

*На правах рукописи*



**Акаба Амина Нугзаровна**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И РЕЦЕПТУР  
МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ДЖЕМОВ  
ИЗ СУБТРОПИЧЕСКИХ ФРУКТОВ**

Специальность 4.3.3. Пищевые системы

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Краснодар – 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» (ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ»)

**Научный руководитель: Щербакова Елена Владимировна**  
доктор технических наук, доцент

**Официальные оппоненты:**

**Ахмедов Магомед Эминович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии пищевых производств, общественного питания и товароведения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный технический университет»

**Дрофичева Наталья Васильевна**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории хранения и переработки плодов и ягод, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет», г. Майкоп

Защита диссертации состоится «17» декабря 2026 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета 24.1.209.01 при ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке и на сайтах: ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» <http://www.kubansad.ru> и ВАК <http://vak.gisnauka.ru>

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат сельскохозяйственных наук



Е.Н. Якименко

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Значимость фруктовых консервов для питания человека связана с содержанием в них витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон, которые важны для поддержания здоровья организма, способствуют укреплению иммунной системы. Консервы из фруктов имеют длительный срок годности, что позволяет использовать их в питании круглый год, когда свежие фрукты недоступны или дороги. Это особенно важно в зимний период, когда выбор свежих фруктов ограничен, при этом консервы сохраняют вкус и аромат свежей продукции, позволяя разнообразить рацион питания, дешевле свежих аналогов, что делает их доступными для большего числа потребителей.

Однако полученные по традиционным технологиям и рецептурам фруктовые консервы содержат добавленный сахар, который увеличивает калорийность продукта и может негативно сказаться на здоровье человека. Поэтому для того, чтобы джемы, в том числе из субтропических фруктов, позиционировались как продукты здорового питания, необходимо совершенствование технологических процессов их приготовления и рецептур. Новые технические решения основаны на использовании энергетических воздействий на исходное фруктовое сырье, которые позволяют сокращать затраты при получении продукции при максимально возможном сохранении биологически активных соединений и активации технологических свойств макронутриентов, прежде всего пищевых волокон.

**Степень разработанности темы.** Фундаментальной теоретической и методологической основой диссертационного исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых в области создания продукции здорового питания, в том числе из субтропических фруктов, таких как А.Н. Абшилава, Л.Я. Айба, Г.И. Касьянов, Т.Н. Причко, А.С. Рябова, Д.А. Сабекия, В.А. Тутельян, Р.И. Шаззо, J. Matheus, J. Pachisia, V. Sanz и др. Вместе с тем, данных по совершенствованию технологии и рецептур джемов, включающих одновременно несколько различных культур субтропического сырья, недостаточно.

Основой здорового питания является использование максимально натурального фруктового сырья с широким спектром полезных для организма человека биологически активных веществ. Выращенные в условиях Абхазии плоды перспективных сортов четырех основных субтропических культур, являющиеся источником не только легкоусвояемых углеводов, но и витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон, могут рассматриваться как такой сырьевой ресурс, а совершенствование технологии и рецептур максимально сбалансированных многокомпонентных натуральных консервов с минимальным внесением консервирующих веществ и пищевых добавок является актуальным.

Актуальность научного исследования подтверждена включением его в государственную программу «Приоритет-2030» по стратегическому проекту Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина «Здоровое питание».

**Цель исследования.** Цель работы заключается в совершенствовании технологии и рецептуры многокомпонентных джемов из субтропических фруктов

на основе анализа превращений под действием электромагнитного поля низких частот.

**Задачи исследования:**

1. Исследовать биохимический состав различных сортов субтропических фруктов;
2. С использованием кластерного анализа провести классификацию сортов субтропических фруктов по технологическим признакам и аналитическим характеристикам пектина;
3. Установить влияние электромагнитного поля низких частот (ЭМП НЧ) на активацию свойств пектинов субтропических фруктов и технологические параметры процесса производства джема;
4. Определить рациональный режим получения готового продукта статистическими методами;
5. Разработать рецептуры многокомпонентных джемов с учетом различного соотношения фруктов различных культур;
6. Оптимизировать параметры технологического процесса приготовления джема;
7. Оценить показатели качества и безопасности новых видов консервированной продукции, в том числе в процессе хранения;
8. Разработать техническую документацию (ТУ, ТИ, РЦ) на многокомпонентные джемы, провести апробацию рекомендуемых технологических решений с определением экономической эффективности ее производства.

**Научная новизна работы:**

1. Впервые проведено комплексное исследование биохимического состава и аналитических характеристик пектинов 18 сортов фруктов четырёх субтропических культур (фейхоа, киви, мандарины, хурма), включая новые сорта селекции Абхазии.
2. На основе кластерного анализа (метод Уорда) установлены закономерности группировки сортов по технологически значимым показателям и определены их функциональные роли в рецептуре (основа, наполнитель, усилитель сладости или структурообразования).
3. Впервые экспериментально обоснована и подтверждена эффективность обработки измельчённого фруктового сырья электромагнитным полем низких частот (ЭМП НЧ) в режиме «волновые качели» для активации студнеобразующей способности собственных пектиновых веществ субтропических фруктов.
4. Установлены математические зависимости влияния частоты и продолжительности обработки ЭМП НЧ на титруемую кислотность многокомпонентных джемов. Получены статистически значимые регрессионные модели ( $R^2 = 0,98$ ), которые позволили оптимизировать технологические параметры и определить рациональный режим, обеспечивающий стабильное структурообразование и воспроизводимость свойств готового продукта.
5. Впервые разработаны научно обоснованные рецептуры трёх видов многокомпонентных джемов с различным доминирующим сырьём. Показано,

что варьирование доминирующего компонента позволяет целенаправленно регулировать реологические характеристики продукта.

Техническая новизна подтверждена патентами на изобретение № 2825227; № 2825224; № 2860006; № 2860003; № 2860001; № 2859176.

**Теоретическая значимость.** Проведенные исследования позволяют: расширить теоретические знания в области использования перспективных сортов фруктов в производстве джемов для здорового питания, влияния энергетических воздействий на выбранное сырье для изменения его технологических свойств и роли пектинов в формировании структуры джемов.

**Практическая значимость.** Разработаны рецептуры и технологические режимы производства многокомпонентных джемов из перспективного субтропического сырья.

Разработан комплект технической документации на новые консервные изделия на основе субтропических фруктов ТУ и ТИ (10.39.22-505-00493209-2023) на «Джем многокомпонентный – микс»; ТУ и ТИ (10.39.22-506-00493209-2023) на «Джем многокомпонентный – киви»; ТУ и ТИ (10.39.22-507-00493209-2023) на «Джем многокомпонентный – хурма».

В производственных условиях консервного цеха отдела переработки ГНУ ИСХ Академии наук Абхазии, (п. Агудзера, Гулрыпшского района) выпущена опытная партия разработанных джемов. Выполненный анализ ключевых экономических показателей позволил заключить, что разработанная технология при работе цеха (6 месяцев) демонстрирует высокую эффективность и привлекательность: индекс прибыльности (PI) равен 1,41.

**Методология и методы исследования.** Для выполнения поставленных задач использовались общепринятые и специальные органолептические, физико-химические, химические методы исследования свойств основного сырья и готовой продукции, характерные для пищевой отрасли. Экспериментальные исследования проводились с использованием стандартных и специализированных методик. Обработка полученных данных осуществлена с использованием методов математической статистики, кластерного анализа и ПО STATISTIKA.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Диссертационное исследование соответствует пунктам 4, 10, 16 паспорта специальности 4.3.3. Пищевые системы (технические науки).

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Результаты исследования особенностей биохимического состава перспективных сортов субтропических фруктов, выращенных в Абхазии.
2. Закономерности влияния технологических параметров обработки ЭМП НЧ на студнеобразующую способность пектинов фруктового сырья и консистенцию многокомпонентных джемов;
3. Результаты конструирования рецептуры многокомпонентного джема и основные технологические параметры процесса получения многокомпонентных джемов по разработанной технологии и рецептурам.

