспортной упаковке, в качестве которой используются ящики из гофрированного картона № 13. Хранение готовой продукции осуществляется в складских помещениях, соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям, обеспечивающих чистоту, сухость, вентиляцию и защиту от вредителей. Для

обеспечения сохранности качества продукции необходимо исключить воздействие прямого солнечного света.

Рекомендуемые условия хранения и сроки годности: температура хранения -  $(18 \pm 2)$  °С, относительная влажность воздуха - не более 75 %. Сроки годности не более 90 суток с момента изготовления.

Было проведено исследование характеристик разработанной смоквы с добавлением виноградных выжимок, ориентированных на восприятие целевым потребителем. Результаты представлены в таблицах 3.21 – 3.22.

Таблица 3.21 – Органолептические показатели готового изделия

Наименование показателя	Характеристика показателя
Внешний вид	Тонкий пласт, скрученный в трубочку
Вкус и запах	Яблочный сладко-кислый вкус. Запах сушеных яблок, с легким ароматом винограда.
Цвет	Коричневый с различными оттенками
Консистенция	Плотная, гибкая
Структура	Равномерная
Форма	Листовая
Поверхность	Гладкая, допускается наличие шероховатости, без грубого затвердевания по краям изделия

Внешний вид виноградной смоквы представлен на рисунке 3.20.



Рисунок 3.20 – Внешний вид готовой смоквы

Таблица 3.22 – Физико-химические показатели готового изделия

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля влаги, %, не более	17,3
Массовая доля фруктовой массы, % не менее	97,0
Массовая доля золы, нерастворимой в растворе с массовой долей соляной кислоты 10 %, %, не более	0,05
Посторонние примеси	Не обнаружено

Оценка показателей безопасности разработанной смоквы проводилась в соответствии с требованиями технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Анализ осуществлялся по микробиологическим показателям и ключевым группам токсичных элементов (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть), пестицидам и микотоксинам с применением инструментальных методов контроля в условиях аккредитованной испытательной лаборатории. Микробиологическая безопасность регламентируется требованиями, установленными в приложении 1, приложении 2, глава 1.4 ТР ТС 021/2011. Соответствующие нормативные показатели представлены в таблице 3.23 [114].

Таблица 3.23 – Микробиологические показатели готового изделия

Наименование показателя	Полученные результаты	Допустимые уровни
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы, не допускаются в массе продукта, г	Не обнаружены в 25 г	25
Количество мезофильных аэробных микроорганизмов и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г (см <sup>3</sup> ), не более	6,5x10 <sup>2</sup>	1x10 <sup>3</sup>
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта, г (см <sup>3</sup> )	Не обнаружены	1,0
Дрожжи КОЕ/г, не более	Менее 1*10	50
Плесени КОЕ/г, не более	Менее 1*10	100

Установлено, что показатели микробиологической чистоты продукта полностью соответствуют нормативным требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Содержание токсичных элементов, пестицидов и микотоксинов находится в пределах допустимых уровней, установленных главами 5 и 6 приложения 3 указанного ТР ТС 021/2011 (подтверждается протоколом лабораторных испытаний (Приложение А, Б)). Содержание токсичных элементов в готовом изделии приведено в таблице 3.24.

Таблица 3.24 – Содержание токсичных элементов в готовом изделии

Показатели	Полученные результаты	Допустимый уровень его содержания мг/кг, не более
Токсичные элементы		
Свинец	0,05	1,0
Мышьяк	0,05	1,0
Кадмий	0,01	0,1
Ртуть	0,0025	0,01
Пестициды		
ГХЦГ (альфа, бета, гамма-изомеры)*	0,005	0,05
ДДТ и его метаболиты*	0,005	0,1
Микотоксины		
Афлатоксин В <sub>1</sub>	0,003	0,005

В ходе исследования рассчитывали энергетическую ценность смоквы по формуле [114]:

$$\mathcal{E} = (m_{\text{б}} \cdot K_{\text{б}}) + (m_{\text{жс}} \cdot K_{\text{жс}}) + (m_{\text{у}} \cdot K_{\text{у}}) + (m_{\text{пв}} \cdot K_{\text{пв}}) + (m_{\text{к}} \cdot K_{\text{к}}) \quad (3.6)$$

где:  $\mathcal{E}$  – энергетическая ценность продукта, ккал/100 г;  $m_{\text{б}}$ ,  $m_{\text{жс}}$ ,  $m_{\text{у}}$ ,  $m_{\text{пв}}$ ,  $m_{\text{к}}$  - масса белков, жиров, углеводов, пищевых волокон, органических кислот в продукте, г;  $K_{\text{б}}$ ,  $K_{\text{жс}}$ ,  $K_{\text{у}}$ ,  $K_{\text{пв}}$ ,  $K_{\text{к}}$  - коэффициенты энергетической ценности, ккал/г (Б – 4,0; Ж – 9,0; У – 4,0; ПВ – 2,0, К – 3,0).

Расчет пищевой ценности на 100 г готовой смоквы представлен в таблице 3.25.

Таблица 3.25 – Пищевая ценность на 100 г готовой смоквы

Наименование сырья	Общий расход сырья, на 100 г готового продукта		Количество										Энергетическая ценность, ккал/100 г
			белков		жиров		углеводов (в том числе моно- и дисахаридаы)		пищевые волокна		органические кислоты		
	в натуре, г	в сухих веществах, г	%	в рецеп. количестве, г	%	в рецеп. количестве, г	%	в рецеп. количестве, г	%	в рецеп. количестве, г	%	в рецеп. количестве, г	
Пюре яблочное	400,0	64,0	0,6	2,4	0,2	0,8	19,0	76,0	1,1	4,4	0,6	2,4	336,8
Сахар белый	10,0	9,9	-	-	-	-	99,80	9,98	-	-	-	-	39,9
Пищевая добавка из виноградных выжимок	12,0	11,04	2,9	0,3	2,9	0,3	74,5	8,94	53,2	6,3	3,8	0,45	53,6
Итого в полуфабрикате	-	84,9	-	2,7	-	1,1	-	94,9	-	10,7	-	2,85	430,2
Итого в готовом продукте	-	82,7	-	2,6	-	1,0	-	92,4	-	5,1	-	2,7	407,3

$$\mathcal{E} = 2,6 \cdot 4,0 + 1,0 \cdot 9,0 + 92,4 \cdot 4,0 + 5,1 \cdot 2,0 + 2,7 \cdot 3,0 = 407,3 \text{ Ккал (1704,1 кДж)}$$

Сахаро-кислотный индекс (СКИ) был рассчитан как соотношение содержания сахаров к органическим кислотам. Согласно данным, представленным в таблице 3.25, установлено, что СКИ смоквы составил 34,2. Данный показатель указывает на то, что смоква имеет умеренно сладкий вкус с легкой кислинкой, что соответствует показателям (категория вкус) в таблице 3.21.

Покрытие суточной потребности в компонентах рациона взрослого трудоспособного населения – это крайне важный аспект для поддержания здоровья, работоспособности и предотвращения различных заболеваний. Несмотря на то, что суточные потребности в нутриентах зависят от пола, возраста, активности и состояния здоровья, для расчета процентного содержания нутриентов, обеспечиваемых смоквой, использовались данные для взрослого человека, занятого умеренной активностью. Результаты, соответствующие требованиям ТР ТС 022/2011 (Приложение 2), представлены в таблице 3.26 и отражают вклад смоквы в покрытие суточной потребности [114].

Таблица 3.26 – Покрытие суточной потребности в компонентах рациона взрослого трудоспособного населения при потреблении смоквы

Компоненты рациона	Суточная потребность, г	Покрытие потребности	
		г	%
Белки, г	75	2,6	3,46
Жиры, г	83	1,0	1,2
Углеводы, г	365	92,4	25,3
Пищевые волокна, г	30	5,1	17,0
Витамины, мг в т.ч.			
А (ретинол)	0,8	0,03	3,7
С (аскорбиновая кислота)	60,0	3,65	6,0
В <sub>1</sub> (тиамин)	1,4	0,04	2,8
В <sub>2</sub> (рибофлавин)	1,6	0,03	1,8
В <sub>6</sub> (пиридоксин)	2,0	0,1	5,0
Энергетическая ценность, ккал	1800	407,3	22,6

Анализ полученных данных показывает, что разработанная смоква с добавлением виноградных выжимок обеспечивает 22,6 % суточной энергетической

потребности и характеризуется высокой пищевой ценностью, обусловленной значительным содержанием пищевых волокон (17 % от рекомендуемой суточной нормы).

Несмотря на высокую энергетическую ценность (407,3 ккал/100г), разработанная смоква может быть рекомендована определенным группам потребителей, нуждающимся в повышенном потреблении энергии, таким как спортсмены или лица, занятые интенсивной физической деятельностью. Кроме того, высокое содержание пищевых волокон, обеспечиваемое добавлением виноградных выжимок, способствует замедлению усвоения углеводов и поддержанию чувства насыщения. Пищевые волокна способствуют замедлению усвоения сахаров, предотвращая резкие колебания уровня глюкозы в крови и обеспечивая более равномерное поступление энергии в организм.

Следующим этапом исследования являлся подбор упаковки для сохранения качества готового продукта, а также установление сроков годности. Сохранение высокого качества готового продукта при хранении требует контроля ряда параметров, в первую очередь, это температура и влажность воздуха, а также газовая среда. В течение всего срока хранения эти факторы могут вызывать нежелательные изменения в готовом продукте, которые могут снизить их потребительские качества.

Правильный подбор упаковки для хранения готового продукта может решить вышеописанные проблемы. Выбор упаковки является заключительным этапом в процессе разработки продукта, который должен обеспечить его высокое качество и безопасность в течение установленного периода хранения.

Для упаковки кондитерских изделий используют индивидуальные пленки, комбинированные, ламинированные и металлизированные материалы. Также повышенным спросом пользуются такие традиционные материалы, как бумага, картон, различные виды целлофана, алюминиевая или медная фольга [118].

Для того чтобы свести к минимуму неблагоприятные процессы происходящие во время хранения смоквы, а именно, изменение вкуса, аромата,

консистенции, цвета, продукт следует хранить с ограниченным доступом кислорода.

Упаковка для кондитерских изделий должна удовлетворять ряду специфических требований: обеспечивать высокую жиро- и влагостойкость; обладать определенными антиадгезионными свойствами для предотвращения прилипания продукта к упаковке при его реализации; обеспечивать высокую технологичность при осуществлении упаковочного процесса на высокоскоростном оборудовании, что требует придания упаковочному материалу дополнительных прочности, скользящих и антистатических свойств.

С целью выбора упаковочных материалов, были проведены социологические исследования для изучения влияния вида упаковки на потребительский спрос и качество смоквы. Результаты исследования представлены на рисунках 3.21 и 3.22.

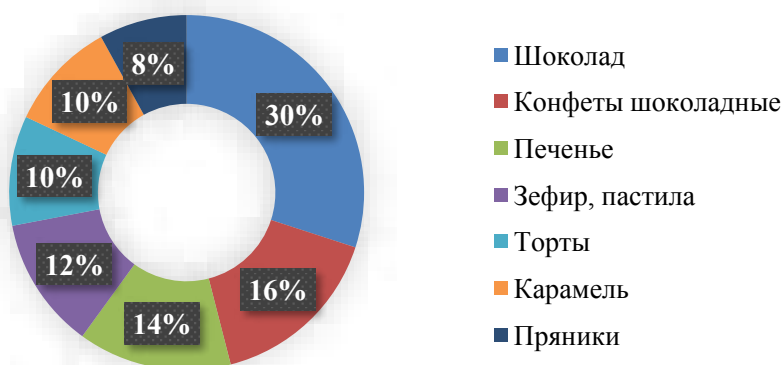


Рисунок 3.21 – Диаграмма распределения предпочтений потребителей в выборе кондитерских изделий, %

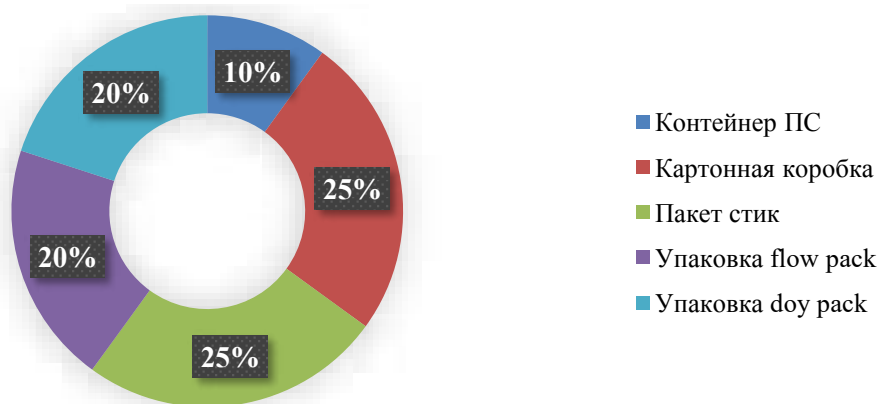


Рисунок 3.22 – Диаграмма распределения предпочтений потребителей в выборе упаковки для кондитерских изделий, %

В результате социологического опроса было установлено, что на сегодняшний день потребители отдают свое предпочтение шоколаду, конфетам, печеню, зефире и пастильным изделиям. Наименее популярными среди респондентов были отмечены карамель и пряничные изделия. Среди фаворитов упаковочных материалов для кондитерских изделий лидируют следующие позиции: пакет стик, картонные коробки, упаковка flow pack. Главными критериями при выборе упакованных кондитерских изделий для потребителей являются: безопасность и экологичность, привлекательность дизайна.

На основании полученных данных, для дальнейшего исследования выбора упаковки для смоквы, были выбраны следующие виды упаковки:

1) пакет стик из полимерной биаксиальноориентированной полипропиленовой пленки (БОПП пленки) – герметичный трехшовный пакет, предохраняет содержимое от влаги, запахов и различных механических воздействий;

2) картонная коробка из целлюлозного картона, который является экологически чистым материалом, пригодным для вторичной переработки и утилизации. Данный вид упаковки обладает прочностью, защищает продукт от механических повреждений;

3) упаковка flow pack из полимерной БОПП-пленки, защищает от различных внешних воздействий. Замок zip-лок предохранит содержимое от влаги, запахов. Подходит для циклической переработки.

При проведении исследования смоква хранилась в стандартных условиях в условиях «на полке» при температуре  $(18 \pm 2)$  °С, относительная влажность воздуха не более 75 % в течение 6 месяцев. Температура была постоянной в течение всего срока хранения время. В образцах определяли влияние упаковочного материала на органолептические показатели смоквы, динамику изменения содержания влаги в готовом изделии, а также оценивали динамику изменения микробиологических показателей. Исследование проводили через 14, 30, 60, 90, 120 и 180 дней хранения.

Оценка органолептических показателей включала анализ вкуса и запаха, консистенции, цвета, структуры, формы и поверхности продукта и проводилась

экспертной группой с использованием разработанной шкалы. На основании полученных суммарных оценок каждого образца была составлена профилограмма (рисунок 3.23).

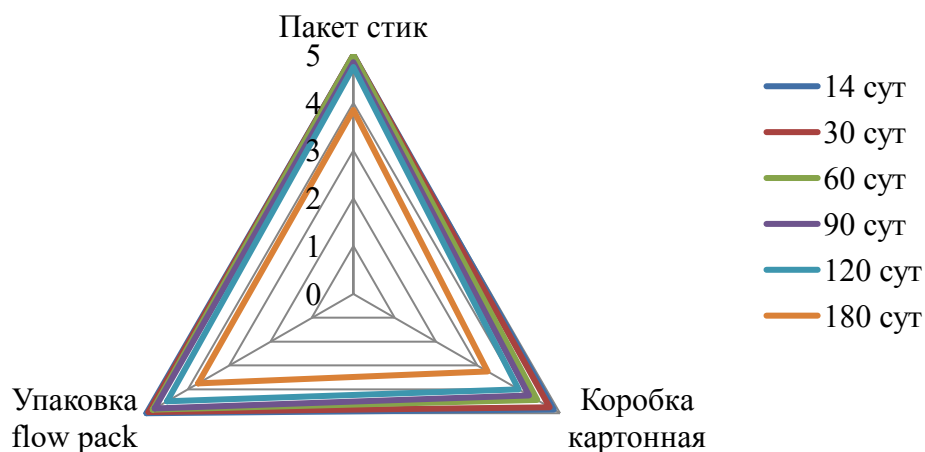


Рисунок 3.23 – Профилограмма органолептических показателей в зависимости от упаковки

Установлено, что наивысшую экспертную оценку получили образцы смоквы, упакованные в пакет стик (от 4,85 до 5,0 балл в зависимости от срока хранения) и упаковку flow pack (от 4,75 до 5,0 в зависимости от срока хранения). Наименьшую экспертную оценку получили образцы, упакованные в картонную коробку (от 4,45 до 4,85 в зависимости от сроков хранения). Органолептическая оценка образцов снижалась пропорционально увеличению срока хранения. Установлено, что упаковки типа «стик» и «flow-pack» обеспечивали сохранение удовлетворительных органолептических характеристик готового продукта в течение 90 суток хранения. Незначительное снижение балльной оценки наблюдалось по показателям «консистенция» и «структура», что обусловлено естественными процессами обезвоживания продукта. При хранении в картонной коробке значительные изменения сенсорных показателей были зафиксированы уже к 60-му дню хранения.

Динамику изменения содержание влаги в процессе хранения в зависимости от упаковки представлено на рисунке 3.24.



Продолжение таблицы 3.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Flow-pack	КМАФАнМ, КОЕ/г	< 10	< 10	0,1 x 10 <sup>2</sup>	0,3 x 10 <sup>2</sup>	0,5x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>
	Дрожжи	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	30	50
	Плесени	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	20	30
Картонная коробка	КМАФАнМ, КОЕ/г	< 10	0,1x 10 <sup>2</sup>	0,1x 10 <sup>2</sup>	0,5 x 10 <sup>2</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>3</sup>	-
	Дрожжи	< 10	< 10	30	50	50	50	-
	Плесени	< 10	<10	10	20	60	100	-

Примечание: КОЕ/г — колониеобразующие единицы на грамм продукта; «< 10» означает, что микроорганизмы не обнаружены в данной концентрации

Установлено, что тип упаковки значительно влияет на микробиологическую обсемененность смоквы в процессе хранения. Так, картонная коробка способствует быстрому росту микроорганизмов, что делает её непригодной для длительного хранения (более 60 суток). Упаковки типа пакет стик и flow pack более эффективны благодаря лучшим барьерным свойствам (срок хранения 90 суток).

