

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

На правах рукописи



Акаба Амина Нугзаровна

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

Специальность 4.3.3 Пищевые системы

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель –
доктор технических наук, доцент
Щербакова Е. В.

Краснодар – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПЕРЕРАБОТКИ СУБТРОПИЧЕСКИХ КУЛЬТУР.....	12
1.1 Особенности химического состава и объемы производства выбранных сырьевых источников.....	12
1.2 Виды консервной продукции для здорового питания.....	19
1.3 Применение различных физических воздействий для получения продукции с заданными свойствами.....	22
2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	32
2.1 Объекты исследований.....	32
2.2 Методы исследований.....	33
2.3 Характеристика объектов исследования	37
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	41
3.1 Экспериментальное обоснование выбора сортов субтропических фруктов современной селекции для производства многокомпонентного джема	41
3.2 Влияние сортовых особенностей фруктов на аналитические характеристики пектиновых веществ.....	63
3.3 Влияние обработки ЭМП НЧ на изменение студнеобразующей способности пектиновых веществ субтропических фруктов.....	72
3.4 Влияние соотношения сырья в рецептуре на вязкость джема.....	77
3.5 Обоснование выбора целевых рецептур джема на основе кластерного анализа сортовых характеристик и дегустационной оптимизации.....	81

3.6 Математическая оптимизация обработки ЭМП НЧ фруктового сырья.....	95
4 УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАЗРАБОТАННОЙ ПРОДУКЦИИ.....	104
4.1 Обоснование и выбор технологической схемы по разрабатываемой продукции.....	104
4.2 Технологический расчет.....	109
4.3 Технологическая линия и технологическая характеристика основного производственного оборудования.....	110
4.4 Прогнозирование безопасного периода хранения разработанных продуктов в различных условиях хранения и основные критерии безопасности вырабатываемой продукции.....	117
5 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ АПРОБАЦИЯ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ДЖЕМОВ	122
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	135
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	137
ПРИЛОЖЕНИЕ А - Акты о проведении промышленной апробации - выработке разработанных изделий.....	160
ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Результаты лабораторных исследований.....	163
ПРИЛОЖЕНИЕ В - Техническая документация.....	166
ПРИЛОЖЕНИЕ Г - Патенты.....	175
ПРИЛОЖЕНИЕ Д - Диплом.....	181

ВВЕДЕНИЕ

Состояние здоровья человека во многом зависит от ежедневно употребляемых продуктов питания, их воздействия на организм, что зачастую связано с наличием тех или иных полезных пищевых нутриентов в составе сырья и в пищевом продукте после его изготовления. Именно поэтому в последние годы широкое распространение получили продукты здорового питания, употребление которых позволяет влиять на определенные физиологические процессы в организме человека. В составе подобных изделий может быть самое различное сырье, изначально богатое биологически активными и физиологически полезными пищевыми веществами. При технологической обработке массовая доля этих компонентов, может изменяться, чаще всего в сторону уменьшения, но для сохранения этими продуктами своего названия, не должна быть меньше 15% от необходимого человеку количества в пределах суточной потребности.

Современные технологии дают возможность сохранить или даже повысить концентрацию полезных для здоровья веществ в продуктах после их обработки. При этом важны не только питательные свойства, но и воздействию продукта на органы чувств потребителя. Из-за растущей обеспокоенности потребителей по поводу калорийности и содержания простых углеводов, традиционные методы консервации, основанные на большом количестве сахара, теряют свою привлекательность. Сезонность же созревания многих фруктов требует их сохранения для использования в пище в течение всего года. Поэтому в данной работе была поставлена задача по комбинированию нескольких видов субтропических фруктов с целью получения вкусного продукта, без добавления сахара и пектинового раствора, удовлетворяющего запросы потребителей, стремящихся получить полезных консервный продукт с максимально сохраненными свойствами исходного сырья.

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 другие. 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 научных исследований подтверждена включением их в государственную программу «Приоритет-2030» по стратегическому проекту Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина «Здоровое питание».

Цель исследований. Цель работы заключается в совершенствовании технологии и рецептуры многокомпонентных джемов из субтропических фруктов на основе анализа превращений под действием электромагнитного поля низких частот.

Задачи исследований:

- исследовать биохимический состав различных сортов субтропических фруктов;
- с использованием кластерного анализа провести классификацию сортов субтропических фруктов по технологическим признакам и аналитическим характеристикам пектина;
- установить влияние электромагнитного поля низких частот (ЭМП НЧ) на активацию свойств пектинов субтропических фруктов и технологические параметры процесса производства джема;

- определить рациональный режим получения готового продукта статистическими методами;
- разработать рецептуры многокомпонентных джемов с учетом различного соотношения фруктов различных культур;
- оптимизировать параметры технологического процесса приготовления джема;
- оценить показатели качества и безопасности новых видов консервированной продукции, в том числе в процессе хранения;
- разработать техническую документацию (ТУ, ТИ, РЦ) на многокомпонентные джемы, провести апробацию рекомендуемых технологических решений в ходе выработки партии разработанной продукции с определением экономической эффективности ее производства.

Научная новизна работы. 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.

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).

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.

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.

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 сырьё 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 исследований. Для выполнения поставленных задач использовались общепринятые и специальные органолептические, физико-химические, химические методы исследований 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:

-результаты исследования особенностей биохимического состава перспективных сортов субтропических фруктов, выращенных в Абхазии;

-закономерности влияния технологических параметров обработки ЭМП НЧ на студнеобразующую способность пектинов фруктового сырья и консистенцию многокомпонентных джемов;

-результаты конструирования рецептуры многокомпонентного джема и основные технологические параметры процесса получения многокомпонентных джемов по разработанной технологии и рецептурам.

Степень достоверности и апробация результатов исследований. Достоверность результатов, полученных при проведении исследований, 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 исследований, 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, рекомендованных 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.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПЕРЕРАБОТКИ СУБТРОПИЧЕСКИХ КУЛЬТУР (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Особенности химического состава и объемы производства выбранных сырьевых источников

К наиболее распространенным субтропическим культурам относят цитрусовые (мандарины), а также фейхоа, киви и хурма [108,109]. Эта продукция - символ побережья, выращивается в значительных количествах и подходит как для употребления в свежем виде в сезон созревания, так и для дальнейшей переработки [55,57,67,68,90,103,105].

Большинство субтропических культур были интродуцированы в 19-20 веках на территорию Республики Абхазия из других стран [2-6].

Районы закладки производственных насаждений субтропических культур на карте Республики Абхазия представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 - Районы закладки насаждений субтропических культур на территории Республики Абхазия

Анализ районов Республики Абхазия (рисунок 1) по выращиванию перечисленных фруктовых культур показал, что субтропические фрукты выращиваются в достаточно больших объемах в нескольких районах. К одному из основных относится Гудаутский район, в котором площади цитрусовых садов составляет 126 га и собирают до 5 тыс. т фруктов [49,101]. Например, в экспериментальном хозяйстве «Наш сад» на площади 33 га выращивают киви, фейхоа, хурму и другие фрукты. Очамчирский, Гулрыпшский, Сухумский районы также активно в последние годы увеличивают площади под мандаринами, фейхоа и киви.

На рисунке 2 приведены данные, характеризующие объемы производства мандаринов, фейхоа, киви и хурмы в Республики Абхазия, в период с 2020 по 2025 годы.

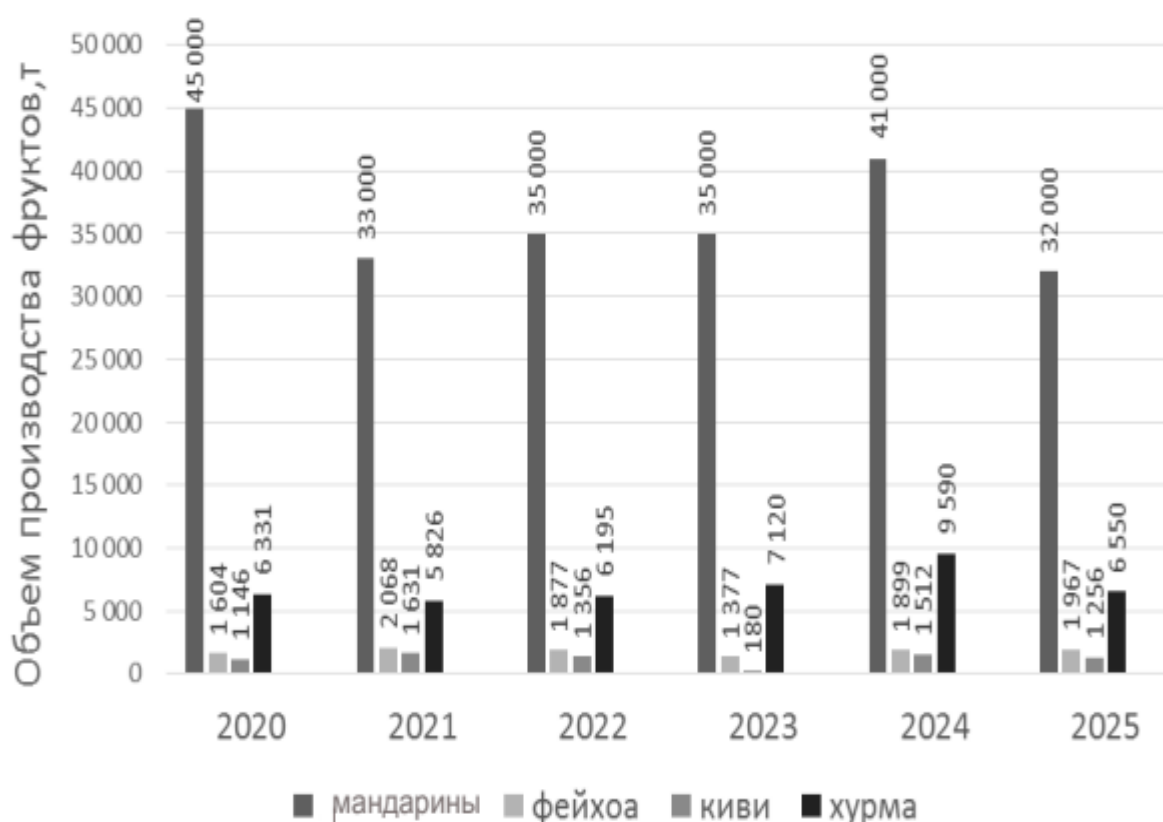


Рисунок 2 - Динамика объёмов производства мандаринов, фейхоа, киви и хурмы в Республике Абхазия (2020-2025гг.)

По данным НИИ сельского хозяйства Академии наук Абхазии урожайность рассматриваемых субтропических культур (т/га) в среднем по РА в последние годы составляет: мандарины - около 22,5; фейхоа - до 12,6; киви - до 11,2; хурма - до 11,1 [2,3].

Основной причиной спадов и колебаний урожаев в Абхазии стало нашествие мраморного клопа. В 2019 году вредитель только появился в регионе и серьёзного ущерба не наносил. Однако, начиная с 2021 года, его популяция выросла, и клоп начал массово уничтожать завязи и молодые плоды. Это привело к падению урожаев в 2021-2023 годах. В ответ на это стали активно применять химические обработки, что позволило временно подавить численность вредителя и частично восстановить сбор плодов. Тем не менее, полностью уничтожить вредителя не удалось. Именно поэтому даже после относительно успешных сезонов следуют новые спады. Проблема до сих пор окончательно не решена, и каждый год сохраняется риск повторной вспышки численности этого опасного вредителя.

В последние годы акцент делается на расширение площадей под ранними сортами мандаринов, фейхоа и киви, а также на освоение новых земель для промышленного садоводства.

Анализ литературных источников показал ценность рассматриваемых фруктов по биохимическому составу [10,37,38,46]. Несмотря на некоторые различия в зависимости от сортовых особенностей, степени зрелости, направления использования, климатических условий года выращивания, как и другие виды плодов, субтропические плоды отличаются высокой массовой долей углеводов, прежде всего сахаров и пектиновых веществ, а также органических кислот, витаминов и минеральных веществ.

Плоды фейхоа характеризуются высоким содержанием разнообразных минеральных веществ, среди которых йод занимает уникальное положение, не имея аналогов среди других плодовых культур [54]. Результаты биохимических анализов свидетельствуют о благоприятном соотношении как

макронутриентов (углеводов и белков), так и микронутриентов, включая минеральные вещества, витамины и пищевые волокна (таблица 1) [1,43,66,84,94,116].

Таблица 1 – Химический состав фейхоа

Основные вещества (г/100 г):	Свежее фейхоа
Углеводы	15,21
Сахар общий	8,2
Пищевые волокна	6,4
Минералы (мг/100 г):	
Калий	172
Кальций	17
Фосфор	19
Витамины (мг/100 г):	
Витамин С	32,9
Витамин РР	0,295
Витамин Е	0,16
Витамин В6	0,067
Витамин В2	0,018
Витамин В1	0,006

Исследования Р.Г. Мелкадзе [59], основанные на модифицированной методике Х.Н. Починока, показали, что содержание йода в 100 г фейхоа варьируется от 8-9 мг до 35 мг. Эта разница объясняется близостью растения (или плантации) к морским побережьям и, соответственно, к йодсодержащим почвам.

Согласно исследованию химического состава абхазских фейхоа, авторы определили содержание йода в плодах в диапазоне 0,012-0,0146 мг (12-14,6 мкг) в 100 г. Они оценили эту концентрацию как высокую, учитывая, что в ягодах других культур йод обычно присутствует в количестве не более 0,005 мкг на 100 г [1,97].

Потенциал фейхоа как источника аскорбиновой кислоты для человека высоко оценивается большинством исследователей [124-128,132,134,136,154]. Считается, что порция в 100 граммов этого плода способна обеспечить примерно треть дневной потребности в витамине С (около 30-40мг), что

является существенным вкладом в ежедневное потребление (90 мг для мужчин и 75 мг для женщин). Уровень витамина С в плодах возрастает с их зрелостью. Плоды фейхоа характеризуются выраженной кислотностью, которая колеблется от 1,26% до 2,64% и в основном представлена лимонной кислотой, тогда как яблочная, винная и янтарная кислоты содержатся в меньших количествах [38]. Фейхоа также выделяются высоким содержанием минеральных веществ, опережая по этому показателю груши, яблоки и большинство плодов косточковых культур [137].

Хурма богата антиоксидантами и клетчаткой, повышает уровень ключевых витаминов и минералов [138,139,142,144,155,158]. Польза хурмы обусловлена, в частности, высоким содержанием углеводов, представленных в основном сахарами, доля которых может достигать 20% [116,120]. Хурма богата протопектином, а общее содержание пектиновых веществ может достигать до 1,27%, хотя этот показатель может значительно отличаться в зависимости от сорта и региона, где она была выращена [151,175]. Помимо этого, плоды богаты дубильными веществами (от 0,25% до 1,5%), жирами (0,1-0,3%), минералами (0,3-0,7%) и органическими кислотами (0,05-1,35%). Среди последних наиболее распространены лимонная, яблочная и янтарная кислоты.

Мякоть хурмы - хороший источник калия, фосфора и витаминов А, С, Е, В6. Один средний плод содержит 70% суточной нормы витамина А и 20% суточной нормы витамина С. Он также содержит такие полезные органические соединения, как катехины, каротиноиды [141,158,163,165]. Вещества вносят существенный вклад в здоровье сердца, сосудов и других органов.

Плоды киви богаты минеральными соединениями, микро- и макроэлементами - железом, калием, магнием и фосфором. Киви также содержит запас витаминов, относящихся к группам А, В, РР и Е [157,183,184]. Тем не менее, максимальная концентрация в киви приходится на витамин С и фолиевую кислоту (витамин В9) (таблица 2) [152].

Содержание углеводов в плодах меняется по мере их созревания. В спелых плодах концентрация углеводов составляет от 9,0% до 11,3%, в том числе пектиновых веществ (0,3-0,7%), сахаров (8,5-12%) и незначительное количество крахмала (до 0,054%) [11,95,149,176].

Таблица 2 – Химический состав киви

Основные вещества (г/100 г):	Плоды киви
Вода	83,07
Углеводы	14,66
Жиры	0,52
Калории (ккал)	61
Минералы (мг/100 г):	
Калий	312
Фосфор	34
Магний	17
Кальций	34
Натрий	3
Витамины (мг/100 г):	
Витамин С	92,7
Витамин Е	1,46
Витамин В4	7,8
Витамин В3	0,341
Витамин В15	0,183

Надо иметь в виду, что на количество составляющих любых плодов существенно влияют и другие факторы: сорт, степень зрелости, регион произрастания, погодные условия, особенности хранения и прочие [92].

Мандарины очень полезны, содержат широкий спектр витаминов, кислот и микроэлементов [162]. Мандарины богаты пектинами [156], минеральными солями, гликозидами и витаминами (В1, В2, К, D [169]. Среди цитрусовых, мандарины выделяются высоким содержанием углеводов, которое составляет 8,25-12,1%. Что касается органических кислот, их массовая доля 0,6-2,0; минеральных веществ - 0,5-0,7%. Химический состав плодов представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав мандарина

Основные вещества (г/100 г):	Свежие мандарины
Вода	85,17
Углеводы	13,34
Сахар	10,58
Пищевые волокна	1,8
Жиры	0,31
Калории (ккал)	53
Минералы (мг/100 г):	
Калий	166
Кальций	37
Фосфор	20
Магний	12
Натрий	2
Железо	0,15
Цинк	0,07
Медь	0,042
Витамины (мг/100 г):	
Витамин С	26,7
Витамин РР	0,376
Витамин Е	0,2
Витамин В6	0,078
Витамин В2	0,036
Витамин В1	0,058

Актуальность проблемы создания джемов из субтропических плодов связана не только с расширяющимися объемами их производства в условиях Республики Абхазии, но и с ценным биохимическим составом плодов, необходимым для сбалансированного питания человека [131,121,153,159, 161, 166-168, 171,174, 182].

Учитывая это, определённый интерес представляет анализ ассортимента консервированной продукции, производимой из субтропических плодов в настоящее время, для выбора наиболее перспективного направления их переработки [97,111].

1.2 Виды консервной продукции для здорового питания

Исследования и разработка новых продуктов питания, характеризующихся сбалансированным биохимическим составом, высоким содержанием антиоксидантов и определенной функциональной направленностью, представляют собой важную научную задачу [97,111]. Реализация этих разработок позволит обеспечить организм необходимыми биологически активными веществами, укрепить иммунитет, замедлить процессы старения и снизить риск развития заболеваний. Анализ рынка показывает, что потенциал плодов и ягод в создании функциональных продуктов питания используется недостаточно [60,82,87,96].

Традиционными направлениями переработки субтропических плодов является производство сока, компотов, варенья, джемов, начинок для кондитерских изделий [104,111]. Учитывая достаточно высокую массовую долю органических кислот, большинство традиционных рецептур консервированной продукции включают сахар белый и пищевые добавки.

В рецептурах джемов из одного вида плодов соотношение плодов и сахара может составлять 1:1 или даже 1:1,5 [111].

Длительная тепловая обработка субтропических плодов при их переработке приводит к потере термолабильных витаминов, относящихся к наиболее ценным микронутриентам [12,164]. Поэтому перспективными могут быть технологии, исключаящие продолжительное тепловое воздействие. Варка джемов обычно по продолжительности более быстрый процесс, чем производство, например, варенья, чаще всего осуществляется в один прием. Кроме того, именно в джеме сохраняются все органолептические преимущества фруктов - их вкус, аромат и цвет.

В рецептуре джемов могут быть представлены плоды как одного, так и нескольких видов. Так, на рынке представлены джемы, ассортимент которых включает следующие варианты: яблочный с фейхоа, яблочно-алычовый с

фейхоа, яблочно-мандариновый, яблочно-алычово-мандариновый, мандариново-яблочный, яблочно-апельсиновый, яблочно-алычово-апельсиновый, апельсиново-яблочный, яблочный с киви, яблочно-алычово-инжирный, яблочно-инжирный с лимоном, яблочный с хурмой и лимоном, яблочно-алычовый с хурмой, яблочный с хурмой, из хурмы с алычой, яблочно-банановый. Основным рецептурным компонентом является яблочное пюре, которое из-за высокого содержания пектиновых веществ, относится к хорошо желирующим, что важно при производстве джема. Антиоксидантные свойства джемов этого производителя связаны с высоким содержанием флавоноидов, витамина С и β -каротина. Эти джемы отличаются превосходным вкусом и насыщенным ароматом фруктов, из которых они приготовлены. Благодаря содержанию флавоноидов, витамина С и каротина, они также богаты антиоксидантами.

Анализ показателей биохимического состава киви позволил другому производителю разработать рецептуры консервов «Соус из киви», где в качестве основного рецептурного компонента используются измельченные и протертые киви сортов Монти и Эллисон.

Соус деликатесный «Сочный киви» (производитель «Южная Фазенда», г. Краснодар) [33] кроме высоких вкусовых качеств, обеспечивает суточную потребность в витаминах С и Р на 40-60%, причем благодаря минимальной термической обработке в десерте из киви сохраняются витамины, калий, магний, антиоксиданты, фолиевая кислота, клетчатка, флавоноиды, бета-каротин и органические кислоты [70,83]. Десерт из киви также содержит фермент актинидин [140]. Продукт подойдет для тех, кто соблюдает принципы низкокалорийного правильного питания, но не может отказать себе в употреблении сладостей [152]. Добавление киви в производство консервов помогает создавать продукты питания с отличными вкусовыми и диетическими качествами.

Известен джем, содержащий измельченные яблоки, абрикосы, киви и фейхоа, растворы сахара и пектина, взятых в заданном соотношении [72]. Киви и фейхоа в рецептуре позволяют получить сбалансированные вкусовые качества продукта.

Разработана рецептура джема, который содержит измельченные киви, хурму и фейхоа, сахарный сироп и пектиновый раствор, для заливки перечисленных видов фруктов в заданном соотношении. Полученный джем обогащен биологически активными веществами и рекомендуется для использования в геродиетическом питании [75-77].

В настоящее время на рынке представлены стерилизованные консервы и из хурмы - фрукты вяленые в растительном масле с пряностями «Хурма пряная». Производитель «Дом Варенья», г. Сочи [120].

Достаточно широко представлены консервированные продукты из мандаринов с различными видами подготовки - целые, дольками или кусочками, а также с использованием разных способов обработки: в сиропе, собственном соку или в маринаде. В ассортименте присутствуют пастеризованные целые мандарины и эксклюзивное крафтовое варенье из мандаринов с имбирем, а также оливки зеленые в сладком рассоле с мандаринами и специями.

При цельноплодном консервировании плоды не должны быть деформированными, должны иметь твердую консистенцию, чтобы их форма не изменилась при тепловой обработке [23]. Поэтому консервирование незначительно деформированных плодов, потерявших признаки свежести и упругости, чаще всего связаны с такими видами переработки как производство джема и конфитюра, для которых целостность плодов не является критическим дефектом [114]. В таком случае плоды должны быть промаркированы пометкой «для переработки».

Условием получения продукции желеобразной консистенции - конфитюров и джемов из субтропических плодов является наличие в них не

менее 1% пектиновых веществ и примерно такое же количество органических кислот (0,8-1,0%) [34]. Фейхоа, хурма, киви и мандарины отвечают данным требованиям [38,46,92,126], поэтому могут быть успешно использованы в производстве джема.

Таким образом, проведенный патентный поиск и анализ литературных источников показал, что, несмотря на существующие традиционные технологии и современные разработки, ассортимент джемов из субтропических фруктов недостаточно широкий, а существующие рецептуры джемов включают сахар белый, что может привести к развитию у потребителей такого заболевания как сахарный диабет [93].

Рассмотренный потенциал биохимического состава субтропических плодов позволяет разрабатывать многокомпонентные консервы, исключая негативные для здоровья человека факторы. Однако при производстве консервированной продукции фрукты подвергаются различным физическим воздействиям, которые также приводят к изменению биохимического состава исходного сырья [61,122].

1.3 Применение различных физических воздействий для получения продукции с заданными свойствами

При консервировании плодов используют разные методы физических воздействий, которые помогают сохранить продукт безопасным для употребления длительное время [178]. Один из наиболее распространенных методов является тепловая обработка, которая, включает процессы пастеризации и стерилизации [111,114]. Чаще всего эти процессы применяют для уничтожения микроорганизмов и ферментов, способствующих порче продукта. Пастеризация представляет собой кратковременное нагревание продуктов до температуры ниже 100° С и сохраняет большую часть витаминов

и других термолабильных веществ исходного растительного сырья. В отличие от пастеризации стерилизация: более интенсивная тепловая обработка при температуре примерно 100°C и выше. При таких обработках уничтожаются практически все патогены и ферменты, однако теряется больше питательных веществ [104].

Кроме высоких температур в практике консервирования активно используются и низкие температуры, поэтому применимы охлаждение и замораживание, которые замедляет активность микроорганизмов и ферментативные реакции, предотвращая быструю порчу плодов. Быстрое охлаждение используется сразу после сбора урожая, снижая температуру продукции и замедляя биохимические процессы. Глубокая заморозка осуществляется при температурах до -18°C и позволяет сохранять плоды длительное время. Перед употреблением плоды размораживаются естественным путем либо методом быстрой дефростации.

Электрофизические способы обработки сырья всегда привлекали повышенное внимание как исследователей, так и производителей различных отраслей народного хозяйства. Особой популярностью в АПК пользуется электромагнитная обработка. Широко применяемые наиболее распространённые формы ее проявления, такие как ультразвук, радиация, СВЧ, инфракрасное и ультрафиолетовое излучения, являются весьма жёсткими видами воздействия на биообъекты, к которым по своей природе принадлежат многие виды сельскохозяйственного сырья [7,15,41].

Полученные в результате исследований нескольких последних десятилетий данные свидетельствуют, что обработка ЭМП НЧ оказывает благоприятное воздействие на количество извлекаемых нутриентов из сырья в ходе его переработки, особенно тех из них, которые связаны с функциональной направленности получаемой продукции [63,89].

Важным физическим воздействием при консервировании является и обезвоживание или сушка. Удаление влаги снижает активность бактерий и

грибов, которые требуют воды для развития и роста. Плоды сушат различными способами:

- естественное солнечное высушивание.
- искусственная дегидратация в специальных камерах.
- лиофильная сушка ("сублимационная"), при которой замороженная вода удаляется под вакуумом.

Обработка ионизирующим излучением позволяет инактивировать микроорганизмы, сохранив вкусовые качества и полезные вещества. Однако этот метод применяется редко ввиду законодательных ограничений и опасений потребителей относительно радиационного загрязнения пищи.

Консервирование плодов под вакуумом помогает исключить доступ кислорода, что препятствует росту аэробных микроорганизмов. Часто сочетается с упаковкой в герметичные пакеты или банки [27].

Таким образом, основными физическими методами консервации являются тепловая обработка, охлаждение, обезвоживание, использование вакуума и некоторые другие. Кроме традиционных способов в последние годы распространение получают и более сложные современные электромагнитные технологии [44,63].

Пищевые продукты с точки зрения поведения их в электромагнитном поле представляют собой гетерогенные системы, содержащие воду. Такие компоненты пищевых продуктов как белки, жиры, углеводы и вода можно отнести к разряду диэлектриков, а водные растворы солей - к разряду проводников [63].

Потенциальные возможности использования микроволновой или сверхвысокочастотной (СВЧ) энергии заключается в больших качественных изменениях в области пищевой технологии. В результате бесконтактного нагрева, СВЧ-энергия может проникать внутрь продукта на значительную глубину и нагревать продукты до заданной температуры независимо от продолжительности процесса, объема и формы продуктов.

Стерилизация токами высокой частоты (ТВЧ) или высокочастотный нагрев еще один прогрессивный технический прием, позволяющий интенсифицировать ряд термических процессов и, в частности, стерилизацию консервов.

Эффективность использования ТВЧ (103–1010 Гц) связано с тем, что плодовая и овощная продукция обладает высоким влагосодержанием и из-за большой величины диэлектрических потерь количество энергии, выделяющейся в продукте, велико. Таким образом, консервы могут быть нагреты до температуры стерилизации в 10–12 раз быстрее, чем при стерилизации паром, причем температура будет равномерно распределена по всему объему банки.

Токи высокой частоты угнетающе действуют на основные виды микроорганизмов, что обусловлено выделением тепла непосредственно в микробной клетке. Суммарное воздействие температуры нагретого продукта на микроорганизмы, а также нарушение функций жизнедеятельности их под непосредственным воздействием ТВЧ, создает предпосылки к сокращению времени собственно стерилизации, а, следовательно, позволяет сохранить пищевую ценность стерилизуемого продукта.