### **Степень достоверности и апробация результатов исследования**

Достоверность результатов, полученных при проведении исследования, обеспечена использованием современных приборов и методов исследований, а также объемом экспериментальных данных.

Результаты исследования были представлены, обсуждены и апробированы на ежегодных научных конференциях студентов и молодых ученых ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» (г. Краснодар, 2017–2026 гг.), а также конференциях различного уровня: Международной научно-практической конференции «Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (г. Краснодар, 2019–2025 гг.); Международной научно-практической конференции «Перспективы использования нетрадиционного растительного сырья Северо-Кавказского региона в производстве безалкогольных напитков функционального назначения» (г. Майкоп, 2019 г.); XII Национальной научно-практической конференции с международным участием «Технологии и продукты здорового питания» (г. Саратов, 2020 г.); III Республиканской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов с международным участием «Молодые ученые в аграрной науке» (ЛНР, Луганск, 2020 г.); научной конференции аспирантов и молодых ученых, посвященная 25-летию юбилею Академии наук Абхазии, «Наиболее распространенные субтропические плоды в Республике Абхазия» (Абхазия, г. Сухум, 2022 г.); Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение устойчивого развития субтропического растениеводства», посвященной 130-летию создания Сухумской садовой сельскохозяйственной станции и 30-летию образования ГНУ «Институт сельского хозяйства Академии наук Абхазии» (Абхазия, г. Сухум, 2024 г.); XV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Повышение качества и безопасности пищевых продуктов» (г. Махачкала, 2025 г.); Международной научно-практической конференции молодых ученых «Экологическое будущее: научные подходы к органическому сельскому хозяйству» (г. Воронеж, 2026 г.); III Международной научно-практической конференции «Пищевая индустрия: инновационные процессы, продукты и технологии» (г. Москва, 2026 г.).

Результаты исследования представлены на Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых аграрных образовательных и научных организаций МСХ России в 2023 году, где работа заняла третье место в номинации «Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции» в категории «Аспиранты и молодые ученые».

**Личное участие автора.** Результаты исследования, представленные в диссертационной работе, получены при личном участии автора в 2017–2026 гг. Автором самостоятельно проведен анализ и обобщение научно-технической литературы и патентной информации, проведены экспериментальные исследования, математическая обработка результатов, их обсуждение и подготовка к публикации.

**Публикации результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 22 научных труда, в том числе 3 публикации, в журналах, рекомендо-

ванных ВАК Минобрнауки РФ, 6 патентов РФ на изобретения. Разработаны комплекты технической документации на разработанные изделия. Общий объем публикаций по теме диссертации составляет 7,06 п. л., доля участия автора 3,71 п. л.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Работа представлена на 181 страницах компьютерного текста, включает 57 таблиц, 44 рисунка. Список литературы включает 184 источника, в том числе 61 иностранный.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Состояние изученности вопроса исследования.** В ходе анализа литературных источников (Причко Т.Н., 2011, 2022; Абшилава А.Н., 2013; Айба Л.Я., 2016, 2017; Рябова А.С., 2013; Сабекия Д.А., 2016; Sanz V., 2021; Pachisia J., 2020; Matheus J., 2022 и др.) определено, что, несмотря на существующий научный задел в области технологий производства джемов из субтропических фруктов, получение многокомпонентных консервов из нескольких видов фруктов без применения добавленного сахара, а также использование дискретных электромагнитных полей низких частот (ЭМП НЧ) в режиме «волновые качели» в ходе предварительной подготовки фруктов для изменения структурно-механических свойств пектинов, изучено недостаточно и требует комплексного исследования для разработки эффективной технологии, обеспечивающей максимальное сохранение потребительских свойств готового продукта. С учетом этого обоснованы задачи исследований.

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследования являлись образцы фруктов следующих перспективных сортов фейхоа: Амза, Ацха, Гульрипшский, Суперба; киви: Отхара, Бруно, Победитель, Слава, Апсны, Хейвард; мандаринов: Олимпийский, Сентябрьский, Краснодарский 83, Кодорский, Апсны, Слава Вавилова; хурмы: Джиро, Красный бриллиант, выращенные в условиях опытного участка ГНУ ИСХ АНА (Государственное Научное Учреждение Института Сельского Хозяйства Академии Наук Абхазии) в 2020–2025 гг. и образцы джема, выработанные по традиционным и разработанным рецептурам и технологиям в лабораторных и производственных условиях консервного предприятия.

Обработку ЭМП НЧ в дискретном режиме «волновые качели» осуществляли с помощью установки на основе прибора «Имедис Эксперт-Т». Для определения изменения вязкости джемов при создании рецептуры был применен прибор Структурометр-СТ2 (ОО «Лаборатория качества»); сахаров по ГОСТ 8756.13-87; витамина С по ГОСТ 24556-89; титруемых кислот по ГОСТ 25555.0-82; микробиологические показатели в соответствии с ТР ТС 021/2011; математическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием кластерного анализа и ПО STATISTICA.

На рисунке 1 приведена структурная схема исследования.



Рисунок 1 – Структурная схема исследования

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Экспериментальное обоснование выбора сортов субтропических фруктов для производства многокомпонентного джема.** Для выбора субтропических фруктов кроме требований ГОСТ 31712-2012 учитывали сбалансированность органолептических характеристик, минимальное количество отходов при подготовке к производству и необходимое соотношение пищевых кислот и пектиновых веществ, необходимых для получения в готовом продукте желеобразной консистенции.

По рекомендации ГНУ ИСХ АНА были выбраны субтропические фрукты четырех самых распространенных культур и были изучены их физико-химические и биохимические показатели, выполняющие ключевую роль в формировании органолептических и физико-химических показателей джемов. Установлены высокие уровни присутствия витаминов в рассматриваемых сортах фейхоа, киви и мандаринов. По содержанию минеральных веществ все представленные сорта отличались высоким содержанием кальция, фосфора и магния, причем самыми насыщенными по минеральному составу были изучаемые сорта киви и хурмы. Вкусовые качества и возможность исключения из рецептуры добавляемого сахара определила необходимость изучения соотношения моно- и дисахаридов в изучаемых фруктах (рисунок 2).