На основании результатов исследований рекомендован следующий срок годности для смоквы: при использовании пакетов типа стик, изготовленных из полимерной полипропиленовой плёнки, и упаковки типа flow pack – до 90 суток для максимального сохранения качества продукта. Срок хранения смоквы в картонной коробке рекомендуется ограничить 60 сутками. В качестве рекомендации, предлагается применение пергаментной бумаги (бумаги парафинированной) для предотвращения слипания изделий. Масса нетто упакованного продукта составляет 100, 200 грамм.

На основании полученных результатов, рекомендуемые условия хранения и сроки годности: температура хранения – (18±2) °С, относительная влажность воздуха – не более 75 %. Сроки годности не более 90 суток с момента изготовления.

К вспомогательным материалам относятся упаковочные материалы, идущие на завертку и упаковку кондитерских изделий. В качестве упаковочных материалов в расчет берём клей, бумагу парафинированную, пакет-стик из БОПП пленки, упаковка flow pack, картонные коробки с крышкой, соединенной «шарнирно» с

корпусом, ящики из гофрированного картона № 13. Определение потребности в материалах для заправки и упаковки смоквы включает в себя расчёт суточного и сменного расхода соответствующих упаковочных и заворачивающих материалов ( $K_y$ ). Расчет вели по формуле [119]:

$$K_y = H \cdot P_{см}, \quad (3.7)$$

где:  $P_{см}$  – сменная выработка изделий, кг;  $H$  – нормы расхода упаковочных материалов, кг на 1 кг готовой продукции (кг/кг) [120].

Расход вспомогательных и упаковочных материалов представлен в таблице 3.28.

Таблица 3.28 – Расход вспомогательных и упаковочных материалов

Наименование упаковочных материалов	Норма расхода на 1 тонну, кг	Необходимое количество упаковочных материалов на 1 тонну	
		штук	кг
Клей	0,3	-	0,3
Бумага парафиновая	10,0	-	10,0
Пакет-стик из БОПП пленки	-	10 000,0*	-
Упаковка flow pack	-	10 000,0*	-
Картонные коробки с крышкой, соединенной «шарнирно» с корпусом	-	5 000,0**	-

Примечание: \* фасовка изделия по 100 грамм в 1 упаковке; \*\* фасовка изделия по 200 грамм в 1 упаковке.

В качестве наружной (транспортной) упаковки применяем ящики из гофрированного картона № 13. Расчет количества наружной тары для упаковки смоквы представлен в таблице 3.29.

Таблица 3.29 – Расчет количества наружной тары для упаковки смоквы

Наименование изделий	Суточная выработка, т	Номер ящика	Емкость, кг	Кол-во ящиков на 1 т изделий	Потребность в сутки, шт
Смоква «Виноградная натуральная»	1,0	13	10	100	100

### 3.4 Структурно-функциональная схема производства смоквы

Технологическое оборудование подбирается на основе производительности и в соответствии с результатами норм расхода и продуктового расчета количества сырья для производства смоквы.

Для определения необходимого количества яблок сорта Гренни Смит, используемого для производства яблочного пюре, был проведен расчет, учитывающий содержание сухих веществ в сырье и готовом продукте, а также количество потерь при производстве. Расчет нормы расхода сырья произведен по следующей формуле [121]:

$$A = \frac{\eta \cdot C_2}{(1 - P_1) C_1} \quad (3.8)$$

где: А – норма расхода сырья на выработку готового продукта, кг/т; η – расход сырья по рецептуре для выработки готового продукта, кг/т; С<sub>1</sub> – сухие вещества в сырье, %; С<sub>2</sub> – сухие вещества в готовом продукте, %; Р<sub>1</sub>– отходы и потери при производстве сушеного продукта, о.е.

Отходы и потери при очистке яблок составляют 0,25 о.е. [121].

Норма расхода яблок для приготовления яблочного пюре представлена в таблице 3.30.

Таблица 3.30 – Норма расхода яблок для приготовления яблочного пюре

Наименование сырья	Расход сырья по рецептуре для выработки готового продукта, кг/т	Массовая доля сухих веществ в сырье, %	Массовая доля сухих веществ в готовом продукте (пюре), %	Отходы и потери, о.е.	Норма расхода сырья на 1 т, кг/т
Яблоки сорта Гренни Смит	4000,0	15,1	16,0	0,25	5000,0

Примечание: при изменении сорта яблок, массовой доли сухих веществ норма расхода может изменяться.

В целях обеспечения точности учета сырья и оптимизации производственных затрат, норма расхода сырья была определена на основе продуктового расчета, скорректированного на величину производственных потерь. При этом, учитывались потери, обусловленные технологическими особенностями процесса, включая механические потери при подготовке сырья, потери при тепловой обработке, сушке и охлаждения готового изделия. Полученные результаты, отражающие фактическую потребность сырья с учетом неизбежных производственных потерь, аккумулированы и представлены в таблице 3.31.

Таблица 3.31 – Продуктовый расчет нормы расхода сырья при производстве 1 тонны смоквы

№ п/п	Наименование производственной операции	Количество сырья, кг	Потери при производстве	
			о.е.	Кг
1	2	3	4	5
<b>Подготовка основного сырья (яблок)</b>				
1	Сортировка	5000,0	0,05	250,0
2	Мойка	4750,0	0,01	47,5
3	Инспекция	4702,5	0,04	188,1
4	Удаление семенной камеры	4514,4	0,05	225,7
<b>Приготовление яблочного пюре</b>				
5	Запекание	4288,7	0,016	68,6
6	Протирка	4220,1	0,01	42,2
7	Уваривание	4177,9	0,04	167,1
8	Перекачивание в емкость	4010,8	0,001	4,0
9	Хранение в смесителе	4006,8	0,001	4,0
<b>Итого:</b>		4002,8	-	-
<b>Подготовка дополнительного сырья (сахар белый)</b>				
10	Очистка	101,5	0,005	0,5
11	Просеивание	101,0	0,008	0,8
12	Дозирование	100,2	0,02	100,0
<b>Итого:</b>		100,0	-	-
<b>Подготовка дополнительного сырья (пищевая добавка из виноградных выжимок)</b>				
13	Очистка	121,4	0,01	0,1
14	Просеивание	121,3	0,08	0,9

Продолжение таблицы 3.31

1	2	3	4	5
15	Дозирование	120,4	0,04	0,4
<b>Итого:</b>		120,0	-	-
<b>Производство смоквы</b>				
16	Смешивание компонентов: - Яблочное пюре - Сахар -Пищевая добавка из виноградных выжимок	4000 кг 100 кг 120 кг	-	-
17	Сушка	4220,0	0,76	3219,7
18	Охлаждение	1000,3	0,0003	0,3
19	Нарезка	1000,0	-	-
20	Упаковка	1000,0	-	-
<b>Итого:</b>		1000,0	-	-

При подборе основного технологического оборудования для производства смоквы учитывался коэффициент использования оборудования (КИО). КИО – это безразмерный показатель, отражающий степень использования оборудования в течение определенного периода времени. Он рассчитывается как отношение фактического времени работы оборудования к номинальному (максимально возможному) времени его работы. Значение КИО учитывает такие факторы, как время на плановое и внеплановое техническое обслуживание, переналадку оборудования, санитарную обработку и другие простои, связанные с особенностями технологического процесса.

Для расчёта необходимого количества оборудования (N) использовалась следующая формула [119]:

$$N = Q / (P \cdot T \cdot \text{КИО}) \quad (3.9)$$

где: Q – планируемая суточная выработка смоквы (кг); P – производительность единицы оборудования (кг/час); T – время работы оборудования в сутки (часы); КИО – коэффициент использования оборудования (безразмерная величина).

Значения КИО для различных видов оборудования были определены на основе анализа литературных источников, статистических данных предприятий. КИО=0,9.

В таблице 3.32 представлены технические характеристики выбранного технологического оборудования.

Таблица 3.32 – Технические характеристики оборудования

Наименование и марка	Технические характеристики					Примечание
	Производительность, кг/час	Мощность оборудования, кВт	Количество, шт	Время работы, час	Суммарная мощность, кВт	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Подготовка основного сырья</b>						
Сортировочная машина Vega Sorting H3000/5000	3000	1,5	1	1,6	2,4	Сортировка яблок
Ванна для мойки овощей и фруктов AM2000 FD	1500	0,75	1	3,2	2,4	Мойка яблок
Инспекционный конвейер для овощей и фруктов	3 000	0,55	1	1,6	0,88	Инспекция яблок
Машина для удаления сердцевин яблок	1000	0,5	1	5,0	2,5	Удаление сердцевин
Итого	-	-	4	-	8,18	-
<b>Приготовление яблочного пюре</b>						
Пароконвектомат UNOX XEVL-16EU-E1RS-11	160	25,5	2	8,5	433,5	Запекание яблок
Протирочная машина 2-корпусная А9-КИГ-3.5Д	3500	5,5	1	8,5	46,8	Приготовление яблочного пюре
Насос шнековый ЦНШ-7,5	45**	7,5	2	8,5	127,5	Перекачивание сырья
Варочный котел на 3000 л	3000	2,2	1	8,5	18,7	Уваривание пюре

Продолжение таблицы 3.32

1	2	3	4	5	6	7
Емкость ОМВ	4000*	6,0	1	8,5	51,0	Хранение сырья
Итого	-	-	7	-	677,5	-
Подготовка дополнительного сырья						
Магнитный уловитель ПСМ-2-150	50**	0,1	1	0,1	0,1	Удаление магнитной примеси
Сито ВС-31	500	0,3	1	1,0	0,3	Удаление крупных примесей
Весовой дозатор MAGIKON WA3000	25	1,0	1	0,3	0,3	Дозирование сыпучих компонентов
Итого	-	-	3	-	0,7	-
Приготовление смоквы						
Смеситель ОМВ	2500	3,8	1	8,5	32,3	Смешивание компонентов
Промышленный сушильный шкаф SNOL 1500/600	1500	30,0	1	9,0	270,0	Сушка полуфабриката в
Стол производственный нержавеющая сталь с полкой СПРН	-	-	4	-	-	Охлаждение продукта
Машина для нарезки пастилы Roal Veget ZYJX-007	350	3,0	1	2,86	8,5	Нарезка на весовые куски
Горизонтальный упаковочный автомат MAGIKON-350AGD	40-230***	2,6	1	0,75	1,95	Упаковка готового продукта
Итого	-	-	8	-	312,7	-
Всего	-	-	-	-	999,0	-

Примечание: \* л/ч; \*\* - м<sup>3</sup>/ч; \*\*\* - упаковки/мин.

Производственный цикл получения смоквы делится на два этапа: 1 смена (12 часов) – получение пищевой добавки из виноградных выжимок (1 т), 2 смена (12 часов) – производство смоквы (1 т). Этот показатель является целевым ориентиром для производственного планирования и оценки эффективности.

Для обеспечения бесперебойной работы и достижения поставленной суточной цели предприятие работает 7 дней в неделю, 365 дней в году. Годовой объём производства рассчитывается с учётом продолжительности производственного цикла (2 суток), а также режима работы предприятия (12-часовой рабочий день).

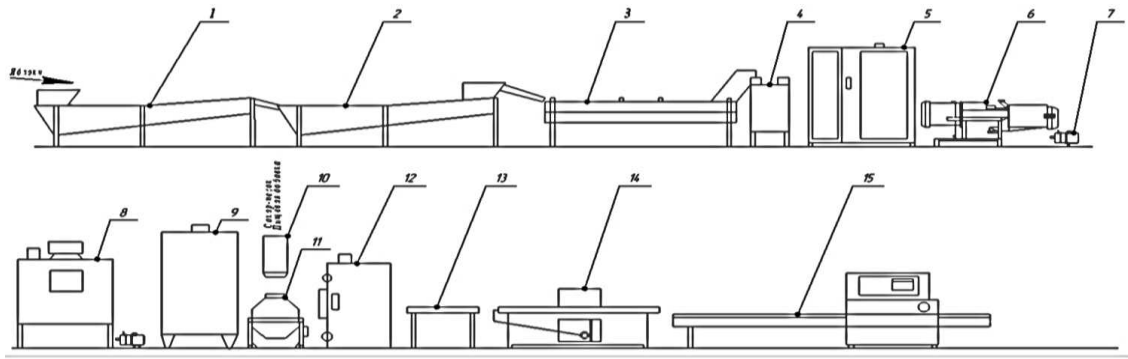
Расчет производительности предприятия по выпуску смоквы сводится в таблицу 3.33.

Таблица 3.33 – Расчет производительности предприятия по выпуску смоквы

Наименование изделия	Сменная выработка		Годовая выработка	
	не завернутая, т	завернутая, упак	не завернутая, т	завернутая, упак
Смоква «Виноградная натуральная»	1,0	10 000,0	182,5	182 500,0
Итого	1,0	10 000,0	182,5	182 500,0

Структурная схема технологического оборудования для производства смоквы представлена на рисунке 3.25, разработана с целью оптимизации использования оборудования и обеспечения максимальной эффективности технологического процесса. Схема отражает оптимальную последовательность операций и позволяет визуализировать потоки сырья и готовой продукции.

Первым этапом технологического процесса производства смоквы является подготовка основного сырья – яблок, предназначенных для последующего приготовления яблочного пюре. Для этой цели предпочтительно использовать яблоки зелёных сортов (например, Гренни Смит), которые отличаются оптимальной кислотностью, высоким содержанием пищевых волокон и более светлым цветом мякоти, что обеспечивает лучшую желирующую способность, желаемую консистенцию и органолептические свойства готовой смоквы.



1 – сортировочный конвейер; 2 – ванна для мойки, 3 – инспекционный конвейер, 4 – машина для удаления семенной камеры, 5 – пароконвектомат, 6 – протирочная машина, 7 – шнековый насос, 8 – варочный котел, 9 – сборник для хранения, 10 – дозатор, 11 – смеситель, 12 – сушильный шкаф, 13 – производственные столы, 14 – машина для нарезки пастилы, 15 – упаковочный аппарат

Рисунок 3.25 – Структурная схема технологического оборудования для производства смоквы

Яблоки подаются на сортировочный конвейер 1 для удаления дефектных экземпляров (загнившие, повреждённые, битые, заплесневелые). Далее загружаются в приемную часть ванны 2, где происходит интенсивная отмочка и мойка сырья, а также удаление всплывающих органических растительных примесей.

Далее яблоки подаются на инспекционный конвейер 3, где посторонние контролируется качества мойки, а также удаляются оставшиеся примеси.

Кондиционные плоды попадают на транспортер машины 4 для удаления семенной камеры. Затем подготовленные яблоки помещают на лотки и загружают в пароконвектомат 5 для запекания при температуре 180°C в течение 20–35 минут. Готовность сырья определяется по органолептическим показателям. С целью протирки яблок, запеченное сырье загружают в протирочную машину 6, где сырье протирают через сито с размером ячеек 9d 1–1,5 мм). После протирки, шнековым насосом 7 масса подается в загрузочную зону варочного котла 8 для уваривания (содержания сухих веществ 16 %). При этом важно контролировать температуру и время уваривания, чтобы избежать пригорания и сохранить полезные вещества. Готовое яблочное пюре насосом перекачивается в сборник для хранения 9.

Перед пуском в производство сахар белый просеивают через магнитные уловители. Затем просеивают через сита диаметром не более  $1\pm 2$  мм для удаления крупных примесей.

Пищевую добавку из виноградных выжимок просеивают (размер частиц не более 100 мкм) для удаления крупных примесей.

Для приготовления яблочно-сахарной смеси в смеситель 11 перекачивают яблочное пюре, соответствующее установленным требованиям по органолептическим и физико-химическим показателям. Содержание сухих веществ 16 %. Для обеспечения производства продукта однородного по качеству, готовят запас указанной смеси яблочного пюре на одну смену. Затем дозатором 10 в смеситель добавляю сахар белый и тщательно перемешивают при температуре 48 °С. После полного растворения сахара дозируют пищевую добавку из виноградных выжимок согласно рецептуре и тщательно перемешивают до полного растворения компонентов. Температура фруктовой массы 45 °С.

После полуфабрикат вручную отливают на противни размером 600×500 мм, которые предварительно застилают влажной двусторонней клеенкой. Высота фруктовой массы не более 0,5 см для формирования пласта.

Сформованные пласты смоквы подвергаются процессу дегидратации в сушильной камере 12 при температуре 60 °С в течение 180 минут, что позволяет достичь уровня влажности конечного продукта не более 20 %.

После завершения сушки продукт охлаждается на производственных столах 13 до температуры окружающей среды (25 °С). После охлаждения производится нарезка пласта на полосы заданных размеров (ширина 70-73 мм, длина 90-95 мм) с использованием машины для резки 14.

После резки продукт с помощью конвейера направляется к упаковочному аппарату 15, который заворачивает в пергамент и упаковывает в пакеты из полипропиленовой пленки, упаковку flow pack массой по 100, 200 г. Упаковка готовой продукции осуществляется следующим образом: смоква, упакованная в потребительскую тару, размещается в транспортной упаковке - ящиках из гофрированного картона.

Маркировка на потребительскую упаковку наносится путем типографской печати на этикетку.

Хранение продукции должно осуществляться в складских помещениях, соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям, обеспечивающих чистоту, сухость, вентиляцию, защиту от вредителей, а также исключающих воздействие прямого солнечного света и совместное хранение с веществами и продуктами, обладающими выраженными органолептическими свойствами, в частности, специфическим запахом.

Рекомендуемые условия хранения и сроки годности:

1. Температура:  $(18 \pm 2)$  °С. Необходимо избегать резких колебаний температуры, которые могут привести к конденсации влаги внутри упаковки и развитию плесени; – не допускается хранение вблизи источников тепла (батарей, нагревательных приборов) и под прямыми солнечными лучами.

2. Относительная влажность воздуха: не более 75 %. Превышение указанного уровня влажности может вызвать увлажнение продукта, потерю текстуры, развитие микроорганизмов – рекомендуется хранить в сухих, хорошо проветриваемых помещениях с контролем микроклимата.

Сроки годности не более 90 суток с момента изготовления при соблюдении всех условий хранения и использовании рекомендованной упаковки. При упаковке в картонную коробку: срок годности сокращается до 60 суток с момента изготовления из-за более низкой барьерной защиты от влаги и кислорода.

Структурно-функциональная схема производства смоквы представлена на рисунке 3.26.