Стерилизация консервов токами высокой частоты принципиально отличается от стерилизации путем нагрева паром или другими источниками тепла. При этом способе стерилизации тепло образуется одновременно во всем объеме продукта независимо от его теплопроводности, в результате чего значительно сокращается продолжительность нагревания. При помещении стерилизуемого продукта в поле переменного электрического тока высокой частоты заряженные частицы продукта приходят в колебательное движение и образуется тепло, под действием которого погибают находящиеся в продукте микроорганизмы.

Продолжительность стерилизации консервов токами высокой частоты в десятки раз меньше продолжительности стерилизации обычными методами,

поэтому пищевая ценность продуктов при этом способе стерилизации сохраняется значительно лучше.

Кроме стерилизации токами высокой частоты (ТВЧ) или высокочастотного нагрева стерилизация может осуществляться и в электромагнитном поле сверхвысоких частот (СВЧ). При нагревании продукта в поле СВЧ (433, 915, 2450 МГц) воздействие тепла на микроорганизмы происходит так же, как и при ТВЧ нагреве, не столько путем теплоотдачи от продукта, сколько в результате образования тепла в самом содержимом клеток под действием высокочастотного переменного электромагнитного поля. Поэтому при нагревании продукта в поле СВЧ микроорганизмы погибают быстрее. Одновременно СВЧ нагрев обеспечивает сохранность пищевой ценности продукта. Следует отметить, что СВЧ обработка приемлема только для продуктов, упакованных в стеклянную или полимерную тару.

В пищевом производстве получило распространение и стерилизация ионизирующими облучениями. К ионизирующим излучениям относят катодные лучи – поток быстрых электронов, рентгеновские лучи (частота 10^{18} – 10^{16} Гц) и гамма-лучи (10^{20}). Все ионизирующие излучения обладают высоким бактерицидным действием и способны, не вызывая нагрева продукта, обеспечить полную стерилизацию. Из радиоактивных излучений практическое значение имеют гамма-лучи, имеющие большую проникающую способность. Время стерилизации ионизирующими облучениями составляет всего несколько десятков секунд. Герметичная упаковка консервов может быть любого вида. Необходимо, однако, иметь в виду, что высокая интенсивность облучения приводит к изменению составных частей продукта. Кроме того, учитывая то обстоятельство, что после ионизационной обработки продукт внутри банки остается сырым, необходимо вслед за стерилизацией провести доведение его до состояния кулинарной готовности одним из обычных способов нагрева [178].

Использование стерилизации ионизирующими облучениями позволяет организовать непрерывно-поточную обработку консервов и делает возможным максимальное сохранение вкусовых свойств и пищевой ценности продукта.

Гибельное действие ионизирующих излучений на микроорганизмы было обнаружено еще несколько десятков лет назад. Однако только при создании мощных источников ионизирующей энергии стало возможным применение этого нового метода стерилизации пищевых продуктов. Особенность его состоит в том, что микроорганизмы, вызывающие порчу пищевых продуктов, уничтожаются без нагревания продукта под действием ионизирующего излучения, полученного от радиоактивных изотопов или на машинных установках (ускорителях электронов). Гибель микроорганизмов в основном связана с ионизацией водной фазы. Образующиеся при ионизации продукты распада воды отрицательно действуют на жизненные функции микроорганизмов [178].

В отличие от термической стерилизации при ионизационном облучении смерть микроорганизмов наступает через значительный промежуток времени (иногда несколько часов) после облучения их летальными дозами.

Установки с использованием микроволн нашли применение в пищевой промышленности для осуществления процессов тепловой обработки плодов и овощей, а также полуфабрикатов на их основе. В зависимости от скорости изменения температуры и равномерности проведения процесса получаемый результат может быть от положительного - ускорение процесса приготовления продукции, до отрицательного - перегрев отдельных участков или зон продукции и потери их товарного вида.

Кроме вышеперечисленных физических воздействий, многие авторы отмечают положительное воздействие ультрафиолетового излучения, положительное влияние которого чаще всего проявляется в процессах синтеза витамина D. Тем не менее, чрезмерное УФ-излучение может приводить к

повреждению ДНК и белков, а также стрессовым реакциям и ограничениям в росте [7].

Современные технологии позволяют целенаправленно применять электромагнитные поля определенной частоты для достижения конкретных целей, например, увеличение сроков хранения свежих овощей и плодов благодаря обработке низкими уровнями энергии [13,15,44,63].

При этом важно учитывать интенсивность излучения, продолжительность воздействия и индивидуальные особенности каждого объекта для оптимального использования технологий [63].

Электромагнитные поля крайне низкой частоты (менее 30 Гц) обладают способностью воздействовать на физико-химические характеристики биополимеров, включая пектины, содержащиеся в тканях плодов [41,63]. Основные механизмы влияния включают изменение конформации молекул, подвижности водородных связей и активности ферментов, участвующих в модификации пектинового матрикса. Экспериментальные исследования показали, что обработанные таким полем растворы пектинов демонстрируют увеличение вязкости [122,145,181]. Механизм процесса связан с изменениями, которые под действием этого воздействия происходят в пространственном расположении и агрегированию молекул полигалактуроновой кислоты, что приводит к препятствию перемещения окружающей жидкой среды. Учитывая, что на растворимость и желирующие свойства пектиновых веществ влияет степень метоксилирования, необходимо учитывать установленные рядом исследователей закономерности, связанные с изменением степени метоксилирования после обработки электромагнитными полями КНЧ [86,145,172,180,181].

Прочность геля может повышаться и в результате образованию дополнительных связей между полимерными молекулами пектиновых веществ [9,34,36]. Кроме образования свободных радикалов, электромагнитное поле КНЧ может приводить к образованию активных форм

кислорода и влиять на устойчивость различных микронутриентов в составе сочных растительных объектов к различным окислительным процессам [64,122].

Полученные знания могут быть использованы в разработке новых биотехнологических подходов для оптимизации состава плодовых консервов, обогащенных пектиновыми веществами [115]. Возможность направленного управления свойствами пектинов открывает перспективы для разработки инновационной упаковки [88,123], стабилизаторов консистенции, загустителей и других добавок пищевого назначения [35,119,172].

Таким образом, электромагнитные поля крайне низкой частоты представляют интерес как инструмент для модификации и улучшения свойств пектиновых веществ, присутствующих в плодах, открывая новые горизонты в сфере здорового питания [115].

Помимо изменений вязкости, степени метоксилирования и способности к гелеобразованию, электромагнитные поля крайне низкой частоты (КНЧ) также могут оказывать влияние на ряд других важных физико-химических характеристик пектинов.

Например, молекулярная масса и распределение размеров молекул. Экспериментально рядом исследователей было установлено изменение средней молекулярной массы пектиновых веществ растительного сырья после обработки электромагнитным полем КНЧ, что связано с ослаблением и в некоторых случаях разрушением связей между отдельными молекулами пектина [145,181]. Как результат растворимость пектиновых веществ улучшилась, а молекулярная масса уменьшилась [14].

Модификация пектиновых веществ под действием электромагнитного поля КНЧ может быть связана с процессами гидролиза различных связей, например, гликозидных, что делает олиго- и моносахариды более доступными для участия в различных процессах, и может быть применено для

производства пектинов с заданными свойствами для целей фармацевтической и косметической промышленности [122,146].

Популярное в последние годы направление получения различных так называемых «съедобных» покрытий, связано с адгезионными свойствами гидроколлоидов, входящих в состав их рецептур. Увеличение смачиваемости поверхностей, снижение поверхностного натяжения происходит для пектинов под действием электрофизической обработки, что может положительно повлиять на их использовании в этом направлении.

Подвергая электрофизической обработке, субтропические плоды необходимо учитывать некоторые особенности пектиновых веществ, составляющих в среднем 9-14% от их массы. [55].

Пектины высокой степени этерификации стабилизируются в геле комбинацией гидрофобных взаимодействий и водородных связей.

Метоксильные эфирные группы являются гидрофобными частями пектиновой молекулы. Гидрофобные силы заставляют их сгруппироваться в агрегаты, причем они стремятся иметь как можно меньшую поверхность контакта с водой. В дополнении к этому водородные связи, например, между неэтерифицированными карбоксильными группами образуются тогда, когда значение pH в геле достаточно низкое и диссоциация карбоксильных групп в значительной степени подавлена [130-131].

Следует отметить, что водородные связи стабилизируют пектиновую сетку, но без гидрофильных взаимодействий метоксильных групп желирование по энергетическим причинам не произошло бы.

Содержание метоксильных групп определяет механизм студнеобразования. Чем выше степень этерификации, тем выше доля гидрофобных сил в желировании. При этом доля водородных связей, образующихся по свободным, неэтерифицированным карбоксильным группам, уменьшается [86,180].

Повышенная устойчивость к окислению и разрушению при тепловых воздействиях растительного сырья, содержащего пектиновые вещества, также связывается с процессами гидроксипропилирования, модификация которых возможна при обработке ЭМП НЧ [115,172].

Еще одним возможным направлением модификации пектиновых веществ при воздействии электромагнитных полей НЧ является изменение их структуры на развернутую, которая позволяет получать пленочные покрытия и комплексные гели [145].

Подобные преобразования расширяют область применения пектинов в продуктах питания, медицинских препаратах и специализированных покрытиях, подчеркивая важность дальнейших исследований в области физики и химии низкоэнергетических воздействий на природные биополимеры [115].

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) признала, что электромагнитные поля всех частот представляют собой одно из наиболее распространенных и быстро растущих воздействий на окружающую среду. По ее мнению, в настоящее время все население в той или иной степени подвергается воздействию ЭМП, и по мере развития технологий его уровень будет продолжать расти. Однако ВОЗ также подчеркивает, что имеющиеся данные не подтверждают существования каких-либо последствий для здоровья от воздействия низкочастотных электромагнитных полей [63].

Таким образом, проведенный анализ научной литературы показал, что, используя различные физические воздействия, можно изменить физические свойства растительного сырья с целью получения продукции с заданными свойствами [63,122].

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты исследований

Объектами исследования были предоставленные ГНУ ИСХ АНА (государственное научное учреждение института сельского хозяйства Академии наук Абхазии) следующие образцы фруктов, выращенные в условиях опытного поля Абхазского НИИ сельского хозяйства в 2020-2026 г., представленные на рисунке 3. Сорта являются перспективными, часть из них новыми.



Рисунок 3 - Исследуемые виды и сорта субтропических культур

Кроме фруктов объектами исследования являлись многокомпонентные джемы, выработанные по разработанным рецептурам и усовершенствованным технологическим режимам.

2.2 Методы исследований

Экспериментальные работы были выполнены автором на базе научно-исследовательской лаборатории кафедры «Технология хранения и переработки растениеводческой продукции» факультета пищевых технологий Кубанского государственного университета имени И. Т. Трубилина. Определение ряда ключевых показателей, в том числе показателей безопасности, было проведено в аккредитованной испытательной лаборатории «Центр качества пищевой продукции» НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции.

Комплексные исследования по определению биохимического состава субтропических фруктов были выполнены на базе лаборатории ГНУ института сельского хозяйства Академии наук Абхазии (ГНУ ИСХ АНА).

Обработку измельченных фруктов ЭМП НЧ осуществляли с помощью устройства на основе прибора «Имедис Эксперт-Т». Схема устройства представлена на рисунке 4.

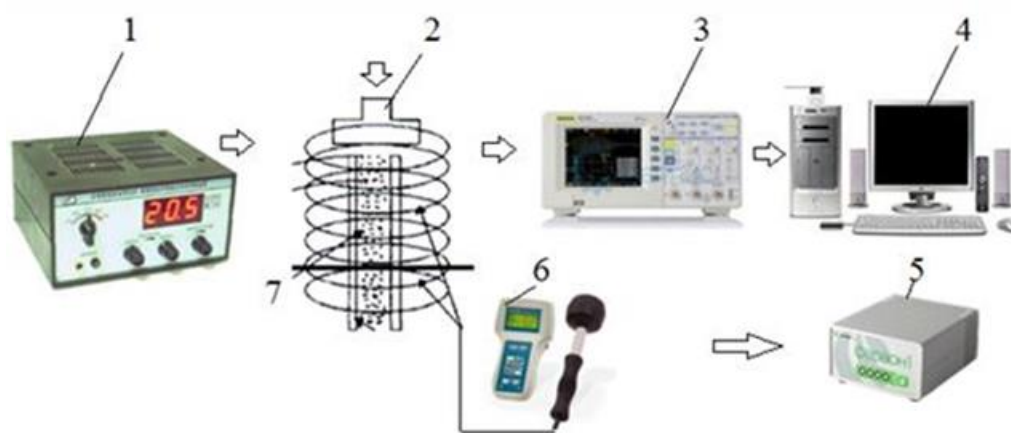


Рисунок 4 -Установка для обработки пищевых сред ЭМП с моделируемыми характеристиками:

- 1 - Генератор ЭМП НЧ; 2 - устройство для обработки; 3 - осциллограф; 4 - ПЭВМ; 5 - прибор для защиты от ЭМП; 6 - измеритель плотности потока ЭМ излучения; 7 - обрабатываемая пищевая среда

Для определения вязкости джемов был применен прибор Структурометр-СТ2 (рисунок 5) (ОО «Лаборатория качества», Россия, (приобретенный Кубанским госагроуниверситетом в ходе реализации программы ПРИОРИТЕТ 2030), это автоматическое электромеханическое устройство с микропроцессорным управлением. Прибор измеряет механическую нагрузку, создаваемой с помощью индентора, закрепленного в тензодатчике при его внедрении в пробу продукта и математический анализ полученных результатов с целью определения его реологических характеристик.

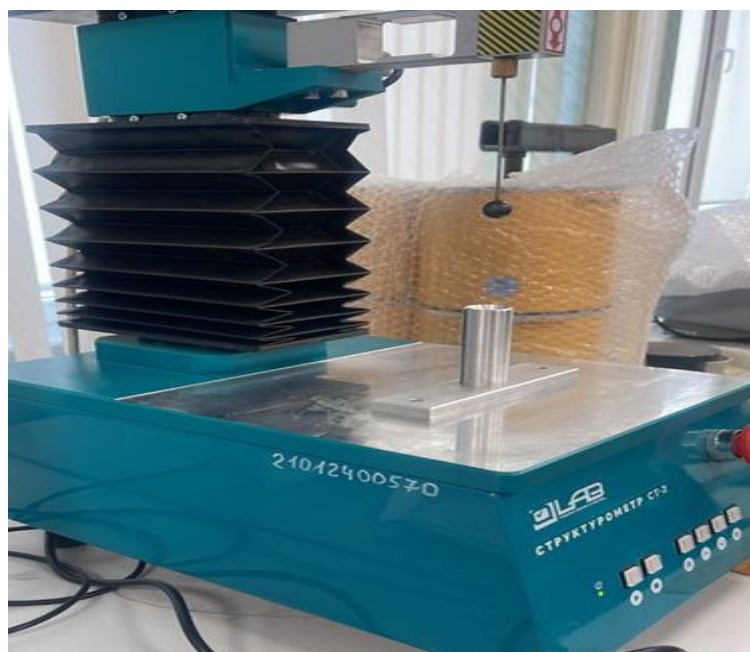


Рисунок 5 - Прибор Структурометр-СТ2

Исследование органолептических и физико-химических, показателей качества, а также микробиологических и санитарно-гигиенических показателей безопасности субтропических фруктов и готовой продукции проводили на основе рекомендаций действующих государственных стандартов и с использованием стандартных и усовершенствованных методик, приведенных в таблице 4 [95].

Таблица 4 - Методы исследования

Показатель	Метод исследования
Определения массовой доли растворимых сухих веществ	Рефрактометрическим методом [19]
Массовая доля пектиновых веществ	Кальций-пектатным методом [35]
Массовая доля титруемых кислот	Прямым титрованием [17]
Органолептический анализ сырья и продукции	ГОСТ 8756.1-2017 [28]
Массовая доля спиртоосаждаемых пектиновых веществ	Гравиметрический [35]
Аналитические характеристики пектиновых веществ	Кондуктометрическим титрованием [34]
Определение студнеобразующей способности пектиновых веществ	Уваривание пюреобразной массы Вязкость-Структурометр-СТ2 [107]
Определение массовой доли витамина С	ГОСТ 24556-89 [16]
Определение массовой доли витамина РР	Фотометрический метод [26]
Определение массовой доли сахаров	Колориметрический [29]
Определения массовой доли лимонной кислоты	ГОСТ ISO 750-2013 [23]
Определение массовой доли яблочной кислоты	ГОСТ ISO 750-2013 [23]
Определение массовой доли дубильных веществ	Титриметрический [30]
Определение массовой доли каротиноидов	Спектрофотометрический метод [20]

Математическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием программ Microsoft Office Excel 2007 и Статистика 14.

Выбор сортов осуществлялся по результатам кластерного анализа по методу Уорда [32].

Структурная схема исследований представлена на рисунке 6.



Рисунок 6 - Структурная схема исследований

2.3 Характеристика объектов исследования

Перечень сортов представлен в таблице 5.

Таблица 5 - Сорта субтропических фруктов, выбранные в качестве объектов исследования

Сорт	Происхождение	Статус	Краткое описание и особенности
1	2	3	4
ФЕЙХОА			
Суперба	Калифорния	Классический, районированный	Один из самых распространенных сортов в субтропиках России. Плоды крупные, почти круглые, очень ароматные, самоопыляемый. Широко используется в промышленном и частном садоводстве.
Амза	Абхазия	Новый, региональный	Местный абхазский сорт. Название переводится как «луна». Отличается по вкусу и внешнему виду, адаптирован к условиям Абхазии. Относится к новым селекционным сортам.
Ацха	Абхазия	Новый, региональный	Абхазский сорт, название означает «мёд». Отличается сладким вкусом, характерным для местных сортов. Используется в региональных агротехнологиях.
Гульрипшский	Абхазия	Новый, региональный	Назван по району произрастания (Гульрипш). Местная селекция, хорошо адаптирован к климату Абхазии. Считается перспективным для расширения ассортимента.
КИВИ			
Сорт	Происхождение	статус	Краткое описание и особенности
Апсны	Абхазия	Новый, региональный	Местный сорт, выведен в Абхазии. Отличается крупными плодами, относится к голоплодным киви. Адаптирован к условиям региона.
Слава	Абхазия	Новый, региональный	Новый сорт, полученный в результате селекции в Абхазии. Используется для переработки и свежего потребления.
Победитель	Абхазия	Новый, региональный	Новый абхазский сорт с крупными плодами, голоплодный. Отличается высокой урожайностью и устойчивостью.
Отхара	Абхазия	Новый, региональный	Местный сорт, также с крупными плодами, голоплодный. Используется для переработки и свежего рынка.

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
Бруно	Зарубежная селекция	Классический , районированный	Классический сорт киви, широко распространён в субтропиках, в том числе в Абхазии. Женский сорт, требует опылителя.
Хейвард	Зарубежная селекция	Классический , районированный	Один из самых популярных сортов киви в мире и в России. Женский сорт, используется в промышленных посадках, требует опылителя.
МАНДАРИНЫ			
Сорт	Происхождение	Статус	Краткое описание и особенности
Олимпийский	Абхазия (селекция)	Новый, региональный	Выведен специально к Олимпийским играм в Сочи (Олимпийский 2014). Относится к новым формам, отличается ранним созреванием и высокой урожайностью.
Краснодарский 83	Краснодарский край	Классический , районированный	Широко распространённый сорт, районирован для южных регионов России, в том числе для Абхазии. Используется в промышленных посадках.
Кодорский	Абхазия	Новый, региональный	Местный сорт, выделен в Абхазии. Отличается хорошей адаптацией к местным условиям и перспективен для расширения ассортимента.

Сентябрьский	Абхазия	Новый, региональный	Новый сорт, выделен в Абхазии. Отличается ранним созреванием (сентябрь), включён в конвейер сортов для удлинения сезона сбора.
Слава Вавилова	Абхазия	Новый, региональный	Местный сорт, отличается ранним созреванием и коротким периодом плодоношения. Используется в региональных агротехнологиях.
Апсны	Абхазия	Новый, региональный	Новый абхазский сорт, выделен в последние годы. Отличается ранним созреванием и высокой урожайностью.

ХУРМА

Сорт	Происхождение	Статус	Краткое описание и особенности
Джиро	Япония (интродуцирован)	Классический , районированный	Один из самых известных сортов хурмы, широко распространён в субтропиках, в том числе в Абхазии. Плоды плоскоокруглые, сладкие, не вяжут, можно употреблять даже в недозрелом виде. Хорошо адаптирован к местным условиям.

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
Красный бриллиант	Аргентина (интродуцирован)	Новый, региональный	Новый для Абхазии сорт, полученный из Аргентины. Отличается отсутствием семян, длительным сроком хранения, высокой транспортабельностью. Внедряется в производство, показывает отличные результаты в условиях Абхазии.

Плоды фейхоа, представляющие собой крупные ягоды темно-зеленого цвета, характеризуются растянутым периодом созревания в течение октября и ноября. Зрелые плоды демонстрируют естественное опадение. Важно, что опавшие плоды сохраняют товарные качества благодаря плотной консистенции мякоти, устойчивой к механическим повреждениям. Достижение потребительской зрелости происходит в пост-уборочный период, в процессе хранения [1,24].

Цитрусовые плоды обладают выдающимися вкусовыми и питательными свойствами. Они служат богатым источником сахаров, лимонной и аскорбиновой кислот, разнообразных витаминов, пектина, а также минеральных солей и биологически активных веществ, которые сохраняются при употреблении как свежих плодов, так и продуктов их переработки (соков, варенья, цукатов, напитков и т. д.) [25,55].

Киви характеризуется исключительно высоким содержанием аскорбиновой кислоты, значительно превосходящим цитрусовые культуры. Согласно исследованиям, посвященным биохимической характеристике и сохранности плодов киви, товарные качества культуры в значительной степени определяются сортовыми особенностями, степенью зрелости плодов при съеме и условиями последующего хранения [4,5].

Плоды хурмы отличаются богатым биохимическим составом, включающим сахара, органические кислоты, дубильные вещества, витамины и микроэлементы. Плоды отличаются ограниченной лежкоспособностью и чувствительностью к механическим повреждениям, что требует бережного

обращения при уборке и строгого соблюдения температурно-влажностного режима при хранении [102].

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Экспериментальное обоснование выбора сортов субтропических фруктов современной селекции для производства многокомпонентного джема

Для проверки и подтверждения данных, предоставленных в литературных источниках, в условиях лаборатории кафедры были проведены исследования, которые подтвердили возможность использования выбранного сырья для производства джема, как продукта здорового питания.

Вначале был изучен химический состав и технологические свойства выбранных объектов исследования. Полученные результаты (за 2020-2022 гг. изучения) представлены в таблицах 6-9.

Таблица 6 - Основные показатели биохимического состава сортов фейхоа современной селекции (данные 2020-2022 гг.)

Объект исследования, сорт	Годы исследования	Содержание растворимых сухих в-в, %	Титруемая кислотность, %	Содержание витаминов С, мг/100 г	Содержание сахаров, %	Массовая доля протопектина, %	Массовая доля растворимого пектина, %
1	2	3	4	5	6	7	8
Амза	2020	12,3	1,38	38,7	8,3	1,2	1,0
	2021	13,0	1,50	37,1	7,2	1,0	0,9
	2022	14,5	2,1	40,0	9,0	1,0	1,1
Ацха	2020	12,0	1,9	38,5	7,3	1,6	0,6
	2021	12,7	1,7	36,1	6,8	1,5	0,7
	2022	15,5	1,8	39,0	6,0	1,9	0,6
Гульрипшский	2020	13,0	1,4	37,1	6,0	1,5	0,6
	2021	14,8	2,0	43,0	7,0	1,3	0,8
	2022	14,0	1,82,2	42,0	7,5	1,7	0,9

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8
Суперба	2020	12,6	1,7	34,4	7,6	1,6	0,9
	2021	16,4	1,9	33,0	6,1	1,6	0,8
	2022	16,0	1,8	34,2	6,0	1,7	0,9

Таблица 7 - Основные показатели биохимического состава сортов киви современной селекции (данные 2020-2022 гг.)

Объект исследования, сорт	Годы исследования	Содержание растворимых сухих в-в, %	Титруемая кислотность, %	Содержание витамина С, мг/100г	Содержание сахаров, %	Массовая доля протопектина, %	Массовая доля растворимого пектина, %
Апсны	2020	18,3	1,2	60,0	10,2	0,52	0,46
	2021	19,0	1,1	59,2	11,1	0,62	0,40
	2022	21,1	1,22	61,1	11,7	0,60	0,5
Слава	2020	19,0	1,0	57,8	8,9	0,42	0,64
	2021	20,2	1,50	59,0	7,5	0,32	0,7
	2021	17,7	1,42	57,0	8,0	0,36	0,88
Победитель	2020	19,5	1,63	69,0	11,2	0,8	0,66
	2021	21,7	1,33	68,5	10,3	0,82	0,7
	2022	21,0	1,4	68,0	10,0	1,0	0,78
Отхара	2020	19,1	1,2	58,5	10,3	0,55	0,40
	2021	18,9	1,3	59,1	9,6	0,71	0,49
	2022	18,0	1,3	58,0	10,0	0,70	0,44
Бруно	2020	18,6	1,4	59,0	15,2	1,3	1,0
	2021	18,0	1,61	60,1	15,0	1,0	0,8
	2022	17,7	1,70	59,8	14,8	1,8	1,0
Хейвард	2020	20,0	1,0	70,2	8,0	0,5	0,92
	2021	19,2	1,3	71,1	7,2	0,42	0,88
	2022	17,5	1,1	69,0	7,0	0,47	0,9

Таблица 8 - Основные показатели биохимического состава сортов мандаринов современной селекции (данные 2020-2022 гг.)

Объект исследования, сорт	Годы исследования	Содержание растворимых сухих в-в, %	Титруемая кислотность, %	Содержание витамина С, мг/100г	Содержание сахаров, %	Массовая доля протопектина, %	Массовая доля растворимого пектина, %
Олимпийский	2020	11,0	1,23	28,2	11,1	2,1	0,9
	2021	12,2	1,10	27,7	12,5	1,8	0,82
	2022	12,0	1,01	27,0	11,0	2,0	0,87
Краснодарский 83	2020	14,5	1,02	32,2	9,5	1,73	1,21
	2021	15,1	0,95	30,0	10,2	1,66	1,1
	2022	16,8	1,0	32,2	10,0	1,7	1,28
Кодорский	2020	13,7	0,78	26,4	12,3	2,1	0,99
	2021	12,0	1,06	27,6	11,7	1,9	0,85
	2022	15,7	1,46	27,0	12,8	2,0	0,9
Сентябрьский	2020	16,2	1,20	31,2	10,2	1,51	1,0
	2021	14,8	1,04	30,4	11,2	1,55	1,1
	2022	17,0	1,35	31,4	11,7	1,6	1,0
Апсны	2020	13,6	1,01	27,2	8,9	1,50	0,77
	2021	15,0	0,68	27,1	7,6	1,3	0,89
	2022	15,0	0,88	28,0	7,7	1,5	0,9
Слава Вавилова	2020	12,7	1,29	35,6	11,8	1,69	0,7
	2021	14,2	1,4	34,0	12,0	1,66	0,72
	2022	12,0	0,94	34,1	11,0	1,77	0,8

Таблица 9 - Основные показатели биохимического состава сортов хурмы современной селекции (данные 2020-2022 гг.)

Объект исследования, сорт	Годы исследования	Содержание растворимых сухих в-в, %	Титруемая кислотность, %	Содержание витамина С, мг/100г	Содержание сахаров, %	Массовая доля протопектина, %	Массовая доля растворимого пектина, %
1	2	3	4	5	6	7	8
Джиро	2020	19,8	1,03	18,5	16,7	1,64	0,72

Продолжение страницы 9

1	2	3	4	5	6	7	8
	2021	22,4	1,01	17,5	17,5	1,58	0,76
	2022	21,6	0,77	17,0	16,1	1,6	0,8
Красный бриллиант	2020	21,2	0,75	16,9	22,8	0,98	0,65
	2021	23,5	0,82	17,7	22,5	1,1	0,69
	2022	19,5	1,01	17,0	24,2	1,0	0,71

Полученные результаты соответствуют литературным данным и свидетельствуют о высокой ценности исследуемых объектов как источников витаминов и пищевых волокон.

Учитывая, что плоды являются источником витаминов и минеральных веществ для рассматриваемых сортов, сравнили результаты определения по данным соединениям, что характеризует возможность использования плодов для заявленной цели. Результаты проведенных исследований представлены на диаграммах рисунков 22-29.

Выполненные исследования не только не противоречат литературным данным, но и подтверждают выдвинутую ранее гипотезу о высоком содержании в субтропических плодах наиболее ценных веществ химического состава, позволяющих позиционировать это сырье для получения продукции для здорового питания. Особый интерес полученные результаты представляют для новых, ранее подробно не изученных сортов, которым относятся в том числе и неопушенные сорта киви.