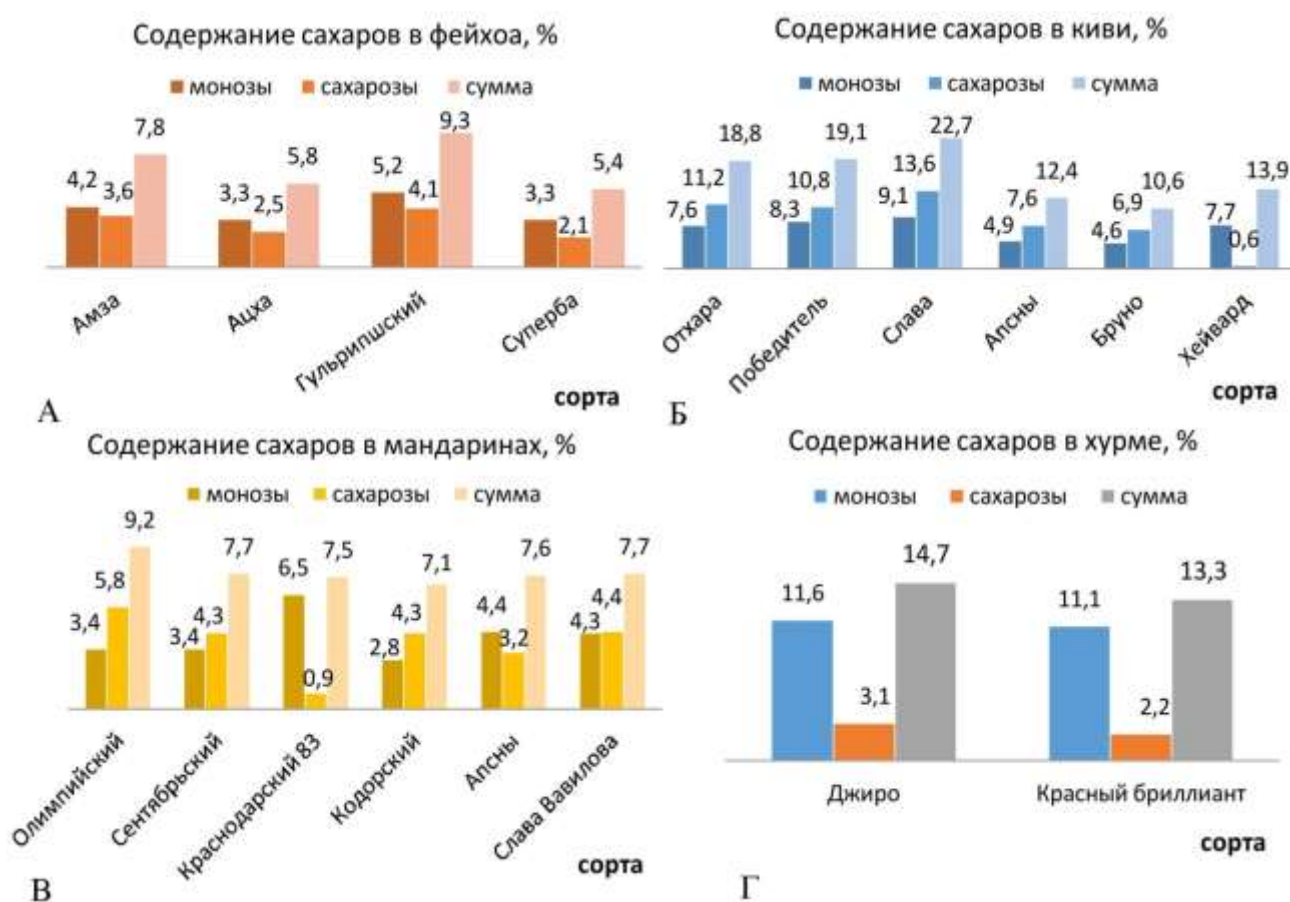


Рисунок 2 – Влияние сортовых особенностей на массовую долю сахаров в сортах фейхоа (А), киви (Б), мандаринов (В) и хурмы (Г) (данные 2025 г.)

Для получения консистенции джема фруктовое сырье должно содержать определенное количество пищевых кислот, основными из которых являются яблочная и лимонная (рисунок 3).

Выполненные исследования подтвердили возможность использования фруктового сырья рассматриваемых культур и сортов для приготовления продукта желеобразной консистенции вследствие достаточного количества пищевых кислот. Так как для получения консистенции джема кроме кислот необходимы пектиновые вещества, изучали их количественные и качественные характеристики.

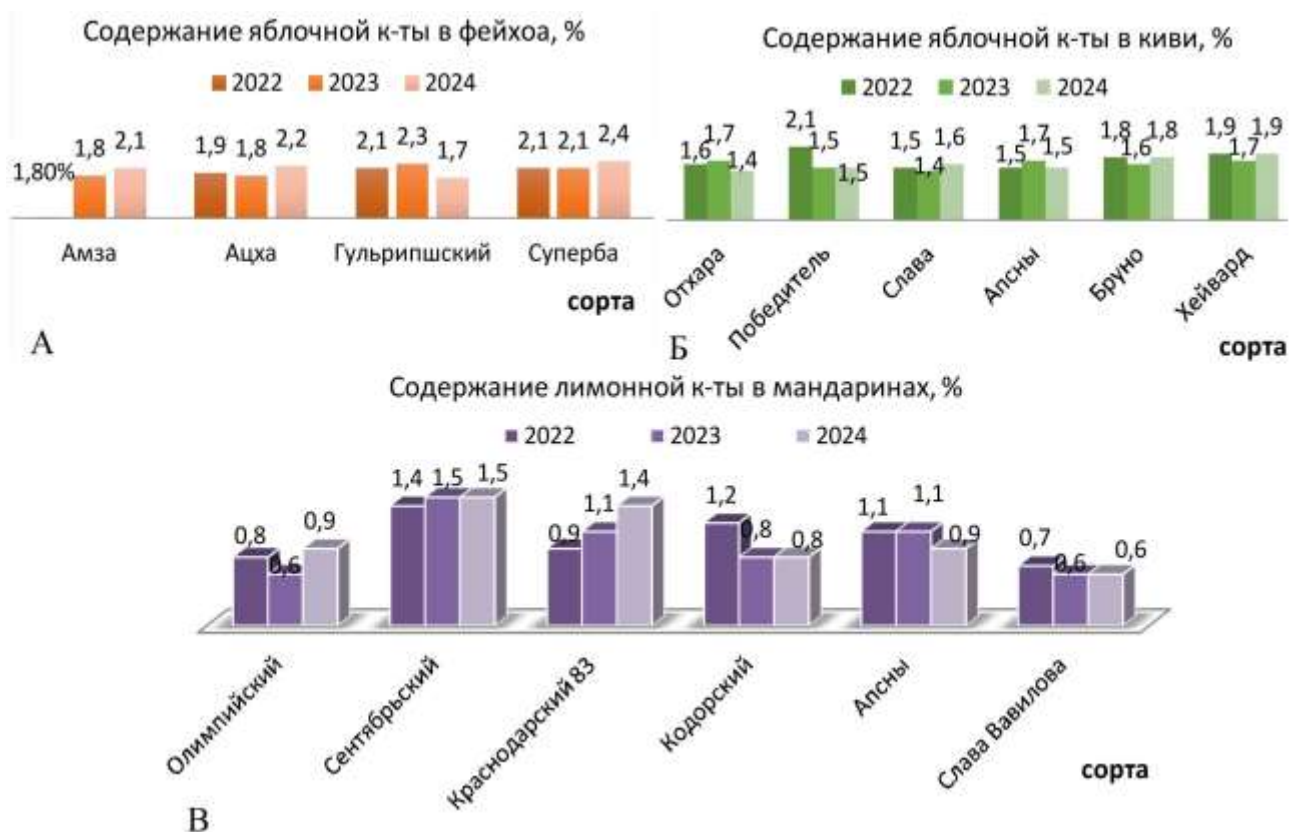


Рисунок 3 – Содержание яблочной кислоты в сортах фейхоа (А), киви (Б) и лимонной кислоты в сортах мандаринов (В) (данные 2022–2024 гг.)

**Влияние сортовых особенностей фруктов на аналитические характеристики пектиновых веществ.** На физико-химические свойства джемов большое влияние оказывают содержащиеся в них пектиновые вещества. По результатам анализа плодов различных сортов изучаемых культур установлено достаточное количество пектина в изучаемом сырье для его использования в производстве джемов. Определение аналитических характеристик пектиновых веществ позволило предположить их влияние на консистенцию готового продукта.

По результатам кондуктометрического титрования были установлены основные аналитические характеристики: содержания свободных и нейтрализованных карбоксильных групп в пектине (Кс); содержания этерифицированных карбоксильных групп в пектине (Кэ); уронидную составляющую (содержание полигалактоурида в анализируемом образце) (Пч); содержание метоксильных

групп в расчете на анализируемую навеску ( $-\text{OCH}_3$ ); общее содержание карбоксильных групп (Ко); степень этерификации карбоксильных групп (Ст. Е); содержание ацетильных групп в пектине в расчете на уронидную составляющую пектина (Ац.); в расчете на высушенную до постоянного веса пробу пектина (Ац. выс.) (таблица 1).