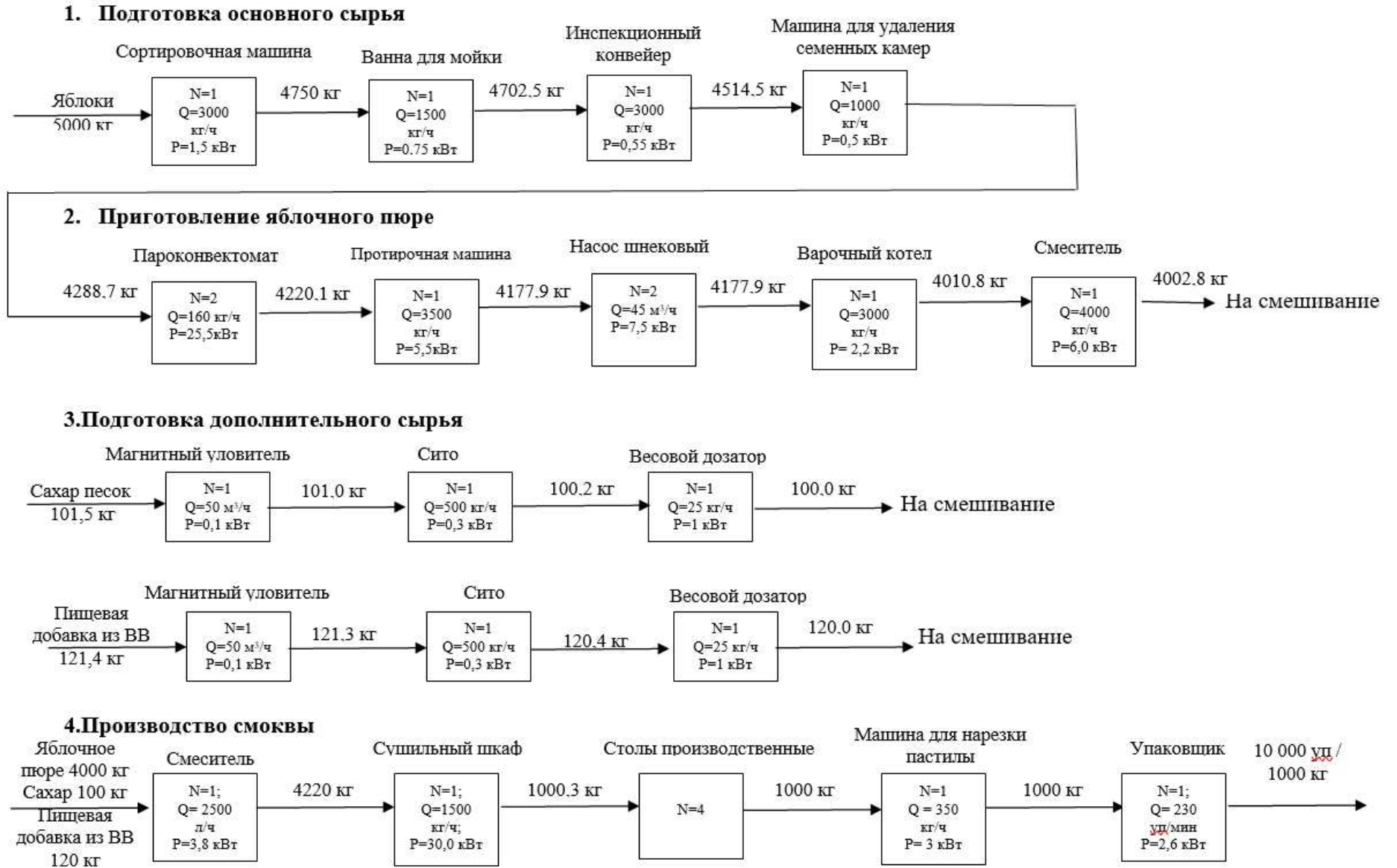


Рисунок 3.26 – Структурно-функциональная схема производства смоквы

Производственный процесс изготовления смоквы делится на два цикла: 1–производство пищевой добавки из виноградных выжимок (12 часов), 2 – производство смоквы (12 часов).

Начальный период (с 1 по 6 час) характеризуется минимальной нагрузкой, близкой к нулю.

Технологический процесс производства пищевой добавки начинается в 7 часов (согласно рисунку 3.26). В первый час (7 ч) технологического процесса свежие виноградные выжимки подаются на инспекцию. Суммарная мощность составляет 0,75 кВт·ч.

Начиная с 8-го часа и до конца 11-го часа наблюдается переход к основной рабочей нагрузке. Данный этап включает предварительную СВЧ-обработку виноградных выжимок и начало сушки сырья. Суммарная часовая мощность 32,5 кВт·ч.

В 11 часов нагрузка немного снижается, что связано с переходом СВЧ установки в режим ожидания. Суммарная мощность – 31,25 кВт·ч.

С 12 часов и до 14 продолжается процесс высушивания виноградных выжимок. Суммарная часовая мощность – 30 кВт·ч.

В 15 часов наблюдается пиковая нагрузка: заканчивается процесс высушивания сырья, параллельно включается сито и мельница. Суммарная мощность – 41,3 кВт·ч.

После пика нагрузка резко снижается, что соответствует окончанию интенсивной тепловой обработки. В 16-17 часов суммарная мощность снижается до 11,3 кВт·ч, а затем – 5,5 кВт·ч (18 часов согласно рисунку 3.26).

Заключительный этап производства – упаковка пищевой добавки, продолжается 1 час, суммарная мощность – 2,85 кВт·ч.

График электрических нагрузок при производстве пищевой добавки, представлена на рисунке 3.27.

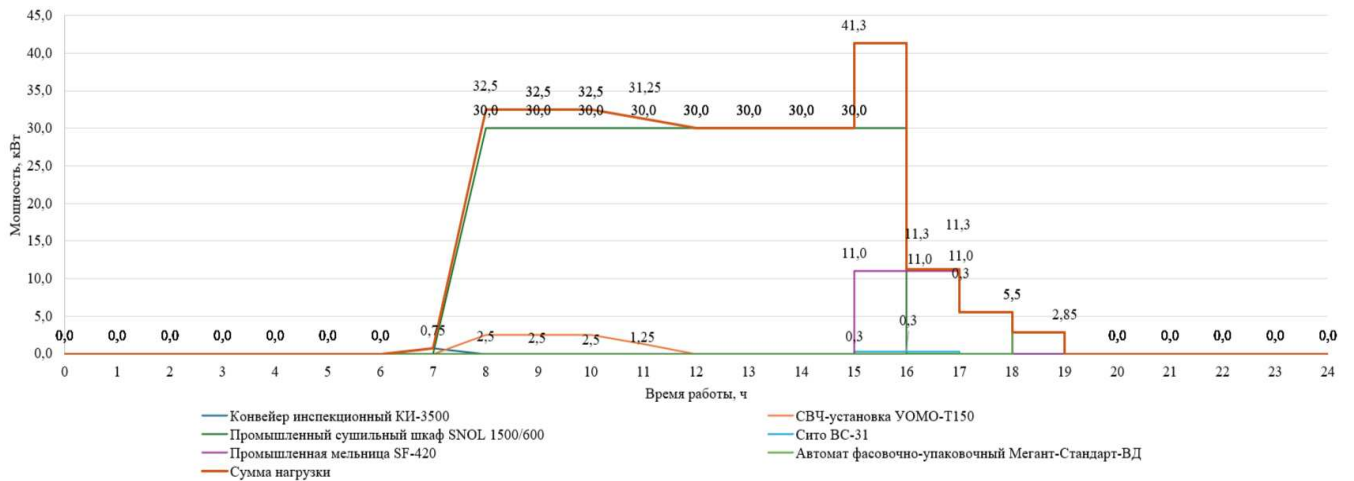


Рисунок 3.27 - График электрических нагрузок при производстве пищевой добавки из виноградных выжимок

Определение потребляемой электрической энергии за производственный цикл при производстве пищевой добавки осуществлялось расчётным путём (3.10) на основе данных о мощности установленного оборудования и времени его работы на каждом этапе технологического процесса.

Определение потребляемой электрической энергии определяли по следующей формуле:

$$A = \sum_{i=1}^n P_i \cdot t_i \quad (3.10)$$

где:  $P_i$  – мощность нагрузки в  $i$ -е время суток, кВт;  $t_i$  – продолжительность  $i$ -ой ступени суточного графика, ч.

$$A_1 = 0,75 \cdot 1 + 32,5 \cdot 3 + 31,25 \cdot 1 + 30,0 \cdot 3 + 41,3 \cdot 1 + 11,3 \cdot 2 + 5,5 \cdot 1 + 2,85 \cdot 1 = 291,75 \text{ кВт/ч}$$

Таким образом, максимальная мощность оборудования зафиксирована в 15 ч и составляет 41,3 кВт/ч, суммарная потребляемая электроэнергия – 291,75 кВт/ч.

На вторые сутки осуществляется производство смоквы. Первым этапом является стадия подготовки сырья (часы 1–8). Начальный период (1–6 ч): процесс характеризуется нулевым потреблением электрической мощности, что соответствует проведению неэлектрифицированных вспомогательных операций.

Запуск и первичная обработка (7–8 ч): С 7-го часа начинается активная фаза подготовки сырья, сопровождаемая ростом электрической нагрузки. Начинается сортировка основного сырья (яблок). Параллельно вводится в работу ванна для

мойки яблок. Одновременно осуществляется подготовка дополнительного сырья, включающая просеивание сахара и пищевой добавки. Суммарная потребляемая мощность достигает 2,95 кВт·ч.

В 8 ч наблюдается стабилизация процесса, мощность снижается до 1,5 кВт·ч. Данное значение отражает работу сортировочной машины и ванны для мойки.

Второй этап – основной цикл обработки и энергоемкие стадии (9–17 ч). Данный интервал является критическим с точки зрения электропотребления и соответствует ключевым технологическим стадиям (запекание, сушка).

Фаза интенсивной обработки (9–14 ч): С 9-го часа начинается активная загрузка и обработка основного сырья. В это время завершается мойка, инициируются процессы инспекции, удаления семенных камер, а также одновременный запуск энергоемкого оборудования для тепловой обработки. Вводятся в работу пароконвектоматы, промышленный сушильный шкаф и смесители. Суммарная мощность 9 и 10 часа – 107,8 кВт·ч.

С 11 часов нагрузка стабилизируется на уровне 107,2 кВт·ч, а затем постепенно снижается (12 ч–14 ч 106,5 кВт·ч каждый час). Основной вклад в эту мощность вносят несколько мощных агрегатов: пароконвектомат UNOX XEVL-16EU-E1RS-11, промышленный сушильный шкаф SNOL 1500/600.

В 15 ч заканчивается подготовка основного сырья, в связи с этим, суммарная мощность снижается до 106 кВт·ч.

Пиковая нагрузка отмечается на 16 ч, что указывает на кратковременное включение дополнительного мощного оборудования, связанного с включением машины для нарезки готового продукта. Суммарная мощность – 109 кВт·ч.

В 17 ч наблюдается завершение процесса приготовления смоквы, происходит резкое снижение суммарной мощности до 74,5 кВт·ч.

В 18-19 ч инициируется заключительный этап - упаковка готового продукта. Суммарная мощность – 1,95 кВт·ч.

Завершение процесса производства смоквы и стабилизация энергопотребления (19–24 ч).

Динамика изменения электрических нагрузок в течение технологического процесса производства смоквы, обусловленная мощностью задействованного оборудования, наглядно представлена на рисунке 3.28.

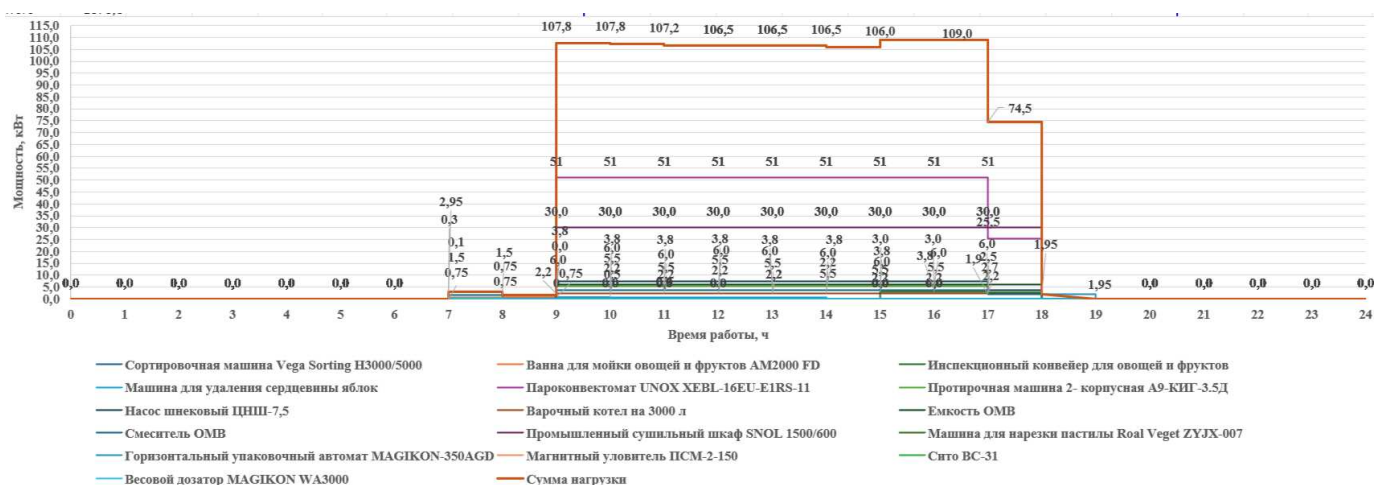


Рисунок 3.28 – График электрических нагрузок процесса изготовления смоквы с учетом мощностей подобранного оборудования

По формуле (3.10) рассчитываем суммарное потребление электроэнергии при производстве смоквы:

$$A_2 = 2,95 \cdot 1 + 1,5 \cdot 1 + 107,8 \cdot 2 + 107,2 \cdot 1 + 106,5 \cdot 3 + 106,0 \cdot 1 + 109,0 \cdot 1 + 74,5 \cdot 1,95 \cdot 1 = 938,2 \text{ кВт/ч.}$$

Таким образом, максимальная мощность оборудования зафиксирована в 16 ч и составляет 109 кВт/ч, суммарная потребляемая электроэнергия – 938,2 кВт/ч.

Для оценки эффективности использования электроэнергии в процессе производства смоквы был определен показатель энергоемкости производства 1 тонны готовой продукции. Расчет производился на основе данных об общем расходе электроэнергии за производственный цикл и объеме произведенной продукции.

Энергоемкость производства 1 тонны смоквы определяли по формуле:

$$A_{\text{общ}} = A_1 + A_2 \quad (3.11)$$

$$A_{\text{общ}} = 291,75 + 938,2 = 1229,95 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{т}$$

### 3.5 Выводы к третьей главе

1. Разработана технология производства пищевой добавки из виноградных выжимок. Определен оптимальный сорт виноградных выжимок для производства пищевой добавки - Каберне Совиньон, характеризующийся необходимой макроструктурой (высокое содержание кожицы, низкое содержание семян и мякоти), а также оптимальными показателями биохимического состава (а именно, низкое содержание общих и редуцирующих сахаров (1,6 и 1,5 % соответственно), высокое содержание полифенольных веществ (915,0 мг/%), оптимальное содержание витамина С (3,5 мг/%), а также пищевых волокон (38,5 %). Установлен оптимальный режим СВЧ-обработки сброженных виноградных выжимок сорта Каберне-Совиньон: мощность 800 Вт, продолжительность 120 с, обеспечивающий содержание пищевых волокон 48,8 % (прирост 26,8 % относительно контроля), остаточную влажность 24,5 %, достаточную для микробиологической стабильности, отсутствие перегрева и деструкции сырья. Установлена рациональная температура сушки для данного вида сырья – 60 °С (содержание пищевых волокон 53,2 % в перерасчете на сухое вещество).

2. Исследовано сырье и технологический процесс производства яблочного пюре. Установлено, что использование сорта яблок Гренни Смит обеспечивает наилучшие характеристики для приготовления яблочного пюре и конечного продукта – смоквы. Данный сорт характеризуется следующими показателями: содержание сухих веществ 15,1 %, пищевых волокон 2,8 %, титруемых кислот 0,63 %, общих и редуцирующих сахаров 9,58 % и 7,66 % соответственно, витамин С 6,45 мг/%, полифенольных веществ 270,47 мг/%.

3. Разработана рецептура и технология производства смоквы с использованием пищевой добавки из виноградных выжимок. Установлена зависимость влияния дозировки виноградных выжимок и температуры фруктовой массы на органолептические показатели готовой смоквы. Проведена статистическая обработка: установлена оптимальная дозировка добавки 3,0 %, оптимальная температура фруктовой массы для внесения добавки – 45 °С.

Исследованы потребительские свойства, подтверждена функциональная направленность продукта: 100 г обеспечивают 17 % суточной нормы пищевых волокон. Подобрана упаковка для готового продукта и установлены рекомендуемые условия хранения и сроки годности: температура хранения –  $(18\pm 2)$  °С, относительная влажность воздуха – не более 75 %. Сроки годности не более 90 суток с момента изготовления (для упаковки в картонную коробку 60 суток с момента изготовления).

4. Обоснована структурно-функциональная схема производства смоквы, осуществлен подбор технологического оборудования. Установлено, что общий расход энергии при производстве смоквы составляет 1229,95 кВт·ч /т.

Разработан комплект технической документации на разработанные продукты и технологии (Приложение В, Г). В том числе, на основании полученных данных был получен патент на изобретение № 280715 от 21.11.2023 г (Приложение Ж).

## 4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

### 4.1 Расчет экономической эффективности производства смоквы

Для расчета себестоимости продукта необходимо учитывать постоянные и переменные затраты на производства продукта. Так, постоянные затраты включают в себя затраты, которые не зависят от объема производства (аренда помещений, амортизация оборудования, заработная плата управленческого персонала), а переменные – которые изменяются пропорционально объему производства (сырье, материалы, сдельная заработная плата рабочих, электроэнергия).

В рецептуре смоквы в качестве рецептурного компонента идет пищевая добавка из виноградных выжимок. Для точного расчета стоимости сырья при производстве смоквы необходимо понять себестоимость пищевой добавки из виноградных выжимок. Так, для расчета себестоимости пищевой добавки из виноградных выжимок, рассчитывали стоимость сырья и материалов по формуле [122,124]:

$$C_i = \sum C_j \cdot H_{ij}, \quad (4.1)$$

где:  $C_j$  – стоимость единицы, руб;  $H_{ij}$  – норма расхода на единицу изделия, руб.