Комплексные исследования по определению механического и химического состава плодов различных субтропических культур были выполнены в 2023-2025 годах на базе лаборатории ГНУ института сельского хозяйства Академии наук Абхазии (ГНУ ИСХ АНА).

Таблица 10 - Механический и химический состав мандаринов 2023- 2025 г. (на сырое вещество)

Наименование сорта	Дата анализа	Средняя масса одного плода, г	Механический состав плода %			Содержание растворимых сухих в-в, %	Массовая доля Витамин С, мг/100г	Титруемая к-ть, %	Сахара, %			Сахар/ кислота
			мякоть	кожура	косточка				монозы	сахарозы	сумма	
Краснодарский 83	2023	95,6	76,6	23,4	0	12,8	14,8	0,8	3,6	6,4	10,0	12,5
	2024	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	2025	132	75,0	25,0	0	12,0	12,4	2,5	6,5	0,9	7,5	18,7
Сентябрьский	2023	101,9	81,7	18,3	0	11,7	20,6	1,0	3,4	4,8	2,5	18,8
	2024	81,6	80,1	19,9	0	11,5	11,3	2,7	5,8	-	10,6	3,9
	2025	127,2	---	---	---	10,6	19,5	0,5	3,4	4,3	7,7	15,5
Олимпийский	2023	91,6	84,1	15,9	0	12,4	14,2	1,0	4,8	4,6	9,4	9,4
	2024	83,8	80,6	19,4	0	11,6	7,2	2,3	5,2	4,8	9,9	4,3
	2025	124,3	---	---	---	10,6	11,1	0,6	3,4	5,8	9,2	15,4
Слава Вавилова	2023	107,0	81,3	18,7	0	11,5	9,6	1,0	4,3	5,1	9,4	9,4
	2024	155,5	79,7	20,3	0	12,6	9,6	3,0	5,8	6,4	12,2	4,0
	2025	85,5	---	---	---	12,2	24,4	0,6	4,3	4,4	8,6	14,3
Кодорский	2023	113,0	79,8	20,2	0	11,5	20,4	1,0	4,1	4,9	8,9	8,9
	2024	184	73,5	26,5	0	10,9	11,8	0,6	5,6	7,3	12,9	21,5
	2025	147,3	---	---	---	8,8	21,2	0,6	2,8	4,3	7,1	12,0
Апсны	2023	95,6	76,6	23,4	0	12,8	14,1	0,8	3,6	6,4	10,0	12,5
	2024	156,3	87,4	12,6	0	10,2	10,4	0,6	5,2	7,1	12,3	20,5
	2025	141,0	---	---	---	11,2	8,6	0,8	4,4	3,2	7,6	9,3

Таблица 11 -Химический состав хурмы 2023- 2025 г. (на сырое вещество)

Наименование сорта	Дата анализа	Средняя масса одного плода, г	Содержание растворимых сухих в-в, %	Массовая доля Витамина С, мг/100г	Дубильные в-ва %	Сахара, %			Пектин, мг-Са пектата
						монозы	сахарозы	сумма	
Красный бриллиант	2023	387,3	20,6	6,2	0,3	10,2	1,14	11,3	----
	2024	242,3	26,6	8,4	0	13,0	0,8	13,0	----
	2025	380,0	15,8	15,6	2,2	11,1	2,2	13,3	3,4
Джиро	---	---	----	----	----	----	----	----	----
	2025	202,8	15,7	14,4	0,3	11,6	3,1	14,7	4,8

Таблица 12 -Химический состав киви 2023-2025 г. (на сырое вещество)

Наименование сорта	Дата анализа	Средняя масса одного плода, г	Содержание растворимых сухих в-в, %	Массовая доля Витамина С, мг/100г	Титруемая к-ть, %	Сахара, %			Сахар/кислота	Пектин, мг-Са пектата
						монозы	сахарозы	сумма		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Отхара	2023	52,0	22,3	17,1	1,2	9,4	3,3	12,7	9,7	3,2
	2024	35,9	19,2	18,0	1,2	10,4	1,7	12,1	10,8	---
	2025	22,45	19,6	15,8	1,1	7,6	11,2	18,8	17,0	---
Победитель	2023	73,6	18,9	17,4	1,8	7,4	4,1	11,5	6,4	2,5
	2024	47,1	24,8	17,4	1,2	11,5	2,0	13,5	11,2	---
	2025	68,11	19,3	18,0	1,4	8,3	10,8	19,1	13,6	---
Слава	2023	55,5	22,8	13,7	1,2	11,8	1,1	12,9	10,7	---
	2024	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	2025	61,5	18,	12,2	0,9	9,1	13,6	22,7	24,6	---

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Апсны	2023	63,0	20,9	19,4	1,4	9,6	1,6	11,3	8,1	4,9
	2024	41,0	14,6	14,3	1,3	7,5	0,9	8,4	6,5	---
	2025	34,0	14,0	15,7	1,2	4,9	7,6	12,4	10,3	---
Хейворд	2023	124,4	19,1	26,9	1,8	6,7	5,7	12,4	6,8	2,6
	2024	94,6	19,9	13,9	1,3	13,1	0,7	13,8	10,6	---
	2025	101,3	17,6	29,1	1,1	7,7	6,2	13,9	7,9	---
Бруно	2023	45,2	18,4	33,1	5,1	7,2	3,6	10,8	5,1	1,8
	2024	37	16,4	13,5	1,4	10,1	0,2	10,3	7,3	---
	2025	43,4	14,2	27,1	1,5	4,6	6,9	10,6	7,1	---

Таблица 13 -Химический состав фейхоа 2023-2025 г. (на сырое вещество)

Наименование сорта	Дата анализа	Средняя масса одного плода, г	Содержание растворимых сухих в-в, %	Массовая доля Витамин С, мг/100г	Титруемая к-ть, %	Сахара, %			Дубильные в-ва %	Пектин мг/Са пектата	Сахар /кислота
						монозы	сахарозы	сумма			
Гульрипшский	2023	26,3	21,0	19,0	2,0	5,2	4,0	9,1	1,6	4,6	4,6
	2024	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	2025	30,2	17,6	22,8	1,6	5,2	4,1	9,2	2,0	3,3	3,0
Амза	2023	36,4	18,1	17,8	1,7	4,1	4,8	8,9	3,1	4,2	5,2
	2024	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	2025	49,6	16,5	35,6	1,8	4,2	3,6	7,8	2,4	7,5	4,2
Ацха	2023	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	2024	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	2025	52,2	15,05	28,0	3,8	3,3	2,5	5,8	2,4	6,2	1,5
Суперба	2023	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	2024	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	2024	45,2	17,0	43,0	2,3	3,3	2,2	5,4	2,6	4,6	2,2

Установленные в таблицах 10-13 содержание сахаров (моноза, сахароза и общее содержание сахара) влияет на вкусовые качества и возможность исключения из рецептуры добавляемого сахара.

Отсутствие зафиксированных значений в таблице обусловлено тем, что в указанные годы плодоношение у данных сортов полностью отсутствовало, в связи с чем отбор проб для лабораторных исследований не производился. При этом наличие полноценных биохимических анализов в другие годы подтверждает, что пропуски данных носят не технический характер, а связаны именно с отсутствием товарного урожая.

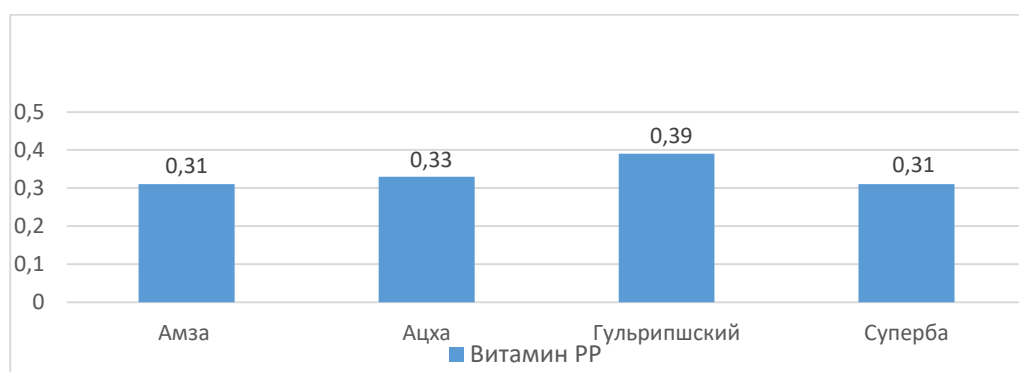


Рисунок 6 - Содержание РР в фейхоа различных сортов, мг/100г (данные за 2024г.)

Прослеживается закономерность по более высокому наличию рассматриваемых витаминов в плодах сорта Гульрипшский, что позволяет использовать плоды этого сорта для разнообразных консервных изделий [6].

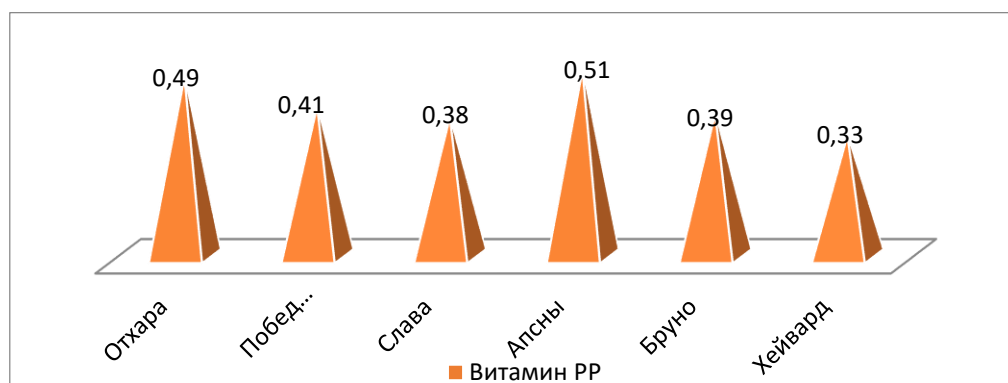


Рисунок 7 - Содержание РР в киви различных сортов, мг/100г (данные за 2024г.)

Анализ содержания витамина РР в изученных сортах киви показал, что наиболее высокое содержание этого витамина отмечено в сортах Отхара и Апсны [7].

Для плодов мандаринов выделены сорта Олимпийский и Апсны, а для двух изученных сортов хурмы существенных различий по рассматриваемым показателям химического состава выявлено не было.

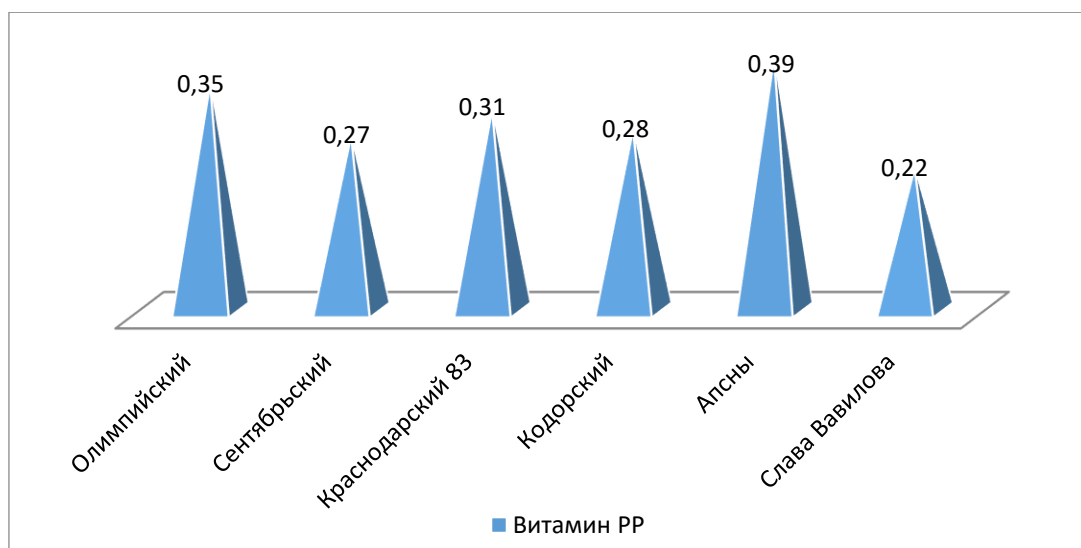


Рисунок 8 - Содержание РР в мандаринах различных сортов, мг/100г (данные за 2024г.)

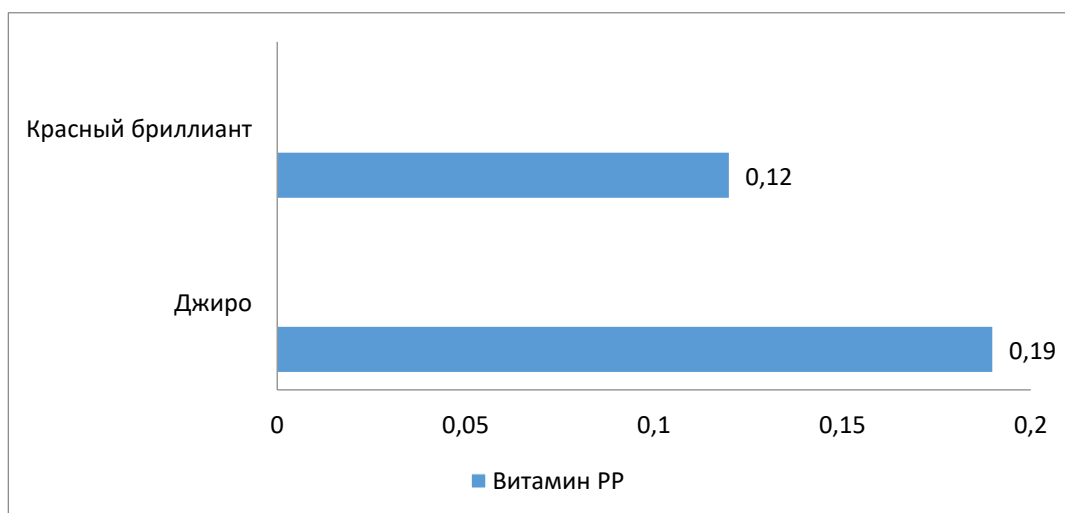


Рисунок 9 - Содержание РР в хурме различных сортов, мг/100г (данные за 2024г.)

Минеральный состав плодов крайне важен для здорового питания, в малых количествах минеральные вещества являются незаменимыми компонентами пищи, принимают участие в процессах обмена веществ, входя в состав ферментов. Поэтому при изучении минеральных веществ рассматриваемых сортов четырех культур особое внимание уделялось именно наличию минеральных веществ (рисунки 10-13).

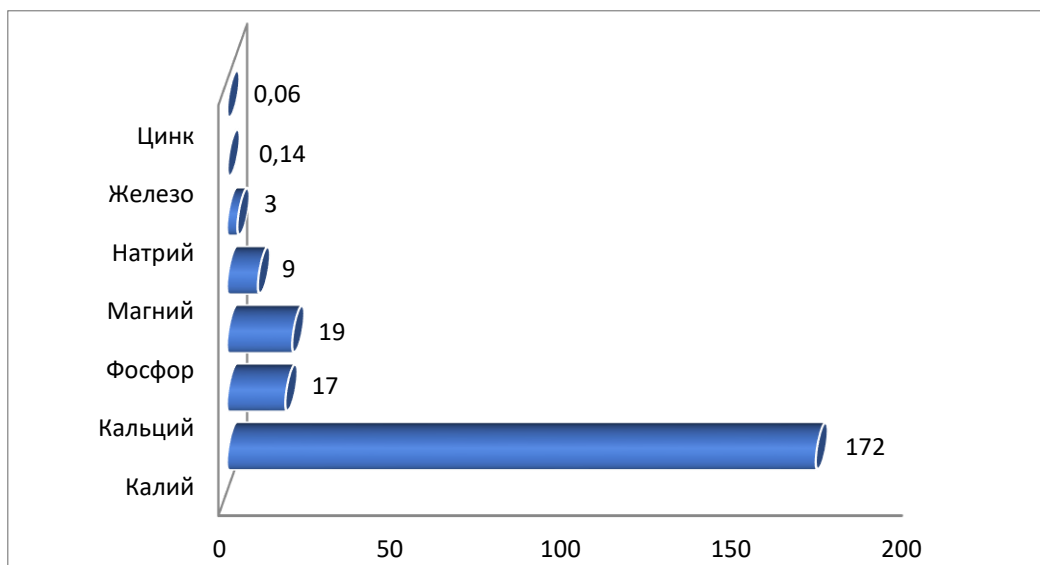


Рисунок 10 - Содержание минеральных веществ в фейхоа, мг/100г (средние значения за 2022-2024 гг.)

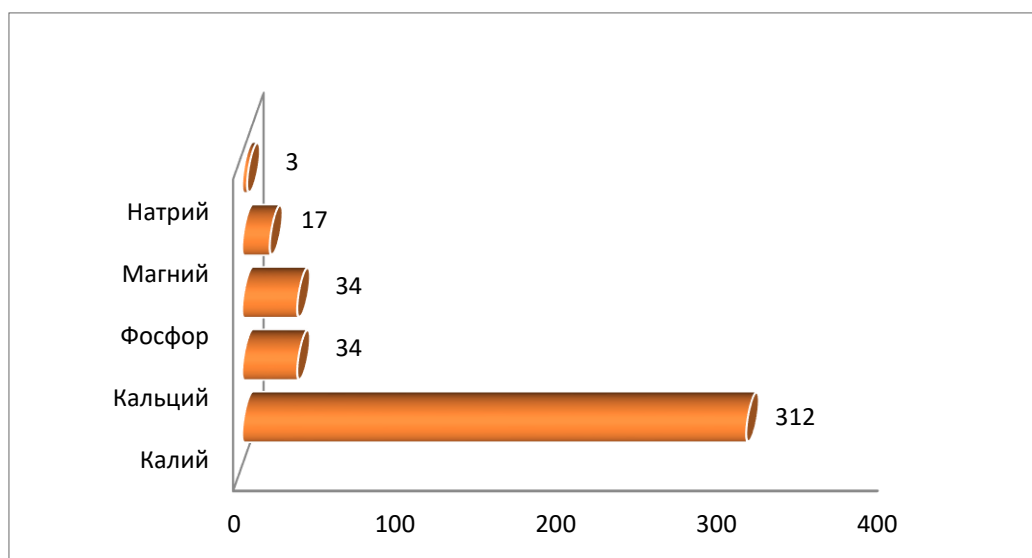


Рисунок 11 - Содержание минеральных веществ в киви, мг/100г (средние значения за 2022-2024 гг.)

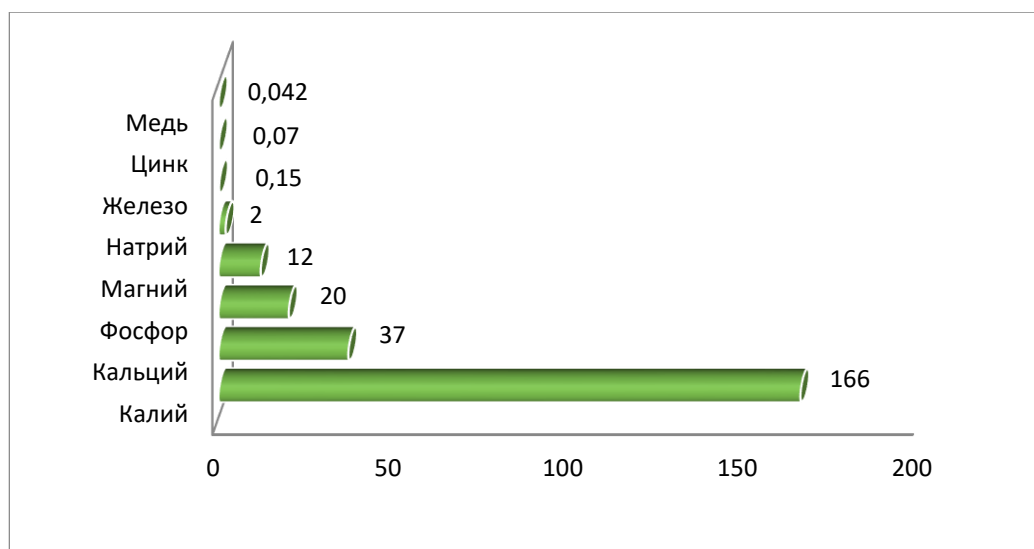


Рисунок 12 - Содержание минеральных веществ в мандаринах, мг/100г
(средние значения за 2022-2024 гг.)

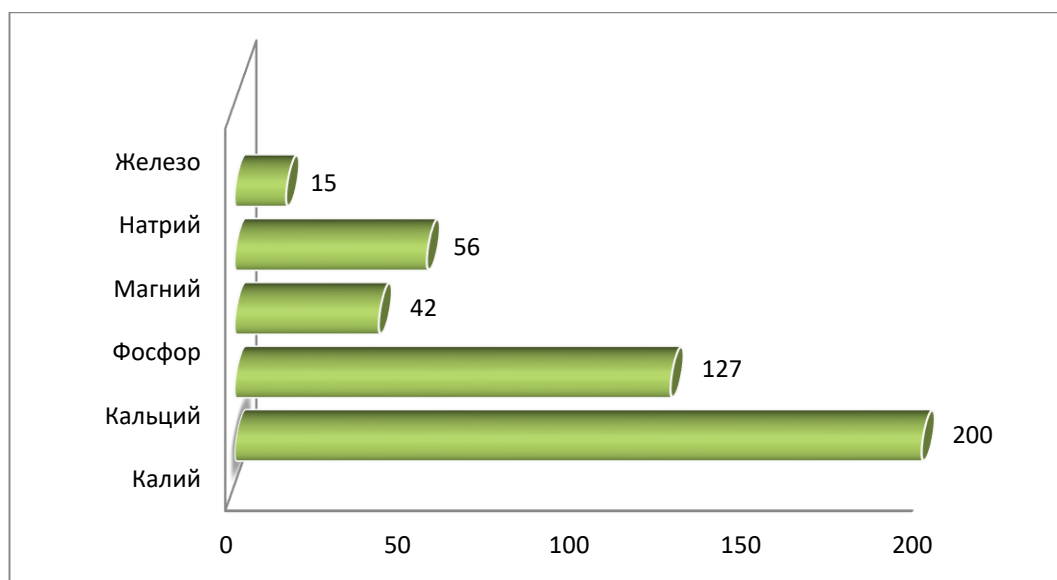


Рисунок 13 - Содержание минеральных веществ в хурме, мг/100г
(средние значения за 2022-2024 гг.)

Свежая плодовая продукция в питании человека чаще всего из макронутриентов является источником углеводов, поэтому определенный интерес представляли собой исследования соотношения этих соединений в изучаемых объектах (рисунки 11-13).

Результаты по определению яблочной и лимонной кислоты представлены на диаграммах 13-15.

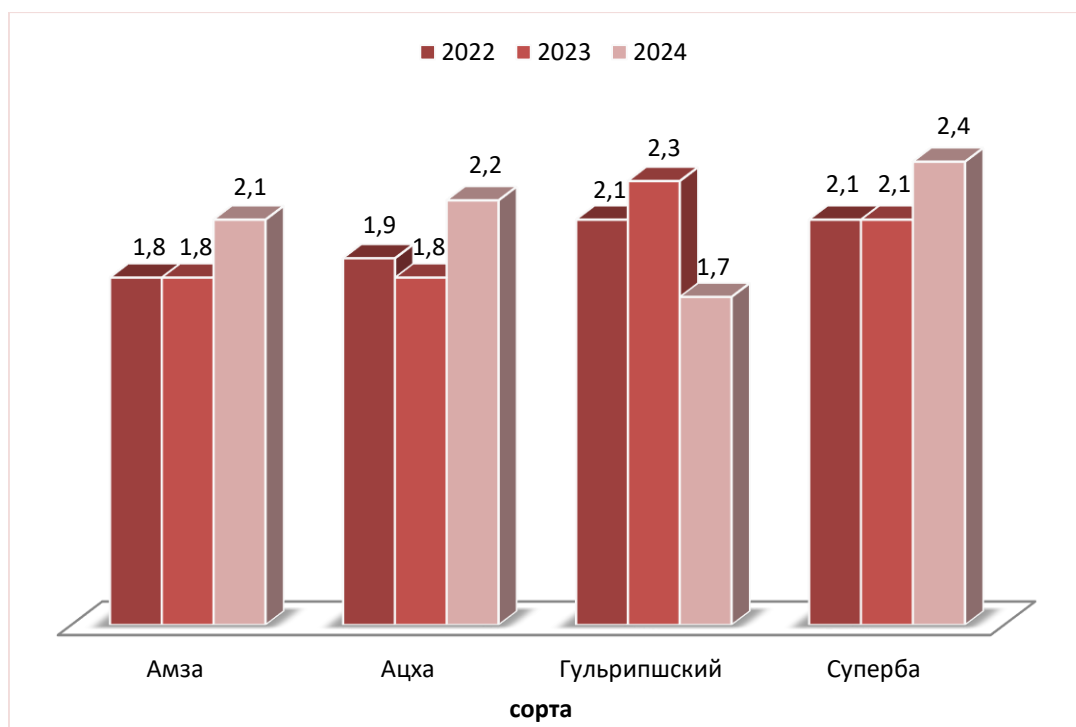


Рисунок 13 - Содержание яблочной кислоты в фейхоа различных сортов, % (данные за 2022-2024г.)

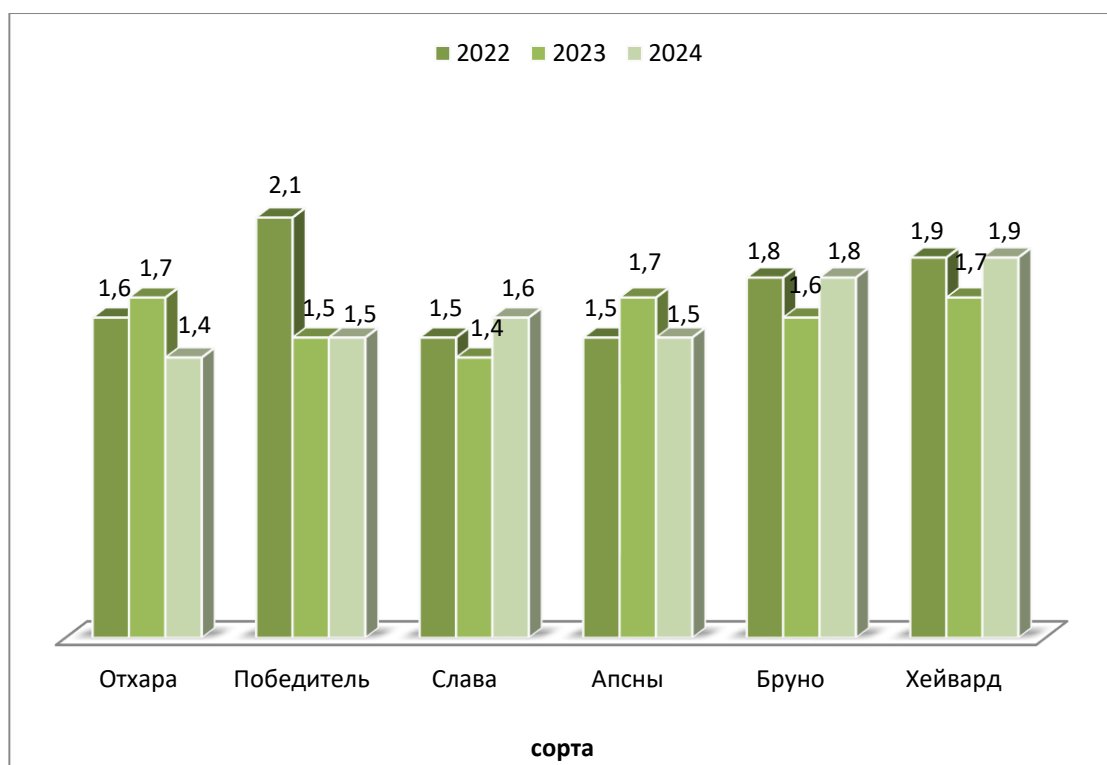


Рисунок 14 - Содержание яблочной кислоты в киви различных сортов, % (данные за 2022-2024г.)