Установлена высокая студнеобразующая способность пектиновых веществ исследованных видов сырья, характеризующаяся высокой степенью этерификации и соответствующим содержанием свободных карбоксильных групп. Сравнительный кластерный анализ, выполненный по показателям биохимического состава и аналитическим характеристикам пектина, позволил выявить сорта наиболее перспективные для производства джемов из субтропических фруктов: для мандаринов сорта «Олимпийский», «Сентябрьский» и «Кодорский»; для киви – сорта «Слава», «Отхара» и «Победитель»; для фейхоа – «Гульрипшский» и «Ацха»; для хурмы – сорт «Красный Бриллиант».

Таблица 1 – Аналитические характеристики пектиновых веществ в фруктах различных сортов

| №         | Объект/сорта      | Кс,<br>% | Кэ,<br>% | Пч (ГК),<br>% | $-\text{OCH}_3$ ,<br>% | Ко,<br>% | Ст. Е,<br>% | Ац.,<br>% | Ац. (выс.),<br>% |
|-----------|-------------------|----------|----------|---------------|------------------------|----------|-------------|-----------|------------------|
| Мандарины |                   |          |          |               |                        |          |             |           |                  |
| 1         | Олимпийский       | 10,75    | 33,75    | 98,0          | 12,50                  | 44,50    | 75,84       | 0,57      | 0,15             |
| 2         | Сентябрьский      | 10,55    | 33,28    | 99,8          | 11,17                  | 43,83    | 76,98       | 0,13      | 0,03             |
| 3         | Краснодарский     | 9,75     | 32,01    | 98,4          | 10,20                  | 41,76    | 76,65       | 0,45      | 0,02             |
| 4         | Слава Вавилова    | 8,98     | 35,25    | 98,3          | 10,31                  | 44,23    | 79,69       | 0,48      | 0,01             |
| 5         | Апсны             | 7,70     | 29,36    | 97,1          | 11,40                  | 37,06    | 79,22       | 0,51      | 0,03             |
| 6         | Кодорский         | 9,92     | 36,57    | 99,3          | 10,41                  | 46,49    | 78,66       | 0,52      | 0,09             |
| Фейхоа    |                   |          |          |               |                        |          |             |           |                  |
| 1         | Гульрипшский      | 10,11    | 38,75    | 99,0          | 10,50                  | 45,50    | 75,39       | 0,40      | 0,06             |
| 2         | Суперба           | 10,06    | 34,18    | 98,2          | 10,17                  | 43,13    | 76,03       | 0,15      | 0,04             |
| 3         | Амза              | 11,55    | 38,01    | 99,4          | 11,10                  | 43,96    | 76,45       | 0,45      | 0,02             |
| 4         | Ацха              | 11,78    | 37,25    | 99,3          | 11,31                  | 45,23    | 76,0        | 0,45      | 0,05             |
| Киви      |                   |          |          |               |                        |          |             |           |                  |
| 1         | Отхара            | 9,37     | 37,19    | 93,5          | 9,91                   | 46,56    | 79,87       | 0,25      | 0,07             |
| 2         | Слава             | 10,15    | 37,88    | 99,2          | 11,11                  | 48,03    | 78,86       | 0,48      | 0,01             |
| 3         | Победитель        | 10,72    | 34,65    | 99,0          | 10,36                  | 45,37    | 76,37       | 0,42      | 0,05             |
| 4         | Апсны             | 9,60     | 33,63    | 97,4          | 11,02                  | 43,23    | 77,79       | 0,16      | 0,01             |
| 5         | Бруно             | 10,22    | 35,71    | 99,1          | 9,10                   | 45,93    | 77,74       | 0,32      | 0,01             |
| 6         | Хейвард           | 9,66     | 35,44    | 98,4          | 9,90                   | 44,50    | 77,74       | 0,30      | 0,01             |
| Хурма     |                   |          |          |               |                        |          |             |           |                  |
| 1         | Красный бриллиант | 8,60     | 31,79    | 99,8          | 10,11                  | 40,39    | 78,70       | 0,12      | 0,03             |
| 2         | Джиро             | 8,70     | 31,27    | 99,1          | 9,22                   | 39,97    | 78,23       | 0,25      | 0,02             |

**Влияние обработки ЭМП НЧ на изменение студнеобразующей способности пектиновых веществ субтропических фруктов.** Экспериментально показано, что измельченные плоды, обработанные в дискретном ЭМП НЧ в режиме «волновые качели» при интервале частот 10–100 Гц продолжительностью 15 минут, после варки и охлаждения давали более прочный и устойчивый по форме гель, чем образцы, обработка которых проводилась при частоте 1–10 Гц. Режим с частотой 100–1000 Гц влиял на чистоту извлечения геля из формы, но при этом он легко разрушался, откалывался, не имел необходимой упругости. В результате оценки по внешним характеристикам, срезу и вкусовым особенностям остывшего продукта, как наиболее удачные были выделены режимы с частотой обработки 10–100 Гц и продолжительностью 15 минут.

Обработка в электромагнитном поле показала увеличение выхода пектиновых веществ подготовленной смеси при определении их количества, что свидетельствует об интенсификации процесса извлечения за счет частичного разрушения клеточных структур и связей между пектинами и другими химическими веществами сырья.

Изменение степени этерификации различных сортов фруктового сырья, позволил определить оптимальный режим обработки ЭМП НЧ (10–100 Гц и продолжительностью 15 минут) для получения в дальнейшем необходимой желеобразной консистенции джемов, рецептуры которого стали предметом исследования на следующем этапе работы.

**Влияние соотношения сырья в рецептуре на вязкость джема.** В работе изучены реологические характеристики трех образцов многокомпонентных джемов (с преобладанием хурмы, киви и по смешанной рецептуре) с использованием прибора «Структурометр-СТ2» и расчетом относительного реологического показателя  $R_{отн}$  по эталонам (вода и глицерин). Установлено, что все образцы имеют вязкость выше эталонных значений; максимальная вязкость зафиксирована у джема на основе хурмы (1,86–2,33 по глицерину и 2,81–3,85 по воде), минимальная – у джема с киви (1,52–1,96 и 2,27–3,28 соответственно), а смешанный образец занимает промежуточное положение. Полученные данные свидетельствуют, что доминирование хурмы в рецептуре увеличивает вязкость готового продукта, тогда как киви оказывает обратный эффект, что позволяет использовать результаты для целенаправленной оптимизации рецептур и контроля качества джемов в производственных условиях.

**Обоснование выбора целевых рецептур джема на основе кластерного анализа сортовых характеристик и дегустационной оптимизации.** В качестве аналога были изучены традиционные однокомпонентные рецептуры джемов, включающие сахар белый как источник сухих веществ, вкусовых ощущений и консервирующий агент. В опытных рецептурах рассматривали постепенное снижение сахара вплоть до его исключения. Комбинирование четырёх видов сырья, измельченного и обработанных в ЭМП НЧ, в разных соотношениях, позволило получить продукт соответствующей консистенции и гармоничный по вкусу при полном исключении сахара. По результатам органолептической оценки (таблица 2) были установлены варианты рецептур, которые показали лучшие потребительские свойства готового продукта.

Таблица 2 – Влияние рецептуры на дегустационную оценку джема

| Соотношение видов сырья<br>фейхоа:хурма:мандарины:киви (%) | Результаты дегустации |      |        |              |
|------------------------------------------------------------|-----------------------|------|--------|--------------|
|                                                            | Вкус                  | Цвет | Аромат | Консистенция |
| 25:25:25:25                                                | 9,8                   | 9,6  | 9,7    | 9,2          |
| 10:20:30:40                                                | 8,0                   | 8,2  | 8,0    | 8,8          |
| 20:40:20:20                                                | 9,7                   | 9,6  | 9,3    | 9,2          |
| 20:20:20:40                                                | 9,6                   | 8,8  | 9,5    | 9,0          |

Анализ физико-химических показателей образцов джема по разработанным рецептурам, наряду с результатами дегустаций, позволили выбрать три рецептуры (таблица 3) для дальнейшего внедрения в производство, в названиях которых указывался преобладающий в рецептуре вид фруктового сырья.