Расчет стоимости сырья для производства пищевой добавки из виноградных выжимок представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Стоимость сырья и материалов для производства 1 т пищевой добавки из виноградных выжимок

Наименование сырья	Цена за 1 кг, руб	Норма расхода сырья на 1 т готового продукта	
		в натуре	стоимость, руб
Сырье			
Виноградные выжимки	20,0	2000,0	40 000,0
Упаковочные материалы			
Пакеты полипропиленовые 5 кг	20,0	200	4 000,0
Итого	-	-	44 000,0

Характеристики оборудования для производства пищевой добавки представлены в таблице 4.2. При этом также учитывались:

- транспортно-заготовительные расходы (доставка, подготовка к эксплуатации) принимаются в размере 10 % от стоимости оборудования;
- стоимость монтажа оборудования принимается в размере 5 % от стоимости оборудования;
- стоимость спецработ принимаются в размере 3 % от стоимости оборудования;
- амортизация оборудования.

Годовую амортизацию производственного оборудования определяли линейным способом по формуле [122]:

$$C_{ам.об.} = \frac{C_б \cdot H_{ам.об.}}{100}, \quad (4.2)$$

где:  $C_б$  – балансовая стоимость оборудования, руб/год;  $H_{ам.об.}$  – норма амортизации оборудования для данного производства, % [122].

$$C_{ам.об.} = 4\,634\,000 \cdot 11,8/100 = 546\,790,7 \text{ руб/год.}$$

$$C_{ам.об. \text{ мес.}} = 546\,812/12 = 45\,565,8 \text{ руб/мес.}$$

Таблица 4.2 – Характеристика оборудования для производства пищевой добавки из виноградных выжимок

Наименование	Количество, шт	Стоимость, руб
1	2	3
Конвейер инспекционный КИ-3500	1	520 000
СВЧ-установка УОМО-Т150	1	1 817 000
Промышленный сушильный шкаф SNOL 1500/600	1	480 000
Стол производственный нержавеющая сталь с полкой СПРН	4	51 819,9
Сито ВС-31	1	85 000
Промышленная мельница SF-420	1	560 000

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
Оборудование для фасовки Мегант-Стандарт-ВД	1	1 120 000
Итого		4 633 819,9
Транспортно-заготовительные расходы (10 %)	-	463 381,9
Стоимость монтажа оборудования (5 %)	-	231 690,9
Стоимость спецработ (3 %)	-	139 014,5
Амортизация	-	45 565,8
Всего		5 513 473,0

Осуществлено бюджетирование фонда оплаты труда (ФОТ) производственного персонала (основного и вспомогательного), участвующего в цикле получения пищевой добавки на основе виноградных выжимок. Структура прямого ФОТ индексируется на основе средних региональных показателей оплаты труда в Краснодарском крае. Дополнительно к прямому ФОТ предусмотрены обязательные социальные отчисления в размере 30 % от общей начисленной суммы. Расчет оплаты труда по производству пищевой добавки из виноградных выжимок представлен в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Затраты на оплату труда по производству пищевой добавки из виноградных выжимок

Наименование должности	Количество рабочих, чел	Среднемесячная заработная плата, р./мес/чел
Директор	1	100 000
Технолог	1	80 000
Оператор производственной линии	3	150 000
Разнорабочий	2	80 000
Итого	7	410 000
Отчисления на социальное страхование, %	-	30
Всего	-	533 000

Для расчета себестоимости производства 1 тонны пищевой добавки определяем укрупнено объем затрат по следующим статьям:

- арендная плата за помещение – средняя рыночная стоимость;
- общепроизводственные расходы (освещение и отопление цеха, ремонт и обслуживание цеха и прочее) – 20 % от стоимости сырья;
- внепроизводственные расходы (реклама, маркетинг) принимаются в размере 1 % от производственной себестоимости продукции;
- затраты на электроэнергию.

Затраты на потребление электроэнергии при производстве 1 тонны пищевой добавки из виноградных выжимок определяли с учетом тарифа на общий расход электроэнергии в Краснодарском крае:

$$Z_{эл} = A \times T, \quad (4.3)$$

где:  $A$  – расход электроэнергии на производство 1 т пищевой добавки, кВт·ч/т;  
 $T$  – тариф на электроэнергию в Краснодарском крае, руб./(кВт·ч). Тариф на электроэнергию в Краснодарском крае принимаем за 9,98 руб (тариф для коммерческих потребителей) [123].

$$Z_{эл} = 291,75 \times 9,98 = 2\,911,6 \text{ руб/т.}$$

Расчет производственной себестоимости определяли по формуле [124]:

$$C_{пр} = \sum n_1 - n_{10}, \quad (4.4)$$

где:  $n_1 - n_{10}$  – перечень затрат таблицы 4.4.

Полная себестоимость определяли по формуле [124]:

$$C_{п} = C_{пр} + C_{вн}, \quad (4.5)$$

где:  $C_{пр}$  – производственная себестоимость, руб;  $C_{вн}$  – стоимость внепроизводственных расходов, руб.

Отпускную стоимость 1 тонны пищевой добавки определяли по формуле [124]:

$$Ц_{отп.} = C_{п} + \text{НДС} \quad (4.6)$$

где:  $C_{п}$  – полная себестоимость, руб; НДС – 22%.

$$Ц_{от} = 1933,0 \text{ тыс.руб./т.}$$

Отпускная стоимость пищевой добавки за 100 гр составит 193,2 руб/100г.

Выручку определяли по формуле [124]:

$$B = C_{от} \cdot O_6, \quad (4.7)$$

где:  $O_6$  – объем продукции (1 т).

Расчет прибыли вели по формуле [124]:

$$П = B - C_п, \quad (4.8)$$

Налог на прибыль при общей системе налогообложения определяли по формуле [124]:

$$Нп = 0,24 \cdot П, \quad (4.9)$$

Чистая прибыль за месяц определяли по формуле [124]:

$$Пч = П - Нп, \quad (4.10)$$

Расчет рентабельности производства определяли по формуле [124]:

$$P = \frac{П}{C_п} \cdot 100 \%, \quad (4.11)$$

Экономическое обоснование эффективности разработанной технологии производства пищевой добавки из виноградных выжимок включает расчет себестоимости 1 тонны продукции. Смета затрат на производство 1 тонны пищевой добавки из виноградных выжимок представлена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Смета затрат на производство 1 тонны пищевой добавки из виноградных выжимок

№ п/п	Наименование операционных затрат	Сумма затрат	
		На 1 тонну пищевой добавки из виноградных выжимок, тыс. руб	В год (182,5 т), тыс. руб
1	2	3	4
1	Стоимость сырья и упаковки	44,0	8 030,0
2	Транспортно-заготовительные расходы (10 %)	463,3	84 567,1
3	Стоимость монтажа оборудования (5%)	231,6	42 283,5
4	Стоимость спецработ (3%)	139,0	25 370,1
5	Амортизация	45,5	4 634,0

## Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4
6	Расходы на оплату труда производственных рабочих	410,0	74 825,0
7	Отчисления на социальное страхование, %	123,0	24 090,0
8	Арендная плата, руб	100,0	18 250,0
9	Общепроизводственные расходы (освещение и отопление цеха, ремонт и обслуживание цеха и прочее)	8,8	1 606,0
10	Электроэнергия	2,9	531,3
11	Итого производственная себестоимость	1568,1	286 199,9
12	Внепроизводственные расходы	15,6	2 862,2
13	Полная себестоимость	1584,0	289 062,2
14	Выручка	1933,0	352 655,9
15	Прибыль от реализации	349,0	63 593,6
16	Налог на прибыль (20 %)	69,8	12 718,7
17	Уровень рентабельности производства, %	22,0	22,0
18	Чистая прибыль	279,2	50 874,9

Установлено, что себестоимость 1 тонны пищевой добавки из виноградных выжимок составляет 1584,0 тыс. руб. (100 гр – 158,4 руб). Рентабельность производства составляет 22,0 %, что говорит устойчивом росте производства. Полученные данные будут применяться для дальнейшего расчета стоимости сырья при производстве смоквы.

Расчет стоимости необходимого сырья и материалов для выработки 1 тонны готовой смоквы определяли по формуле (4.1). Результаты представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Стоимость сырья для производства 1 тонны готовой смоквы

Наименование сырья	Цена за 1 кг, руб	Норма расхода сырья на 1 т готового продукта	
		В натуре	Стоимость, тыс. руб
1	2	3	4
Сырье			
Яблоки	50,0	5000,0	250,0

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4
Сахар-белый	48,0	102,0	4,9
Пищевая добавка из виноградных выжимок	1933,0	122,0	236,0
Упаковочные материалы			
Упаковка «flow-pack»	0,6/шт	10 000,0	6,0
Ящики гофрированные № 13	32/шт	100,0	3,2
Итого	-	-	500,0

В целях определения производственной мощности предприятия был осуществлен подбор технологического оборудования и произведена оценка его стоимости. Стоимостные показатели оборудования определялись на основании анализа среднерыночных цен.

При этом также учитывались:

- транспортно-заготовительные расходы (доставка, подготовка к эксплуатации) принимаются в размере 5 % от стоимости оборудования;
- стоимость монтажа оборудования принимается в размере 5 % от стоимости оборудования;
- стоимость спецработ принимаются в размере 3 % от стоимости оборудования;
- амортизация оборудования.

Амортизация оборудования была рассчитана по формуле (4.2). Амортизация составила:

$$C_{\text{ам.об.}} = 8\,590\,924 \cdot 11,8/100 = 1\,214\,329,0 \text{ руб/год.}$$

$$C_{\text{ам.об. мес.}} = 1\,214\,329,0/12 = 101\,194,0 \text{ руб/мес.}$$

Характеристики оборудования для производства смоквы представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Характеристики оборудования для производства смоквы

Наименование	Количество, шт	Стоимость, руб
Сортировочная машина для овощей и фруктов Vega Sorting H3000/5000	1	1 700 000
Ванна для мойки овощей и фруктов AM2000 FD	1	500 000
Инспекционный конвейер для овощей и фруктов	1	520 000
Машина для удаления сердцевины яблок	1	603 664
Пароконвектомат ПКА 10-1/1 ПМФ2	2	1 601 154
Протирочная машина 2- корпусная А9-КИГ-3.5Д	1	370 000
Варочный котел	1	935 000
Насос шнековый ЦНШ-7,5	2	228 000
Емкость ОМВ	1	435 260
Магнитный уловитель ПСМ-2-150	1	100 000
Сито ВС-31	1	85 000
Весовой дозатор MAGIKON WA3000	1	60 000
Смеситель ОМВ	2	578 846
Промышленный сушильный шкаф SNOL 1500/600	1	960 000
Стол производственный нержавеющая сталь с полкой СПРН	4	52 000
Машина для нарезки пастилы Roal Veget ZYJX-007	1	1 052 000
Горизонтальный упаковочный автомат MAGIKON-350AGD	1	510 000
Итого		10 290 924,0
Транспортно-заготовительные расходы (5 %)	-	514 546,2
Стоимость монтажа оборудования (5 %)	-	514 546,2
Стоимость спецработ (3 %)	-	308 727,7
Амортизация	-	101 194,0
Всего		11 729 938,1

Затраты на оплату труда при производстве смоквы представлен в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Затраты на оплату труда при производстве смоквы

Наименование должности	Количество рабочих, чел	Среднемесячная заработная плата, руб./мес/чел
Технолог	1	80 000
Оператор производственной линии	4	240 000
Разнорабочий	4	120 000
Итого		440 000
Отчисления на социальное страхование, %	-	30
Всего	9	572 000

Для расчета себестоимости производства 1 тонны смоквы определяем укрупнено объем затрат от стоимости сырья по следующим статьям:

- арендная плата за помещение – средняя рыночная стоимость;
- общепроизводственные расходы (освещение и отопление цеха, ремонт и обслуживание цеха и прочее) – 20 % от стоимости сырья;
- внепроизводственные расходы (реклама, маркетинг) принимаются в размере 1 % от производственной себестоимости продукции;
- затраты на электроэнергию.
- затраты на потребление воды.

Затраты на электроэнергию рассчитывали по формуле (4.3).

$$Z_{\text{эл}} = 938,2 \cdot 9,98 = 9\,363,2 \text{ руб/т.}$$

Затраты на потребление воды на производство 1 т смоквы рассчитаем по формуле [122]:

$$C_{\text{пв}} = Q \cdot T_{\text{в}}, \quad (4.12)$$

где:  $Q$  – расход воды в месяц,  $\text{м}^3$ ;  $T_{\text{в}}$  – тариф за  $1 \text{ м}^3$  воды, 42,71 руб./ $\text{м}^3$  [125].

$$C_{\text{пв}} = 90 \cdot 42,71 = 3846,6 \text{ руб.}$$

Отпускную стоимость смоквы рассчитывали по формуле (4.4):

$$Ц_{\text{от}} = 2\,748\,532,2 + 22\% = 3\,353\,209,2 \text{ руб/т.}$$

Принимаем отпускную стоимость за 100 гр смоквы 336 руб/100 г.

Показатели экономической эффективности производства 1 тонны смоквы рассчитывали согласно формулам (4.1–4.12). Результаты представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Смета затрат на производство смоквы

№ п/п	Наименование показателя	Сумма, руб	
		На 1 тонну смоквы, тыс. руб	В год (182,5 т смоквы), тыс. руб
1	Сырье и упаковка	500,0	91 250,0
2	Транспортно-заготовительные расходы (5 %)	514,5	93 904,6
3	Стоимость монтажа оборудования (5%)	514,5	93 904,6
4	Стоимость спецработ (3%)	308,7	56 342,8
5	Амортизация	101,1	1 214,3
6	Расходы на оплату труда производственных рабочих	440,0	80 300,0
7	Отчисления на социальное страхование	132,0	24 090,0
8	Арендная плата	100,0	18 250,0
9	Общепроизводственные расходы	100,0	18 250,0
10	Расходы на оплату электроэнергии	9,3	1708,7
11	Расходы на оплату воды	3,8	702,0
12	Итого производственная себестоимость:	2 724,0	497 130,0
13	Внепроизводственные расходы	27,2	4971,3
14	Полная себестоимость	2 751,0	502 101,3
15	Выручка	3 360,0	613 200,0
16	Прибыль от реализации	611,4	111 099,0
17	Налог на прибыль (20 %)	122,2	22 220,0
18	Уровень рентабельности производства, %	22,2	22,2
19	Чистая прибыль	489,0	88 880,0

С целью оценки эффективности инвестиционного проекта по организации производства смоквы расчёт срока окупаемости является важным этапом, позволяющим определить период времени, необходимый для возмещения

первоначальных инвестиционных затрат за счёт генерируемых проектом чистых денежных потоков.

Оценка экономической эффективности проекта проводилась комплексно для производственного цикла, включающего производство пищевой добавки из виноградных выжимок и смоквы. Инвестиционные затраты учитывают стоимость оборудования для производства пищевой добавки из виноградных выжимок и смоквы, заработную плату, социальные выплаты, аренду помещения, закупка сырья и материалов и т.д. Так, общую сумму привлеченных средств принимаем в размере 17 000 000 рублей. Финансовый план организации производства предполагает использование двух источников финансирования: привлечение инвестиционных средств в размере 2 000 000 рублей под 25 % годовых, а также кредитных средств в размере 15 000 000 рублей под 20 % годовых.

Доходы и расходы производства, и денежные потоки рассчитаны по методике В. В. Прохорова [126].

Расчет средневзвешенной стоимости капитала (WACC) приведен в таблице 4.9.

Таблица 4.9 - Расчет средневзвешенной стоимости капитала (WACC)

№ п/п	Источник средств	Сумма, руб	Стоимость, % годовых	Налоговый щит 1-есть, 0-нет	Доля от общей суммы инвестиций, %	Взвешенная стоимость, % годовых	Взвешенная стоимость с учетом щита, %
1	Инвестор	2 000 000,0	25,0	0	11,76	2,94	2,94
2	Заемные средства	15 000 000,0	20,0	0	88,24	17,65	17,65
Итого		17 000 000,0	-	-	100	20,59	20,59

Исходя из данных, представленных в таблице 4.9, средневзвешенная стоимость капитала (WACC) составляет 20,59 %.

Шаг инвестиционного проекта равен кварталу, период – 4 года. Четырехлетний инвестиционный проект разбит на квартальные этапы анализа, что дает возможность тщательного отслеживания динамики развития, выхода на

проектную мощность и, что немаловажно, колебаний рыночной ситуации. Такая детальная проработка позволяет оптимизировать финансовые потоки, более точно планировать закупки сырья и материалов, корректировать производственную программу в соответствии с изменениями спроса, а также своевременно принимать меры по снижению издержек и повышению эффективности использования ресурсов.

Важно отметить, что в рамках проекта предусмотрена двухканальная стратегия реализации продукции: внутренний канал (использование части пищевой добавки для обогащения смоквы, что обеспечивает добавленную стоимость смоквы (за счет функциональных свойств); внешний канал (реализация излишков пищевой добавки как самостоятельного функционального ингредиента для предприятий пищевой промышленности (спортивное питание, хлебопекарное производство и т.д.).

График денежных потоков по шагам представлен на рисунке 4.1.

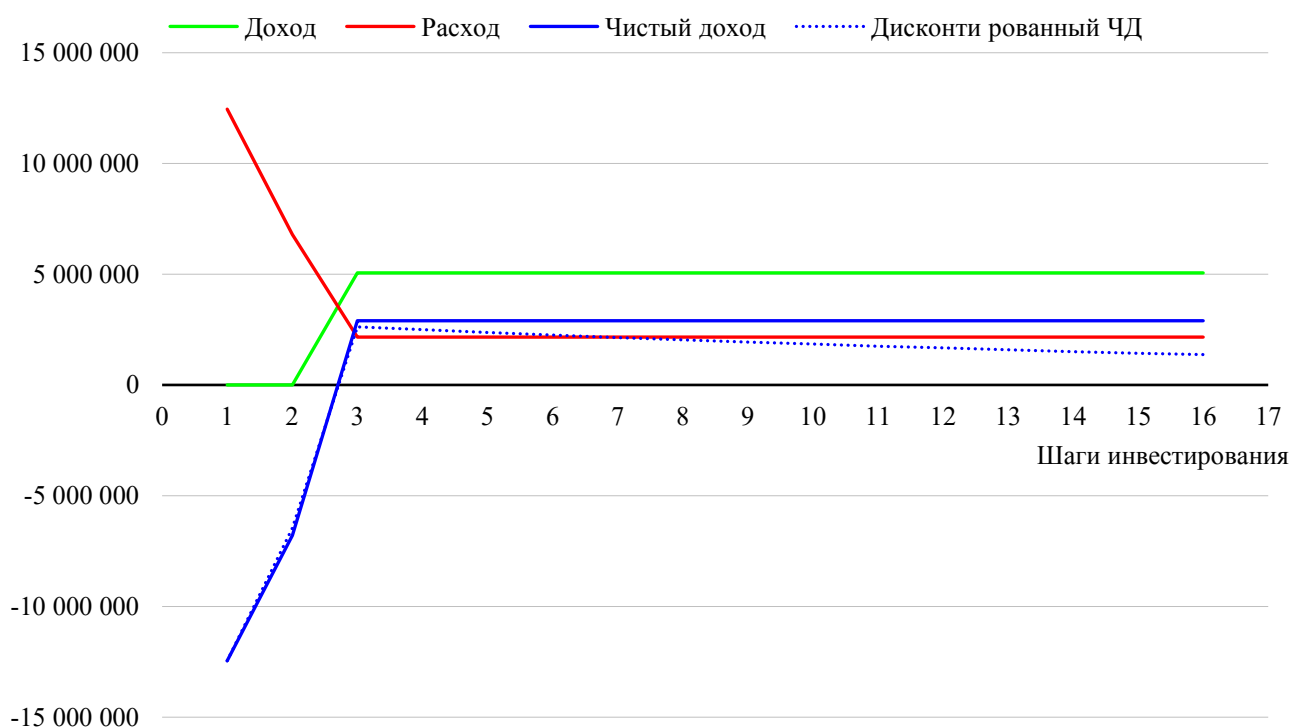


Рисунок 4.1 – Денежные потоки по шагам

Расчет денежного потока по шагам подробно (шаг – 1 квартал) приведен в Приложении Д.