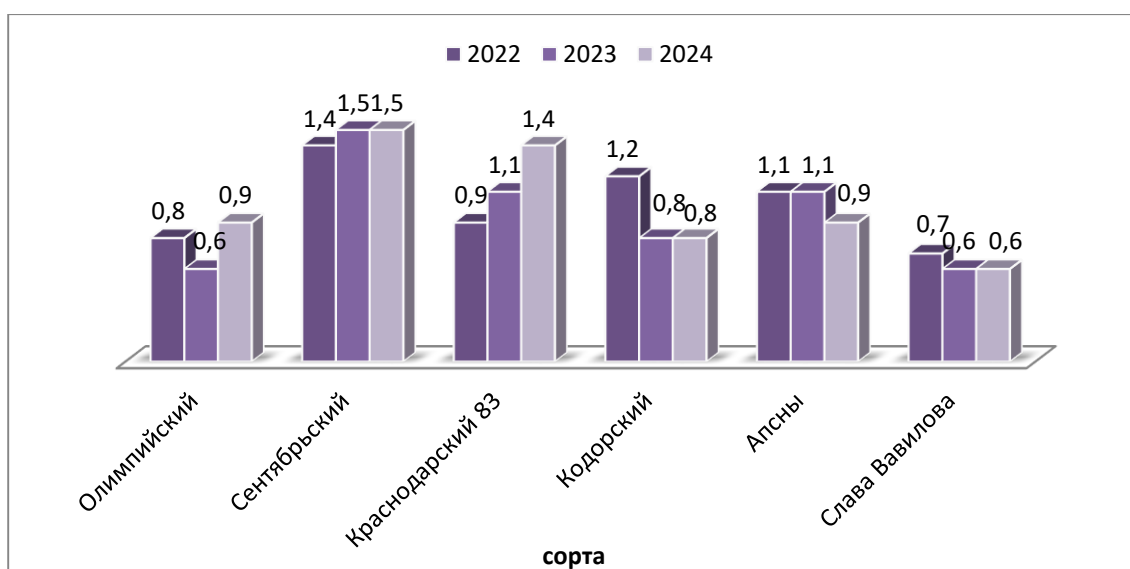


Рисунок 15 - Содержание лимонной кислоты в мандаринах различных сортов, % (данные за 2022-2024г.)

Полученные результаты характеризуют рассматриваемое сырье как комплекс пищевых кислот, необходимых и достаточных для создания сбалансированного вкуса и необходимых условий для получения необходимой структуры джема, в случае использования плодов для переработки по указанному направлению.

Выполненные исследования подтвердили предварительно выдвинутую гипотезу о возможности использования плодового сырья рассматриваемых сортов и культур для здорового питания.

Для субтропических плодов, а именно фейхоа, киви, мандаринов и хурмы, поступающих на переработку, отечественными ГОСТами предъявляются требования ГОСТ 34217-2017 «Фейхоа свежая. Технические условия» [24]; ГОСТ 4428-82 «Мандарины. Технические условия» [25]; ГОСТ Р 59662-2021 «Хурма свежая. Технические условия» [31], в основном по товароведческим показателям - внешний вид (целостность, свежесть, отсутствие критичных механических и микробиологических повреждений, повреждений птицами, физиологических расстройств и наличие оптимальной технической степени зрелости), вкус и запах (отсутствие постороннего вкуса и запаха или органолептические характеристики, свойственные для фруктов

определенной степени зрелости, которая может различаться в зависимости от вида производимого консервированного продукта). В рассмотренной нормативной документации, в отличие от ГОСТов (на яблоки для переработки или виноград для технических целей ГОСТ 27572-2017 «Яблоки свежие для промышленной переработки. Технические условия»; ГОСТ 31782-2012 «Виноград свежий машинной и ручной уборки для промышленной переработки. Технические условия») не нормируются такие значимые для переработки показатели как массовые доли растворимых сухих веществ и титруемых кислот или другие показатели биохимического состава.

Межгосударственный ГОСТ 31823-2012 «Киви, реализуемые в розничной торговле. Технические условия» [22] распространяется на культурные сорта киви (актинидия) только для употребления в свежем виде, не предназначенные для переработки, также как и международный стандарт ЕС (UNECE STANDARD FFV-46) [173], который содержит ограничение по сухим растворимым веществам и сахарозе: «степень зрелости плодов должна быть такой, чтобы число Брикса составляло не менее 6,2°, или чтобы средняя массовая доля сухого вещества составляла 15%, что должно гарантировать, что при переходе на этап сбыта плоды дозреют как минимум до состояния, при котором число Брикса составит 9,5°. Однако, используемые в международной практике единицы °Брикса соответствуют показателю массовой доли сахарозы и определяются по показателю преломления с переводом именно на сахарозу, отличающийся от принятого в РФ для фруктов показателя «массовая доля общих сахаров».

Поэтому для обоснования выбора сортов субтропических плодов с целью переработки для получения джема нами были разработаны дополнительные требования, а именно

- массовая доля пектиновых веществ в исследуемых сортах плодов должна быть не менее 1%;
- массовая доля титруемых кислот не менее 0,8-1,0%.

С этой точки зрения были проанализированные все изучаемые сорта субтропических фруктов. Результаты анализов по ключевым показателям в среднем за 2020-2024 годы урожая приведены в таблице 14.

Таблица 14 - Основные показатели биохимического состава сортов субтропических фруктов современной селекции (средние данные 2020-2024гг)

№ сорта	Наименование сорта	Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Массовая доля титруемых кислот, %	Массовая доля общих сахаров, %	Массовая доля пектиновых веществ, %
Фейхоа					
C1	Амза	15,1±0,2	1,7±0,05	8,5±0,1	1,6±0,05
C2	Ацха	14,4±0,2	1,7±0,05	7,0±0,1	1,8±0,06
C3	Гульрипшский	14,4±0,2	2,0±0,06	8,1±0,1	1,7±0,05
C4	Суперба	15,2±0,2	1,8±0,06	6,7±0,1	1,8±0,06
Киви					
C1	Победитель	21,2±0,2	1,5±0,05	11,3±0,2	1,3±0,03
C2	Слава	20,1±0,2	1,3±0,05	10,0±0,2	0,9±0,03
C3	Апсны	18,8±0,1	1,2±0,05	10,5±0,2	0,9±0,03
C4	Отхара	20,1±0,2	1,2±0,05	9,7±0,1	1,8±0,05
C5	Бруно	17,8±0,1	1,6±0,05	13,2±0,2	1,8±0,06
C6	Хейвард	19,1±0,2	1,3±0,05	9,7±0,1	1,0±0,03
Мандарины					
C1	Олимпийский	11,8±0,1	1,3±0,03	10,8±0,2	2,0±0,06
C2	Краснодарский 83	14,2±0,1	1,3±0,03	9,4±0,1	1,8±0,06
C3	Кодорский	12,8±0,1	0,9±0,03	11,7±0,2	2,0±0,06
C4	Сентябрьский	14,2±0,2	1,5±0,04	9,3±0,1	1,8±0,06
C5	Апсны	13,3±0,1	0,8±0,03	9,3±0,1	1,7±0,05
C6	Слава Вавилова	12,6±0,1	1,5±0,04	11,3±0,2	1,7±0,05
Хурмы					
C1	Джиро	20,9±0,2	0,8±0,03	14,3±0,3	1,7±0,05
C2	Красный бриллиант	21,1±0,2	0,8±0,03	18,7±0,4	1,2±0,03

Для сравнения сортов субтропических плодов и выбора тех, которые отвечают в полной мере дополнительным требованиям, был применен кластерный анализ.

Для получения компактных кластеров использовался метод иерархической кластеризации, метод Уорда [32].

Данный метод успешно используется для статистического анализа и был применен нами ко всем исследуемым субтропическим плодам [32]. На рисунке 16 показан кластерный анализ для сортов киви.

Сорта пронумерованы от 1 до 6 в соответствии с данными, приведенными в таблице 14.

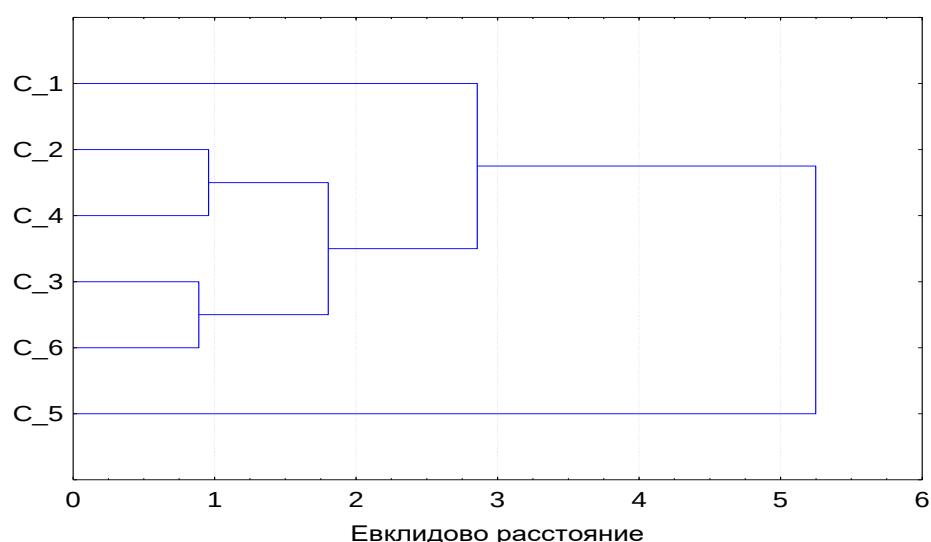


Рисунок 16 - Диаграмма результатов кластерного анализа для сортов киви

Из полученной диаграммы можно выделить 4 кластера.

Кластер 1 состоит из двух сортов C2 (Слава) и C4 (Отхара) и представляет из себя первую функциональную группу. Эти три сорта взаимозаменяемы.

Кластер 2 состоит из двух сортов C3 (Апсны) и C6 (Хейвард) и представляет из себя вторую функциональную группу. Они также взаимозаменяемы между собой, но не взаимозаменяемы с сортами из кластера 1.

Из-за низкого показателя массовая доля пектиновых веществ данный кластер может выступать наполнителем.

Кластер 3 имеет один уникальный сорт C1 (Победитель), его можно использовать в качестве особого компонента, но не как основу ввиду

возможной недоступности по сравнению с кластерами 1 и 2 в которых по 2 сорта.

Кластер 4 также включает в себя один сорт С5 (Бруно), который отличается по сравнению с другими низким показателем массовой доли сухих растворимых веществ и высоким показателем массовой доли общих сахаров, что позволяет его использовать, как источник сладости готового продукта - джема при включении в рецептуру даже в малых дозах.

Рассчитаем средние показатели для выявленных кластеров киви с целью получения рекомендации по использованию в них входящих сортов при изготовлении джемов. Результаты показаны в таблице 15.

Таблица 15 - Средние значения исследуемых параметров у выявленных кластеров по сортам киви

№	Наименование кластера	Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Массовая доля титруемых кислот, %	Массовая доля общих сахаров, %	Массовая доля пектиновых веществ, %
1	С2, С4	20,1	1,25	9,85	1,35
2	С3, С6	18,96	1,25	10,1	0,95
3	С1	21,18	1,5	11,3	1,3
4	С5	17,82	1,6	13,2	1,8

Анализ таблицы 15 позволяет сделать следующую классификацию выявленных кластеров. Сорта из кластера 1 можно использовать в качестве основы с высокой массовой долей пектина. Они отлично подойдут в качестве желирующего компонента. Сорта из кластера 2 требуют добавления пектина или смешивания с сортами из кластера 1. Сорт из кластера 3 может быть использован как усилитель по массовым долям пектиновых веществ, общих сахаров и титруемых кислот. Кластер 4 сформирован уникальным сортом, который одновременно даёт сладость, кислоту и пектин. Он находится дальше всех на диаграмме ввиду низкой массовой доли сухих растворимых веществ и достаточно высоких массовых долей общего сахара и пектиновых веществ. Таким образом, можно дать следующие рекомендации.

Если для получения консервированного продукта требуется высокая массовая доля пектиновых веществ, то необходимо использовать сорта из кластеров 1, 3 или 4. Если необходимо увеличить сладость продукта, то сорт из кластера 4.

Проведем кластерный анализ для 4 сортов фейхоа также по методу Уорда. Результаты показаны на рисунке 17.

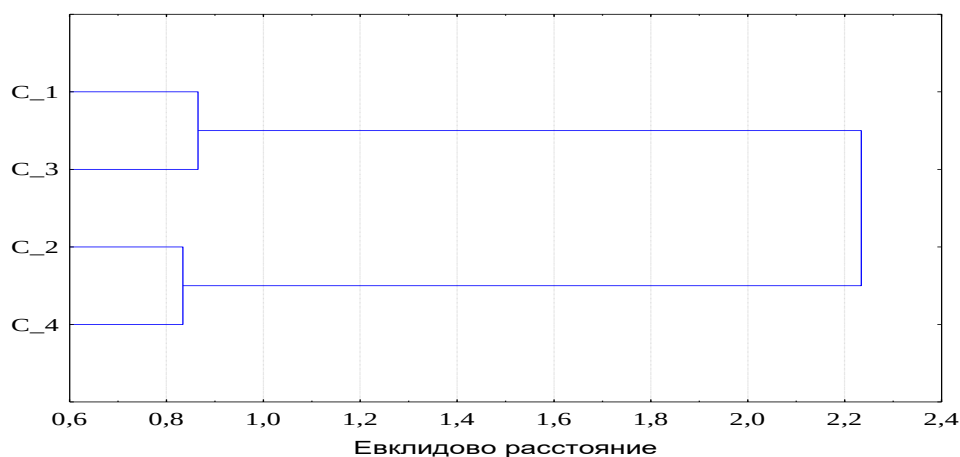


Рисунок 17 - Диаграмма результатов кластерного анализа для сортов фейхоа

Из рисунка 17 видно чёткое разделение исследуемых сортов на 2 кластера. Кластер 1 включает в себя сорта C1 (Амза) и C3 (Гульрипшский) и кластер 2 оставшиеся сорта C2 (Ацха) и C4 (Суперба). Большой скачок между кластерами, говорит о том, что они не взаимозаменяемы. Таким образом, заменить сорт из кластера 1 на сорт из кластера 2 не получится, только на сорт из своего кластера. Средние значения показателей качества плодов для выявленных кластеров фейхоа показаны в таблице 16.

Таблица 16 - Средние значения исследуемых параметров у выявленных кластеров из сортов фейхоа

№	Наименование кластера	Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Массовая доля титруемых кислот, %	Массовая доля общих сахаров, %	Массовая доля пектиновых веществ, %
1	C1, C3	14,74	1,83	8,31	1,66
2	C2, C4	14,81	1,75	6,88	1,8

Из таблицы 16 видно, что кластер 1 включает сорта, у которых высокие значения массовой доли титруемых кислот и хорошее значение массовой доли пектиновых веществ, в то время, как сорта, входящие в кластер 2 дают максимальную массовую долю пектиновых веществ. Различия между кластерами заключаются в массовых долях общих сахаров и пектиновых веществ. Сорта из кластера 1 содержат больше сахаров и имеют чуть выше кислотность, а сорта из кластера 2 содержат больше пектиновых веществ, что и позволяет их рекомендовать для производства джема с необходимой консистенцией.

Результаты кластерного анализа для сортов мандаринов показаны на рисунке 18.

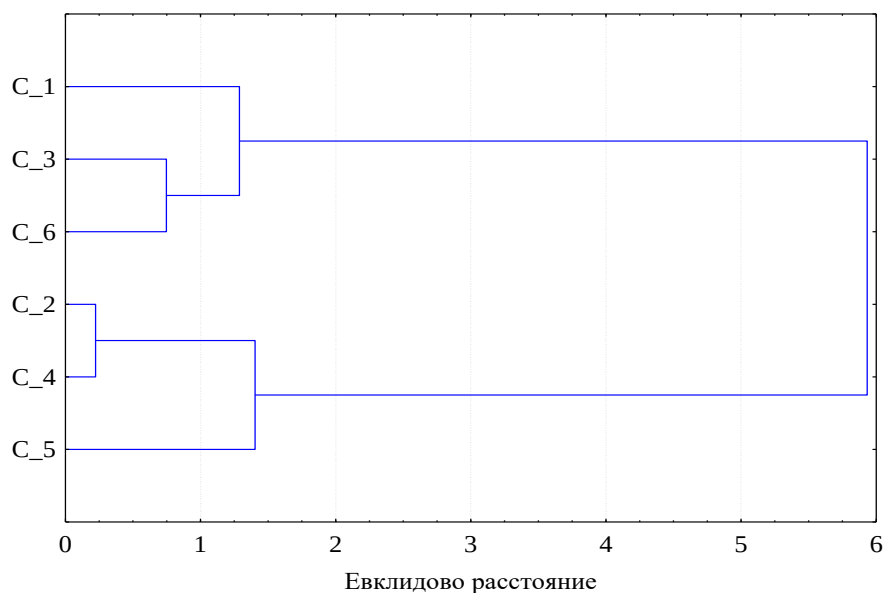


Рисунок 18 - Диаграмма результатов кластерного анализа для мандаринов

На основании полученных результатов можно выделить 2 кластера. Кластер 1 включает в себя сорта C1 (Олимпийский), C3 (Кодорский) и C6 (Слава Вавилова). Кластер 2 включает в себя оставшиеся сорта C2 (Краснодарский 83), C4 (Сентябрьский) и C5 (Апсны). Между кластерами имеется очень сильное разделение, что отражено скачком между 1,33 и почти 6 на евклидовом расстоянии. Сорта C2 и C4 по сравниваемым показателям

качества почти идентичны. Сорта С3 и С6 также близки друг к другу. Внутри кластеров сорта мандаринов взаимозаменяемы.

Средние значения для выявленных кластеров мандаринов показаны в таблице 17.

Таблица 17 - Средние значения исследуемых параметров у выявленных кластеров из сортов мандаринов

№	Наименование кластера	Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Массовая доля титруемых кислот, %	Массовая доля общих сахаров, %	Массовая доля пектиновых веществ, %
1	С1, С3, С6	12,4	1,26	11,27	1,91
2	С2, С4, С5	13,93	1,2	9,33	1,77

Как видно из таблицы 17 сорта, входящие в кластер 1 дают высокую массовую долю пектиновых веществ и массовую долю общих сахаров, но при этом содержат малое количество сухих растворимых веществ. В этом и заключается их разница с сортами, входящих в кластер 2, которые содержат больше сухих растворимых веществ и при этом также содержат достаточное количество пектиновых веществ. Таким образом, кластер 1 можно использовать для увеличения массовой доли пектиновых веществ и общих сахаров без увеличения массовой доли сухих растворимых веществ. Если нужно напротив повысить массовую долю сухих растворимых веществ при достаточном количестве пектиновых веществ, то стоит использовать сорта из кластера 2.

Так как для хурмы имеются только 2 сорта, то кластерный анализ для этого плода не нужен и, исходя из значений, представленных в таблице 9 можно заключить, что для сортов определены разные массовые доли пектиновых веществ и общих сахаров. Сорт «Джиро» содержит больше пектина и меньше сахаров, а сорт «Красный бриллиант» наоборот. Оба сорта имеют низкую массовую долю титруемых кислот. Сорта не взаимозаменяемы.

Для составления рецептуры джемов используем результаты анализов и требования, предъявляемые к готовому продукту - джему по ГОСТу.

Для дальнейшего составления рецептуры сведем полученные в ходе кластерного анализа результаты в таблицу 18.

На основании анализа были приняты следующие требования к джему:

1. Исключение внесения сахара и пищевых добавок - загустителей, только те вещества, которые есть в плодах, то есть готовая продукция позиционируется как «натуральный джем»;

2. Массовая доля пектиновых веществ в готовом джеме не менее 4% (результаты анализа опытных образцов);

3. Массовая доля растворимых сухих веществ в готовом джеме не менее 60% - по ГОСТ для стерилизованного джема;

4. Массовая доля титруемых кислот в готовом продукте не менее 0,3 % (требования ГОСТ).

Таблица 18 - Сводная таблица с результатами кластерного анализа

Плод	Взаимозаменяемые сорта внутри кластеров	Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Массовая доля титруемых кислот, %	Массовая доля общих сахаров, %	Массовая доля пектиновых веществ, %	Возможная роль в рецептуре джема
1	2	3	4	5	6	7
Киви	Кластер 1: Слава Отхара	20,14	1,33	9,5	1,28	Может выступать основой
	Кластер 2: Апсны Хейвард	18,96	1,25	10,1	0,95	В качестве наполнителя
	Кластер 3: Победитель	21,18	1,50	11,3	1,30	Усилитель сухих веществ и пектина
	Кластер 4: Бруно	17,82	1,60	13,2	1,80	Для увеличения сладости и пектина

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5	6	7
Фейхоа	Кластер 1: Амза Гульрипшский	14,74	1,83	8,31	1,66	Может выступать кислотно- пектиновой основой
	Кластер 2: Ацха Суперба	14,81	1,75	6,88	1,80	Для увеличения пектина
Мандари нов	Кластер 1: Олимпийский Кодорский Слава Вавилова	12,4	1,26	11,27	1,91	Для увеличения сладости и пектина
	Кластер 2: Краснодарский 83 Сентябрьский Апсны	13,93	1,20	9,33	1,77	Для увеличения пектина
Хурма	Кластер 1: Джиро	20,86	0,80	14,3	1,70	Может быть основой, а также для увеличения пектина
	Кластер 2: Красный бриллиант	21,08	0,80	18,7	1,20	Может быть основой, а также для увеличения сладости

Произведем проверку исследуемых сортов на предмет соответствия данным требованиям.

Массовая доля пектиновых веществ в готовом продукте не менее 4%. При условии, что массовая доля сухих веществ должно быть не менее 60% в готовом продукте, а в исходной смеси их может быть на основании имеющихся сортов минимум $СВ_{мин_исх} = 12,4 \%$ (мандарин, кластер 1 в таблице 5), то минимальное количество пектиновых веществ в исходной смеси $ПВ_{мин_исх}$ для выполнения поставленного условия, должно быть $ПВ_{мин_исх} = 4\% \cdot СВ_{мин_исх} / 60\%$ и равно 0,827 %. Таким образом, все рассматриваемые сорта у всех субтропических плодов выполняют условие в соответствии с таблицей 18.

Массовая доля титруемых кислот не менее 0,3 %. Условие выполняется для любой смеси в соответствии с таблицей 14.

Массовая доля растворимых сухих веществ не менее 60%. Достигается варкой продукта и требует исследований длительности данного процесса.

Таким образом, на основании проведенного анализа можно заключить следующее:

- 1) все сорта исследуемых плодов подходят для приготовления продукта в соответствии с предъявленными требованиями;
- 2) у почти всех плодов, кроме хурмы есть взаимозаменяемые сорта;
- 3) такие плоды, как киви и хурма могут быть использованы за основу рецептуры джема ввиду высокой массовой доли сухих растворимых веществ по сравнению с мандарином и фейхоа, это сократит время на варку смеси фруктов и снизит риск термического распада витаминов и других термолабильных веществ.

Среди сортов, которые могут быть использованы в качестве основы рецептуры, могут выступать: у киви - «Слава», «Отхара»; у хурмы - сорт «Джиро», для джема с максимальной массовой доли пектиновых веществ, но менее сладкого продукта по сравнению с продуктом, полученным на основе сорта «Красный бриллиант», который может быть использован как основа для более сладкого, но менее прочного по консистенции джема.

Учитывая, что просто количественное сравнение различных сортов субтропических плодов по основным показателям биохимического состава, не позволили выявить наиболее оптимальные сорта современной селекции для производства джема, на следующем этапе проанализировали качественные показатели пектина по их аналитическим характеристикам.

3.2 Влияние сортовых особенностей фруктов на аналитические характеристики пектиновых веществ

Известно, что качественно охарактеризовать пектиновые вещества, выделенные из сортов субтропических плодов, можно по результатам

определения их аналитических характеристик методом кондуктометрического титрования пектинового раствора [14,47,65].

Аналитические характеристики пектиновых веществ - это параметры, которые позволяют оценить их физико-химические свойства, включая студнеобразующую способность, комплексообразующую активность и другие особенности. Эти характеристики зависят от источника сырья, способа получения и других факторов [14,48,51,53,69].

Разработанная методика [65] позволяет косвенно охарактеризовать различные по строению группы пектиновых веществ и определить их положительное и отрицательное влияние на студнеобразующую способность пектиновых веществ.

Известно, что высокое значение степени этерификации и низкое содержание свободных карбоксильных групп предполагает высокую студнеобразующую способность пектиновых веществ. При этом, учитывают, что для высокоэтерифицированных пектинов характерен кислотно-сахарный студень, образованный побочной валентностью, т. е. водородной связью при участии недиссоциированных свободных карбоксильных групп [34,35,69].

Кроме, основных характеристик (степень этерификации и массовая доля свободных карбоксильных групп) методика позволяет учитывать и другие группы в составе молекул пектина (массовые доли этерифицированных карбоксильных групп, массовая доля ацетильных групп, массовая доля метоксильных групп в расчете на уронидную составляющую пектина; общее содержание карбоксильных групп и другие), также влияющие на студнеобразующую способность плодов и продукции из них.

Так, многие авторы подтверждают, что низкая карбоксильная и ацетильная составляющие, высокая метоксильная составляющая обуславливают высокую студнеобразующую способность пектиновых веществ. А содержание ацетильных групп в молекуле пектина более 1% понижает его студнеобразующую способность [34,129,131].

По результатам кондуктометрического титрования были установлены основные аналитические характеристики. Содержания свободных и нейтрализованных карбоксильных групп в пектине - ($K_c, \%$); содержания этерифицированных карбоксильных групп в пектине - ($K_э, \%$); уронидную составляющую (содержание полигалактоуронида в анализируемом образце) - ($Пч, \%$); содержание метоксильных групп в расчете на анализируемую навеску - ($-OCH_3, \%$); общее содержание карбоксильных групп - ($K_o, \%$); степень этерификации карбоксильных групп - ($Ст. E, \%$); содержание ацетильных групп в пектине в расчете на уронидную составляющую пектина - ($Ац., \%$); в расчете на высушенную до постоянного веса пробу пектина - ($Ац. выс., \%$); которые представлены в таблице 19, а кластерный анализ на основе этих данных на рисунке 19.

Таблица 19 – Аналитические характеристики пектиновых веществ в фруктах различных сортов

№	Объект/сорта	$K_c, \%$	$K_э, \%$	$Пч$ (ГК), %	$-OCH_3, \%$	$K_o, \%$	$Ст. E, \%$	$Ац., \%$	$Ац.$ (выс), %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
мандаринов									
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

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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
хурмы									
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

Для более наглядной дифференциации сортов по комплексу физико-химических свойств нами был проведён кластерный анализ методом древовидной кластеризации (рис. 25). В качестве входных параметров были выбраны основные аналитические характеристики, определяющие студнеобразующую способность: массовая доля метоксильных групп, общая массовая доля карбоксильных групп, степень этерификации и массовая доля ацетильных групп. Таким образом, кластеризация по основным показателям (метоксильная, карбоксильная, ацетильная группы и степень этерификации) позволяет наиболее объективно оценить интегральное сходство сортов по их технологически значимому потенциалу.