Таблица 3 – Соотношение сырья в разработанных рецептурах

| № варианта                       | Дозировка измельченной массы фруктов, % |       |           |      |
|----------------------------------|-----------------------------------------|-------|-----------|------|
|                                  | фейхоа                                  | хурма | мандарины | киви |
| «Джем многокомпонентный – микс»  | 25                                      | 25    | 25        | 25   |
| «Джем многокомпонентный – хурма» | 20                                      | 40    | 20        | 20   |
| «Джем многокомпонентный – киви»  | 20                                      | 20    | 20        | 40   |

Характеристика разработанных джемов показывает их соответствие технической документации (таблица 4).

Таблица 4 – Характеристика джемов из различных субтропических фруктов

| Наименование показателя      | Значение показателя для джема                                                                 |                  |                                     |                   |                                                                                             |                                  |                                 |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|                              | из одного вида фруктов                                                                        |                  |                                     |                   | из 4 видов сырья                                                                            |                                  |                                 |
|                              | киви                                                                                          | хурма            | фейхоа                              | мандарины         | «Джем многокомпонентный – микс»                                                             | «Джем многокомпонентный – хурма» | «Джем многокомпонентный – киви» |
| 1                            | 2                                                                                             | 3                | 4                                   | 5                 | 6                                                                                           | 7                                | 8                               |
| Органолептические показатели |                                                                                               |                  |                                     |                   |                                                                                             |                                  |                                 |
| Вкус и запах                 | Запах – соответствующий фруктам, из которых изготовлен джем. Привкус карамелизованного сахара |                  |                                     |                   | Запах хорошо выраженный, приятный, соответствующий фруктам. Вкус гармоничный, кисло-сладкий |                                  |                                 |
| Консистенция                 | Мажущая масса                                                                                 |                  | Плотная масса жележной консистенции |                   | Мажущаяся масса, обладающая жележной консистенцией                                          |                                  |                                 |
| Цвет                         | Бурый                                                                                         | Темно-коричневый | Бурый                               | Светло-коричневый | Светло-коричневый                                                                           |                                  |                                 |
| Суммарный балл оценки        | 28,6                                                                                          | 32,4             | 34,6                                | 36,2              | 38,3                                                                                        | 37,0                             | 37,8                            |

Окончание таблицы 4

| 1                                        | 2    | 3    | 4    | 5    | 6     | 7    | 8    |
|------------------------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|
| Физико-химические показатели             |      |      |      |      |       |      |      |
| Содержание растворимых сухих в-в, %      | 60,3 | 64,2 | 62,6 | 71,8 | 71,80 | 69,0 | 69,0 |
| Массовая доля титруемых кислот, %        | 0,7  | 0,6  | 0,7  | 0,5  | 1,7   | 1,4  | 2,1  |
| Содержание витамина С, мг/100 г продукта | 69,8 | 11,1 | 16,4 | 10,0 | 64,2  | 62,6 | 63,8 |
| Пищевые волокна, мг/100 г продукта       | 4,2  | 1,4  | 3,2  | 1,0  | 9,3   | 10,2 | 8,2  |

**Математическая оптимизация обработки ЭМП НЧ фруктового сырья.** Учитывая значимость титруемой кислотности для модификации студнеобразующей способности пектинов, исследовали влияние параметров обработки ЭМП НЧ на титруемую кислотность получаемых джемов. Для этого подготовленные и измельченные фрукты в подобранном ранее соотношении обрабатывали с помощью установки на основе прибора «Имедис Эксперт-Т», создающего дискретное электрофизическое воздействие, при различных технологических режимах (частоте колебаний) и продолжительности процесса.

В качестве независимых переменных (параметров обработки фруктового сырья) были выбраны:

- $x_1$  – частота ЭМП (уровни варьирования: 10, 100 и 1000 Гц);
- $x_2$  – время обработки измельченного сырья (уровни варьирования 5, 10, 15, 20, 25 и 30 минут).

В качестве зависимой переменной для каждого из видов джемов была выбрана титруемая кислотность  $y$  в %.

Проведенный регрессионный анализ полученных экспериментальных данных позволил получить уравнение регрессии, которое описывает влияние параметров обработки продукта ЭМП НЧ на титруемую кислотность:

$$y = 0,6564 + 0,0089 \cdot x_1 + 0,0202 \cdot x_2 - 6,7901 \cdot 10^{-6} \cdot x_1^2 - 8,3226 \cdot 10^{-6} \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,0001 \cdot x_2^2.$$

Проверка полученного регрессионного уравнения в ПО STATISTICA показала его высокое качество и адекватность.

На рисунке 4 показаны: А – полученная регрессионная поверхность; Б – проекция этой поверхности на факториальную плоскость.

Из рисунка 4 видно, что наибольшее воздействие на титруемую кислотность оказывает частота ЭМП НЧ, а не время обработки.

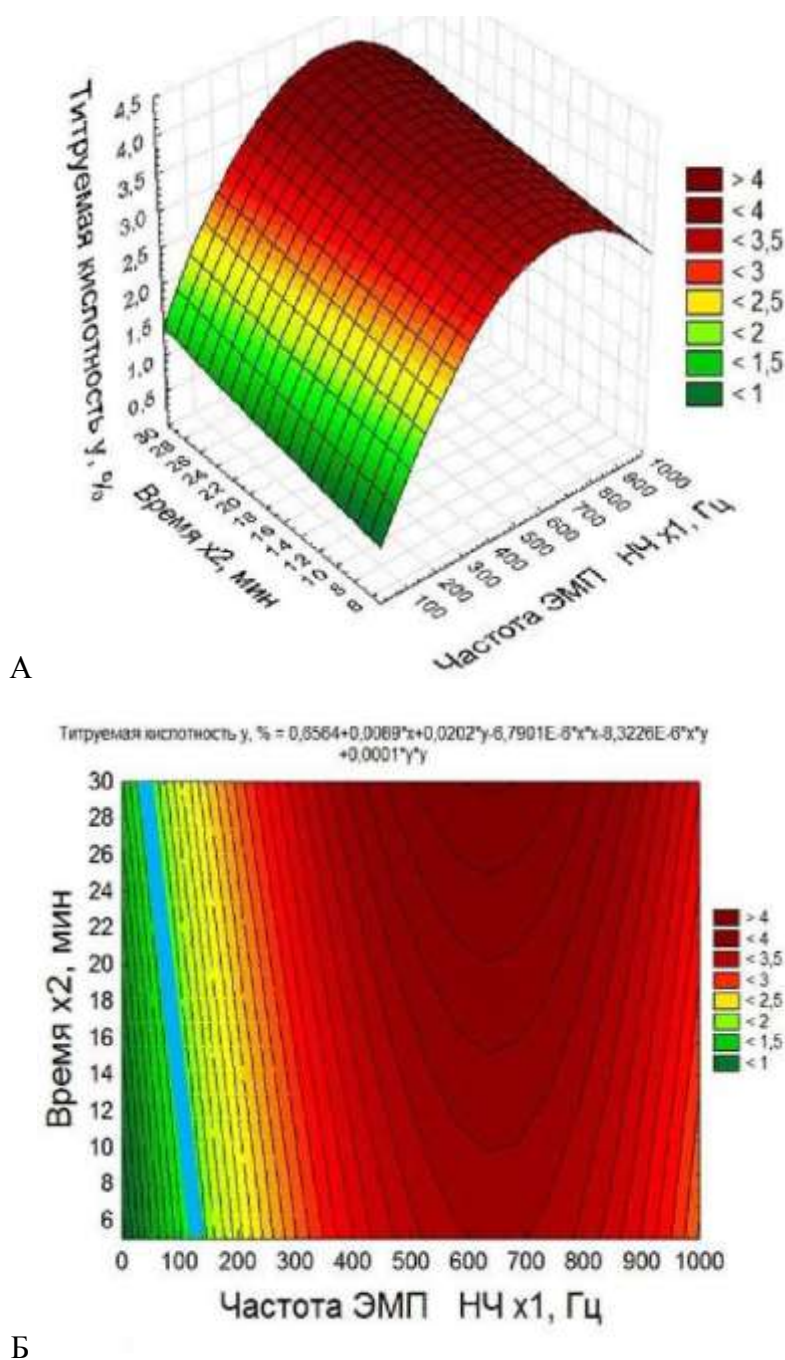


Рисунок 4 – Изображение регрессионной поверхности влияний параметров обработки сырья для «Джема многокомпонентного – микс» на титруемую кислотность (А) и проекция полученной регрессионной поверхности на факториальную плоскость (Б)

**Обоснование и выбор технологической схемы для разрабатываемой продукции.** Для производства многокомпонентного джема из субтропических фруктов подобрано оборудование и составлена аппаратурно технологическая схема (рисунок 5).