Денежный поток нарастающим итогом представлен на рисунке 4.2.

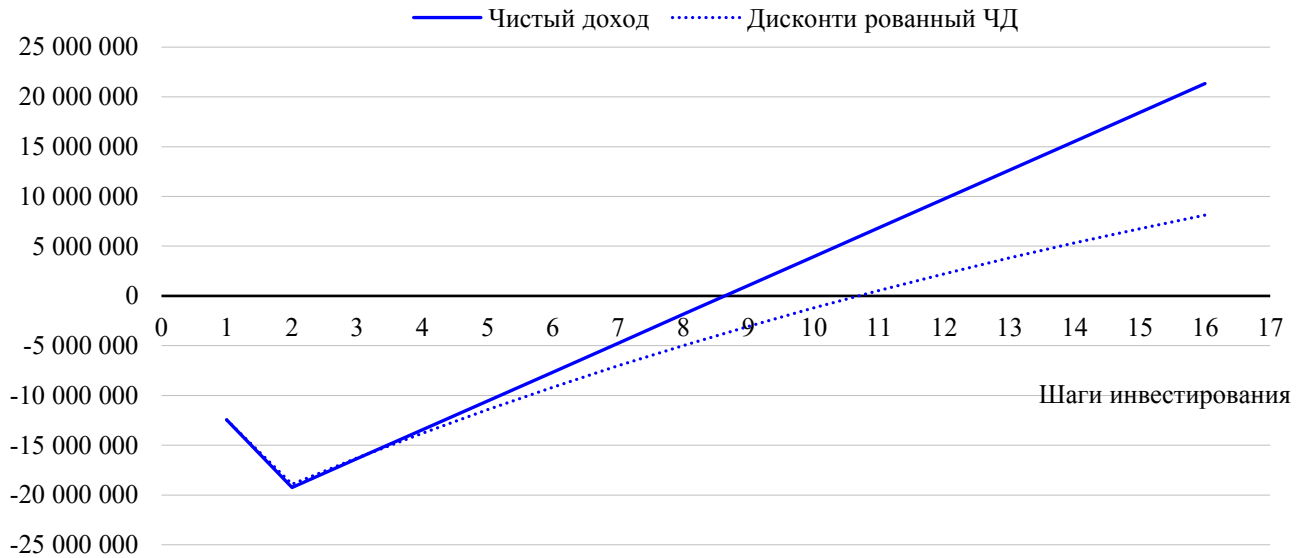


Рисунок 4.2 – Денежный поток нарастающим итогом

Расчет денежного потока по шагам нарастающим итогом приведен в Приложении К. Показатели окупаемости проекта приведены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Показатели окупаемости проекта

Показатель	Условно е обознач ение	Един ица изме рени я	Величина
1	2	3	4
Суммарные инвестиции	Inv	Руб	17 000 000,00
Минимальные суммарные инвестиции, рассчитанные по потоку платежей	Inv Min	Руб	19 247 750,10
Максимальные суммарные инвестиции, рассчитанные по потоку платежей	Inv Max	Руб	21 409 253,20
Чистый доход	ЧД	Руб	21 337 895,70
Чистый дисконтированный доход	NPV	Руб	8 120 456,17
Внутренняя норма доходности в годовом исчислении	IRR	%	42,75

Продолжение таблицы 4.10

1	2	3	4
Внутренняя норма доходности в пересчете на шаг	IRR <sub>ш</sub>	%	10,69
Модифицированная внутренняя норма доходности в годовом исчислении	MIRR	%	16,27
ROI = (Чистый доход)/Inv	ROI	%	125,52
Индекс прибыльности	PI	%	47,77
Срок окупаемости	PBP	Лет	2,16
Срок окупаемости	PBP <sub>ш</sub>	Шаг	8,64
Дисконтированный срок окупаемости	DPBP	Лет	2,67
Дисконтированный срок окупаемости	DPBP <sub>ш</sub>	Шаг	10,68

Положительное значение чистой дисконтируемой прибыли (NPV) свидетельствует об экономической эффективности рассматриваемого инвестиционного проекта. Данный результат позволяет заключить, что реализация проекта по производству смоквы обеспечит доходность, не менее чем соответствующую величине ставки дисконтирования (20,59 %), используемой при расчете. Установлено, что срок окупаемости производства смоквы составит 2,16 (2,2) года, дисконтируемый срок окупаемости равен 2,67 (2,8) года.

#### 4.2 Опытно-промышленная апробация результатов исследования

Обоснованность разработанных технологических решений подтверждали в процессе опытно-промышленной апробации на базе крестьянского (фермерского) хозяйства «Сады Рыжевских», расположенного в Темрюкском районе, станица Вышестеблиевская.

Целью апробации являлось подтверждение технологической реализуемости, масштабируемости процесса и стабильности качества продукта в условиях действующего производства.

Производственная апробация осуществлялась в соответствии с утвержденным пакетом нормативно-технической документации, разработанной в рамках данного исследования: Технические условия (ТУ 10.82.23–564–00493209–

2025) «Пастила «Смоква виноградная натуральная» и Технологическая инструкция (ТИ 10.82.23–564–00493209–2025).

В ходе производственного цикла была проведена опытная партия объемом 100 кг с применением разработанной технологии. Технологический процесс включал следующие последовательные стадии:

1. Подготовка рецептурных компонентов: яблоки моют, удаляют сердцевину. Затем подготовленные яблоки подвергались термической обработке в пароконвектомате при температуре 180 °С в течение 35 минут. Контроль готовности осуществлялся органолептическим методом (степень размягчения ткани плодов). После тепловой обработки сырье протирали через сито (размер ячеек  $\leq 1$  мм) для получения гомогенного пюре с содержанием сухих веществ (не более 16,0 %).

Сахар и пищевую добавку из виноградных выжимок перед пуском в производственный процесс просеивали на сите с целью удаления крупных частиц.

2. Приготовление яблочно-сахарной смеси: в яблочное пюре вносится сахар согласно рецептуре при температуре полуфабриката 48 °С и тщательно перемешивается до полного растворения.

3. Приготовление фруктовой массы: полученная яблочно-сахарная смесь подается в смеситель, где соединяется с пищевой добавкой из виноградных выжимок. Внесение добавки осуществлялось в дозировке 3,0 % от общей массы при поддержании температуры фруктовой массы 45 °С, что обеспечивает равномерное распределение частиц добавки в объеме фруктовой массы.

4. Формование и сушка: фруктовая масса насосом подавалась в камеру разливочной машины и распределялась на поддонах, застеленных антиадгезионным материалом (двусторонней влагостойкой пленкой), слоем высотой не более 0,5 см. Сушку пласта проводили в сушильном шкафу при температуре 60 °С в течение 180 минут.

5. Охлаждение и формовка: готовность изделия определялась по достижении характерных органолептических показателей (цвет, эластичная консистенция). После охлаждения продукта до 25 °С проводился

инструментальный контроль влажности (не более 20,0 %). На завершающем этапе смоква нарезалась на полосы размером 120×70 мм.

Финальная оценка готовой смоквы проводилась экспертной группой по 5-балльной шкале, где оценивались внешний вид, цвет, консистенция, вкус и запах. Результаты органолептической экспертизы подтвердили, что разработанная рецептура смоквы обеспечивает высокие потребительские свойства продукта.

Определение физико-химических показателей апробированной смоквы проводили в лаборатории Краснодарского научно-исследовательского института хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский институт федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» согласно установленным стандартам [96, 108, 110]. Результаты представлены в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Физико-химические показатели апробированной смоквы

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля влаги, %, не более	17±1,0
Массовая доля фруктовой массы, %, не менее	97,0
Массовая доля пищевых волокон, %	5,1
Посторонние примеси	Не обнаружено

Научно-технический эффект внедренной технологии заключается в следующем:

1) установлено, что внесение 3,0 % пищевой добавки из виноградных выжимок обеспечивает формирование высоких потребительских характеристик готового продукта, выражающихся в насыщенном цвете, выраженном виноградном аромате и оптимальной структуре (консистенции), соответствующих ожиданиям целевой аудитории;

2) установлено, что в результате обогащения в готовом продукте достигнуто содержание пищевых волокон на уровне 5,1 г на 100 г изделия. Данный показатель обеспечивает 17,0 % от рекомендуемой суточной нормы потребления, что позволяет, согласно действующим нормативным требованиям, классифицировать

смокву как функциональный пищевой продукт, способствующий коррекции рациона населения.

Акт внедрения представлен в Приложении 3.

### **4.3 Выводы к четвертой главе**

Проведена оценка экономической эффективности производства пищевой добавки из виноградных выжимок и производства смоквы, установлено: цена реализации 1 тонны пищевой добавки из виноградных выжимок составляет 1 933,0 тыс. руб. (при себестоимости 1 584,0 тыс. руб./т); цена реализации 1 тонны смоквы составляет 3 360,0 тыс. руб. (при себестоимости 2 748,0 тыс. руб./т).

В целях организации производственного процесса предполагается привлечение инвестиционных средств в размере 2 000 000 рублей с годовой процентной ставкой 25 %, а также кредитных ресурсов на сумму 15 000 000 рублей под ставку 20 %. Проведена оценка эффективности проекта, в результате которой был рассчитан чистый дисконтированный доход. Срок окупаемости проекта 2,16 года, дисконтированный срок окупаемости равен 2,8 года.

Разработанная технология производства смоквы «Виноградная натуральная» была апробирована на базе крестьянского (фермерского) хозяйства «Сады Рыжевских», расположенного в Темрюкском районе, станица Вышестеблиевская.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Итоги выполненного исследования

1. Определены и обоснованы объекты исследования: смоква, состоящая из: выжимок винограда красных и белых сортов; яблок отечественных производителей; промежуточных продуктов – пищевая добавка из виноградных выжимок и полуфабрикаты смоквы; конечный продукт – смоква. Обоснован выбор комплекса методов, применимых для решения поставленных задач с использованием нормативных документов. В работе были использованы органолептические, физико-химические, микробиологические методы контроля. С целью подтверждения достоверности полученных результатов применялся регрессионный анализ и планирование эксперимента.

2. Разработана технология получения пищевой добавки из виноградных выжимок:

– выбран сорт сброженных виноградных выжимок – Каберне Совиньон для производства пищевой добавки, так как данный сорт характеризуется необходимой макроструктурой (высокое содержание кожицы, низкое содержание семян и мякоти), а также оптимальными показателями биохимического состава (а именно, низкое содержание общих и редуцирующих сахаров (1,6 и 1,5 % соответственно), высокое содержание полифенольных веществ (915,0 мг/%), оптимальное содержание витамина С (3,5 мг/%), а также пищевых волокон (38,5 %);

– установлен оптимальный режим СВЧ-обработки сброженных виноградных выжимок сорта Каберне-Совиньон: мощность 800 Вт, продолжительность 120 с. Он обеспечивает содержание пищевых волокон 48,8 % – прирост 26,8 % относительно контроля; остаточную влажность 24,5 %, достаточную для микробиологической стабильности, отсутствие перегрева и деструкции сырья. Установлена рациональная температура сушки для виноградных выжимок – 60 °С.

3. Исследовано сырье и технологический процесс производства яблочного пюре. Установлено, что использование сорта яблок Гренни Смит обеспечивает

наилучшие характеристики для приготовления яблочного пюре и конечного продукта – смоквы. Данный сорт характеризуется следующими показателями: содержание сухих веществ 15,1 %, пищевых волокон 2,8 %, титруемых кислот 0,63 %, общих и редуцирующих сахаров 9,58 % и 7,66 % соответственно, витамин С 6,45 мг/%, полифенольных веществ 270,47 мг/%.

4. Разработана рецептура и технология производства смоквы с использованием пищевой добавки из виноградных выжимок. Оптимальная дозировка пищевой добавки из виноградных выжимок установлена на уровне 3,0 % от общей массы продукта. Внесение данного компонента обеспечивает достижение нормируемого показателя функциональности: содержание пищевых волокон в готовом изделии соответствует 17,0 % от рекомендуемой суточной нормы потребления. Определены потребительские свойства готового продукта. Подобрана упаковка для готового продукта: установлено, что пакет стик и упаковка flow pack сохраняют органолептические показатели готового продукта в течение 90 суток хранения. Упаковку смоквы в картонную коробку рекомендуется использовать при хранении не более 60 суток. Рекомендуемые условия хранения и сроки годности: температура хранения –  $(18 \pm 2)$  °С, относительная влажность воздуха – не более 75 %. Сроки годности не более 90 суток с момента изготовления.

5. Обоснована структурно-функциональная схема производства смоквы с определением режима электропотребления оборудования. Энергоемкость производства 1 тонны смоквы составила 1229,95 кВт·ч/т.

6. Обоснована экономическая эффективность производства разработанных продуктов (пищевой добавки из виноградных выжимок и смоквы). Проведенный анализ экономических показателей производства пищевой добавки из виноградных выжимок показал, что при себестоимости 1 584,0 тыс. руб./т цена реализации составляет 1 933,0 тыс. руб./т. Производство смоквы характеризуется следующими показателями: себестоимость – 2 748,0 тыс. руб./т, цена реализации – 3 360,0 тыс. руб./т. Интегральная оценка эффективности проекта свидетельствует о его целесообразности: срок окупаемости составляет 2,16 года, дисконтированный срок окупаемости – 2,8 года. На базе крестьянского (фермерского) хозяйства «Сады

Рыжевских» (Темрюкский район, станица Вышестеблиевская) была проведена опытно-промышленная апробация разработанной технологии производства смоквы с использованием виноградных выжимок, обработанных СВЧ-нагревом.

### **Рекомендации производству**

Предлагается внедрить экономически целесообразную технологию производства смоквы с виноградными выжимками в кондитерском производстве согласно разработанным техническим условиям, что позволит получить продукт с улучшенными потребительскими характеристиками. Предприятиям по переработке винограда рекомендуется использовать выжимки для производства пищевых добавок, что повысит рентабельность и сократит количество отходов.

### **Перспективы дальнейшей разработки темы**

Разработанная технология производства пищевой добавки из виноградных выжимок, а также полученные аналитические зависимости, могут быть масштабированы и адаптированы для работы с другими сортами виноградных выжимок, различающихся по химическому составу. Кроме того, разработанный подход является универсальным, что позволяет в дальнейшем расширить область применения технологии на переработку другого вида фруктового и ягодного сырья, тем самым расширяя перечень обогащенных продуктов на основе вторичных ресурсов.

Разработанные математические модели, описывающие влияние технологических параметров на качество готового продукта, могут быть использованы при проектировании новых рецептур кондитерских изделий с улучшенными потребительскими свойствами.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. White grape pomace as a source of dietary fibre and polyphenols and its effect on physical and nutraceutical characteristics of wheat biscuits / S. Mildner–Szkudlarz, J. Bajerska, R. Zawirska–Wojtasiak [et al.] // *Journal of the science of food and agriculture*. – 2013. – Vol. 93. – P. 389–395. – DOI:10.1002/jsfa.5774.
2. Polyphenol–enriched fractions from Sicilian grape pomace: HPLC–DAD analysis and antioxidant activity / V. Amico, R. Chillemi, Mangiafico S. [et al.] // *Bioresource technology*. – 2008. – Vol. 99. – P. 5960–5966. – DOI:10.1016/j.biortech.2007.10.037.
3. Экспертиза специализированных пищевых продуктов. Качество и безопасность: учебное пособие / Л.А. Маюрникова, В.М. Позняковский, Б.В. Суханов [и др.] – Санкт–Петербург : ГИОРД, 2016. – 448 с. – ISBN 978–5–98879–189–8. – Режим доступа: <https://ibooks.ru/bookshelf/350940/reading> (дата обращения: 20.01.2025).
4. Постановление главного государственного санитарного врача по Краснодарскому краю от 6 апреля 2020 года № 9 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rg.ru/2020/04/07/krasnodar-post6-reg-dok.html> (дата обращения 13.08.2025).
5. Functional foodproduct development – opportunities and challenges for food manufacturers / R. Khan, J. Grigor, R. Winger [et al.] // *Trends in Food Science and Technology*. – 2013. – № 30. – P. 27–37. – DOI: 10.1016/j.tifs.2012.11.004.
6. Euromonitor (2016). New Approaches to Wellness and Global Market Impact [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.supplysidesj.com/healthy-living/euromonitor-releases-consumer-health-report-for-2016-and-beyond> (дата обращения 10.11.2024).
7. Birch, C. S. Ensuring the future of functional foods / C. S. Birch, G. A. Bonwick // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2019. – Vol. 54. – № 5. – P. 1467–1485. – DOI:10.1111/ijfs.14060.