Таблица 20 - Аналитические характеристики пектиновых веществ мандаринов различных сортов

№	Объект/сорта	Массовая доля метоксильных групп, %	Общая массовая доля карбоксильных групп, %	Степень этерификации, %	Массовая доля ацетильных групп, %
C1	Олимпийский	12,5±0,25	44,5±0,89	75,8±1,51	0,6±0,01
C2	Краснодарский 83	10,2±0,20	41,8±0,84	76,7±1,53	0,4±0,01
C3	Кодорский	10,4±0,20	46,5±0,93	78,7±1,57	0,5±0,01
C4	Сентябрьский	11,2±0,22	43,8±0,88	76,9±1,54	0,1±0,002
C5	Апсны	11,4±0,23	37,1±0,74	79,2±1,58	0,5±0,01
C6	Слава Вавилова	10,3±0,21	44,2±0,88	79,7±1,59	0,5±0,01

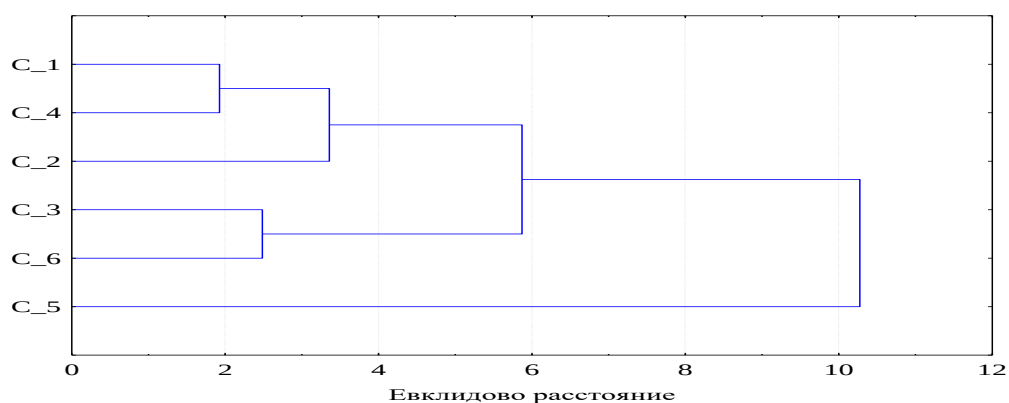


Рисунок 19 - Диаграмма результатов кластерного анализа для мандаринов

Из рисунка 19 видно, что сорта мандаринов можно разделить на 2 кластера. Кластер 1 включает в себя C1 (Олимпийский), C4 (Сентябрьский) и C2 (Краснодарский 83). Эти сорта больше всего похожи друг на друга. У обеих высокая степень этерификации, у C4 (Сентябрьский) рекордно низкое значение массовой доли ацетильных групп (0,13%). Кластер 2 включает в себя C3 (Кодорский) и C6 (Слава Вавилова). Эти сорта похожи друг на друга, но заметно отличаются от кластера 1. У них самая высокая степень этерификации. C5 (Апсны) это выброс, который находится на достаточно большом удалении от других сортов. Это указывает на его выраженную обособленность по пектиновым характеристикам. Анализ исходных данных показывает, что отличия C5 (Апсны) обусловлены, прежде всего, аномально низким содержанием общих карбоксильных групп (37,06%), тогда как у остальных сортов этот показатель варьирует от 41,76 до 46,49%. При этом степень этерификации у C5 (Апсны) остаётся высокой (79,22%), что характерно для всех исследованных образцов (все значения превышают 75%). Массовая доля ацетильных групп, напротив, минимальна у C4 (0,13%), а максимальна у C1 (0,57%). Сопоставление полученных результатов с результатами предыдущего кластерного анализа, основанного на технологических показателях сортов мандаринов, показанного на рисунке 19 показывает, что принадлежность сортов к кластерам в двух анализах существенно различается. Единственным относительно устойчивым объединением является пара C3 и C6, которая

сохраняется в обоих случаях. Напротив, С5 демонстрирует противоположное поведение: в первом анализе он входит в общий кластер с С2 и С4, во втором является явным выбросом, значительно удалённым от всех остальных сортов, что позволяет не рекомендовать этот сорт для производства джема.

Результаты исследования аналитических характеристик пектиновых веществ сортов фейхоа показаны в таблице 21, а кластерный анализ на основе этих данных на рисунке 20.

Таблица 21 - Аналитические характеристики пектиновых веществ фейхоа различных сортов

№	Объект/сорта	Массовая доля метоксильных групп, %	Общая массовая доля карбоксильных групп, %	Степень этерификации, %	Массовая доля ацетильных групп, %
С1	Амза	11,1±0,22	43,9±0,88	76,5±1,53	0,5±0,01
С2	Ацха	11,3±0,23	45,2±0,90	76,0±1,52	0,5±0,01
С3	Гульрипшский	10,5±0,21	45,5±0,91	75,4±1,51	0,4±0,01
С4	Суперба	10,2±0,20	43,1±0,86	76,0±1,52	0,2±0,004

Сравнение обоих кластерных анализов между собой показывает, что высокое содержание общего пектина в плодах само по себе не гарантирует благоприятной студнеобразующей способности, и для отбора сырья под конкретные продукты необходим углублённый анализ структуры пектиновых веществ.

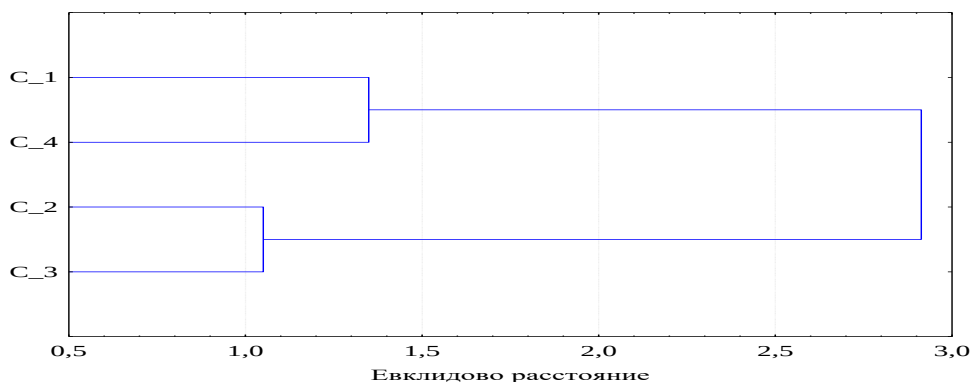


Рисунок 20 - Диаграмма результатов кластерного анализа для фейхоа

Согласно рисунка 20, кластерный анализ для фейхоа показал, что можно выделить 2 кластера. Кластер 1 включает в себя С1 (Амза) и С4 (Суперба), кластер 2 включает С2 (Ацха) и С3 (Гульрипшский). Оба кластера значительно отличаются друг от друга.

Сравнение этих результатов с результатами, полученными ранее (рисунок 20) свидетельствует о том, что для данных четырёх сортов связь между технологическими показателями и структурой пектина отсутствует. Это также, как и в случае с мандарином, означает, что отбор сортов фейхоа для производства жележных продуктов не может основываться только на стандартном технологическом анализе. Для каждого сорта необходима оценка аналитических характеристик пектина. В противном случае выбор сорта по вкусовым или общим технологическим параметрам может привести к неудовлетворительной консистенции готового продукта.

Результаты исследования аналитических характеристик пектиновых веществ сортов киви показаны в таблице 22, а кластерный анализ на основе этих данных на рисунке 21.

Таблица 22 - Аналитическая характеристика пектиновых веществ киви различных сортов

№	Объект/сорта	Массовая доля метоксильных групп, %	Общая массовая доля карбоксильных групп, %	Степень этерификации, %	Массовая доля ацетильных групп, %
С1	Победитель	10,4±0,21	45,4±0,91	76,4±1,53	0,4±0,01
С2	Слава	11,1±0,22	48,0±0,96	78,9±1,58	0,5±0,01
С3	Апсны	11,0±0,22	43,2±0,86	77,8±1,56	0,2±0,004
С4	Отхара	9,9±0,20	46,6±0,93	79,9±1,60	0,25±0,005
С5	Бруно	9,1±0,18	45,9±0,92	77,7±1,55	0,3±0,006
С6	Хейвард	9,9±0,20	44,5±0,89	77,7±1,55	0,3±0,006

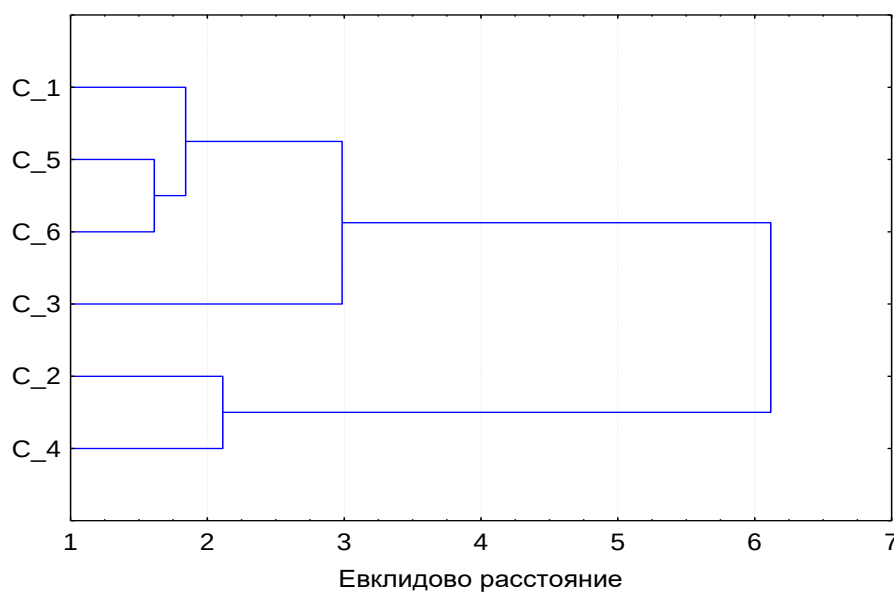


Рисунок 21 - Диаграмма результатов кластерного анализа для киви на основании исходных данных из таблицы 22

На основании рисунка 21 можно выделить 2 кластера сортов киви. Кластер 1 включает в себя C2 (Слава) и C4 (Отхара), кластер 2 включает в себя C1 (Победитель), C5 (Бруно), C6 (Хейвард) и C3 (Апсны). Оба кластера сильно отличаются друг от друга.

Если сравнивать с кластерным анализом, проводимым по технологическим параметрам сортов киви и представленным на рисунке 5, то можно выделить устойчивую группу, состоящую из C2 (Слава) и C4 (Отхара). Эти два сорта сохраняют одинаковые закономерности в обоих анализах. Остальные сорта ведут себя по-разному в зависимости от набора параметров. Это позволяет рассматривать их как взаимозаменяемые по совокупности технологических показателей и аналитических характеристик пектиновых свойств. Остальные сорта демонстрируют разное поведение. Выявленная устойчивость группы (C2, C4) позволяет рекомендовать эти сорта как наиболее надёжные для производства джема. Их поведение предсказуемо и не зависит от того, какой набор параметров используется для оценки. Напротив, сорта C3 (Апсны), C5 (Бруно), C6 (Хейвард) и C1 (Победитель) требуют индивидуального подхода, поскольку их технологические и структурные

свойства не согласованы. Джем из этих сортов может давать неожиданные результаты с точки зрения консистенции.

Результаты исследования аналитических характеристик пектиновых веществ сортов хурмы показаны в таблице 23, а кластерный анализ на основе этих данных не проводился.

Таблица 23 - Аналитическая характеристика пектиновых веществ в хурме различных сортов

№	Объект/сорта	Массовая доля метоксильных групп, %	Общая массовая доля карбоксильных групп, %	Степень этерификации, %	Массовая доля ацетильных групп, %
C1	Джиро	9,2±0,18	39,9±0,80	78,2±1,56	0,3±0,006
C2	Красный бриллиант	10,1±0,20	40,4±0,81	78,7±1,57	0,1±0,002

По показателям, определяющим желирующую способность, преимущество на стороне сорта «Красный бриллиант». У него выше массовая доля метоксильных групп (10,11% против 9,22%) и общих карбоксильных групп (40,39% против 39,97%), а также практически такая же степень этерификации (78,70 и 78,23%). Наиболее существенное различие в содержании ацетильных групп, которые препятствуют желированию. У «Красного бриллианта» этот показатель вдвое ниже (0,12% против 0,25%).

Несмотря на то, что сорт «Джиро» содержит больше общего пектина, сорт «Красный бриллиант» является предпочтительным для производства жележных продуктов. Его пектиновый профиль характеризуется более благоприятной структурой (низкое содержание ацетильных групп, высокие метоксильные и карбоксильные показатели), а высокое содержание собственных сахаров позволяет снизить количество добавляемого сахара при варке. Сорт «Джиро», при более высоком содержании пектина, может давать джем с менее стабильной консистенцией из-за повышенной доли ацетильных групп.

Сравнение кластерных анализов, выполненных по двум разным наборам параметров, показало, что технологические и структурные свойства сортов не связаны жёсткой зависимостью. Высокое содержание сахаров или общего пектина не гарантирует хорошей желирующей способности. Для каждого сорта связь между этими группами свойств должна устанавливаться эмпирически. Предложенный в работе подход, основанный на сравнении двух кластерных анализов, может быть рекомендован как методологический приём для оценки пригодности сортового сырья к переработке с получением джема.

3.3 Влияние обработки ЭМП НЧ на изменение студнеобразующей способности пектиновых веществ субтропических фруктов

Исследования, проводимые в указанный период (с 2002 года по настоящее время) в КубГТУ, КНИИХП и ряде других вузов и НИИ [44,64], показали, что проводимая при определенных технологических параметрах, различающихся в зависимости от вида сырья и решаемых задач, обработка пищевой системы в ЭМП НЧ может быть использована для интенсификации технологических процессов в пищевой промышленности [89,117].

Учитывая положительный опыт в этом направлении, при разработке технологии приготовления джема было принято решение использовать обработку ЭМП НЧ для воздействия на клеточную оболочку плодового сырья, на активацию свойств пектиновых веществ с целью улучшения их студнеобразующей способности и создания структуры джема с необходимыми реологическими характеристиками [117,122].

Для этого подготовленное и измельченное плодовое сырье в подобранном ранее проведенными экспериментами соотношении обрабатывали с помощью прибора, создающего необходимое электрофизическое воздействие, при различных технологических режимах

(частоте колебаний) и продолжительности процесса. Необработанная смесь измельченных плодов служила в качестве контроля. После проведения обработки образцы анализировались по стандартным, принятым в пищевой промышленности, методикам - определяли основные показатели химического состава и студнеобразующую способность полуфабриката для получения джема.

В соответствии с методикой определения студнеобразующей способности подготовленные образцы пюре варили в течение 15 мин после начала кипения, ориентируясь на отставание массы от стенок емкости, как признак достижения необходимой консистенции. Выход и кислотность полученной уваренной массы соответствовали предъявляемым требованиям, из-за чего дополнительное внесение раствора лимонной кислоты не потребовалось. После остывания разлитой в формы массы в течение 20 минут образовавшийся студень органолептически проверяли на упругость, обмин, способность извлекаться из формы и сохранять полученную при остывании форму [21].

Режим «волновые качели» предусматривает пульсирующее воздействие магнитного поля в определенном диапазоне. От нижней точки к верхней прибор проходит все частоты, излучая в каждой точке импульс. Это происходит первоначально в прямом, а затем в обратном направлении. Именно такое воздействие влияет на разрушение клеточных стенок и изменение свойств компонентов сырья. Продолжительность обработки задается в эксперименте, но в зависимости от величины диапазона и количества точек пульсации, продолжительность для каждого варианта опыта может быть различной - минимальной в интервале 1-10 Гц (10 минут) и максимальной в диапазоне 100-1000 Гц (20 минут).

Выявлено влияние электрофизической обработки подготовленных полуфабрикатов на качественные характеристики студня после варки, определяемые органолептически.

Обработанные в ЭМП НЧ в режиме «волновые качели» при частоте 10-100 Гц продолжительностью 15 минут полуфабрикаты отличались тем, что форма студня сохранялась без существенных изменений дольше, чем для образцов обработка которых проводилась при частоте 1-10 Гц.

Режим с частотой 100-1000 Гц повлиял на чистоту извлечения студня из формы, гель легко разрушался, откалывался, не имел необходимой упругости. Существенных различий между продолжительностью в 10 и 20 минут не было выявлено, в том время как обработка в 15 минут в нескольких пробах повлияла на стойкость студня и его упругость.

В результате оценки по внешним характеристикам, срезу студня и вкусовым особенностям остывшего продукта как наиболее удачные были выделены режимы 15 минут и частота обработки 10-100 Гц.

Установленная зависимость структурообразующих характеристик от частоты ЭМП НЧ представлена на рисунке 22.

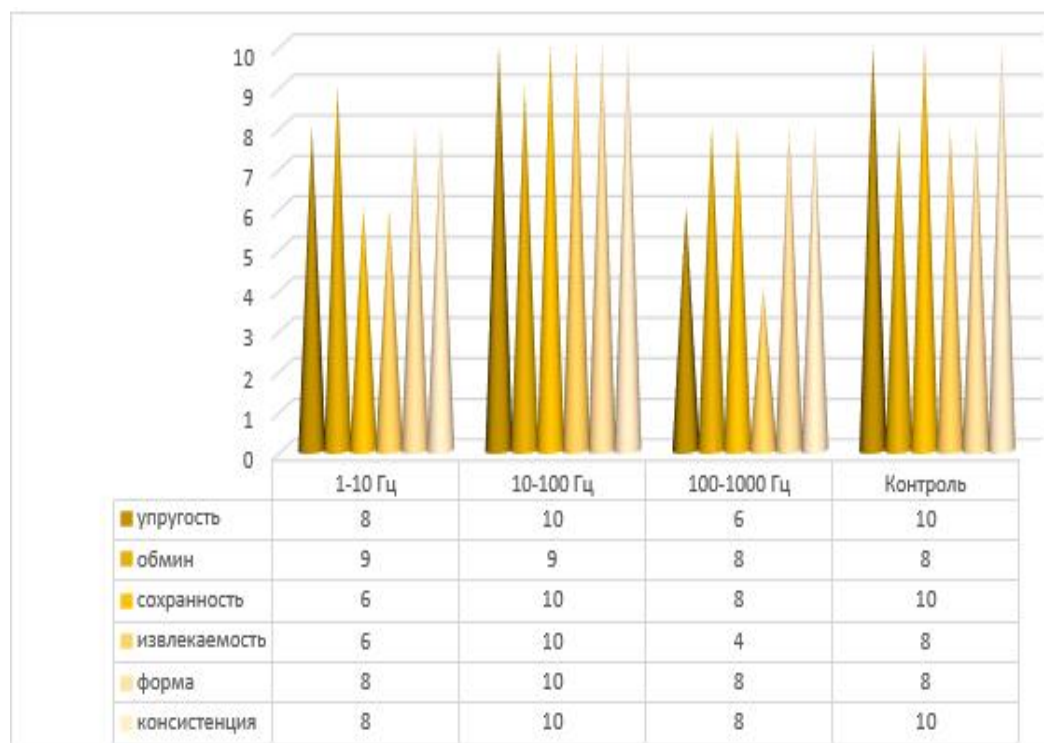


Рисунок 22 - Влияния различных частот ЭМП НЧ на структурообразующие характеристики

Кроме органолептических показателей, влияние продолжительности обработки на массовую долю пектина (РП) определили кальций-пектатным методом. Результаты выполненных анализов приведены в таблице 24-27.

Таблица 24 - Массовая доля РП в мандаринах в зависимости от продолжительности обработки ЭМП в разных режимах

сорт	контроль	10	15	20	30
Слава Вавилова	0,8±0,002	0,8±0,002	1,0±0,003	0,8±0,002	0,9±0,003
Апсны	0,9±0,003	0,9±0,003	1,2±0,004	1,0±0,003	1,1±0,003
Сентябрьский	1,0±0,003	1,1±0,003	1,4±0,004	1,1±0,003	1,2±0,004
Олимпийский	0,8±0,002	0,9±0,003	1,1±0,003	0,9±0,003	1,0±0,003
Краснодарский 83	1,3±0,004	1,3±0,004	1,6±0,005	1,1±0,003	1,2±0,004
Кодорский	0,9±0,003	0,9±0,003	1,2±0,004	0,9±0,003	1,0±0,003

Таблица 25 - Массовая доля РП в киви в зависимости от продолжительности обработки ЭМП в разных режимах

сорт	контроль	10	15	20	30
Отхара	0,4±0,001	0,4±0,001	0,7±0,002	0,4±0,001	0,5±0,002
Хайвард	0,9±0,003	0,9±0,003	1,1±0,003	0,9±0,003	1,0±0,003
Слава	0,9±0,003	0,9±0,003	1,2±0,004	0,9±0,003	1,0±0,003
Бруно	1,1±0,003	1,1±0,003	1,4±0,004	1,1±0,003	1,2±0,004
Апсны	0,5±0,001	0,5±0,0001	0,8±0,002	0,6±0,001	0,6±0,002
Победитель	0,8±0,002	0,8±0,002	1,1±0,003	0,8±0,002	0,9±0,003

Таблица 26 - Массовая доля РП в фейхоа в зависимости от продолжительности обработки ЭМП в разных режимах

сорт	контроль	10	15	20	30
Гульрипшский	0,8±0,002	0,9±0,003	1,2±0,004	0,9±0,003	1,0±0,003
Суперба	0,9±0,003	0,9±0,003	1,3±0,004	0,9±0,003	1,0±0,003
Амза	1,0±0,003	1,0±0,003	1,4±0,004	1,1±0,003	1,2±0,004
Ацха	0,7±0,002	0,7±0,002	1,1±0,003	0,8±0,002	0,9±0,003

Таблица 27 - Массовая доля РП в хурме в зависимости от продолжительности обработки ЭМП в разных режимах

сорт	контроль	10	15	20	30
Джиро	$0,8 \pm 0,002$	$0,8 \pm 0,002$	$1,2 \pm 0,004$	$0,9 \pm 0,003$	$0,9 \pm 0,003$
Красный бриллиант	$0,7 \pm 0,002$	$0,7 \pm 0,002$	$1,2 \pm 0,004$	$0,8 \pm 0,002$	$0,8 \pm 0,002$

Полученные результаты показывают общую для субтропических плодов закономерность, связанную с увеличением массовой доли растворимого пектина после воздействия электромагнитного поля. Существенные изменения показателя были получены при обработке в режиме 10-100 Гц (продолжительностью 15 минут).

На основании проведенных исследований были выбраны сорта каждой культуры субтропических плодов для производства джемов, для которых проведенный анализ однозначно подтверждает возможность получения качественной продукции.

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

Таким образом, измельчение плодового сырья и электромагнитная обработка позволит перевести пектиновые вещества и другие углеводы сырья в более активное состояние и ускорить технологический процесс образования структуры, характеризующий готовый продукт.

Это позволило рекомендовать обработку в ЭМП НЧ в режиме волновые качели при частоте 10-100 Гц продолжительностью 15 минут для получения полуфабриката, обладающего наилучшими характеристиками для дальнейшего производства джема.

3.4 Влияние соотношения сырья в рецептуре на вязкость джема

Инженерная реология пищевых производств, являясь частью инженерной физико-химической механики пищевых производств, фокусируется на исследовании свойств пищевых материалов и их композиций, связанных с деформацией и течением под воздействием внешних сил. Основная цель реологии пищевых производств - контроль структуры и качества продуктов, используя реологические данные [39,45,110]. Также важно разрабатывать методы расчета технологических процессов, учитывая реологические свойства готового продукта [9,36]. В данной работе мы исследуем реологические характеристики джемов из субтропических культур [8,42].

В производственных условиях отдела переработки ГНУ ИСХ Академии наук Абхазии, Гулрыпшский район, поселок Агудзера, были проведены испытания с выпуском опытной партии джемов, являющихся объектом настоящего исследования. В дальнейшем будут использованы следующие обозначения: «Джем многокомпонентный - микс» - Джем 1, ««Джем многокомпонентный - киви» - Джем 2, «Джем многокомпонентный - хурма» - Джем 3. Наименование джема было связано с сырьем, преобладающим в рецептуре. На приборе Структурометр-СТ2 изучали реологические свойства образцов джема, которые могут быть использованы в расчётах технологических режимов, а также при автоматизированном контроле качества выпускаемой продукции [107].

На рисунке 23 изображены зависимости усилия, развиваемого индентором, от величины деформации при погружении шарика в исследуемый продукт.

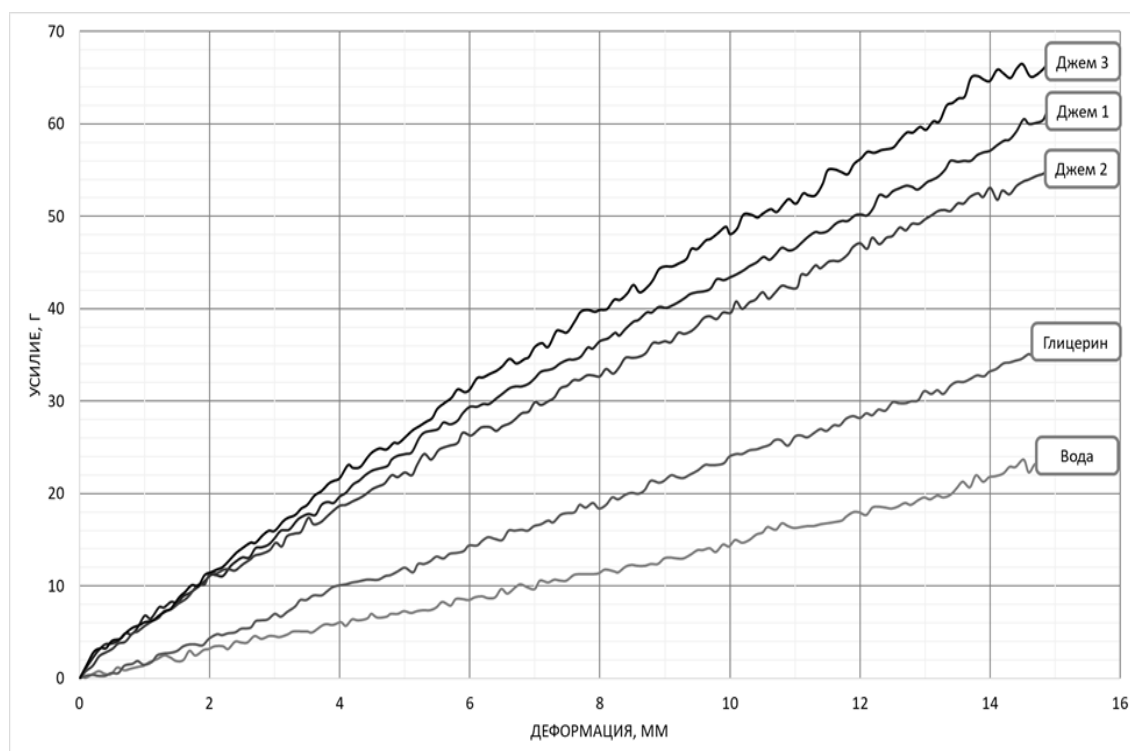


Рисунок 23 - Зависимость усилия от деформации (погружения шарика в образец исследуемой пробы)

На основе установленных зависимостей можно охарактеризовать реологические свойства исследуемых джемов. Все три образца демонстрируют вязкость, превышающую показатели воды и глицерина. Наиболее выраженная вязкость наблюдается у джема №3, рецептура которого включает фруктовое пюре с доминирующим компонентом - хурмой. Джем №2, с киви в качестве основного ингредиента, обладает наименьшей вязкостью, а джем №1 занимает промежуточную позицию по этому показателю.

Для определения численных характеристик вязкости в соответствии с методиками, разработанными ООО «Лаборатория качества» [107], мы используем относительный реологический показатель $R_{отн}$, показывающий во сколько раз вязкость исследуемого образца выше или ниже эталонного значения (воды или глицерина). Для получения значений $R_{отн}$ были проведены следующие вычисления: в первом случае в качестве эталонной пробы

использовалась вода, во втором - глицерин. Относительный реологический показатель рассчитывался по формуле:

$$R_{\text{отн}} = \frac{F}{F_0}, \quad (1)$$

где F - развиваемое усилие в определённой точке для исследуемого образца;

F_0 - развиваемое усилие в этой же точке для эталонного образца.

В результате обработки массива данных были получены зависимости $R_{\text{отн}}(L)$ для каждого из трёх образцов джема, а также контрольных проб в виде глицерина и воды.

Исходя из данных рисунков 24 и 25 до установки ламинарного погружения в исследуемый продукт, до величины $L=4\text{мм}$ наблюдается переходной колебательный процесс, связанный с переходом шарика-индентора из одной среды в другую.