Особенностью принятых решений было исключение консервирующего компонента – сахара, благодаря подбору оптимального соотношения четырех видов фруктового сырья и предварительной обработки его в измельченном состоянии в ЭМП НЧ в режиме «волновые качели».

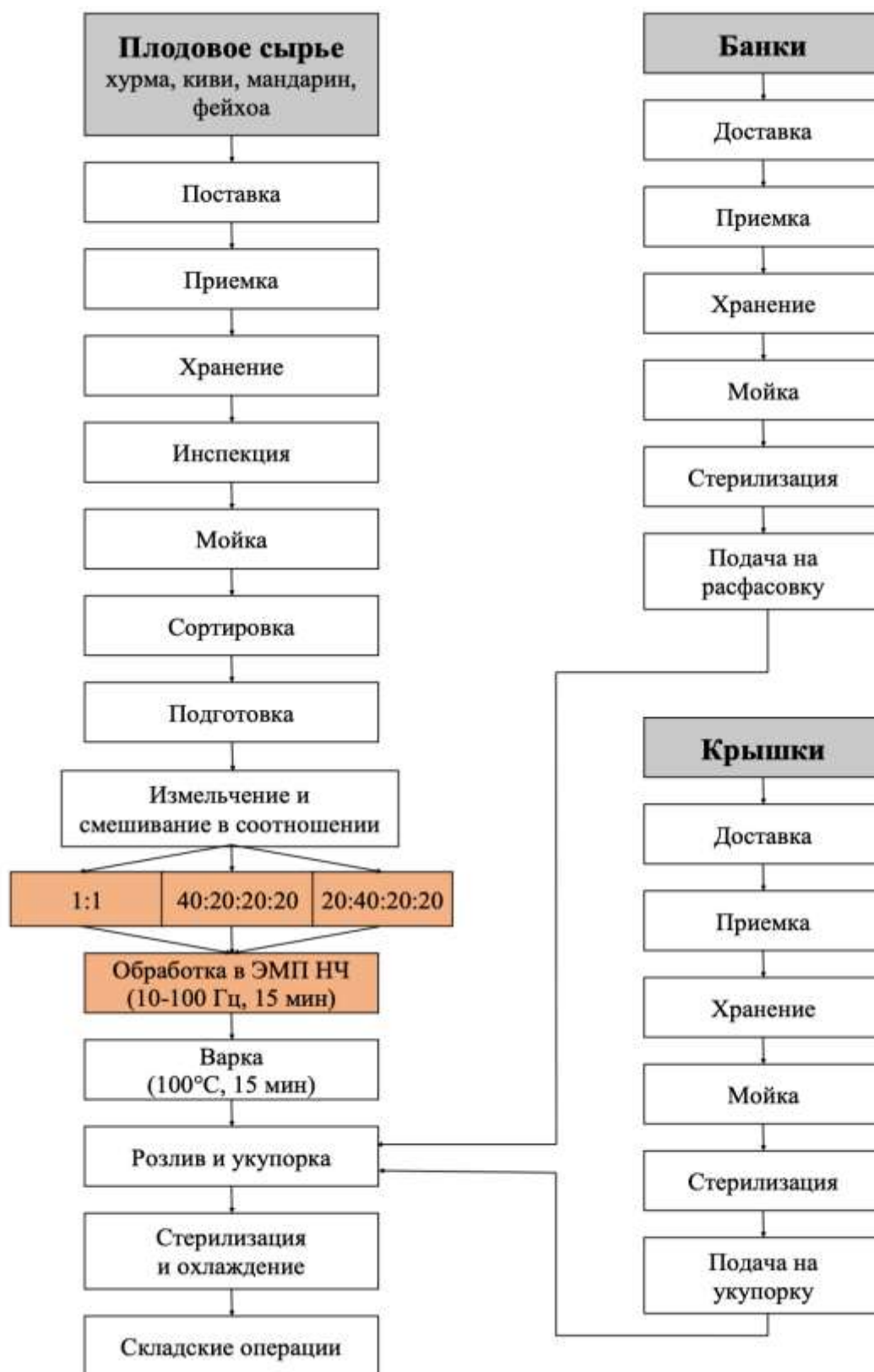


Рисунок 5 – Технологическая схема производства разработанных джемов

Изготовление консервов производили по технологической схеме, предусматривающей инспекцию четырех видов сырья, удаление некондиционных и нестандартных экземпляров, подготовка сырья, мойку, измельчение, смешивание, обработку в ЭМП НЧ, варку и расфасовку в тару, укупорку и стерилизацию.

Аппаратурно-технологическая схема представлена на рисунке 6.