8. Comparison of microalgal biomass profiles as novel functional ingredient for food products / A. Batista, L. Gouveia, N. Bandarra [et al.] // *Algal Research*. – 2013. – Vol. 2. – P. 64–173. – DOI: 10.1016/j.algal.2013.01.004.
9. Microalgal carotenoids: potential nutraceutical compounds with chemotaxonomic importance / C. Paliwal, T. Ghosh, B. George [et al.] // *Algal Research*. – 2016. – Vol. 15. – P. 24–31. – DOI: 10.1016/j.algal.2016.01.017.
10. Lycopene extraction from industrial tomato processing waste using emerging technologies, and its application in enriched beverage development / S. Kumar, A. Rawson, A. Kumar [et al.] // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2022. – Vol. 58. – № 4. – P. 2141–2150. – DOI:10.1111/ijfs.16156. – EDN: XIEEQB.
11. Ashaolu, T. A review on selection of fermentative microorganisms for functional foods and beverages: the production and future perspectives / T. Ashaolu // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2019. – Vol. 54. – № 8. – P. 2511–2519. – DOI: 10.1111/ijfs.14181.
12. Distilled grape pomace as a functional ingredient in vegan muffins: effect on physicochemical, nutritional, rheological and sensory aspects / F. Bianchi, M. Cervini, G. Giuberti [et al.] // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2022. – Vol. 57. – № 8. – P. 4847–4858. – DOI: 10.1111/ijfs.15720. – EDN: DCSYOP.
13. Aranibar, C. Utilisation of a by-product of chia oil extraction as a potential source for value addition in wheat muffins / C. Aranibar, A. Aguirre, R. Borneo // *Journal of Food Science and Technology*. – 2019. – Vol. 56. – P. 4189–4197. – DOI: 10.1007/s13197-019-03889-1. – EDN: FFLEXV.
14. A recent glance on the valorisation of cheese whey for industrial prerogative: high-value-added products development and integrated reutilising strategies / U. Arshad, A. Hassan, T. Ahmad [et al.] // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2023. – Vol. 58. – № 4. – P. 2001–2013. – DOI: 10.1111/ijfs.16168. – EDN: PVSDJI.
15. Acun, S. Effects of grape pomace and grape seed flours on cookie quality / S. Acun, H. Gül // *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*. – 2014. – Vol. 6. – P. 81–88. – DOI: 10.3920/QAS2013.0264.

16. Fortified cake with pomegranate seed powder as a functional product / A. Ayoubi, M. Balvardi, H.R. Akhavan [et al.] // *Journal of Food Science and Technology*. – 2021. – Vol. 59. – P. 308–316. – DOI: 10.1007/s13197-021-05016-5. – EDN: LWQVWC.

17. Bigliardi, B. Innovation trends in the food industry: The case of functional foods / B. Bigliardi, F. Galati // *Trends in Food Science & Technology*. – 2013. – Vol. 31. – № 2. – P. 118–129. – DOI: 10.1016/j.tifs.2013.03.006.

18. Ospina–Maldonado, S. From waste to wellness: a review on the harness of food industry by–products for sustainable functional food production / S. Ospina–Maldonado, H. Martin–Gómez, G. Abraham Cardoso–Ugarte // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2024. – Vol. 59. – № 11. – P. 8680–8692. – DOI: 10.1111/ijfs.17571. – EDN: NELN JL.

19. Бобренева, И.В. Подходы к созданию функциональных продуктов питания: Монография. – СПб.: ИЦ Интермедия, 2012 – 180 с. – ISBN: 978–5–4383–0007–6. – EDN: SDTOGT.

20. Лыгина, Н. И. Экономические факторы развития рынка функциональных пищевых продуктов / Н.И. Лыгина, О. В. Рудакова, Ю.П. Соболева // *Социально–экономические явления и процессы*. – 2014. – №11. – С. 115–121. – EDN: TDQUTH.

21. Российский рынок функциональных продуктов питания для здорового образа жизни человека /Л. К. Асякина, А. А. Степанова, Т.В. Тамарзина [и др.]// *Социально–экономический и гуманитарный журнал Красноярского ГАУ*. – 2022. – №3 (25). – С. 29–41. – DOI: 10.36718/2500–1825–2022–3–29–41. – EDN: EMRFLB.

22. Берестова, А.В. Основы функционального питания: учебное пособие /А.В. Берестова. – Оренбург: ОГУ, 2021 – 167 с.

23. Исаичева, А.О. Разработка пастильных масс функционального назначения / А.О. Исаичева, В.В. Румянцева // *Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях. сборник научных статей VII Международной научно–практической конференции. Курск*. – 2020. – С. 177–179. – EDN: UNCTXD.

24. Румянцева, В.В. Изучение возможности использования растительных добавок для разработки пастильных масс функционального назначения / В.В. Румянцева, А.О. Исаичева, А.Ю. // Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России. Материалы VI Международной научно–практической конференции. Орёл. – 2021. – С. 168–172. – EDN: EGFHQX.

25. Совершенствование технологии глазированного желиро–овощного мармелада с пониженным содержанием легкоусвояемых углеводов / О.С. Руденко, Н.Б. Кондратьев, М.Ш. Бегеулов [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 8 – С.173–183. – DOI: 10.36718/1819–4036–2023–8–173–183. – EDN: YNGHVG.

26. Баженова, А.Е. Влияние свойств овощных и фруктовых порошков на микробиологические показатели кондитерских изделий / А.Е. Баженова// Пищевая промышленность. – 2022. – № 12 – С. 53–56. – DOI: 10.52653/PPI.2022.12.12.010. – EDN: BOLVWW.

27. Белецкий, С.Л. Разработка технологии пастильных кондитерских изделий на основе сорбита с повышенным содержанием пищевых волокон / С.Л. Белецкий, Е.В. Казанцев, М.В. Осипов // Пищевая промышленность. – 2026. – № 1. – С. 64–67.– DOI: 10.52653/PPI.2026.1.1.013. – EDN: LZRKWG.

28. Грушина, Е. Ю. Разработка технологии пастильных изделий для спортивного питания / Е.Ю. Грушина, Н.С. Лимарева, В. Б. Малахов // Направления интеграции науки, образования и производства. Сборник материалов IV Международной научно–практической конференции. Керчь. – 2023. – С. 337–339. – EDN: HMCNMO

29. Лимарева, Н.С. Использование продуктов переработки винограда в технологии продуктов питания / Н.С. Лимарева, В.Б. Малахов, Т.В. Щедрина // Материалы VI Международной научно–практической конференции. Керчь. – 2025. – С. 372–375. – EDN: SFCCGK.

30. Разработка рецептур мармелада углеводно–белкового профиля на основе сывороточного пермеата и концентрированных соков / И.В. Плотникова, Г.О. Магомедов, В.Е.Плотников [и др.] //Иновационные технологии в пищевой

промышленности: наука, образование и производство. Материалы IX Международной научно–технической конференции. Воронеж, 2024. – С. 151–154. – EDN: UJLNVQ.

31. Разработка ассортимента пастильных изделий функциональной направленности / Г.О. Магомедов, Л.А. Лобосова, В.О. Волкова [и др.] // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений. – 2022. – С. 316–319. – EDN: QQSEUI.

32. Промышленное производство в России. 2023: Статистический сборник/Росстат. – П 81 М., 2023 –С. 259.

33. Федеральная таможенная служба [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://customs.gov.ru/> (дата обращения 01.03.2025).

34. Матерова, Д. Л. Современный рынок кондитерских изделий: пути улучшения качества / Д. Л. Матерова, В. В. Тарасова, Ю. В. Николаева // Молодой ученый. – 2022. – № 45 (440). – С. 25–27. – EDN: NBYPZZ.

35. Сельское хозяйство в России. 2025: Статистический сборник/Росстат. – М., 2025 – 81 с.

36. FAOSTAT.2021. Crops and livestock products. Available: [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (дата обращения 10.11.2024)

37. Iuga, M. Potential of grape byproducts as functional ingredients in baked goods and pasta / M. Iuga, S. Mironeasa // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2020. – Vol. 19. – № 5. – P. 2473–2505. – DOI: 10.1111/1541–4337.12597. – EDN: FDLPHA.

38. Evaluation of the bioactive compounds and the antioxidant capacity of grape pomace / S.R. Iora, G.M. Maciel, A.A. Zielinski [et al.] // International Journal Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 50. – № 1. – P. 62–69. – DOI: 10.1111/ijfs.12583.

39. Development of a food antioxidant additive technology out of grape pomace / V.V. Sadovoy, T. V.Voblikova, A. V.Morgunova [et al.] // IOP Conference Series: Earth

and Environmental Science. – 2021. – Vol. 640. – P. 022080. – DOI: 10.1088/1755–1315/640/2/022080. – EDN: DNHGRJ.

40. Биологически активные вещества лекарственных растений / Георгиевский В.П., Комиссаренко Н. Ф., Дмитрук С.Е. – Новосибирск: Наука, СПб, отд–ние. 1990. – 333 с.

41. Majerska, J. A review of new directions in managing fruit and vegetable processing byproducts / J. Majerska, A. Michalska. A. Figiel // Trends in Food Science & Technology. – 2019. – Vol. 88. – P. 207–219. – DOI: 10.1016/j.tifs.2019.03.021.

42. Morgunova, A. V. Technology Development of Protein–Fat Emulsion and Its Use in Food Production / A. V. Morgunova, I. S. Ismailov, N. V. Tregubova // J. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 96. – P. 658–662. – EDN: VNCXOQ.

43. Effects of cellulolytic treatment conditions on dietary fiber content of grape pomace and use of enzyme–treated pomace in cookie making / T. T. H. Hạng, L. N. Phuc, H. H.B. Duy [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 947. – P. 012045. – DOI: 10.1088/1755–1315/947/1/012045. – EDN: RXOKSO.

44. Cocoa and grape seed byproducts as a source of antioxidant and anti–inflammatory proanthocyanidins / M. Cádiz–Gurrea, I. Borrás–Linares, J. Lozano–Sánchez [et al.] // International Journal Molecular Sciences. 2017. – Vol. 18. – № 2. – P. 376. – DOI: 10.3390/ijms18020376.

45. Antioxidant dietary fibre from grape pomace flour or extract: does it make any difference on the nutritional and functional value / C. Beres, S.P. Freitas, R.L. de Oliveira Godoy [et al.] // Journal of Functional Foods. – 2019. – Vol. 56. – P. 276–285. – DOI: 10.1016/J.JFF.2019.03.014.

46. Physico–chemical properties of cell wall materials obtained from ten grape varieties and their byproducts: grape pomaces and stems / M. R. Gonzalez–Centeno, C. Rossello, S. Simal [et al.] // LWT – Food Science and Technology. – 2010. – Vol. 43. – № 10. – P.1580–1586. – DOI: 10.1016/j.lwt.2010.06.024.

47. Влащик, Л.Г. Разработка технологии пектинопродуктов с высокими качественными показателями из выжимок винограда различных сортов / Л. Г.

Влащик. – Краснодар: Ред. ж. «Изв. вузов. Пищ. Технол». 2009. – С. 158. – EDN: PFXNEJ.

48. Application of the just–about–right scales in the development of new healthy whole–wheat muffins by the addition of a product obtained from white and red grape pomace / M. Ortega–Heras, I. Gomez, S. de Pablos–Alcalde [et al.] // *Foods*. – 2019. – Vol. 8. – № 9. – P. 419–433. – DOI: 10.3390/foods8090419.

49. Food by–products valorisation: Grape pomace and olive pomace (pâté) as sources of phenolic compounds and fiber for enrichment of tagliatelle pasta / D. Balli, L. Cecchi [et al.] // *Food Chemistry*. – 2021. – Vol. 355. – P. 129642. – DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129642. – EDN: SKFAVX.

50. Tseng, A. Wine grape pomace as antioxidant dietary fiber for enhancing nutritional value and improving stability of yoğurt and salad dressing / A. Tseng, Y. Zhao // *Food Chemistry*. – 2013. – Vol. 138. – № 1. – P. 356–361. – DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.09.148.

51. Nakov, G. Effect of grape pomace powder addition on chemical, nutritional and technological properties of cakes / G. Nakov, A. Brandolini [et al.] // *LWT*. – 2020. – Vol. 134. – P. 109950. – DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109950. – EDN: ETMRKW.

52. Разработка технологии производства функциональных пищевых продуктов с добавками из выжимок винограда / Т.А. Исригова, Е.В. Санникова, В.С. Исригова [и др.] // *Известия Дагестанского ГАУ*. – 2019. – № 2 (2). – С. 38–44.

53. Potential effect of naturally colored antioxidants from *Moringa oleifera*, propolis, and grape pomace evaluation of color and shelf life of chicken paté / J. Bordim, C. Marques [et al.] // *Food Chemistry Advances*. – 2023. – Vol. 3. – P. 100409. – DOI: 10.1016/j.focha.2023.100409. – EDN: RZKFGW.

54. Mironeasa, S. The effects of wheat flour substitution with grape seed flour on the rheological parameters of the dough assessed by Mixolab / S. Mironeasa, G.G. Codina, C. Mironeasa // *Journal of Texture Studies*. – 2012. – Vol. 43(1). – P. 40–48. – DOI: 10.1111/j.1745–4603.2011.00315.x.

55. Effect of grape pomace usage in chocolate spread formulation on textural, rheological and digestibility properties / B.G. Acan, M. Kilicli, K. Bursa [et al.] // *LWT*

Food Science Technology. – 2021. – Vol. 138. – P. 110451. – DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110451. – EDN: MHMEOO

56. Rheological behaviour of fibre-rich plant materials in fat-based food systems / G.A. Bonarius, J. B. Vieira, A. J. der Goot [et al.] // Food Hydrocolloids. – 2014. – Vol. 40. – P. 254–261. – DOI: 10.1016/j.foodhyd.2014.03.016.

57. Ultrasound-assisted extraction, characterization, and bioactivity assessment of polyphenol-rich papaya (*Carica papaya*) leaf extract for application in plant-based food products / N.C. Aonso, M.C. Caballero, S. Maisanaba [et al.] // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2026. – Vol. 107. – P. 104357. – DOI: 10.1016/j.ifset.2025.104357.

58. Ultrasound-assisted deep eutectic solvent extraction and AB-8 resin purification of polyphenols from *Panax ginseng* leaves: Process optimization and antioxidant enhancement / Y. Chai, Y. Xu, Y. Luo [et al.] // Separation and Purification Technology. – 2025. – Vol. 378 (3). – P. 134680. – DOI: 10.1016/j.seppur.2025.134680.

59. Improvement of the functional properties of insoluble dietary fiber from corn bran by ultrasonic-microwave synergistic modification / C. Jiang, X. Zeng, X. Wei [et al.] // Ultrasonics Sonochemistry. – 2024. – Vol.104(1). – P.106817. – DOI: 10.1016/j.ultsonch.2024.106817.

60. Simultaneous extraction and preliminary purification of polyphenols from grape pomace using an aqueous two-phase system exposed to ultrasound irradiation / G. Xie, J. Shen, J.Luo [et al.] // Process characterization and simulation frontiers in nutrition. – 2022.– Vol. 9. – P. 993475. – DOI: 10.3389/fnut.2022.993475.

61. Смотраева, И. В. Применение ультразвука при переработке растительного сырья / И.В. Смотраева, П.Е. Баланов, Н.А. Третьяков // Известия СПбГАУ. – 2014. – №37. – С. 264–267. – DOI:10.25712/ASTU.2072–8921.2021.02.007.

62. Pulsed electric field: A potential alternative towards a sustainable food processing / R.N. Arshad, Z. Abdul-Malek, U. Roobab [et al.] // Trends in Food Science & Technology. – 2021. – Vol. 111. – P. 43–54. – DOI: 10.1016/j.tifs.2021.02.041

63. Gabric, D. Pulsed electric fields as an alternative to thermal processing for preservation of nutritive and physicochemical properties of beverages: A review / D. Gabric, F. Barba, S. Roohinejad // *Journal of Food Process Engineering*. – 2018. – Vol. 41 (1). – P. 12638. – DOI: 10.1111/jfpe.12638.

64. Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: A review / F. J. Barba, V. Orlien, Z. Zhu [et al.] // *Trends in Food Science & Technology*. – 2016. – Vol. 49. – P. 96–109. – DOI 10.1016/j.tifs.2016.01.006. – EDN XPXHDD.

65. Изучение влияния низкочастотного электромагнитного поля на живые системы / Д. И. Шашков, Х. Алаа, Д. К. Жиргулевич, Г. П. Ильченко // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2016. – № 3–2. – С. 237–240. – EDN VOWUWF.

66. Исследование влияния комплексной обработки фруктов электромагнитными полями крайне низких частот и биопрепаратом на изменение микробиальной контаминации их поверхности и потерю массы в процессе длительного хранения / Г.А. Купин, С.М. Горлов, В.Н. Алешин [и др.] // *Научный журнал КубГАУ*. – 2017. – №133. – С.12. – DOI: 10.21515/1990–4665–133–068. – EDN: YPGXJS.

67. Перспективы использования в пищевой индустрии технологий с применением электромагнитных полей крайне низкой частоты / Е.И. Важенин, Касьянов Г.И., Грачев А.В. [и др.] // *Научный журнал КубГАУ*. 2013. №85. – С. 14. – EDN: TJANML.

68. Влияние обработки моркови и капусты электромагнитным полем крайне низкой частоты перед сушкой на показатели продукции / Г.А. Купин, Т. В. Першакова, А. А. Тягушева [и др.] // *Техника и технология пищевых производств*. 2025. – Т 55. – №2. – С. 272–283. – DOI: 10.21603/2074–9414–2025–2–2570. – EDN: WGNMAY.

69. Microwave heating technology: Potentials and limits / I. Imenokhoyev, H. Windsheimer, R. Waltz [et al.] // *Process Engineering*. – 2013. – Vol. 90. – P. 41–49.

70. Moller, M. Mikrowellen In-Fass Trocknung Effektives Eindampfen von radioaktiven Flüssigabfällen / M. Moller, R. Waitz // Internationale Zeitschrift für Kernenergie. – 2007. – Vol. 52. – P. 807–810.

71. Guzik, P. Microwave applications in the food industry: an overview of recent developments / P. Guzik, M. Zając, P. Kulawik // Critical Reviews In Food Science and Nutrition. – 2022. – Vol. 62. – № 29. – P. 7989–8008. – DOI: 10.1080/10408398.2021.1922871. – EDN: VWSWWB.

72. Review of Green Food Processing techniques. Preservation, transformation, and extraction / F. Chemat, N. Rombaut, A. Meullemiestre [et al.] // Innovative Food Science and Emerging Technologies. – 2017. – Vol. 41. – P. 357–377. – DOI: 10.1016/j.ifset.2017.04.016. – EDN: YFDJJV.

73. Ravindran, R. Wholesomeness and safety aspects of irradiated foods / R. Ravindran, A. K. Jaiswal // Food Chemistry. – 2019. – Vol. 285. – P. 363–368. – DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.02.002.

74. Microwave processing techniques and their recent applications in the food industry / Q. Guo, D. W. Sun, J. H. Cheng, Z. Han // Trends in Food Science & Technology. – 2017. – Vol. 67. – P. 236–247. – DOI: 10.1016/j.tifs.2017.07.007.