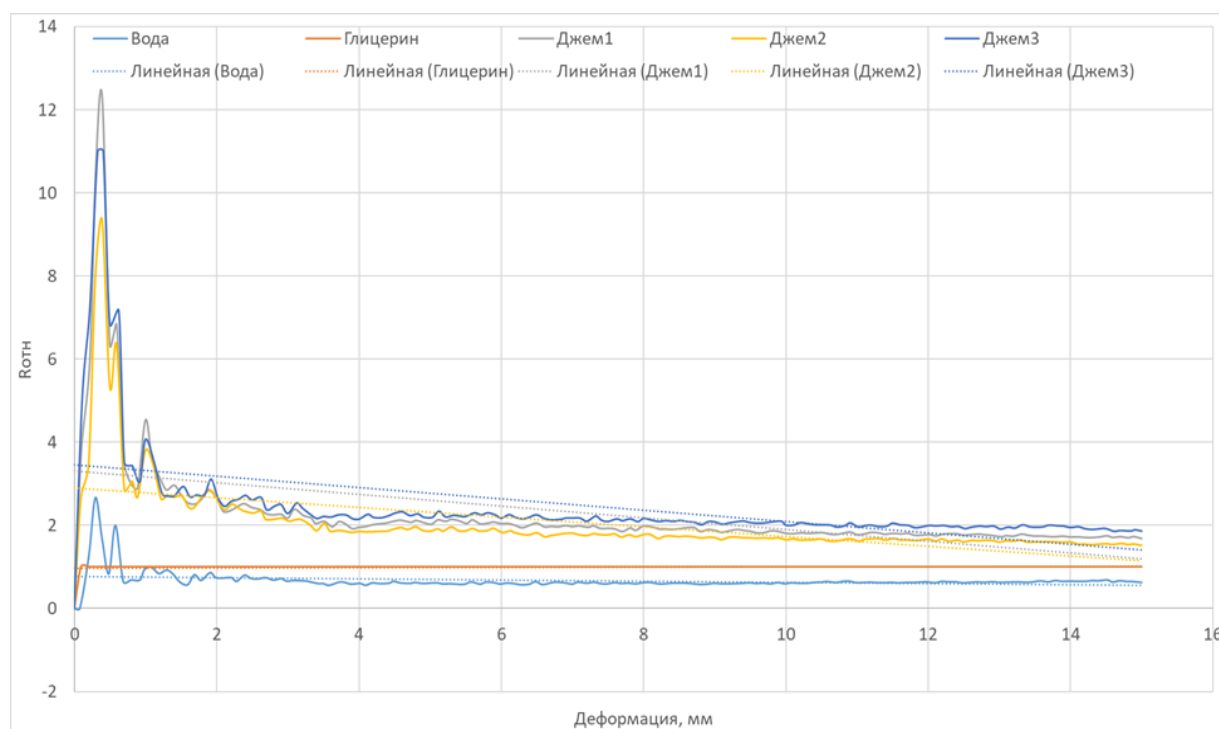


Рисунок 24 - Зависимость относительного реологического показателя от деформации для исследуемых проб джемов (эталон- глицерин)

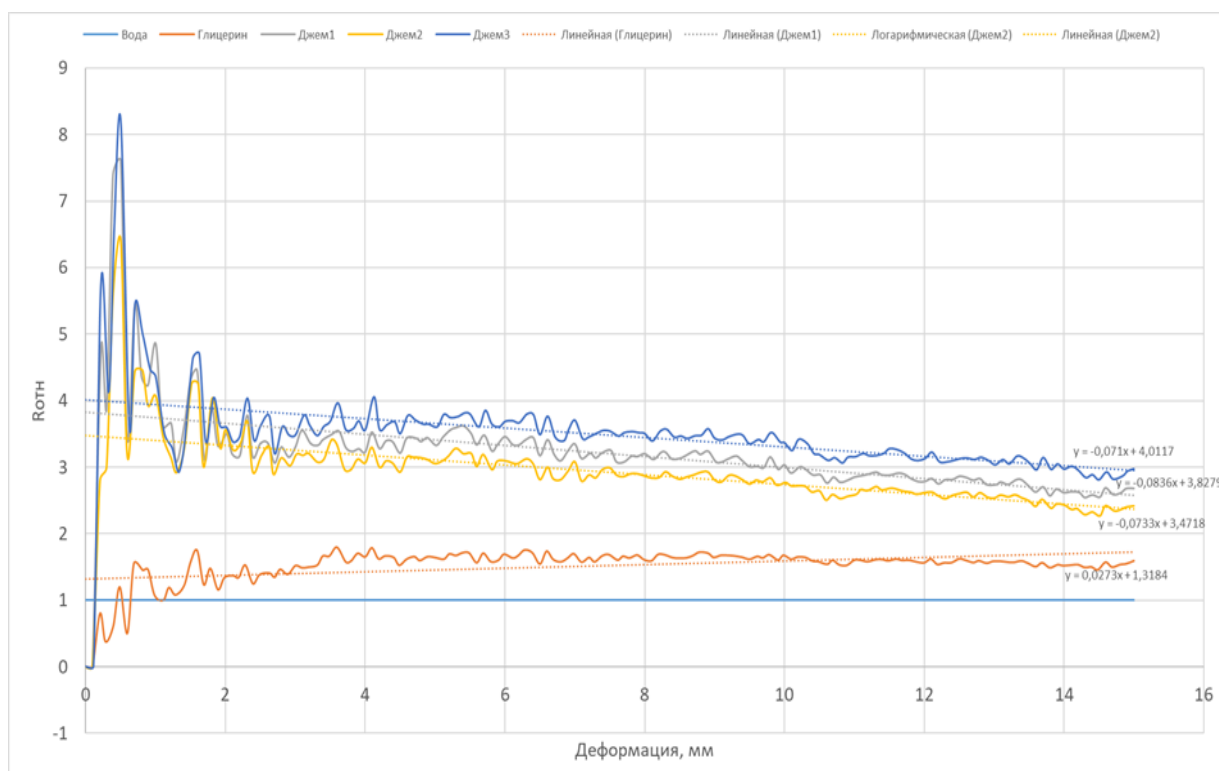


Рисунок 25 - Зависимость относительного реологического показателя от деформации для исследуемых проб джемов (эталон - вода)

В результате проведённых измерений были получены экспериментальные данные, приведенные в таблице 28 с численными значениями усреднённого относительного реологического показателя в линейной области измеренных значений [39].

Таблица 28 - Численные значения относительного реологического показателя ($R_{отн}$), измеренные по воде и по глицерину в качестве эталона

Эталон	Диапазон $R_{отн}$		
	Джем 1	Джем 2	Джем 3
Глицерин	1,68-2,14	1,52-1,96	1,86-2,33
Вода	2,55-3,62	2,27-3,28	2,81-3,85

В ходе исследования были определены значения относительного реологического показателя, характеризующие превышение усилия, необходимого для деформации джема, по сравнению с аналогичным усилием для воды или глицерина. Установлены зависимости влияния усилия на

деформацию, позволяющие графически оценить реологические характеристики продукта.

Совместно с сотрудниками ОО «Лаборатория качества», разработана методика определения вязкости для джемов. Готовится заявка на предполагаемое изобретение.

Показано, что использование хурмы в качестве основного компонента приводит к увеличению вязкости конечного продукта, в то время как добавление киви оказывает обратный эффект (таблица 28).

Полученные данные могут быть использованы для оптимизации рецептуры джема с целью сохранения потребительских свойств в процессе хранения.

3.5 Обоснование выбора целевых рецептур джема на основе кластерного анализа сортовых характеристик и дегустационной оптимизации

Фруктовые консервы традиционно изготавливаются из одного или нескольких видов фруктов [40,52,71,85,91,99,106,147,148,150,170,177,179], что отражено в нормативных документах, регламентирующих качественные характеристики продуктов. На начальном этапе мы определяли оптимальное соотношение ингредиентов, ориентируясь по ранее определенному химическому составу и органолептическим характеристикам получаемого джема. Особое внимание уделялось условиям желирования, а также соотношению массовой доли растворимых сухих веществ и титруемых кислот в готовом джеме [21].

Для оптимизации рецептуры были рассмотрены следующие соотношения фейхоа, хурмы, мандарина и киви (%): 25:25:25:25, 20:20:20:40, 20:40:20:20, 10:20:30:40, а также 20:20:30:20 с добавлением 10% сахара.

Окончательное соотношение было утверждено, исходя из результатов анализа химического состава компонентов.

В отличие от классических рецептов однокомпонентных джемов, содержащих около 60% сахара, рассматривали варианты со снижением количества вносимого сахара до 10% или исключения его из рецептуры полностью. Результаты органолептического анализа опытных образцов по различным вариантам рецептуры представлены в таблице 29.

Органолептическая оценка образцов проводилась дегустационной комиссией, в состав которой входили сотрудники кафедры. Оценивались следующие показатели: внешний вид, консистенция, вкус, цвет и запах. По результатам дегустации установлено, что вкусовые характеристики, цвет и аромат вариантов с исключением из рецептуры сахара получили высокую оценку.

Таблица 29 – Суммарная дегустационная оценка вариантов рецептуры джема

Вариант рецептуры	Результаты дегустации			
	Вкус	Цвет	Аромат	Консистенция
Фейхоа:хурма:мандарины:киви в соотношении: %				
Образец 1-(25:25:25:25)	9,8	9,6	9,7	9,2
Образец 2-(20:20:20:40)	9,6	8,8	9,5	9,0
Образец 3-(20:40:20:20)	9,7	9,6	9,3	9,2
Образец 4-(10:20:30:40)	8,0	8,2	8,0	8,8
Образец 5-(20:20:30:20+10 сахара)	8,5	8,8	9,0	8,4

Органолептические показатели образцов (цвет, вкус, аромат, консистенция) соответствуют требованиям ГОСТ 31712-2012 [21]. Нарушений идентификационных признаков продукции не было выявлено. Поэтому было проведено обоснование, представленное в таблице 30.

Таблица 30 - Логико-критериальное обоснование выбора трех рецептов джема

Критерий обоснования	Образец 1 («Джем многокомпонентный - микс»)	Образец 2 («Джем многокомпонентный - киви»)	Образец 3 («Джем многокомпонентный - хурма»)
1	2	3	4
Доминирующий компонент	Равное соотношение (25:25:25:25) %	Киви - 40 %	Хурма - 40 %
Полная рецептура, %	Фейхоа 25: хурма 25: мандарины 25: киви 25	Киви 40: хурма 20: мандарины 20: фейхоа 20	Хурма 40: киви 20: мандарины 20: фейхоа 20
Тип композиции	Сбалансированная	Кислотно-акцентированная	Сладостно-акцентированная
Массовая доля титруемых кислот, %	1,7	2,1	1,4
Массовая доля растворимых сухих веществ (СВ), %	71,8	69,0	69,0
Массовая доля пектиновых в-в, %	4,4	4,1	4,0
Содержание каротиноидов, мг/100г	1,62	1,46	2,29
Содержание дубильных веществ, %	2,2	2,1	1,9
Дегустационная оценка	Вкус - 9,8; Цвет - 9,6; Аромат - 9,7; Консистенция - 9,2	Вкус - 9,7; Цвет - 9,6; Аромат - 9,3; Консистенция - 9,2	Вкус - 9,6; Цвет - 8,8; Аромат - 9,5; Консистенция - 9,0
Функциональный акцент	Максимальная гармония вкуса и аромата	Высокое содержание витамина С и каротиноидов	Низкая кислотность, природная сладость

1	2	3	4
Обоснование выбора	Наивысшие баллы по вкусу (9,8) и аромату (9,7) - референсная композиция	Максимальная студнеобразующая способность за счет низкого pH киви	Расширение потребительской аудитории за счет сладкого профиля
Почему именно такое доминирование?	Равные доли - условие синергизма без подавления отдельных ароматов	40% - верхняя граница (при 50% - избыточная кислотность → расслоение)	40% - верхняя граница (при 50% - СВ падает ниже 60%)
Целевая группа потребителей	Широкий круг потребителей	Спортсмены, антиоксидантная профилактика	Лица с чувствительностью к кислому вкусу, пожилые
Патентоспособность	Патенты RU 2825227, RU 2825224	Патенты RU 2860006, RU 2859176	Патенты RU 2860003, RU 2860001

Формирование трех финальных рецептур (образцы 1, 2 и 3) осуществлялось не на основе единичного дегустационного предпочтения, а в рамках многокритериального подхода, объединяющего результаты предварительного анализа сырья по сортам, оценку студнеобразующей способности плодового сырья в условиях исключения сахара, соблюдения требований к продукции для здорового питания [56,58,112,113,118,133].

Критериальная база выбора. В качестве детерминирующих факторов выступали:

1. Таксономическая вариабельность сырья. По данным химического состава различных сортов фейхоа, мандарина, киви и хурмы, предоставленных НИИСХ АНА, установлены значимые межиндивидуальные различия по содержанию: сухих веществ (14-24 %), титруемых кислот (0,8-2,6 %), сахара (12%) и пектиновых веществ (9-14 %). Создание единой универсальной

рецептуры привело бы к нивелированию технологического потенциала крайних сортовых групп.

2. Технологические ограничения рецептуры. Исключение добавленного сахара (0 % и 10 % в экспериментальных вариантах) и применение обработки сырья в электромагнитном поле низких частот (ЭМП НЧ, 10-100 Гц, режим «волновые качели», 15 мин) изменяют соотношение «кислотность - пектин - сахара» в системе. Это делает жестко детерминированным выбор доминирующего компонента для обеспечения требуемой желейной консистенции (69 % сухих веществ по ГОСТ 31712-2012 [21]).

3. Целевое функциональное позиционирование. Продукт ориентирован на линейку здорового питания, что предполагает контролируемую дифференциацию биологически активных компонентов: каротиноидов, витамина С, пектина и природных сахаров.

Логика отбора трех рецептов. Из пяти экспериментальных вариантов были отобраны образцы 1, 2 и 3 по принципу Парето-оптимальности в пространстве критериев: «органолептическая оценка (вкус, цвет, аромат, консистенция) - содержание каротиноидов - титруемая кислотность - студнеобразующая способность». Каждый из отобранных образцов занимает уникальную позицию:

Образец 1 выполняет функцию референсной композиции: равное соотношение (25:25:25:25) обеспечивает максимальную энтропию смешения, при которой ни один из плодов не подавляет органолептический профиль других. Это единственный образец, в котором достигается синергизм ароматов фейхоа, мандарина, киви и хурмы без доминанты какого-либо компонента, что подтверждено максимальной суммарной дегустационной оценкой (9,8 - вкус, 9,7 - аромат).

Образец 2 (40% киви) обоснован студнеобразующим потенциалом киви, содержит высокую титруемую кислотность (2,10%) по сравнению с другими

компонентами компенсирует отсутствие добавленной лимонной кислоты и сахара в рецептуре. Кроме того, данный образец характеризуется максимальным содержанием каротиноидов (2,29 мг/100г) и витамина С, что позиционирует его как продукт с выраженным антиоксидантным профилем.

Образец 3 (40 % хурмы) сформирован для расширения потребительской аудитории, хурма обеспечивает титруемую кислотность (1,4 %) и максимальное содержание природных сахаров среди всех компонентов. Это единственный образец, где сладкий вкус доминирует над кислым, что критически важно для продуктов здорового питания, ориентированных на потребителей, чувствительных к высокой кислотности.

Выбор именно трех, а не большего числа рецептов (например, с доминированием 50 % или 60 % одного компонента) обусловлен технологическими ограничениями.

В предварительных экспериментах увеличение доли киви свыше 45 % приводило к избыточной кислотности и расслоению железной структуры, а увеличение доли хурмы свыше 45 % - к недостаточной студнеобразующей способности и снижению массовой доли сухих веществ ниже 60 %.

Таким образом, значения 40 % для доминирующего компонента и 20-25 % для равномерного распределения являются верхней границей достижимости для без сахарной технологии с обработкой ЭМП НЧ.

В таблице 31 приведены органолептические и физико-химические характеристики джемов из различных субтропических фруктов.

На основании результатов лабораторных исследований установлено, что представленные образцы джема полностью соответствуют нормативам, регламентированным межгосударственным стандартом ГОСТ 31712-2012 «Джемы. Общие технические условия» [21].

Таблица 31 - 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»
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 желейной консистенции		Мажущаяся масса, обладающая желейной консистенцией		
Цвет	Бурый	Темно-коричневый	Буры	Светло-коричневый	Светло-коричневый		
Суммарный балл оценки	28,6	32,4	34,6	36,2	38,3	37,0	37,8
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	2,1	1,4
Содержание витамина С, мг/100 г продукта	69,8	11,1	16,4	10,0	64,2	62,6	63,8
Пищевые волокна, мг/100г продукта	4,2	1,4	3,2	1,0	9,3	10,2	8,2

В соответствии с требованиями п. 5.2.2 ГОСТ 31712-2012, массовая доля растворимых сухих веществ в джеме должна составлять не менее 60,0%. В исследуемых образцах находится в диапазоне 69,0-71,80%, что значительно превышает нижний нормативный порог и свидетельствует о соблюдении технологической рецептуры, использовании качественного сырья, а также

гарантирует требуемую консистенцию, вкусо-ароматические характеристики и устойчивость продукта при хранении.

Относительно показателя массовой доли титруемой кислотности (в пересчете на яблочную кислоту, %), стандарт устанавливает допустимый уровень – не менее 0,3%. Фактические значения кислотности для трех исследованных образцов варьируются в пределах 1,4-2,1%, что также находится в границах, установленных нормативной документацией. Это подтверждает сбалансированность рецептуры и отсутствие отклонений в процессе варки, влияющих на органолептические показатели, условия для желирования и микробиологическую стабильность продукта при последующем хранении.

Таким образом, выбор трех рецептур является не эмпирическим, а результатом многокритериальной оптимизации с технологическими ограничениями, обеспечивающим:

- вариативность функциональных свойств в рамках единой сырьевой платформы;
- выполнение требований ГОСТ при полном исключении добавленного сахара;
- воспроизводимость студнеобразования в условиях обработки ЭМП НЧ.

Предложенные рецептуры образуют минимальное Парето-покрытие целевого пространства: сужение до одной рецептуры привело бы к потере функционального разнообразия линейки, а расширение - к нарушению технологических ограничений и снижению качества готового продукта.

Из исследованных сортов фруктов киви и хурмы именно при массовой доле плодовой массы в рецептуре 40% достигается максимальный функциональный контраст без потери желирующей способности. Предварительные эксперименты показали, что при массовой доле подготовленной и измельченной массы плодов киви 30% кислотность недостаточна для желирования без сахара, а при 50% - избыточна и вызывает

расслоение джема при последующем хранении. Аналогично для хурмы: при массовой доле плодовой массы 30% не достигается необходимое изменение вкуса джема, а при 50% измельченных плодов в рецептуре содержание растворимых сухих веществ джема ниже 60%, регламентируемых по ГОСТу.

Таким образом, массовая доля плодового сырья в рецептуре 40% - это верхняя граница достижимости для безсахарной технологии с обработкой ЭМП НЧ. Образец 2 занимает позицию максимума по содержанию титруемых кислот и каротиноидов, образец 3 - минимум титруемой кислотности и максимум природной сладости. Образец 1 является референсной точкой между ними, что и подтверждают результаты дегустации опытных образцов.

Проведенная оценка органолептических и физико-химических показателей качества джемов подтвердила их соответствие заявленному наименованию и нормативной документации [21].

На рисунке 26-32 представлены диаграммы результатов проведенных лабораторных анализов джемов. Содержание растворимых сухих веществ в джеме является важным показателем, определяющим его консистенцию, срок хранения и вкусовые характеристики.



Рисунок 26 - Содержание растворимых сухих веществ в продукте, %

Согласно ГОСТ 31712-2012 [21], массовая доля сухих растворимых веществ в джеме должна быть не менее 60%. Результаты анализа массовой доли сухих веществ свидетельствуют о соответствии продукции требованиям нормативной документации. Все три образца джема имеют высокие показатели (69,00%-71,80%), что обеспечивает требуемую консистенцию, вкус и хорошую сохранность продукта.

Титруемая кислотность влияет на баланс вкуса в джеме и влияет на процесс студнеобразования пектина. Оптимальная кислотность помогает предотвратить рост микроорганизмов, что увеличивает срок хранения продукта.

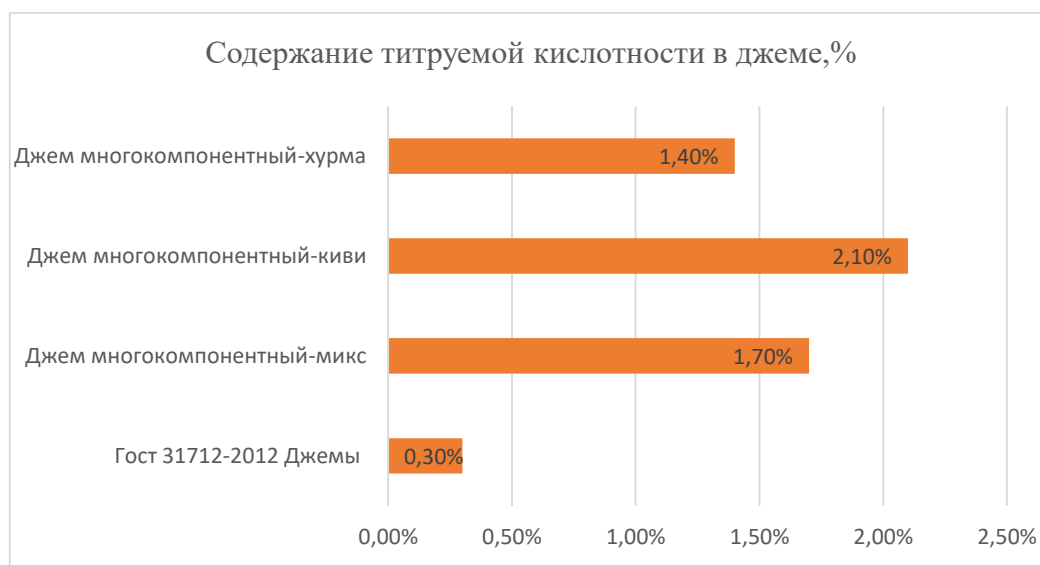


Рисунок 27 - Содержание титруемой кислотности в джеме, %

Проведенные исследования (рисунок 27) показали, что высокая массовая доля титруемых кислот в образце «Джем многокомпонентный - киви» (2,10%) соответствует высокому содержанию органических кислот в доминирующем сырье. Результаты анализа образца «Джем многокомпонентный - микс» (1,70%) показывают сбалансированную рецептуру с другим соотношением фруктов. Образец «Джем многокомпонентный - хурма» (1,40%) имеет отличные от двух первых образцов вкусовые характеристики.

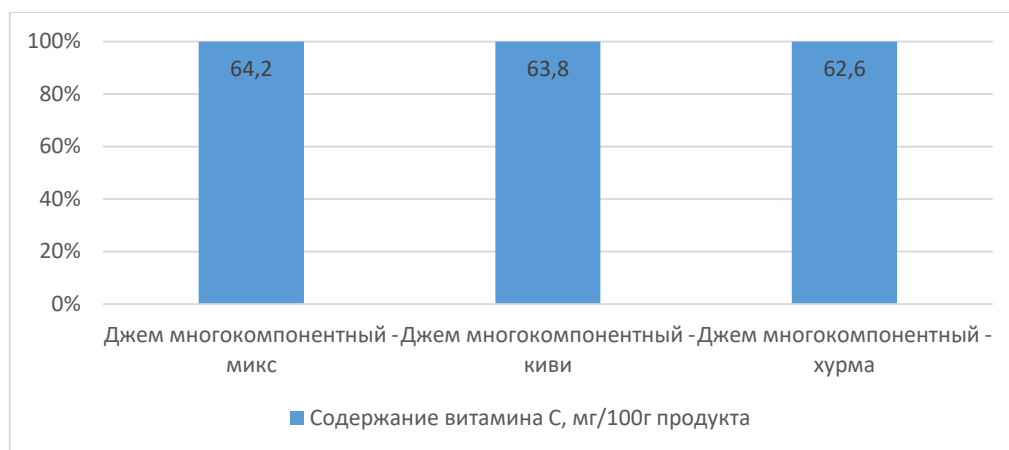


Рисунок 28 - Содержание витамина С в джеме, мг/100г

Высокое содержание витамина С (рисунок 28) в готовом джеме (более 60 мг/100 г) объясняется тем, что исходные фрукты в подобранном рецептурами соотношении содержат витамин С в больших количествах, особенно плоды киви (с массовой долей витамина С до 180 мг/100 г), и даже с учётом потерь при нагревании итоговый показатель остаётся значительным – существенно выше, чем для однокомпонентных джемов с сахаром. Исключение сахара из рецептуры увеличивает долю фруктового сырья в готовом изделии.

Плоды содержат дубильные вещества, которые в небольшом количестве переходят в джем при приготовлении, что зависело от рецептуры (рисунок 29).

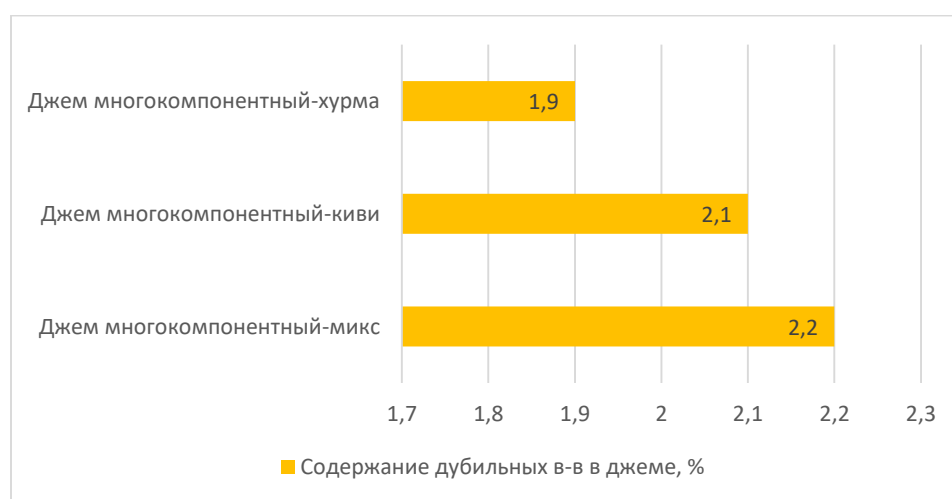


Рисунок 29 - Содержание дубильных веществ в джеме, %

Установлено, что плоды хурмы и фейхоа содержат значительное количество дубильных веществ - 0,3% и 3,1%. Дубильные вещества не только влияют на органолептические показатели, но и выступают в роли природных стабилизаторов и консервантов [160].

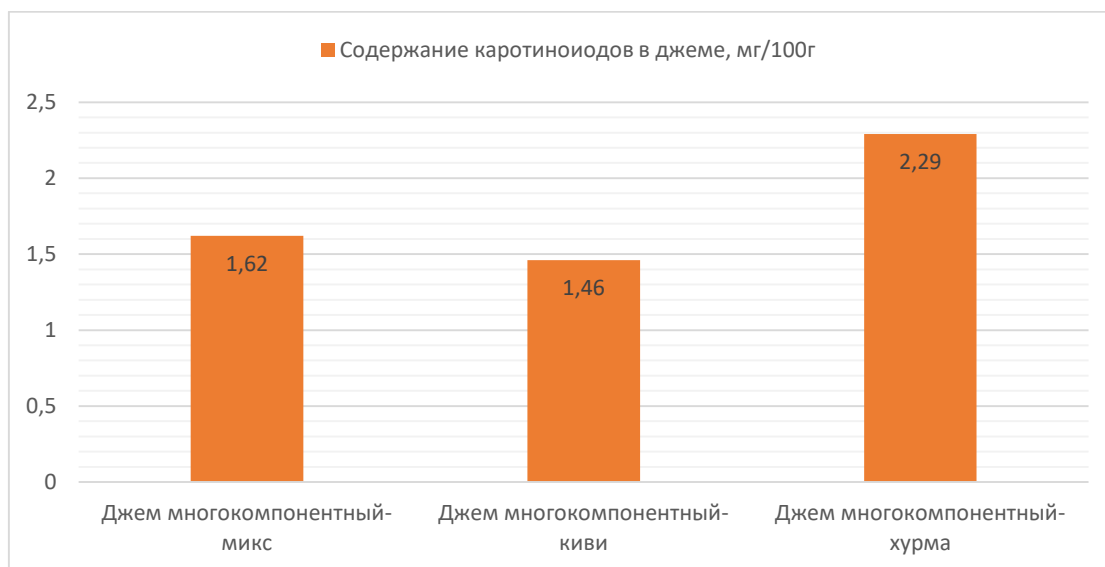


Рисунок 30 - Содержание каротиноидов в джеме, мг/100г

Высокое содержание каротиноидов в образце «Джем многокомпонентный - киви» (1,46) обусловлено высокой массовой долей киви в рецептуре. Данное сырье отличается значительным количеством β -каротина и лютеина в плодах. Полученные данные свидетельствуют о эффективной ретенции пигментного комплекса в процессе технологической переработки [143], что коррелирует с высокой провитаминной активностью готового продукта.

Промежуточный уровень массовой доли каротиноидов в образце «Джем многокомпонентный - микс» (1,62) отражает комплементарный характер сырьевой композиции, включающей компоненты со средним содержанием пигментов. Поскольку оптимальное соотношение каротиноидов варьируется в зависимости от индивидуальных потребностей и целей применения, можно предложить «Джем многокомпонентный -хурма» (2,29) как источник сбалансированного комплекса провитамина А.

Содержания каротиноидов в «Джеме многокомпонентном -хурма» (2,29) относительно потенциальных возможностей сырья объясняется частичным разрушением пигментов при термической обработке [142,144]. Содержание каротиноидов закономерно и отражают состав сырья и степень сохранности пигментов в процессе производства джема. Все образцы характеризуются значительным содержанием каротиноидов, что повышает их биологическую ценность. В процессе приготовления джема часть каротиноидов может разрушаться, особенно при термической обработке, как в случае с другими фруктовыми джемами.

Высокое содержание пектина в джеме обеспечивает желаемую консистенцию, стабильность и пользу для здоровья (рисунок 31).

Подобранные в разработанных рецептурах фрукты (фейхоа, киви, мандарины и хурма), обладают сбалансированными органолептическими характеристиками и биохимическим составом, а использованные технологические приемы обработки позволяют получить джем с хорошими реологическими и физико-химическими показателями.