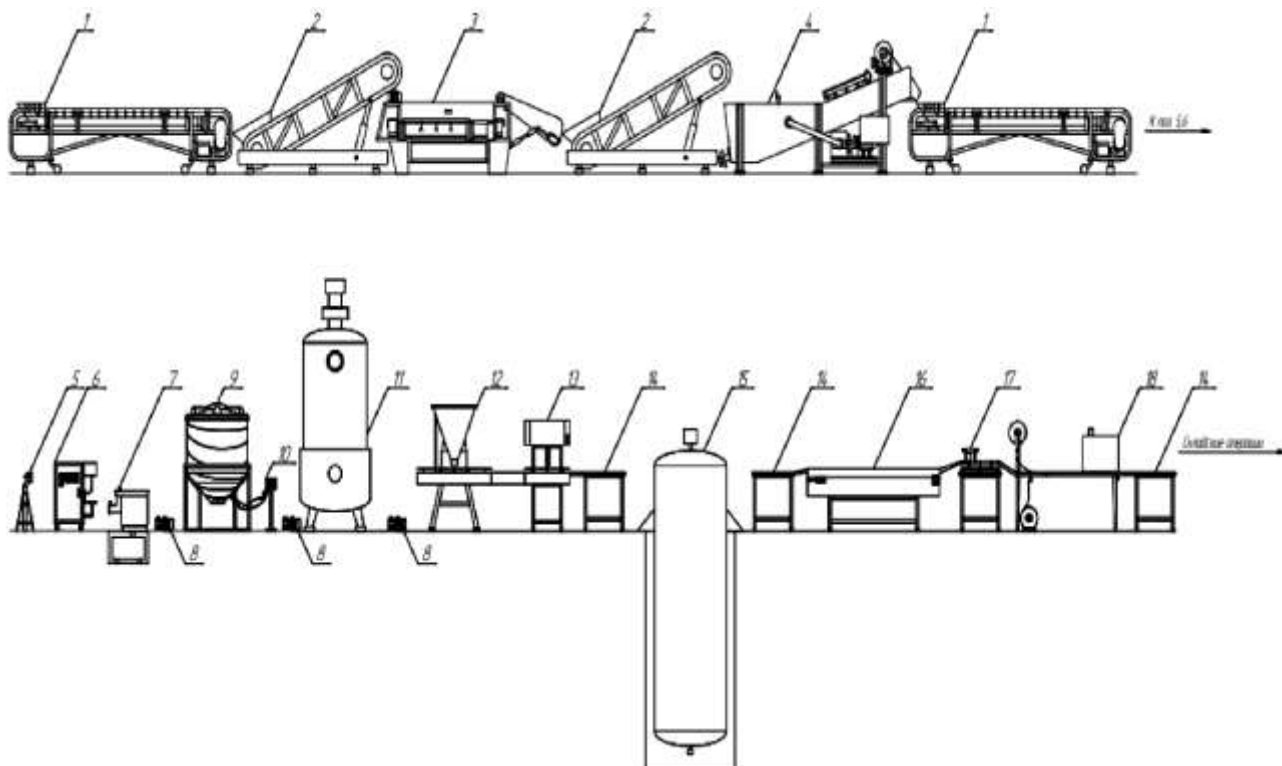


Рисунок 6 – Аппаратурно-технологическая схема производства разработанных джемов: 1 – транспортер сортировочно-инспекционный ТСИ; 2 – транспортер-элеватор ТЭ; 3 – универсальная калибровочная машина А9-ККБ; 4 – вентиляторная моечная машина Т1-КУМ-1; 5 – гидравлический механизм КГМ-2; 6 – станок для очистки мандаринов МУ-20; 7 – измельчитель МИМ-600; 8 – насос импеллерный НСУ-3; 9 – емкость ФМ 1000л в обрешетке с турбинной мешалкой; 10 – установка для обработки ЭМП КНЧ; 11 – вакуум-подогреватель МЗС-320; 12 – наполнитель автоматический НА-0,5-50; 13 – автоматическая машина для укупорки крышек М1S; 14 – производственный стол; 15 – автоклав АВ-4; 16 – роликовый транспортер из нержавеющей стали серии ТЛ; 17 – этикетировочная машина для нанесения самоклеящихся этикетов ЭМ-4П Мини; 18 – термоусадочный упаковочный аппарат типа ТПЦ-450П

Для расфасовки джема была выбрана стеклянная банка Ш-3-58-100 (по ГОСТ 5717.2), массой нетто 110 г джема. Температура стерилизации 100 °С. Продолжительность стерилизации 25 мин.

Сравнение основных технологических решений джемов фруктовых по традиционной и разработанной технологии показало преимущества принятых решений, отраженных в полученных патентах и разработанной технической документации.

**Прогнозирование безопасного периода хранения разработанных продуктов в различных условиях хранения и основные критерии безопасности вырабатываемой продукции.** Учитывая, что в торговой сети продукция может храниться при достаточно высокой температуре, в эксперименте были заложены варианты опыта как в оптимальных, так и экстремальных условиях хранения склада с температурами +10 °С; +20 °С; +30 С.

Общая продолжительность хранения выработанной продукции составила 9 месяцев, при этом анализы проводился в следующих временных точках – для выработанной продукции, через 15 дней; 30; 90; 180 и 270 дней при различных тем-

пературе и относительной влажности воздуха 75 %. Результаты показали, что существенных возрастных изменений кислотности и изменения микробиологических показателей в течение исследуемого периода не произошло, что подтверждают и определенные показатели безопасности консервов в соответствии ТР ТС 021/2011.

Таблица 5 – Показатели безопасности джемов

| Методы испытаний                              | Наименование показателей | Допустимые уровни | Результаты анализа |
|-----------------------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|
| КМАФАнМ, КОЕ/г, не более                      | ГОСТ 10444.15-2094       | $5 \times 10^3$   | Менее 10           |
| БГКП; в 1,0 г                                 | ГОСТ 31747-2012          | Не допускается    | Не обнаружены      |
| Патогенные м.о.,<br>в т.ч. сальмонеллы в 25 г | ГОСТ 31659-2012          | Не допускается    | Не обнаружены      |
| Плесени КОЕ/Г, не более                       | ГОСТ 10444.12-2013       | $2 \times 10^2$   | Менее 10           |
| Дрожжи, КОЕ/г, не более                       | ГОСТ 10444.12-2013       | $2 \times 10^2$   | Менее 10           |

**Производственная апробация и оценка эффективности производства джемов.** Выработка опытной партии разработанной продукции осуществлена в промышленных условиях производственного консервного цеха отдела переработки ГНУ ИСХ Академии Наук Абхазии. Результаты позволяют рекомендовать рецептуры джема на основе субтропического сырья для производства на консервных предприятиях, с целью расширения ассортимента производимой продукции.

Оценку экономической эффективности производства и реализации многокомпонентных джемов проводили с помощью определения чистого дисконтированного дохода (NPV) по методике В.П. Прохорова.

Для производства джемов в течение 6 месяцев расчет показал высокий уровень эффективности: при ставке дисконтирования 19,81 % чистый доход составляет 27,3 млн рублей, что значительно превышает объем инвестиций (16 млн рублей). Чистый дисконтированный доход (NPV) составляет 6,6 млн рублей. Внутренняя норма доходности (IRR) достигает 37,04 %, а её модифицированная версия (MIRR) – 35,46 %, что свидетельствует о высокой доходности даже с учётом реинвестирования по ставке дисконтирования. Рентабельность инвестиций (ROI) составляет 170,36 %, а индекс прибыльности (PI) – 1,41. Проект окупается уже через 2,2 года, а с учётом дисконтирования – через 4 года, что указывает на достаточно быстрый возврат вложенных средств. В совокупности эти показатели делают проект привлекательным для инвесторов.

## ВЫВОДЫ

На основе изучения патентной и научно-технической литературы и выполненных лабораторных исследований усовершенствована технология и рецептуры многокомпонентных джемов из субтропических фруктов:

1. Получены экспериментальные данные по биохимическому составу 18 сортов фруктов 4 субтропических культур, который характеризует их как источник ценных биологических активных веществ.

2. На основе кластерного анализа (метод Уорда) установлены закономерности группировки сортов фруктов по технологически значимым показателям и аналитическим характеристикам пектинов и определены их функциональные роли в рецептуре (основа, наполнитель, усилитель сладости или структурообразования).

3. Экспериментально обоснована и подтверждена эффективность обработки измельчённого фруктового сырья электромагнитным полем низких частот (ЭМП НЧ) в режиме «волновые качели» при интервале частот 10–100 Гц продолжительностью 15 минут для активации студнеобразующей способности собственных пектинов субтропических фруктов.

4. Установлены математические зависимости влияния частоты и продолжительности обработки ЭМП НЧ на титруемую кислотность многокомпонентных джемов. Получены статистически значимые регрессионные модели ( $R^2 = 0,98$ ), которые позволили оптимизировать технологические параметры и определить рациональный режим, обеспечивающий стабильное структурообразование и воспроизводимость свойств готового продукта.

5. Разработаны рецептуры трёх видов многокомпонентных джемов с различным доминирующим сырьём. Показано, что варьирование доминирующего компонента позволяет целенаправленно регулировать потребительские свойства и реологические характеристики продукта.

6. Выполнена оптимизация параметров технологического процесса приготовления джемов с применением физических воздействий, реализованная в полученных 6 патентах РФ на рецептуры и способы производства желеобразного продукта.

7. Установлено, что качество и безопасность продукции, полученной в производственных условиях по разработанной рецептуре, сохраняется в течение 9 месяцев хранения.

8. Разработаны комплекты технической документации (ТУ, ТИ, РЦ) на многокомпонентные джемы. Проведена выработка опытной партии разработанной продукции в промышленных условиях консервного цеха отдела переработки ГНУ ИСХ Академии Наук Абхазии. Экономическая эффективность от производства джемов при работе предприятия в течение 6 месяцев характеризуется чистой приведенной стоимостью проекта в размере 6,6 млн. руб. при сроке окупаемости 2,2 года и дисконтированном сроке окупаемости 4 года.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### ***Статьи, опубликованные в научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России:***

1. **Акаба, А. Н.** Разработка рецептуры джема из субтропических плодов для здорового питания и оценка продолжительности его хранения / А. Н. Акаба, Е. В. Щербакова, Л. Я. Айба, Ю. Г. Акаба // Плодоводство и виноградарство

Юга России. – 2025. – № 94(4). – С. 153–164. – DOI: 10.30679/2219-5335-2025-4-94-153-164.