75. Кох, Д. А. Влияние процесса замораживания на плоды мелкоплодных яблок / Д. А. Кох, Н. Н. Типсина // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: сб. материалов XII междунар. Науч.–практ. Конф. – Барнаул. – 2009. – С. 150–154. – EDN: DOMROX.

76. Effects of different thawing methods on flavor compounds and sensory characteristics of raspberry / L. Liu, C. Lv, X. Meng, G. Xin, B. Li // Flavour and Fragrance Journal. – 2020. – Vol. 35. – № 5. – P. 478–491. – DOI: 10.1002/ffj.3580. – EDN: KUZKWU.

77. Microwave pasteurization of pre-packaged carrots / J. Peng, J. Tang, D. Luan [et al.] // Journal of Food Engineering. – 2017. – Vol. 202. – P. 56–64. – DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2017.01.003.

78. Zhang, W.G. Aqueous Extraction and Nutraceuticals Content of Oil Using Industrial Enzymes from Microwave Puffing–pretreated *Camellia oleifera* Seed Powder

/ W.G. Zhang // Japanese Society for Food Science and Technology. – 2016. – Vol. 22. (1). – P. 31–38. – DOI: 10.3136/fstr.22.31.

79. Hydrodistillation by Solvent-Free Microwave Extraction of Fresh Japanese 897 Peppermint (*Mentha arvensis* L.) / Y. Kohari, S. Yamashita, T. Y. Chiou [et al.] // Journal of Essential Oil-Bearing Plants. – 2020. – Vol. 23. – № 1. – P. 77–84. – DOI: 10.1080/0972060X.2020.1726825. – EDN: QNQPUR.

80. Energy recovery and nutrients recycling from municipal sewage sludge / P. Das, S. Khan, M. AbdulQuadir [et al.] // Science of the Total Environment. – 2020. – Vol. 715. – P. 136775. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.136775. – EDN: DJMHYM.

81. Mango Peel Pectin by Microwave-Assisted Extraction and Its Use as Fat Replacement in Dried Chinese Sausage / M. Wongkaew, S. R. Sommano, T. Tangpao [et al.] // Foods. – 2020. – Vol. 9. – № 4. – P. 450. – DOI: 10.3390/foods9040450. – EDN: BRPIIS.

82. Development of a continuous-flow system for microwave-assisted extraction of pectin-derived oligosaccharides from food waste / F. Arrutia, M. Adam, M. A. Calvo-Carrascal [et al.] // Chemical Engineering Journal. – 2020. – Vol. 395. – P. 125056. – DOI: 10.1016/j.cej.2020.125056/ – EDN: GYBESW.

83. Optimization of microwave-assisted extraction and structural characterization of pectin from sweet lemon peel / Z. Rahmani, F. Khodaiyan, M. Kazemi [et al.] // International Journal of Biological Macromolecules. – 2020. – Vol. 147. – P. 1107–1115. – DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2019.10.079. – EDN: LKJQPS.

84. Microwave-assisted extraction of pectin from «Saba» banana peel waste: Optimization, characterization, and rheology study / J. P. Rivadeneira, T. Wu, Q. Ybanez, A.A. Dorado [et al.] // International Journal of Food Science. – 2020. – P. 9. – DOI: 10.1155/2020/8879425. – EDN: AVRNYR.

85. Копысова, Т.С. Разработка технологии СВЧ-экстрагирования компонентов растительного сырья [Текст]: автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.20.02 / Копысова Татьяна Сергеевна; [Место защиты: С.-Петербург. гос. аграр. ун-т]. – Санкт-Петербург, 2013. – С. 16.

86. Перфилова, О. В. Применение СВЧ-, ИК-нагрева в технологии получения морковного порошка из выжимок /О.В. Перфилова // Вестник ВГУИТ. – 2019. – № 81. – С. 144–148. – DOI: 10.20914/2310–1202–2019–1–144–148.

87. Пахомов, В. И. Новая технология обеззараживания зерна с применением СВЧ-энергии / В. И. Пахомов, А. И. Пахомов, В. А. Максименко // Хлебопродукты. – 2015. – № 9. – С. 63–65.

88. Zin, M. M. Recovery of Phytochemicals via Electromagnetic Irradiation (Microwave-Assisted-Extraction): Betalain and Phenolic Compounds in Perspective / M. M. Zin, B. A. Chukwuka // Foods. – 2020. – Vol. 9, № 7. – P. 918. – DOI: 10.3390/foods9070918. – EDN: UYXQAH.

89. Влияние сорта винограда, места его произрастания и технологии переработки на физико-химические показатели виноградной выжимки / А. Н. Тихонова, Н.М. Агеева, С. А. Бирюкова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – №3. – С. 493–502. – DOI: 10.21603/2074–9414–2020–3–493–502. – EDN: RTKDEW.

90. ГОСТ 15113.3–77 Концентраты пищевые. Методы определения органолептических показателей, готовности концентратов к употреблению и оценки дисперсности суспензии. – Введ. 1979–01–01. – М.: Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР. – 2 с.

91. ГОСТ 28561–90 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги. – Введ. 1991–07–01 – М.: Стандартиформ, 2011. – 10 с.

92. ГОСТ 8756.13–87 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. – Введ. 1989–01–01.– М.: Стандартиформ, 2010. – 10 с.

93. Николаева, Т. Н., Метод определения суммарного содержания фенольных соединений в растительных экстрактах с реактивом Фолина–Дениса и реактивом Фолина–Чокальтеу: модификация и сравнение / Т. Н. Николаева, П. В. Лапшин, Н. В. Загоскина // Химия растительного сырья. – 2021. – № 2. – С. 291–299. – DOI: 10.14258/jcprpm.2021028250. – EDN: CSUVWV.

94. ГОСТ ISO 750–2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности. – Введ. 2015–07–01 – М.: Стандартинформ, 2019. – 8 с.

95. ГОСТ 24556–89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. – Введ. 1990–01–01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.

96. Ермаков, А. И. Методы биохимических исследований растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, П.П. Яровой // Под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. — Л. : Агропромиздат, 1987. – 430 с.

97. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing / R Foundation for Statistical Computing. – Vienna, Austria, 2025. – URL: <http://www.r-project.org/> (дата обращения: 15.12.2025).

98. ГОСТ 31659–2012 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. – Введ. 2013–07–01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 20 с.

99. ГОСТ 10444.15–94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно–анаэробных микроорганизмов. – Введ. 1996–01–01. – М.: Стандартинформ, 2010. – 5 с.

100. ГОСТ 31747–2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). – Введ. 2013–07–01. – М.: Стандартинформ, 2013. – 16 с.

101. ГОСТ 10444.12–2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. – Введ. 2015–07–01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 10 с.

102. ГОСТ 26932–86 Сырьё и продукты пищевые. Методы определения свинца. – Введ. 1986–12–01. – М.: Стандартинформ, 2010. – 11 с.

103. ГОСТ 26930–86 Сырьё и продукты пищевые. Метод определения мышьяка. – Введ. 1987–01–01. – М.: Стандартинформ, 2010. – 6 с.

104. ГОСТ 26933–86 Сырьё и продукты пищевые. Методы определения кадмия. – Введ. 1986–12–01. – М.: Стандартинформ, 2010. – 10 с.

105. ГОСТ 26927–86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути. – Введ. 1986–12–01. – М.: Стандартиформ, 2010. – 12 с.
106. ГОСТ 30349–96 Плоды, овощи и продукты их переработки. Методы определения остаточных количеств хлорорганических пестицидов. – Введ. 1998–01–01. – М.: Стандартиформ, 2015. – 12 с.
107. ГОСТ 30710–2001 Плоды, овощи и продукты их переработки. Методы определения остаточных количеств фосфорорганических пестицидов. – Введ. 2002–07–01. – М.: Минск, 2001. – с. 16.
108. ГОСТ 5897–90 Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей. – Введ. 1992–01–01. – М.: Стандартиформ, 2012. – 6 с.
109. ГОСТ 6441 – 2014 Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия. – Введ. 2016–01–01. – М.: Стандартиформ, 2019. – 8 с.
110. ГОСТ 5900–2014 Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ. – Введ. 2016–07–01. – М.: Стандартиформ, 2019. – 10 с.
111. ГОСТ 5901–2014 Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси. – Введ. 2016–07–01. – М.: Стандартиформ, 2019. – 8 с.
112. ГОСТ 30711–2001 Продукты пищевые. Методы выявления и определения содержания афлатоксинов В1 и М1. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Введ. 2002–07–01. – М.: Минск, 2001.– 14 с.
113. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011 [утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г № 880]. – М.: Росинфомагротех, 2011. – С. 164.
114. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» ТР ТС 022/2011. [утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г № 881]. – М.: Росинфомагротех, 2011. – С. 29.

115. ГОСТ 6882–88 Виноград сушеный. Технические условия. – Введ. 1989–01–01. – М.: Стандартиформ, 2009. – 8 с.

116. Thermal processing of wheat bran: Effect on the bioactive compounds and dietary fiber / R. Saroj, S. Kaur, M. Ahmad Malik [et al.] // *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. – 2024. – Vol. 32. – P. – DOI: 10.1016/j.bcdf.2024.100433. – EDN: RGSUBB.

117. Effect of ultra–high pressure treatment on structural and functional properties of dietary fiber from pomelo fruitlets / H. Ouyang, B. Guo, Y. Hu, L. Li, Z. Jiang [et al.] // *Food Bioscience*. – 2023. – Vol. 52. – P. 102436. – DOI: 10.1016/j.fbio.2023.102436. – EDN: CEKVOE.

118. Kita, A. Effects of package type on the quality of fruits and nuts panned in chocolate during long–time storage / A. Kita, S. Lachowicz, P. Filutowska // *LWT*. – 2020. – P. 109212. – DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109212. – EDN: TLJGWJ.

119. Красина, И. Б. Проектирование кондитерских предприятий : методические указания к выполнению курсового проекта для студентов всех форм обучения по дисциплинам «Технология хлебопекарного производства» (спец. 260202 «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий») и «Технология сахаристых изделий» (спец. 260602 «Пищевая инженерия малых предприятий») / И. Б. Красина, И. И. Уварова ; Кубанский государственный технологический университет, кафедра технологии хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства. – Краснодар : Издательство КубГТУ, 2007. – С.32.

120. Нормы технологического проектирования предприятий кондитерской промышленности ВНТП 21–92 [утвержден Главагруппромунаучпроектом Минсельхозпрода СССР от 9 октября 1991 г.] №070–41/7. – М.: Москва, 1992. – С. 160.

121. Нормы технологического проектирования предприятий по переработке плодов и овощей в колхозах и совхозах ВНТП–СХ–14–80 [утвержден МСХ СССР от 2 апреля 1980 г]. – М.: Колос, 1980. – С. 142.

122. Галушко, М.В. Техничко–экономическое обоснование производства продуктов питания из растительного сырья: методические указания /

М.В. Галушко; Оренбургский гос. ун–т. – Оренбург: ОГУ, 2018. – С. 61.

123. Тарифы на электроэнергию в Краснодарском крае в 2026 г [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https://www.nesk.ru/novosti/o\\_novykh\\_tarifakh\\_na\\_elektroenergiyu/?ysclid=mgkth5t4wb145091967](https://www.nesk.ru/novosti/o_novykh_tarifakh_na_elektroenergiyu/?ysclid=mgkth5t4wb145091967) (дата обращения: 25.01.2026).

124. Гегечкори, О.Н. Экономическое обоснование эффективности проектов в пищевой промышленности: учебное пособие / О.Н. Гегечкори; Калининград, Изд–во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2009. – С.29.

125. Тарифы на водопотребление и водоотведение в Краснодаре [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://krasnodar.rosvodokanal.ru/users/corporate/rates/?ysclid=mgku91h421813208865> (дата обращения 25.01.2026).

126. Расчет инвестиционных проектов. Вариант Окупаемость. [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https://finances-analysis.ru/buy-xls-list.htm?\\_aid=18013&\\_vcaid=](https://finances-analysis.ru/buy-xls-list.htm?_aid=18013&_vcaid=) (дата обращения: 12.04.2025).

127. Разработка технологии производства пастилы из плодово-ягодного сырья / Т.А. Исригова, Д.С. Таибова, В.С. Исригова [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 1 (13). – С. 25–30. – EDN: GNDYBO.

128. Влияние обработки фруктового сырья электромагнитным полем сверхвысокой частоты на качество пастилы / Т.А. Исригова, А.Я. Ганакаев, Д.С. Таибова [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – № 1 (49). – С. 152–158. – DOI: 10.52671/20790996\_2022\_1\_152. – EDN: DWIFIT.

129. Практическое применение дыни и чечевицы в производстве песочного печенья / А.С. Джабоева, З.С. Думанишева, Т.А. Исригова [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. – 2023. – № 4 (20). – С. 198–204. – DOI: 10.52671/26867591\_2023\_4\_198. – EDN: JFRBJJ.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Российская Федерация  
Федеральная служба по ветеринарному и  
фитосанитарному надзору  
(РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР)



Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ  
ЖИВОТНЫХ»  
(ФГБУ «ВНИИЗЖ»)

600901, РОССИЯ, Владимирская область, г. Владимир,  
микрорайон Юрьевец  
т.: (4922) 26-06-14, т./ф.: (4922) 26-38-77

e-mail: arghh@fsvps.gov.ru, сайт: www.argh.ru

КРАСНОДАРСКАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ  
(КриЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ»)

Уникальный номер записи об аккредитации  
в реестре аккредитованных лиц В.А. RU.215Я01

Адрес места осуществления деятельности:

350004, РОССИЯ, Краснодарский край, г. Краснодар,  
ул. им. Калинина, дом 15, строение 1, строение 2, строение 3  
тел/факс: 8(861) 221-61-62, 8(861) 221-60-53  
e-mail : ktnv23@fsvps.gov.ru

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель

Краснодарской испытательной  
лаборатории

М.С. Макеева

Дата 03.06.2025

М.П.



**Протокол испытаний № 25-8633п от 03.06.2025**

Наименование образца испытаний: Пастила "Смоква Виноградная натуральная" (шифр пробы № 9031)  
принадлежащего: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Т.  
ТРУБИЛИНА", ИНН: 2311014546, 350044, Российская Федерация, Краснодарский край, г. Краснодар, им Калинина  
ул., д. Д.13

заказчик: Семеряжко Елизавета Сергеевна, Российская Федерация, Республика Адыгея

основание для проведения лабораторных исследований: заявление на проведение исследований, частное  
обращение

дата документа основания: 12.05.2025

место отбора проб: Российская Федерация, Краснодарский край, ул. Калинина, д. 13

акт отбора проб: № -

№ сейф-пакета: -

ИД, регламентирующий правила отбора: проба отобрана и доставлена заказчиком

производство: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Т.  
ТРУБИЛИНА", ИНН: 2311014546, 350044, Российская Федерация, Краснодарский край, г. Краснодар, им Калинина  
ул., д. Д.13

дата изготовления: апрель 2025г.

состояние образца: температура +3,1°C

масса пробы: 1 килограмм

количество проб: 1 проба

дата поступления: 12.05.2025 12:30

даты проведения испытаний: 12.05.2025 - 19.05.2025

структурные подразделения, проводившие исследования: Отдел пищевой микробиологии и ветеринарно-  
санитарной экспертизы

фактический адрес места осуществления деятельности: 350004, РОССИЯ, Краснодарский край, Краснодар г, ул  
Им Калинина, дом 15, строение 1, строение 2, строение 3

на соответствие требованиям: ТУ 10.82.23.564-00493209-2025

Результаты испытаний:

Протокол № 25-8633п от 03.06.2025

Сгенерирован автоматизированной системой «Ветис». Идентификатор документа: 816F11F2 9B04 4796 B282 3CB567A05634

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность/неопределенность	Норматив	ИД на метал испытаний
<b>Микробиологические показатели</b>						
1	БГ КЭ (колиформы)	-	Не обнаружены в 1,0 г	-	В 1,0 г не допускаются	ГОСТ 31747-2012
2	Общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных бактерий (КМАФАнМ)	КОЕ/г	$6,5 \cdot 10^2$	-	Не более $1 \cdot 10^3$	ГОСТ 10444.15-94
3	Сальмонеллы	-	Не обнаружены в 25 г	-	В 25 г не допускаются	ГОСТ 31659-2012

Применяемое оборудование:

№ п/п	Наименование оборудования	Дата поверки/калибровки/аттестации	Дата окончания поверки/калибровки/аттестации
1	Весы лабораторные электронные, CE 1502-C, КР - 34142000001066	20.03.2025	19.03.2026
2	Водяная баня серии LT-2, КР - 34142000000981	26.07.2024	25.07.2025
3	Лабораторный гомогенизатор BagMixer 400, КР - 04141000000031; поверка не требуется.	Не требуется	Не требуется
4	Модульный микроскоп OLYMPUS BX 61, КР - 41410000000592; поверка не требуется.	Не требуется	Не требуется
5	Термостат сузовоздушной "Binder BD-115", t (30,0±1,0) °C, КР - 041420000001915	23.08.2024	22.08.2025
6	Термостат сузовоздушной "Binder BD-115", t (37,0±1,0) °C, КР - 041420000001916	09.08.2024	08.08.2025
7	Термостат сузовоздушной "Binder BD-23", t (41,5±1,0) °C, КР - 041420000001917	23.08.2024	22.08.2025

**Примечание:** Протокол испытаний выдан взамен № 25-8633л от 22.05.2025 года с идентификатором документа: F861B813-83F8-487B-860A-1D42FDE6D959. Причина внесенных изменений: техническая ошибка. в графе «Заказчик: Семиряжко Елизавета Сергеевна заменить на Семиряжко Елизавета Сергеевна»

В таблице «Результаты испытаний» в столбце «Погрешность/неопределенность», значение указанное перед «/» обозначает погрешность, значение, указанное после «/» обозначает неопределенность.

Вся информация об образце (образцах) испытаний, его (их) отборе и условиях транспортировки (а именно данные содержащиеся в полях: наименование образца испытаний, принадлежащего, заказчик, владен, производитель и происхождение, основание для проведения лабораторных исследований, место отбора проб, примечание, акт отбора проб, дата и время отбора проб, отбор проб произвел, в присутствии, № сейф-пакета, кадастровый номер участка, глубина отбора, площадь, с которой отобрана проба, координаты отбора, ИД на производство продукции, зона вылова, информация о партии, номер вет. документа, дата вет. документа, отправитель, получатель, маркировка, номер партии, масса/объем партии, количество в партии, упаковка партии, дата выработки, срок годности, транспорт) предоставлены заказчиком. КриЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ» не несет ответственности за информацию, предоставленную заказчиком.

нио - нижний предел обнаружения. \* - не обнаружено в пределах чувствительности метода.