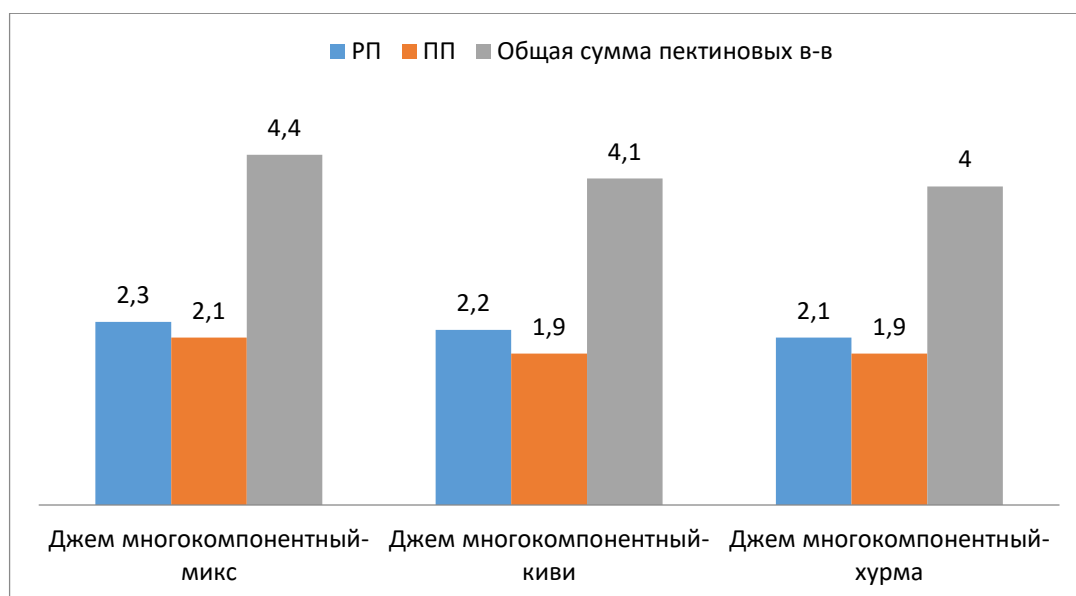


Рисунок 31 - Содержание пектиновых веществ в джеме, %

Установленные во всех образцах джема высокое содержание пектина будет положительно воздействовать на организм человека, позволяет его рекомендовать для здорового питания.

Добавление хурмы в рецептуру снижает кислотность и повышает содержание натуральных сахаров, делая продукт привлекательным для любителей сладкого. Хурма также обогащает продукт каротиноидами, а киви увеличивает содержание витамина С.

Результаты анализа субтропических фруктов указывают на содержание пектиновых веществ, находящееся в пределах 9,0-14,0% [34,48]. Этот показатель подтверждает перспективность использования данного сырья для производства пищевых продуктов для пектино-профилактического питания. Дополнительно, исследуемые джемы характеризуются наличием разнообразных биологически активных соединений, определяющих их терапевтические и диетические свойства, что создает предпосылки для их интеграции в линейку продуктов здорового питания [62,96,98].

Для разработанных джемов это обусловлено наличием в их составе простых сахаров и витаминов, что показано на рисунке 38 для образца «Джем многокомпонентный – микс» относительно рекомендуемого суточного потребления (РСП) для взрослого человека.

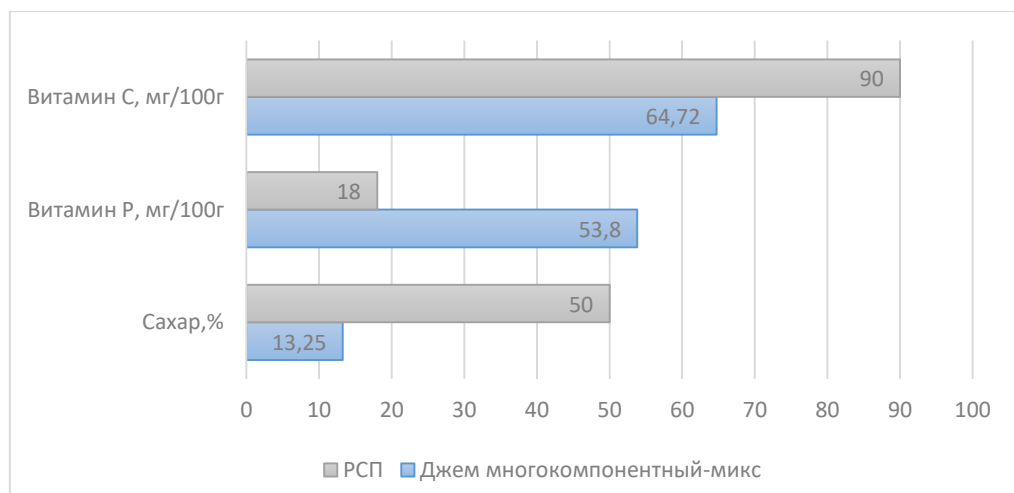


Рисунок 32 - Степень удовлетворенности полезными веществами для здорового питания на примере «Джема многокомпонентного-микс»

3.6 Математическая оптимизация обработки ЭМП НЧ фруктового сырья

Исследовали влияние параметров обработки ЭМП НЧ на титруемую кислотность получаемых джемов. Для математической оптимизации были приняты определенные допущения. Для этого подготовленное и измельченное плодовое сырье в подобранном ранее проведенными экспериментами соотношении обрабатывали с помощью прибора «Имедис Эксперт-Т», создающего необходимое электрофизическое воздействие при различных технологических режимах (частоте колебаний) и продолжительности процесса. После проведения обработки образцы анализировались по стандартным, принятым в пищевой промышленности, методикам - определяли основные показатели химического состава и студнеобразующую способность полуфабриката для получения джема. В соответствии с методикой подготовленные и обработанные ЭМП НЧ образцы измельченной массы варили в течение 15 мин, ориентируясь на отслоение массы от стенок емкости как признак достижения необходимой консистенции. После остывания разлитой в формы массы в течение 20 минут при 20 °С образовавшийся студень органолептически проверяли на упругость, способность извлекаться из формы и сохранять полученную при остывании форму.

В качестве независимых переменных (параметров обработки фруктового плодового 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 %, что связано с ее значимостью для создания желеобразной консистенции джема.

Основным маркером в эксперименте является диапазон титруемой кислотности от 1,7 до 1,9 %. Значение ниже этого диапазона будет

свидетельствовать о недостаточной активизации пектиновых веществ, что сказывается на студнеобразующей способности продукта. Значения выше 2% говорят о его повышенной кислотности и ухудшении вкуса. Необработанная в ЭМП НЧ смесь измельченных плодов служила в качестве контроля.

На основании всего вышесказанного были построены матрицы эксперимента для каждого из джемов и проведен эксперимент с 3-кратной повторностью. Результаты эксперимента для образца «Джем многокомпонентный - микс» показаны в таблице 32.

Таблица 32 - Результаты экспериментальных исследований влияния параметров обработки измельченного сырья для приготовления «Джема многокомпонентного - микс» на титруемую кислотность

№	Частота ЭМП x_1 , Гц	Время обработки x_2 , мин	Титруемая кислотность y , %
1.	10	5	1,0
2.	100	5	1,4
3.	1000	5	2,8
4.	10	10	1,0
5.	100	10	1,5
6.	1000	10	2,9
7.	10	15	1,1
8.	100	15	1,8
9.	1000	15	2,9
10.	10	20	1,2
11.	100	20	2,0
12.	1000	20	3,0
13.	10	25	1,2
14.	100	25	2,1
15.	1000	25	3,1
16.	10	30	1,3
17.	100	30	2,4
18.	1000	30	3,2

В ходе исследования выявлено влияние электрофизической обработки перед варкой подготовленных полуфабрикатов. Обработанные в ЭМП НЧ при частоте 100 Гц продолжительностью 15 минут полуфабрикаты отличались тем, что форма студня сохранялась без существенных изменений дольше, чем для образцов, обработка которых проводилась при частоте 10 Гц. Режим с частотой 1000 Гц повлиял на чистоту извлечения студня из формы, гель легко

разрушался, откалывался, не имел необходимой упругости. Существенных различий между продолжительностью в 15 и 20 минут не было выявлено, в том время как обработка в 10 минут в нескольких пробах повлияла на стойкость студня и его упругость. В результате оценки по внешним характеристикам, срезу студня и вкусовым особенностям остывшего продукта как наиболее удачный был выделен режим 15 минут и частота обработки 100 Гц.

Кроме того, обработка в электромагнитном поле показала увеличение выхода пектиновых веществ подготовленной смеси при проведении анализа их количества, что свидетельствует об интенсификации процесса извлечения за счет частичного разрушения клеточных структур и связей между пектиновыми веществами и другими химическими компонентами сырья.

Таким образом, измельчение плодового сырья и электромагнитная обработка позволит перевести пектиновые вещества и другие углеводы сырья в более активное состояние и ускорить технологический процесс образования структуры, характеризующий готовый продукт.

Результаты экспериментальных исследований положены в основу полученных патентов [75-80].

Проведенный регрессионный анализ полученных экспериментальных данных позволил получить уравнение регрессии, которое описывает влияние параметров обработки продукта ЭМП НЧ на титруемую кислотность (таблица 32):

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

Проверка полученного регрессионного уравнения в ПО STATISTICA показала его высокое качество и адекватность (таблица 33).

Скорректированный коэффициент детерминации составил $R^2_{\text{скорек.}} = 0,97$, а расчетное значение критерия Фишера оказалось больше табличного $F(5,12) = 120,98$. Это говорит о том, что модель статистически значима, что

означает, что хотя бы один из коэффициентов существенно влияет на зависимую переменную. Стандартная ошибка оценки равна 0,134. Это относительно низкое значение, что свидетельствует о хорошей точности модели.

Таблица 33 - Результаты регрессионного анализа для «Джема многокомпонентного - микс»

Множественный коэффициент корреляции $R = 0,99$; коэффициент детерминации $R^2 = 0,98$; скорректированный коэффициент детерминации $R^2_{\text{скор}} = 0,97$; критерий Фишера $F(5,12) = 120,98$, стандартная ошибка оценки: 0,134						
	БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	Критерий Стьюдента t (12)	p - уровень значимости
			0,656358	0,157919	4,15630	0,001332
x_1	5,03612	0,553164	0,008856	0,000973	9,10420	0,000001
x_2	0,21918	0,199913	0,020175	0,018401	1,09638	0,294427
x_1^2	-4,05203	0,546976	-0,000007	0,000001	-7,40806	0,000008
x_2^2	0,05549	0,197115	0,000143	0,000507	0,28151	0,783111
$x_1 \cdot x_2$	-0,09805	0,097674	-0,000008	0,000008	-1,00382	0,335277

Не все коэффициенты полученной эмпирической модели значимы. Коэффициент при x_1 (БЕТА=5,03612) высокий, статистически значим ($p < 0,000001$). Это указывает на сильное положительное влияние частоты ЭМП на зависимую переменную y . Коэффициент при x_2 (БЕТА=0,21918) незначим ($p=0,294$), что означает отсутствие существенного влияния времени на y . Коэффициент при x_1^2 (БЕТА=-4,05203) значим ($p=0,000008$), указывая на отрицательное нелинейное влияние частоты. Коэффициент при x_2^2 (БЕТА=0,05549) незначим ($p=0,783$), что исключает нелинейное влияние времени. Коэффициент при произведении обоих факторов (БЕТА=-0,09805) незначим ($p=0,335$), что означает отсутствие существенного взаимодействия между частотой и временем.

Таким образом, из проведенного регрессионного анализа можно заключить следующее. Основное влияние на зависимую переменную оказывает частота ЭМП НЧ x_1 , причем это влияние нелинейное. Время

обработки x_2 и его взаимодействие с частотой не играют значимой роли в модели. Модель обладает высокой объяснительной способностью и статистической значимостью, может быть упрощена за счет исключения незначимых переменных для улучшения интерпретируемости. Дальнейший анализ уравнения (1.1) показал, что исключение не значимых членов приводит к существенному снижению точности модели. Поэтому рекомендуется их оставить.

На рисунок 33 показана полученная регрессионная поверхность, а на рисунок 34 проекция этой поверхности на факториальную плоскость.

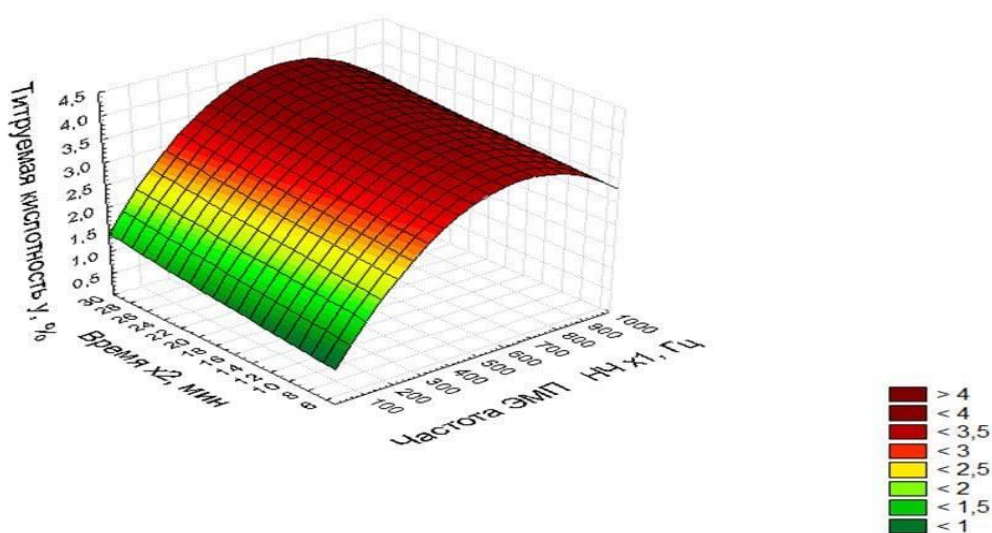


Рисунок 33 - Изображение регрессионной поверхности влияния параметров обработки сырья для «Джем многокомпонентный - микс» на титруемую кислотность

Из рисунка 33 видно уже ранее установленный факт. Наибольшее воздействие на титруемую кислотность оказывает частота ЭМП НЧ, а не время обработки. Причем пик этого воздействия приходится на диапазон частот от 600 до 700 Гц. При этом титруемая кислотность достигает значений 3,5 % и более.

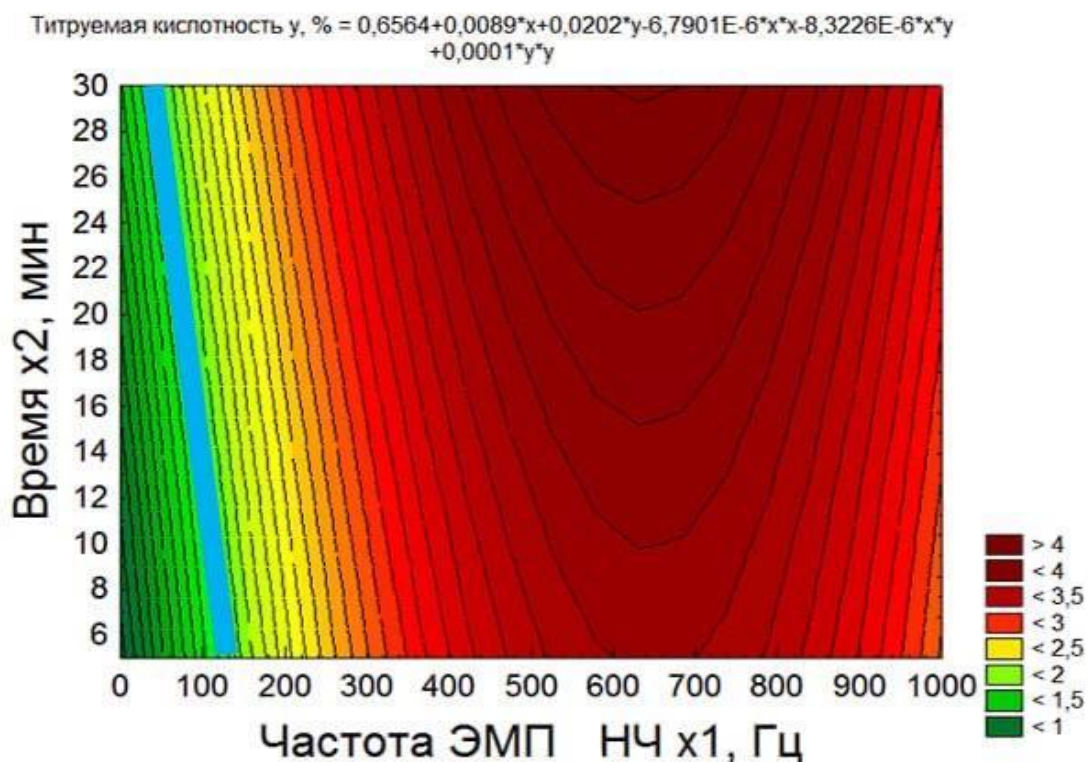


Рисунок 34 - Изображение проекции полученной регрессионной поверхности на факториальную плоскость

На рисунке 34 указана область (показана синим цветом), в которую входит рассматриваемый диапазон рациональных значений титруемой кислотности (от 1,7 до 1,9 %). Как видно из данного рисунка, наиболее рациональным по времени является режим, при котором частота составляет 140 Гц, а время обработки 5 минут. Снижение частоты приводит к увеличению времени обработки. Так при 100 Гц, как и было, показано ранее, рациональное время обработки составляет 15 минут. Этот режим на наш взгляд наиболее приемлемым, так как может обеспечивать более глубокое проникновение в продукт за счет меньшей частоты и устойчивое изменение титруемой кислотности по сравнению с кратковременным воздействием, а также позволяет получить более стабильный и воспроизводимый результат. Результаты для остальных джемов идентичны и приведены на рисунке 35-38.

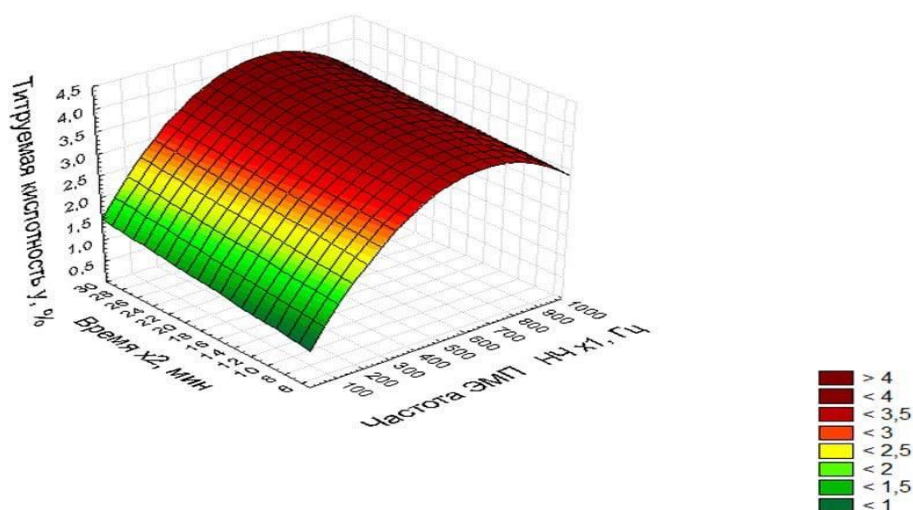


Рисунок 35 - Изображение регрессионной поверхности влияний параметров обработки сырья для «Джема многокомпонентного - киви» на титруемую КИСЛОТНОСТЬ

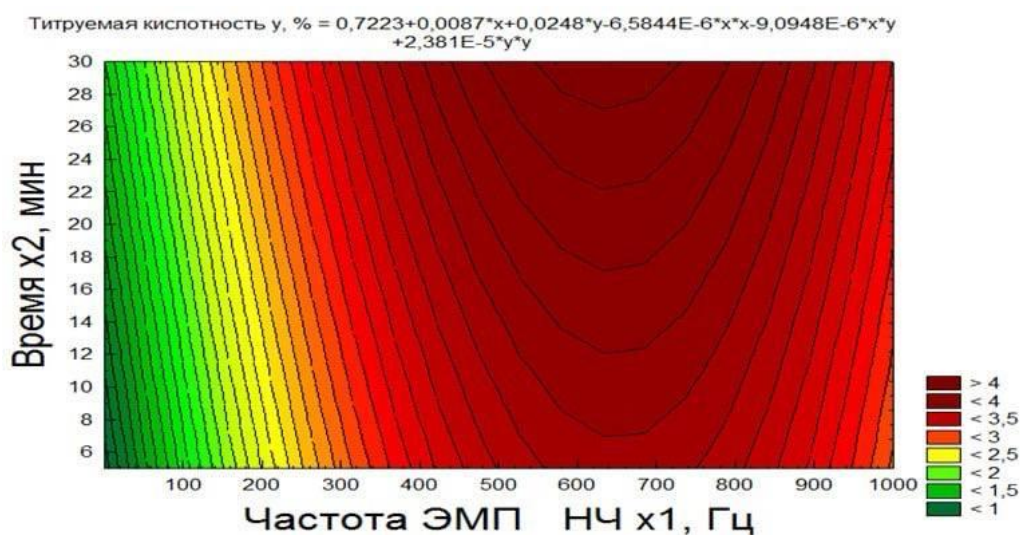


Рисунок 36 - Изображение проекции полученной регрессионной поверхности на факториальную плоскость для «Джема многокомпонентного - киви»

Уравнение регрессии, которое описывает влияние параметров обработки продукта ЭМП НЧ на титруемую кислотность: «Джема многокомпонентного - киви» (таблица 34):

$$y = 0,7223 + 0,0087 \cdot x_1 + 0,0248 \cdot x_2 - 6,5844 \cdot 10^{-6} \cdot x_1^2 - 9,0948 \cdot 10^{-6} \cdot x_1 \cdot x_2 + 2,381 \cdot 10^{-5} \cdot x_2^2$$

Таблица 34 - Результаты регрессионного анализа для «Джем многокомпонентного - киви»

Множественный коэффициент корреляции $R = 0,99$; коэффициент детерминации $R^2 = 0,98$; скорректированный коэффициент детерминации $R^2_{\text{СКОР}} = 0,98$; критерий Фишера $F(5,12) = 181,47$, стандартная ошибка оценки: 0,10983						
	БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	Критерий Стьюдента t (12)	p - уровень значимости
	-	-	0,722305	0,129180	5,59145	0,000118
x_1	4,93240	0,453120	0,008661	0,000796	10,88540	0,000000
x_2	0,26999	0,163757	0,024817	0,015052	1,64874	0,125114
x_1^2	-3,93465	0,448051	-0,000007	0,000001	-8,78170	0,000001
x_2^2	0,00926	0,161465	0,000024	0,000415	0,05736	0,955205
$x_1 \cdot x_2$	-0,10729	0,080009	-0,000009	0,000007	-1,34100	0,204752

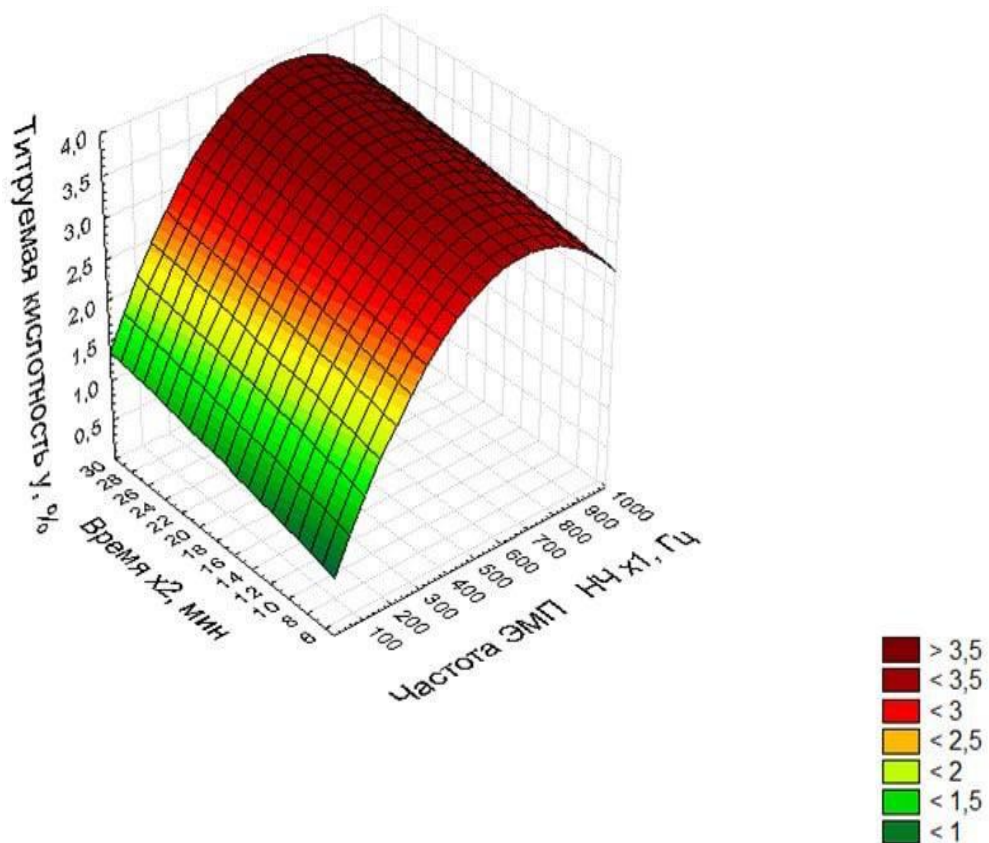


Рисунок 37 - Изображение регрессионной поверхности влияния параметров обработки сырья для «Джема многокомпонентного - хурма» на титруемую кислотность

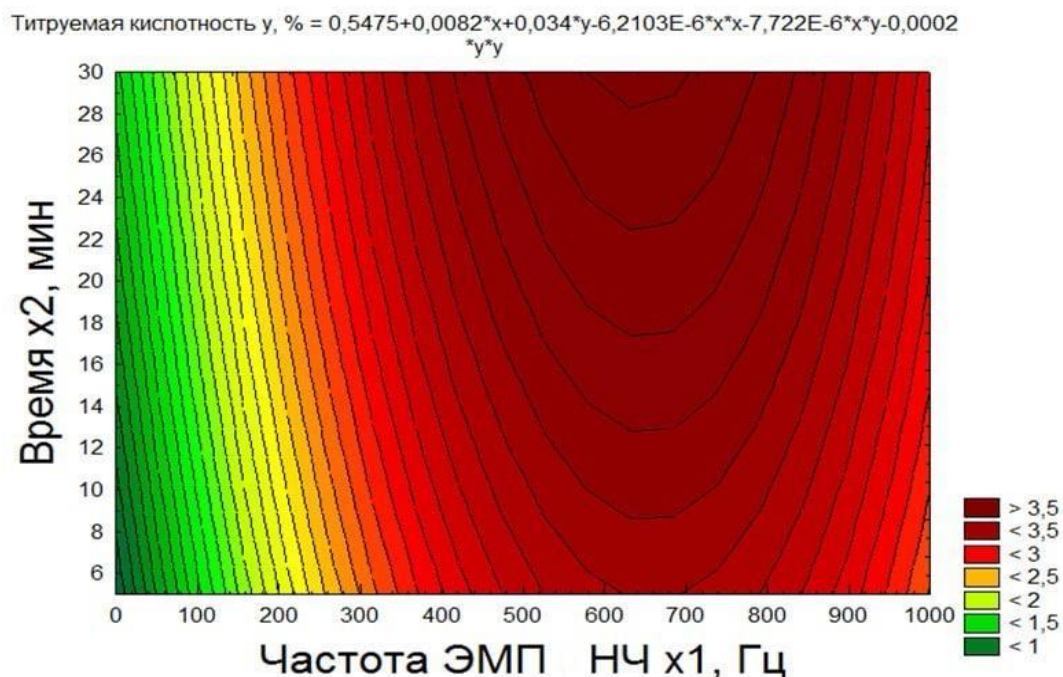


Рисунок 38 - Изображение проекции полученной регрессионной поверхности на факториальную плоскость для «Джема многокомпонентного - хурма»

Уравнение регрессии, которое описывает влияние параметров обработки продукта ЭМП НЧ на титруемую кислотность: «Джема многокомпонентного - хурма» (таблица 35):

$$y = 0,5475 + 0,0082 \cdot x_1 + 0,034 \cdot x_2 - 6,2103 \cdot 10^{-6} \cdot x_1^2 - 7,722 \cdot 10^{-6} \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,0002 \cdot x_2^2$$

Таблица 35 - Результаты регрессионного анализа для «Джема многокомпонентного - хурма»

Множественный коэффициент корреляции $R = 0,99$; коэффициент детерминации $R^2 = 0,98$; скорректированный коэффициент детерминации $R_{\text{скор}}^2 = 0,98$; критерий Фишера $F(5,12) = 181,47$, стандартная ошибка оценки: 0,10983						
	БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	Критерий Стьюдента t (12)	p - уровень значимости
	-	-	0,547493	0,096842	5,6535	0,000107
x_1	4,76341	0,345422	0,008226	0,000596	13,7901	0,000000
x_2	0,37666	0,124835	0,034048	0,011284	3,0173	0,010717
x_1^2	-3,77372	0,341557	-0,000006	0,000001	-11,0486	0,000000
x_2^2	-0,09417	0,123088	-0,000238	0,000311	-0,7651	0,458994
$x_1 \cdot x_2$	-0,09263	0,060992	-0,000008	0,000005	-1,5188	0,154714

4 УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАЗРАБОТАННОЙ ПРОДУКЦИИ

4.1 Обоснование и выбор технологической схемы по разрабатываемой продукции

Разработана рецептура и технологическая схема производство консервных изделий из субтропического плодового сырья Абхазии.