2. **Акаба, А. Н.** Перспективы использования плодов тропических и субтропических культур Абхазии для производства продуктов здорового питания. А. Н. Акаба, Е. В. Щербакова, Е. А. Ольховатов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2023. – № 1(391). – С. 27–31. – DOI: 10.26297/0579-3009.2023.1.2.

3. **Акаба, А. Н.** Исследование реологических характеристик многокомпонентных джемов с различным соотношением фруктового сырья / А. Н. Акаба, Е. В. Щербакова, Л. Я. Айба [и др.] // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2025. – № 1(90). – С. 72–76. – DOI: 10.33979/2219-8466-2025-90-1-72-76.

### *Статьи, опубликованные в других изданиях:*

4. **Акаба, А. Н.** Производство джемов из субтропического сырья / А. Н. Акаба, Л. Я. Айба, Ю. Г. Акаба // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. ст. по материалам VIII Междунар. науч.-практ. конф. / отв. за вып. А. В. Степовой. – Краснодар : КубГАУ, 2025. – С. 385–388.

5. **Акаба, А. Н.** Оценка новых сортов киви (лат. Actinidia), произрастающих на территории Абхазии, в качестве сырья для функциональных продуктов питания / А. Н. Акаба, Е. В. Щербакова, Л. Я. Айба, Ю. Г. Акаба // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2022. – № 5(76). – С. 67–71.

6. **Акаба, А. Н.** Полезные свойства абхазских мандарин / А. Н. Акаба, Е. В. Щербакова // Технологии и продукты здорового питания : сборник статей XII Национальной науч.-практ. конф. с международным участием, Саратов, 17–18 декабря 2020 года / Под общ. ред. Н. В. Неповинных, О. М. Поповой, Е. В. Фатьянова. – Саратов : Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова, 2021. – С. 18–20.

7. **Акаба, А. Н.** Создание функциональных продуктов питания из субтропического сырья / А. Н. Акаба // Проблемы и пути развития ветеринарной и зоотехнической наук : материалы Международной научно-практической конференции обучающихся, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти заслуженного деятеля науки, доктора ветеринарных наук, профессора кафедры «Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза» Колесова Александра Михайловича, Саратов, 14–15 апреля 2021 года. – Саратов : Саратовская региональная общественная организация Центр вынужденных переселенцев «Саратовский источник», 2021. – С. 706–709.

8. **Акаба, А. Н.** Консервные изделия функционального назначения на основе субтропических плодов / А. Н. Акаба // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2021. – № 79. – С. 92–99. – DOI: 10.31360/2225-3068-2021-79-92-99.

9. **Акаба, А. Н.** Разработка рецептуры консервных изделий функционального назначения из мало распространенного субтропического плодового

сырья Абхазии / А. Н. Акаба // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник статей по материалам XII Всероссийской конференции молодых ученых, Краснодар, 05–08 февраля 2019 года / Отв. за вып. А. Г. Кощаев. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2019. – С. 354–355.

10. **Акаба, А. Н.** Полезные свойства плодов хурмы / А. Н. Акаба, Е. В. Щербакова // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной : сборник статей по материалам V Международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции Кубанского ГАУ, Краснодар, 29 марта 2019 года / отв. за вып. А. А. Нестеренко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2019. – С. 616–619.

11. **Акаба, А. Н.** Изучение химического состава малораспространенного субтропического плодового сырья Абхазии / А. Н. Акаба // Перспективы использования нетрадиционного растительного сырья Северо-Кавказского региона в производстве безалкогольных напитков функционального назначения : материалы Международной научно-практической конференции, Майкоп, 20 сентября 2019 года. – Майкоп : Индивидуальный предприниматель Кучеренко Вячеслав Олегович, 2019. – С. 7–8.

12. **Акаба, А. Н.** Климатические особенности культуры фейхоа на территории Абхазии / А. Н. Акаба, Е. В. Щербакова // Горинские чтения. Наука молодых – инновационному развитию АПК : материалы Международной студенческой научной конференции, Майский, 28–29 марта 2019 года. Т. 2. – Майский : Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина, 2019. – С. 143–144.

13. **Акаба, А. Н.** Разработка рецептуры консервной продукции функционального назначения / А. Н. Акаба // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2019. – Т. 26. – С. 16–20.

14. **Акаба, А. Н.** Изучение некоторых показателей химического состава плодов фейхоа / А. Н. Акаба, Е. В. Щербакова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник статей по материалам 73-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2017 год, Краснодар, 25 апреля 2018 года / отв. за вып. А. Г. Кощаев. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, 2018. – С. 442–444.

15. **Акаба, А. Н.** Применимость Структурометра СТ-2 для разработки рецептуры многокомпонентных консервов / А. Н. Акаба, Е. В. Щербакова // Сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2024 год : сборник трудов конференции, Краснодар, 05 февраля 2025 года. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, 2025. – С. 420–422.

16. **Акаба, А. Н.** Современное состояние рынка консервных изделий из фруктов функционального назначения в России на 2025 год / А. Н. Акаба,

А. В. Тарасенко // Экологическое будущее: научные подходы к органическому сельскому хозяйству : материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, р.п. Правдинский, 28 апреля 2026 года. – р.п. Правдинский : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2026. – С. 1591–164.

### *Патенты РФ на изобретение*

17. Патент № 2825224 С1 Российская Федерация, МПК А23L 21/12, А23L 33/00, А23L 5/30. Способ получения джема из субтропических плодов: № 2023115558 : заявл. 13.06.2023 : опубл. 22.08.2024 / **А. Н. Акаба**, Е. В. Щербакова ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина». – 8 с.

18. Патент № 2825227 С1 Российская Федерация, МПК А23L 21/12, А23L 33/00, А23L 5/30. Джем из субтропических плодов : № 2023115561 : заявл. 13.06.2023 : опубл. 22.08.2024 / **А. Н. Акаба**, Е. В. Щербакова ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина». – 8 с.

19. Патент № 2860001 С1 Российская Федерация, МПК А23L 21/10. Способ приготовления желеобразного десерта из субтропических плодов : заявл. 28.07.2025 : опубл. 14.04.2026 / **А. Н. Акаба**, Е. В. Щербакова ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина». – 6 с.

20. Патент № 2859176 С1 Российская Федерация, МПК А23L 21/12. Джем из субтропических плодов : заявл. 28.07.2025 : опубл. 30.03.2026 / **А. Н. Акаба**, Е. В. Щербакова ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина». – 7 с.

21. Патент № 2860006 С1 Российская Федерация, МПК А23L 21/10. Способ приготовления джема из субтропических плодов : заявл. 28.07.2025 : опубл. 14.04.2026 / **А. Н. Акаба**, Е. В. Щербакова ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина». – 6 с.

22. Патент № 2860003 С1 Российская Федерация, МПК А23L 21/10. Желеобразный десерт из субтропических плодов : заявл. 28.07.2025 : опубл. 14.04.2026 / **А. Н. Акаба**, Е. В. Щербакова ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина». – 6 с.



*Научное издание*

**Акаба Амина Нугзаровна**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Подписано в печать 13.10.2026.

Печать трафаретная. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>

Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 2697.

Отпечатано в ООО «Издательский Дом – Юг»

350010, г. Краснодар, ул. Зиповская, 9, литер «Г», оф. 41/3

Тел. +7(918) 41-50-571

e-mail: id-yug@id-yug.com Сайт: <https://id-yug.com>