Настоящий протокол не может быть воспроизведен не в полном объеме без письменного разрешения руководителя/уполномоченного работника КриЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ».

При подготовке и проведении испытаний в помещении лаборатории соблюдены необходимые требования к условиям окружающей среды в соответствии с нормативными документами.

Результаты испытаний относятся только к образцу (образцам), прошедшему испытания.

Сведения об особых условиях испытаний, таких как условия окружающей среды, используемых тест-систем, лабораторном оборудовании или иной дополнительной информации, которая может потребоваться по конкретным методам, предоставляются по требованию заказчика.

Количество экземпляров настоящего протокола испытаний-2: 1 экз.- для заказчика, 1 экз.-для испытательной лаборатории.

03.06.2025

Ответственный за оформление протокола: Поночовная С.П.

Конец протокола испытаний.

Российская Федерация  
Федеральная служба по ветеринарному и  
фитосанитарному надзору  
(РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР)



Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ  
ЖИВОТНЫХ»  
(ФГБУ «ВНИИЗЖ»)

600901, РОССИЯ, Владимирская область, г. Владимир,  
микрорайон Юрьевец

т.: (4922) 26-06-14, т./ф.: (4922) 26-38-77

e-mail: [arhah@fsvps.gov.ru](mailto:arhah@fsvps.gov.ru), сайт: [www.arhah.ru](http://www.arhah.ru)

**КРАСНОДАРСКАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ**  
(КрИЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ»)

Уникальный номер записи об аккредитации  
в реестре аккредитованных лиц RA.RU.21BJ01

Адрес места осуществления деятельности:

350004, РОССИЯ, Краснодарский край, г. Краснодар,  
ул. им. Калинина, дом 15, строение 1, строение 2, строение 3  
тел/факс: 8(861) 221-61-62, 8(861) 221-60-53

e-mail : [kmvl23@fsvps.gov.ru](mailto:kmvl23@fsvps.gov.ru)

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель  
Краснодарской испытательной  
лаборатории

М.С. Макеева

Дата 02.06.2025

М.П.



#### Протокол испытаний № 25-9555п от 02.06.2025

Наименование образца испытаний: Пастила "Смывка Виноградная натуральная" (шифр пробы № 9984)  
принадлежащего: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Т.  
ТРУБИЛИНА", ИНН: 2311014546, 350044, Российская Федерация, Краснодарский край, г. Краснодар, им Калинина  
ул., д. Д.13

заказчик: Сельварко Елизавета Сергеевна, Российская Федерация, Краснодарский край

основание для проведения лабораторных исследований: заявление на проведение исследований, частное  
обращение

дата документа основания: 19.05.2025

место отбора проб: Российская Федерация, Краснодарский край, ул. Калинина, д. 13, КубГАУ

акт отбора проб: № -

№ сейф-пакета: -

НД, регламентирующий правила отбора: проба отобрана и доставлена заказчиком

производство: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Т.  
ТРУБИЛИНА", ИНН: 2311014546, 350044, Российская Федерация, Краснодарский край, г. Краснодар, им Калинина  
ул., д. Д.13

дата изготовления: апрель 2025г.

состояние образца: температура t +3,1°C

масса пробы: 1250 грамм

количество проб: 1 проба

дата поступления: 19.05.2025 10:30

даты проведения испытаний: 19.05.2025 - 02.06.2025

структурные подразделения, проводившие исследования: Отдел бактериологии, паразитологии и питательных  
сред, Химико-токсикологический отдел

фактический адрес места осуществления деятельности: 350004, РОССИЯ, Краснодарский край, Краснодар г, ул  
Им Калинина, дом 15, строение 1, строение 2, строение 3

на соответствие требованиям: ТУ 10.82.23.564-00493209-2025

Результаты испытаний:

Протокол № 25-9555п от 02.06.2025

Сгенерировано автоматизированной системой «Веста». Идентификатор документа: EA595EDB-0C0E-48B0-AE90-6ACBA4922EF8

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность/направленность	Норматив	НД на метод испытаний
<b>В3с. Тяжелые элементы</b>						
1	Железо	мг/кг	Менее предельно допустимая (по 0,05)	-	Не более 0,1	ГОСТ 30178-96
2	Мышьяк	мг/кг	Менее предельно допустимая (по 0,05)	-	Не более 1,0	ГОСТ 31285-2004
3	Ртуть	мг/кг	Менее предельно допустимая (по 0,0025)	-	Не более 0,01	ГОСТ 34427-2018
4	Свинец	мг/кг	Менее предельно допустимая (по 0,05)	-	Не более 1,0	ГОСТ 30178-96
<b>В3д. Микроэлементы</b>						
5	Азотистое ВВ	мг/кг	Менее предельно допустимая (по 0,001)	-	Не более 0,005	ГОСТ 30711-2001
<b>В3а. Пестициды</b>						
6	ГХЩ (α-, β-, γ-изомеры)	мг/кг	Менее предельно допустимая (по 0,001)	-	Не более 0,05	МУ 2142-80 «Методические указания по определению хлорорганических пестицидов в воде, продуктах питания, кормах и табачных изделиях методом хроматографии в тонком слое» (Указание вступает в силу с 28.01.80)
7	ДПТ и его метаболиты	мг/кг	Менее предельно допустимая (по 0,001)	-	Не более 0,1	МУ 2142-80 «Методические указания по определению хлорорганических пестицидов в воде, продуктах питания, кормах и табачных изделиях методом хроматографии в тонком слое» (Указание вступает в силу с 28.01.80)
<b>Микробиологическое исследование</b>						
8	Дрожжи	КОЕ/г	Менее 1*10	-	Не более 50	ГОСТ 10444.12-2013
9	Плесневые грибы	КОЕ/г	Менее 1*10	-	Не более 100	ГОСТ 10444.12-2013

**Применяемое оборудование:**

№ п/п	Наименование оборудования	Дата поверки/калибровки/аттестации	Дата окончания поверки/калибровки/аттестации
1	Аналитический баланс "РА-915M", КР-34142000000023	06.02.2025	05.02.2026
2	Весы РТ-3300 ГРСИ № 15919-07	07.04.2025	06.04.2026
3	Весы лабораторные "НПЗ-2502С", КР-34332000002154	04.06.2024	03.06.2025
4	Микроскоп "Обухов СХ21F31", КР-04141000000632, поверки не требуется	Не требуется	Не требуется
5	Перемешивающее устройство ПЭ 6900	Не требуется	Не требуется
6	Спектрометр атомно-абсорбционный "КВАНТ-3эл" КР-34332000000083	28.06.2024	27.06.2025
7	Термостат сушильный "Видер - 115", (24,8 ± 1,0) гр.С; (30,0 ± 1,0) гр.С, КР-34145000000053	16.05.2024	15.05.2025
8	Хроматограф газовый "Agilent 7890A", КР-041410000001209	21.02.2025	20.02.2026

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФБГОУ ВО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Т. ТРУБИЛИНА»

ОКПД2 10.89.19. 290

ОКС 67.220.0 (Группа Н 51)



УТВЕРЖДАЮ:

Директор НИИ «Биотехнологии  
и сертификации пищевой  
продукции»

*Л.В. Донченко*  
«04» 04 2025 г.

**ПИЩЕВАЯ ДОБАВКА.  
ПОРОШОК ИЗ ВИНОГРАДНЫХ ВЫЖИМОК**

Технические условия  
ТУ 089.19 - 03 - 0093007 2025  
(Вводятся впервые)

Дата введения в действие 04.04 2025 г

СОГЛАСОВАНО

РАЗРАБОТАНО

Декан факультета  
пищевых производств и  
биотехнологий  
к.т.н., доцент

*А.В. Степовой*  
«04» 04 2025 г.

Профессор кафедры технологии  
хранения и переработки  
растениеводческой  
продукции, к.т.н., доцент

*С.М. Горлов*

Аспирант гр. ПТ-2163,  
факультета пищевых производств и  
биотехнологий

*Е.С. Семиряжко*  
Е. С. Семиряжко

Краснодар  
2025

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФБГОУ ВО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Т. ТРУБИЛИНА»

ОКПД2 10.89.19. 290

ОКС 67.220.0 (Группа Н 51)



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор НИИ «Биотехнологии  
и сертификации пищевой  
продукции»

Л.В. Донченко  
«07» 04 2025 г.

**ПИЩЕВАЯ ДОБАВКА.  
ПОРОШОК ИЗ ВИНОГРАДНЫХ ВЫЖИМОК**

Технологическая инструкция  
ТИ 10.89.19-503-0019209-2025  
(Вводятся впервые)

Дата введения в действие 07.04 2025 г.

СОГЛАСОВАНО

РАЗРАБОТАНО

Декан факультета  
пищевых производств и  
биотехнологий  
к.т.н., доцент

А.В. Степовой  
«07» 04 2025 г.

Профессор кафедры технологии  
хранения и переработки  
растениеводческой  
продукции, к.т.н., доцент

С.М. Горлов

Аспирант гр. ПТ-2163,  
факультета пищевых производств и  
биотехнологий

Е.С. Семиряжко

Краснодар  
2025

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФБГОУ ВО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Т. ТРУБИЛИНА»

ОКПД2 10.82.23, 180

ОКС 67.180.10 (Группа Н 42)



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор НИИ «Биотехнологии  
и сертификации пищевой  
продукции»

*[Signature]* Л.В. Донченко  
«07» 04 2025 г.

**ПАСТИЛА**  
**«СМОКВА «ВИНОГРАДНАЯ НАТУРАЛЬНАЯ»»**

Технические условия  
ТУ 0.0.13 - 04 - 000000 - 2025  
(Вводятся впервые)

Дата введения в действие 07.04.2025 г

СОГЛАСОВАНО

РАЗРАБОТАНО

Декан факультета  
пищевых производств и  
биотехнологий  
к.т.н., доцент

*[Signature]* А.В. Степовой  
«07» 04 2025 г.

Профессор кафедры технологий  
хранения и переработки  
растениеводческой  
продукции, к.т.н., доцент

*[Signature]* С.М. Горлов

Аспирант гр. ПТ-2163,  
факультета пищевых производств и  
биотехнологий

*[Signature]* Е. С. Семиряжко

Краснодар  
2025

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФБГОУ ВО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Т. ТРУБИЛИНА»

ОКПД2 10.82.23.180

ОКС 67.180.10 (Группа Н 42)



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор НИИ «Биотехнологии  
и сертификации пищевой  
продукции»

*Л.В. Донченко*  
«04» 04 2025 г.

**ПАСТИЛА  
«СМОКВА «ВИНОГРАДНАЯ НАТУРАЛЬНАЯ»»**

Технологическая инструкция  
ТИ *001.03-04-001.001* - 2025  
(Вводятся впервые)

Дата введения в действие - *04.04* 2025 г

СОГЛАСОВАНО

РАЗРАБОТАНО

Декан факультета  
пищевых производств и  
биотехнологий  
к.т.н., доцент

*А.В. Степовой*  
«04» 04 2025 г.

Профессор кафедры технологии  
хранения и переработки  
растениеводческой  
продукции, к.т.н., доцент

*С.М. Горлов*

Аспирант гр. ПТ-2163,  
факультета пищевых производств и  
биотехнологий

*Е.С. Семиряжко* Е. С. Семиряжко

Краснодар  
2025

ПРИЛОЖЕНИЕ Д  
Денежный поток по шагам

Время		Денежный поток на шаге					Нарастающим итогом		
Шаг	Год	Расход	Доход	Потребность в инвестициях	Чистый доход	Дисконтированный ЧД	Потребность в инвестициях	Чистый доход	Дисконтированный ЧД
1	1	12 452 427,10	0,00	12 452 427,10	-12 452 427,10	-12 452 427,10	12 452 427,10	-12 452 427,10	-12 452 427,10
2	1	6 795 323,00	0,00	6 795 323,00	-6 795 323,00	-6 462 657,70	19 247 750,10	-19 247 750,10	-18 915 084,80
3	1	2 161 503,10	5 060 477,80	2 161 503,10	2 898 974,70	2 622 083,53	21 409 253,20	-16 348 775,40	-16 293 001,27
4	1	2 161 503,10	5 060 477,80	-2 898 974,70	2 898 974,70	2 493 719,33	18 510 278,50	-13 449 800,70	-13 799 281,94
5	2	2 161 503,10	5 060 477,80	-2 898 974,70	2 898 974,70	2 371 639,20	15 611 303,80	-10 550 826,00	-11 427 642,74
6	2	2 161 503,10	5 060 477,80	-2 898 974,70	2 898 974,70	2 255 535,51	12 712 329,10	-7 651 851,30	-9 172 107,23
7	2	2 161 503,10	5 060 477,80	-2 898 974,70	2 898 974,70	2 145 115,68	9 813 354,40	-4 752 876,60	-7 026 991,55
8	2	2 161 503,10	5 060 477,80	-2 898 974,70	2 898 974,70	2 040 101,46	6 914 379,70	-1 853 901,90	-4 986 890,09
9	3	2 161 503,10	5 060 477,80	-2 898 974,70	2 898 974,70	1 940 228,21	4 015 405,00	1 045 072,80	-3 046 661,88
10	3	2 161 503,10	5 060 477,80	-2 898 974,70	2 898 974,70	1 845 244,26	1 116 430,30	3 944 047,50	-1 201 417,62
11	3	2 161 503,10	5 060 477,80	-2 898 974,70	2 898 974,70	1 754 910,26	-1 782 544,40	6 843 022,20	553 492,64
12	3	2 161 503,10	5 060 477,80	-2 898 974,70	2 898 974,70	1 668 998,56	-4 681 519,10	9 741 996,90	2 222 491,19
13	4	2 161 503,10	5 060 477,80	-2 898 974,70	2 898 974,70	1 587 292,67	-7 580 493,80	12 640 971,60	3 809 783,86
14	4	2 161 503,10	5 060 477,80	-2 898 974,70	2 898 974,70	1 509 586,69	-10 479 468,50	15 539 946,30	5 319 370,55
15	4	2 161 503,10	5 060 477,80	-2 898 974,70	2 898 974,70	1 435 684,81	-13 378 443,20	18 438 921,00	6 755 055,36
16	4	2 161 503,10	5 060 477,80	-2 898 974,70	2 898 974,70	1 365 400,81	-16 277 417,90	21 337 895,70	8 120 456,17
Итого		49 508 793,50	70 846 689,20		21 337 895,70				8 120 456,17

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**  
**Расходы и доходы по шагам**

Оборудован ие	Расходы									Доходы	
	Заработная плата	Социальные отчисления	Сырье и упаковка	Общепроизводственные расходы	Аренда	Амортизация	Электроэнергия	Потребление воды	Внепроизводственные расходы	Выручка за 1 т смоквы	Выручка за 880 кг пищевой добавки из ВВ
10 290 924,00	850 000,00	255 000,00	544 000	106 725,20	200 000,00	146 759,80	12 274,80	3 846,60	42 896,70	0,00	0,00
4 633 819,90	850 000,00	255 000,00	544 000	106 725,20	200 000,00	146 759,80	12 274,80	3 846,60	42 896,70	0,00	0,00
	850 000,00	255 000,00	544 000	106 725,20	200 000,00	146 759,80	12 274,80	3 846,60	42 896,70	3 360 000	1 700 477,80
	850 000,00	255 000,00	544 000	106 725,20	200 000,00	146 759,80	12 274,80	3 846,60	42 896,70	3 360 000	1 700 477,80
	850 000,00	255 000,00	544 000	106 725,20	200 000,00	146 759,80	12 274,80	3 846,60	42 896,70	3 360 000	1 700 477,80
	850 000,00	255 000,00	544 000	106 725,20	200 000,00	146 759,80	12 274,80	3 846,60	42 896,70	3 360 000	1 700 477,80
	850 000,00	255 000,00	544 000	106 725,20	200 000,00	146 759,80	12 274,80	3 846,60	42 896,70	3 360 000	1 700 477,80
	850 000,00	255 000,00	544 000	106 725,20	200 000,00	146 759,80	12 274,80	3 846,60	42 896,70	3 360 000	1 700 477,80
	850 000,00	255 000,00	544 000	106 725,20	200 000,00	146 759,80	12 274,80	3 846,60	42 896,70	3 360 000	1 700 477,80
	850 000,00	255 000,00	544 000	106 725,20	200 000,00	146 759,80	12 274,80	3 846,60	42 896,70	3 360 000	1 700 477,80
	850 000,00	255 000,00	544 000	106 725,20	200 000,00	146 759,80	12 274,80	3 846,60	42 896,70	3 360 000	1 700 477,80
	850 000,00	255 000,00	544 000	106 725,20	200 000,00	146 759,80	12 274,80	3 846,60	42 896,70	3 360 000	1 700 477,80
	850 000,00	255 000,00	544 000	106 725,20	200 000,00	146 759,80	12 274,80	3 846,60	42 896,70	3 360 000	1 700 477,80
	850 000,00	255 000,00	544 000	106 725,20	200 000,00	146 759,80	12 274,80	3 846,60	42 896,70	3 360 000	1 700 477,80
14 924 743,90	13 600 000,00	4 080 000,00	8 704 000,00	1 707 603,20	3 200 000,00	2 348 156,80	196 396,80	61 545,60	686 347,20	47 040 000	23 806 689,20

## Патент на изобретение



## Акт внедрения



## АКТ

производственных испытаний научно-технической разработки  
(смоква «Виноградная натуральная»)

Настоящий акт составлен на основании результатов производственных испытаний, в ходе которых была произведена выработка опытных партий смоквы в количестве 100 кг по рецептурам, разработанным Семиряжко Е.С. Испытания проводились в период с 22.09.2025 по 03.10.2025 гг.

При проведении испытаний использовалась нормативно-техническая документация: Технические условия «Пастила «Смоква «Виноградная натуральная» ТУ 10.82.23-564-00493209-2025».

Для готовых изделий, полученных на основе разработанных рецептур характерны высокие органолептические и физико-химические показатели, отмечен приятный, насыщенный вкус и аромат.

Результаты определения физико-химических показателей разработанной смоквы представлены в таблице 1.


Таблица 1 – Физико-химические показатели смоквы

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля влаги, %, не более	17,0±1,0
Массовая доля фруктовой массы, % не менее	97,0
Массовая доля пищевых волокон, %	5,1
Посторонние примеси	Не обнаружено

Результаты проведенных производственных испытаний подтверждают целесообразность внедрения апробированной смоквы в промышленное производство.

Экономический эффект: прибыль от реализации 61 146,7 руб. из расчёта на 100 кг продукции.

Представители КФХ «Сады  
Рыжевских»:

Директор  
 Ю.А. Рыжевский

От ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ:

 Е.С. Семиряжко

Технолог  
 В.Ф. Рыжевская