Технологическая схема производства «Джема многокомпонентного - микс», «Джема многокомпонентного - киви», «Джема многокомпонентного - хурма» представлена на рисунке 39.

Данная технологическая схема разработана на основе уточненных параметров технологического процесса и оптимизированной рецептуры с учетом выполненной экспериментальной части.

Для получения разработанных новых видов продукции из традиционных рецептур удален сахар, требуемая концентрация сахаров обеспечена за счет подбора оптимального соотношения нескольких видов исходного сырья. При конструировании рецептуры достигалась задача получения продукта, соответствующего наименованию, с оптимальными органолептическими и физико-химическими свойствами, не ухудшающими показатели безопасности и сроки хранения готового изделия [96].

Консервное производство обычно рекомендует для получения продукции необходимой консистенции включать сырье с высоким содержанием пектиновых веществ или вводить раствор пектина. Для разработанных рецептур многокомпонентного джема измельченная масса плодов подвергалась предварительной обработке в ЭМП НЧ для активизации собственных пектиновых веществ сырья. Экспериментальные лабораторные исследования и проверка в полупроизводственных условиях предприятия продукта показали возможность исключения сахара и получение для

разработанных рецептур продукта необходимой консистенции и других физико-химических показателей.

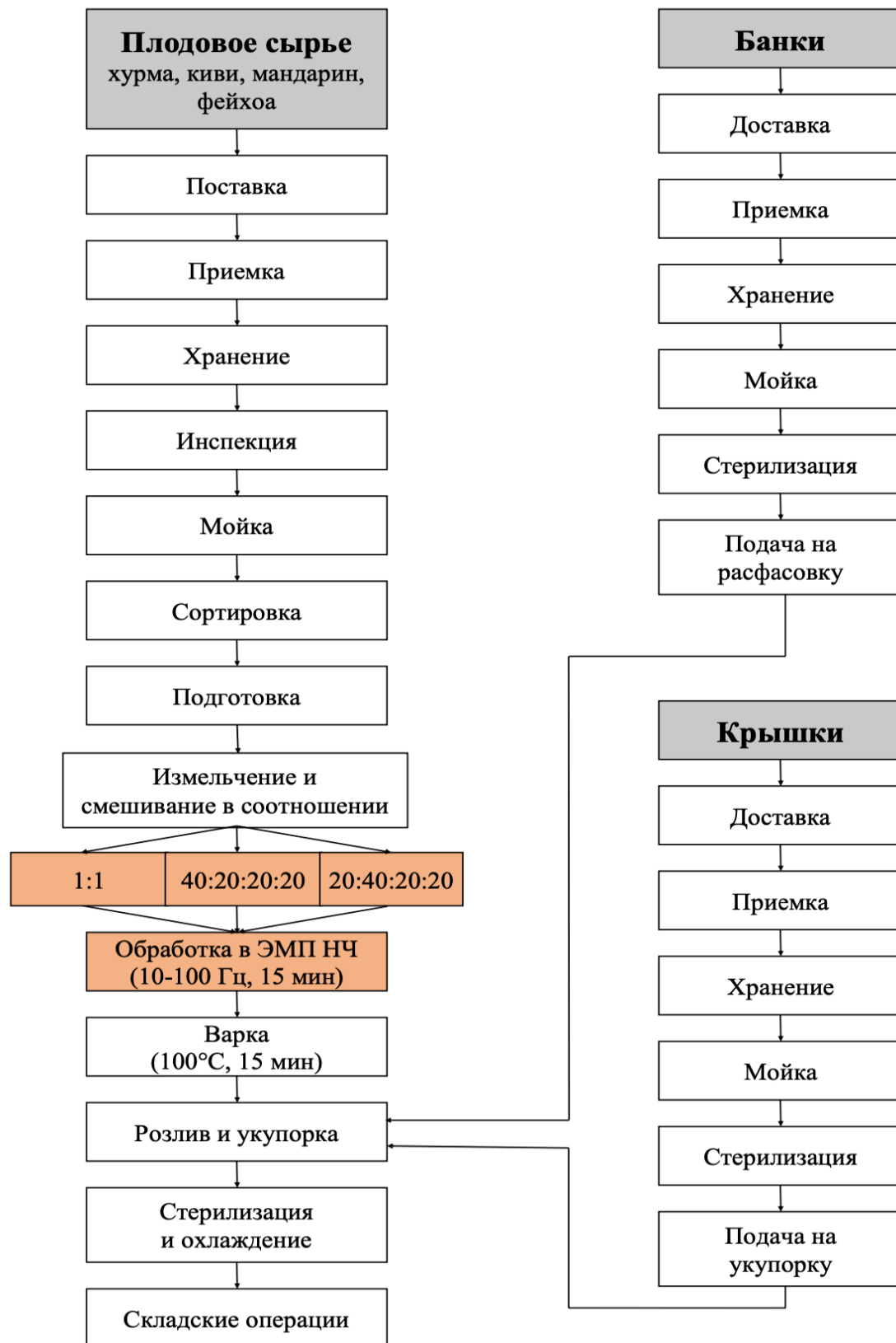


Рисунок 39 – Технологическая схема производства разработанных джемов

Описание технологической схемы.

Доставка, приемка, хранение, сортировка, мойка, подготовка субтропических плодов и переработка осуществлялась в соответствии с действующей нормативной документацией (ГОСТ/ТУ) с соблюдением технологических режимов.

Доставка. На завод плоды транспортируют в ящиках-клетках. Важно механизировать погрузочно-разгрузочные операции при доставке сырья, а также предупредить потери. Для механизации погрузочно-разгрузочных работ ящики с сырьем транспортируют на поддонах, а также используют опрокидывающие устройства для разгрузки ящиков.

Приемка. При приемке плодов на заводе определяют их физико-химические и органолептические показатели.

Хранение. Хранят плоды на сырьевых площадках, оборудованных навесом, асфальтированным полом, отводом дождевой воды и канализацией.

Инспектирование, сортировка. Плоды подвергают инспектированию, удаляя непригодные экземпляры, не отвечающие установленным требованиям, и сортируют на отдельные партии, содержащие плоды, одинаковые по виду, степени зрелости, цвету и размеру.

Мойка. Отсортированные плоды тщательно моют проточной водой в моечных машинах.

Подготовка плодов. Проинспектированные, рассортированные, чистые плоды подвергаются следующей обработке. У фейхоа обрезают концы, мандарины очищают от кожуры, киви используют сорта с низкой опушенностью, не требующие очистки от кожуры, а также сорт хурмы без косточек.

Измельчение. Подготовленное сырье измельчают: режут кусочками определенной формы и размеров или дробят, нарушая структуру плоды.

Подача на смешивание. Предварительно смешивают 4 вида плодов в равном соотношении, чтобы получить наилучший аромат и вкус.

Обработка электромагнитным полем низких частот. Плоды подвергают обработке ЭМП НЧ в режиме «волновые качели» при частотном диапазоне воздействия 10-100 Гц в течение 15 минут.

Варка. Варят до готовности за 15 мин. Джем варят до необходимого содержания сухих веществ.

Расфасование. Фасование осуществляют в стеклянную банку вместимостью 100см³. Температура при фасовании должна быть не ниже 70 С.

Укупоривание. Подготовленный продукт, температура которого 80-85°С, расфасованный в подготовленную потребительскую упаковку, немедленно укупоривают.

Стерилизация и охлаждение. Наполненные и укупоренные банки немедленно направляют на стерилизацию. Температура стерилизации 100°С. Продолжительность стерилизации 25 мин.

После стерилизации банки с джемом охлаждают до температуры воды в автоклаве 35- 40°С.

Консервы хранят на заводских складах готовой продукции, строго соблюдая условия правильного их размещения, а также режимы температур, влажности и надлежащее естественное освещение.

Помещения складов должны быть чистыми, сухими, с устройством вентиляции и отопления, достаточным (помимо естественного) искусственным освещением.

Относительная влажность воздуха на складах не должна превышать 70-75%, иначе жестяные банки и крышки стеклобанок могут ржаветь, а на этикетках и упаковке может появиться сырость и плесень. Для устранения избыточной влажности воздуха, особенно в сырую прохладную погоду весной или осенью, применяют вентиляцию, одновременно повышая температуру внутри склада (этим и снижают относительную влажность воздуха).

Большинство консервов можно хранить при температурах от 0 до 20°. Джем нельзя хранить при температуре ниже 10°.

Подготовка стеклянных банок. Стеклянная банка доставляется на контейнерах, деревянных и картонных ящиках, полимерной упаковке любым видом транспорта. Приемка проводится по качеству и количеству, учитывается процент боя. Хранят либо в неотапливаемом складе, либо под навесом. Перед мойкой банки просматривают, отбраковывают более грязную. Новые банки переворачивают вверх дном и проводят обдувку воздухом, для удаления стеклянной пыли и мелких осколков стекла. Моют банки специальными моечными машинами. Новую банку моют горячей водой температурой 95-98°C. При выходе из ванны выливают оставшуюся воду, еще раз ополаскивают водой температурой 50°C.

После мойки проводят контроль на световом экране. Далее банки подаются на расфасовку.

В зависимости от степени загрязнения используют растворы различных составов с применением едкого натра, тринатрийфосфата, жидкого стекла и др. средств.

Для ополаскивания используется только вода питьевая, умягченная, отвечающая требованиям стандарта. Банки проверяют на отсутствие следов щелочи 1-2 раза в смену.

Крышки твист-офф, предназначенные для банок с продуктами, стерилизуемыми в автоклаве, должны обрабатываться острым паром в течение 2-4 минут. После такой обработки, крышки нельзя хранить открытыми более 10 минут до укупоривания.

На любом пищевом предприятии должны использовать питьевую воду. Качество питьевой воды должно соответствовать требованиям действующих санитарных правил и норм, утвержденных в установленном порядке. Производственный контроль качества питьевой воды организуют и (или) осуществляют организации, эксплуатирующие системы водоснабжения и отвечающие за качество подаваемой потребителю питьевой воды.

Для расфасования джема используется стеклянная банка БК III ГОСТ 5717.2-2003 «Банки стеклянная для консервов. Общие технические условия», вместимостью 100см³ [27].

Применение стеклянной банки позволяет потребителю оценить состояние продукта. Основные требования к стеклянной таре приведены в ГОСТ 5717.2-2003 «Банка стеклянная для консервов. Общие технические условия».

Согласно ГОСТ 25749-2005 «Крышки металлические винтовые. Технические условия», винтовые крышки должны обеспечивать герметичность укупоривания и быть стойкими к горячей обработке, что предотвращает порчу продукта при стерилизации и хранении [18].

4.2 Технологический расчет

В расчете принимаем выпуск джемов трех наименований, причем в общем объеме доля «Джема многокомпонентного - микс» составляет 40%, остальные по 30%. Продукция выпускается в соответствии с разработанным комплектом технической документации ТУ, ТИ, РЦ на каждое наименование продукции. Например, для «Джема многокомпонентного - микс» - ТУ 10.39.22-505-00493209-2023.

«Джем многокомпонентный - микс» фасуют в стеклянную банку вместимостью 110 мл, массой нетто 0,144 кг и упаковывают в гофрированный ящик № 35 вместимостью 48 банок.

Рецептура консервов, нормы расхода сырья и материалов
Рецептуры на вырабатываемую продукцию представлены в таблице 36.

Таблица 36 - Рецепттура «Джема многокомпонентного - микс»

Наименование	Нормы расхода сырья, кг на 1т готовой продукции	Отходы и потери при переработке, %	Рецептура, %
«Джем многокомпонентного - микс»			
Фейхоа	342,64	11,0	25
Хурма	344,45	11,5	25
Мандарины	434,01	31,0	25
Киви	342,64	11,0	25

График поступления основного сырья для производства консерва «Джема многокомпонентного - микс» приведен в таблице 37.

Таблица 37 - График поступления основного сырья

Наименование сырья	Месяцы		
	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Фейхоа	20 _____ 15		
Хурма	5 _____ 26		
Мандарины	10 _____ 30		
Киви	3 _____ 26		

4.3 Технологическая линия и технологическая характеристика основного производственного оборудования

График работы линии составлен с учетом графика (таблица 38), принятого на опытно-промышленной линии по производству джемов, где проводилась опытная выработка продукции - консервного цеха отдела переработки ГНУ ИСХ Академии Наук Абхазии (Гулрыпшский район, поселок Агудзера).

Таблица 38 - График работы линии

Месяцы	Октябрь					Ноябрь					Декабрь					Всего за сезон
5-дневные смены	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Джем микс	5 _____ 26															
Количество рабочих дней	5	6	6	6	4	1	5	5	5	5	5	5	5	5	2	70
Количество рабочих смен	5	6	6	6	4	1	5	5	5	5	5	5	5	5	2	70

График работы линий построен по календарю 2024 года

Режим работы, принятый на данном предприятии, представляет собой одно сменный режим продолжительностью смены 8 часов при пятидневной рабочей неделе. Учитывая полупромышленные испытания выпуска продукции, принимаем условный объем выпускаемой продукции 1000 физических банок при выбранном объеме тары для расфасовки продукции. При подборе оборудования принималось допущение о возможном увеличении объема вырабатываемой продукции в дальнейшем.

Выпуск продукта планируется в стеклянной таре объемом 110 мл. Измеренная нами плотность получаемых джемов равна $1306,2 \text{ кг/м}^3$. На основании этого определим необходимое количество сырья в сутки. Общий объем продукта $V = 1000 [\text{шт.}] \cdot 0,00011 [\text{м}^3] = 0,11 [\text{м}^3]$.

Общая масса продукта, получаемого в сутки тогда равна $m = 0,11 [\text{м}^3] \cdot 1306,2 [\text{кг/м}^3] = 143,68 [\text{кг}]$. Для определения необходимого количества сырья для изготовления полученной массы продукта необходимо учесть неизбежные производственные потери каждого компонента (остаётся в оборудовании, пробы, перелив и т. п.).

В соответствии с данными полученными в таблице 36 потери при производстве джемов составят: фейхоа -11,0 %, киви -11,0 %, хурма -11,5 %, мандарины - 31,0 %. Тогда для получения 1000 банок джема в сутки объемом 110 мл потребуется 210,16 кг сырья (147,08 кг сырья после учета всех потерь). В соответствии с разработанной рецептурой и нормой расхода сырья на 1т готовой продукции в этом количестве сырья доля каждого из компонентов составит: фейхоа - 34,24 кг, киви - 34,24 кг, хурма - 34,43 кг, мандарины - 44,17 кг.

Данные продуктовых расчетов для предлагаемого ассортимента представлена в таблице 39.

Таблица 39 - Продуктовый расчет для «Джема многокомпонентного - микс»

Наименование технологической операции	Количество сырья поступающего на операцию кг	Нормы потерь и отходов по операциям	
		%	Кг
Фейхоа			
Хранение	34,24	0,5	0,17
Инспекция и сортировка	34,07	1,5	0,51
Калибровка	33,56	1,5	0,50
Мойка	33,06	0,5	0,17
Подготовка плодов	32,89	3,0	0,99
Измельчение	31,90	0,5	0,16
Подача на смешивание	31,74	0,5	0,16
Варка	31,58	1,5	0,47
Расфасовка	31,11	1,5	0,47
Итого	34,24	11	3,60
Хурма			
Хранение	34,43	0,5	0,17
Инспекция и сортировка	34,26	1,0	0,34
Калибровка	33,92	1,5	0,51
Мойка	33,41	0,5	0,17
Подготовка плодов	33,24	4,5	1,50
Измельчение	31,74	0,5	0,16
Подача на смешивание	31,58	0,5	0,16
Варка	31,42	1,5	0,47
Расфасовка	30,95	1,0	0,31
Итого	34,43	11	3,79
Мандарины			
Хранение	44,17	0,5	0,22
Инспекция и сортировка	43,95	2,0	0,88
Калибровка	43,07	2,0	0,86
Мойка	42,21	0,5	0,21
Подготовка плодов	42,00	25,0	10,50
Измельчение	31,50	0,5	0,16
Подача на смешивание	31,34	0,5	0,16
Варка	31,18	0,5	0,16
Расфасовка	31,02	0,5	0,16
Итого	44,17	31	13,31
Киви			
Хранение	34,24	0,5	0,17
Инспекция и сортировка	34,07	1,5	0,51
Калибровка	33,56	1,5	0,50
Мойка	33,06	0,5	0,17
Подготовка плодов	32,89	5,0	1,64
Измельчение	31,25	0,5	0,16
Подача на смешивание	31,09	0,5	0,16
Варка	30,93	0,5	0,15
Расфасовка	30,78	0,5	0,15
Итого	34,24	11	3,61

Потребность в сырье и материалах и данные для ее расчета сводятся в таблице 40.

Таблица 40 - Расчет потребности в сырье и материалах по ассортименту

Наименование сырья и материалов	Норма расхода на 1 т консервов, кг	Часовая мощность линии, кг	Максимальная потребность в час, кг	Потребность, кг	
				сменная	Годовая
Фейхоа	342,64	17,96	6,15	49,20	3444,0
Хурма	344,45		6,18	49,44	3460,8
Мандарины	434,01		7,79	62,32	4362,4
Киви	342,64		6,15	49,20	3444,0

Графики поступления вспомогательных материалов при производстве консервов сводятся в таблице 41.

Таблица 41 - График поступления вспомогательных материалов

Наименование материалов	Расход				
	на 1 туб	в час	в смену	в сутки	в сезон
Банки	2784	125	1000	1000	70000
Крышки	2784	125	1000	1000	70000
Этикетки	2784	125	1000	1000	70000
Ящики № 35	80	3	21	21	1470

График выпуска готовой продукции представлен в таблице 42.

Таблица 42 - График выпуска готовой продукции

Наименование готовой продукции	Выработано							
	в час		в смену		в сутки		в сезон	
	Туб	ФБ	Туб	ФБ	Туб	ФБ	туб	ФБ
Джем микс	0,039	125	0,312	1000	0,312	1000	21,8	70000

Оборудование выбирают по каталогам, справочникам, проспектам и периодическим изданиям. Подбор оборудования представлен в таблице 43.

Таблица 43 - Технологическое оборудование для производства «Джема многокомпонентного - микс»

Наименование оборудования	Производительность	Габариты, мм			Количество единиц оборудования	Назначение
		Длина	Ширина	Высота		
1	2	3	4	5	6	7
Транспортер сортировочно-инспекционный ТСИ	1,5 т/ч	4544	1142	948	4	Инспекция и сортировка плодов
Транспортер-элеватор ТЭ	1,5 т/ч	1126	1430	2634	8	Транспортировка плодов
Универсальная калибровочная машина А9-ККБ	до 3000 кг/ч	1090	1895	1545	4	Калибровка плодов
Вентиляторная моечная машина Т1-КУМ-1 (киви, фейхоа, хурма, мандарины)	1 т/ч	3790	1130	1840	4	Мойка киви, хурмы, фейхоа, мандаринов
Транспортер сортировочно-инспекционный ТСИ	1,5 т/ч	4544	1142	948	4	Транспортировка плодов
Гидравлический механизм КГМ-2	500 шт/ч	123	150	198	3	Удаление хвостиков у фейхоа, удаление плодоножки у киви, удаление чашелистика хурмы
Станок для очистки мандаринов, МУ-20	600шт/ч	550	500	800	1	Удаление кожуры мандарина
Измельчитель мим-600	600 кг/ч	782	496	658	2	Измельчение плодов

Продолжение таблицы 43

1	2	3	4	5	6	7
Насос импеллерный НСУ-3	3 м³/ч	330	150	190	1	Перекачка измельченных плодов
Емкость ФМ 1000л в обрешетке с турбинной мешалкой	-	1265	1265	1880	1	Подача на смешивание плодов
Установка для обработки ЭМП НЧ	-	200	150	70	1	Обработка ЭМП НЧ
ГСС-05 (генератор)	-	-	-	-	1	Обработка ЭМП НЧ
Насос импеллерный НСУ-3	3 м³/ч	330	159	190	1	Перекачка измельченных плодов
Вакуум-подогреватель МЗС-320	-	1310	1310	3180	1	Уваривание джема
Насос импеллерный НСУ-3	3 м³/ч	330	150	190	1	Перекачка джема
Установка ИПКС-124С(Н) мойки и стерилизации банок (стеклянных)	1700 банок/ч	800	600	1250	1	Мойка и стерилизация бутылок
Наполнитель автоматический НА-0,5-50	42 банки/мин	1400	900	1800	1	Наполнение банок джемом
Автоматическая машина для укупорки крышек М1S	2000 банок/ч	570	900	770	1	Укупорка банок
Автоклав АВ-4	-	2200	1350	2500	1	Стерилизация банок
Роликовый транспортер из нержавеющей стали серии ТЛ	-	2481	690	900	1	Транспортировка банок
Этикетировочная машина для нанесения самоклеящихся этикетов ЭМ-4П мини	до 3000 банок/ч	720	630	450	1	Нанесения самоклеящихся этикеток
Термоусадочный упаковочный аппарат типа ТПЦ-450П	до 80 уп/ч	1980	810	1370	1	Упаковка банок

Аппаратурно-технологическая схема представлена на рисунке 40.

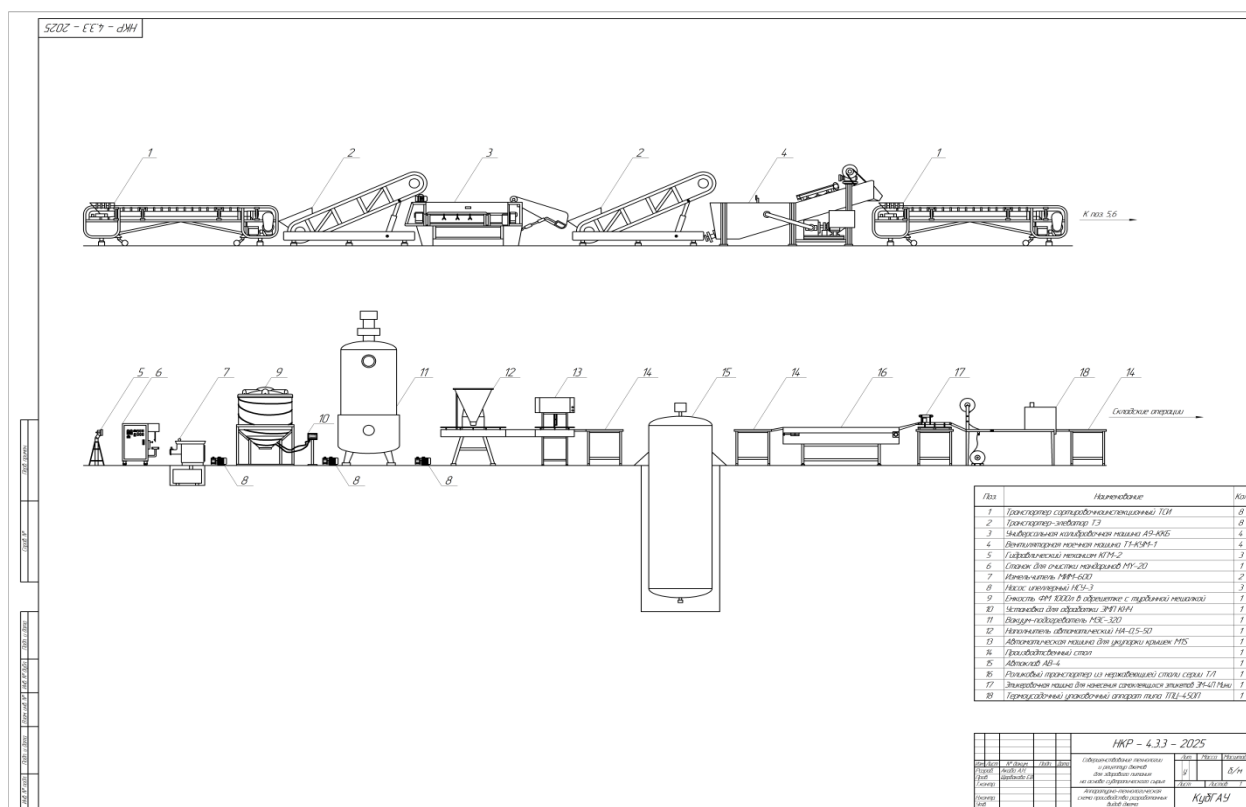


Рисунок 40 - Аппаратурно-технологическая схема производства разработанных джемов

Изготовление консервов производили по технологической схеме, предусматривающей инспекцию четырех видов плодов, удаление некондиционных и нестандартных плодов, подготовку сырья, мойку, измельчение и смешивание, обработку ЭМП НЧ, варку, расфасовывание, укупоривание и стерилизацию.

4.4 Прогнозирование безопасного периода хранения разработанных продуктов в различных условиях хранения и основные критерии безопасности вырабатываемой продукции

Для разработанных рецептов консервных изделий и опытной партии выработанной продукции, учитывая не включение в рецептуру такого консервирующего вещества как сахар, интерес представляли исследования по определению безопасного периода хранения стерилизованного джема.

Учитывая, что в торговой сети продукция может храниться при достаточно высокой температуре 20 ± 5 °С, в эксперименте были заложены несколько вариантов опыта как в оптимальных, так и экстремальных условиях хранения. Так были выбраны условия склада +10 °С; +20 °С; + 30 °С [97-98].

Общая продолжительность хранения выработанной продукции в условиях отдела переработки ГНУ ИСХ Академии наук Абхазии составила 9 месяцев, при этом анализы проводились в следующих временных точках - для выработанной продукции, через 15 дней; 30; 90; 180 и 270 дней.

Для исследования стойкости разработанных продуктов при хранении их подвергали хранению при выбранной температуре и относительной влажности воздуха 75 %. В каждой временной точке производили определение изменения кислотности.

Таблица 44 — Изменение кислотности джема в процессе хранения при температуре +10 °С

Наименование образцов джема	Срок хранения, дней					
	0	15	30	90	180	270
«Джем многокомпонентный - микс»	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9
«Джем многокомпонентный - киви»	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7
«Джем многокомпонентный - хурма»	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,4

Результаты исследований по прогнозированию продолжительности хранения приведены в таблицах 45-46 [98].

Таблица 45 — Изменение кислотности джема в процессе хранения при температуре +20 °С

Наименование образцов джема	Срок хранения, дней					
	0	15	30	90	180	270
«Джем многокомпонентный - микс»	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	1,9
«Джем многокомпонентный - киви»	1,4	1,4	1,5	1,6	1,8	1,8
«Джем многокомпонентный - хурма»	2,1	2,1	2,1	2,4	2,4	2,4

Результаты, приведенные в таблице 44, показали, что существенные возрастания кислотности при низкой температуре хранения +10 °Св. течение исследуемого периода не наблюдаются.

Хранение при более высоких температурах +20 °С и +30 °С также существенных изменений в кислотности продукции не показало [98].

Таблица 46 – Изменение кислотности джема в процессе хранения при температуре +30 °С

Наименование образцов джема	Срок хранения, дней					
	0	15	30	90	180	270
«Джем многокомпонентный - микс»	1,7	1,7	1,8	1,8	2,0	2,0
«Джем многокомпонентный - киви»	1,4	1,4	1,5	1,7	1,8	1,8
«Джем многокомпонентный - хурма»	2,1	2,1	2,1	2,4	2,4	2,4

Кроме изменения кислотности, прогнозирование длительности хранения оценивалось по микробиологическим показателям. Учитывая затратность данного анализа, были выбраны следующие временные контрольные точки - через 3 месяца и через 9 месяцев.

Заключения по микробиологической безопасности были предоставлены ИЛ «Центр качества пищевой продукции» НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции (протокол 3.02.2023 от 16.02.2023г. в Приложении Б) и Сухумской городской санитарно-эпидемиологической службой (СЭС) (г. Сухум).

Основной угрозой микробиологической безопасности джемов являются микроорганизмы. Они способны активно размножаться в питательной среде продукта, расщепляя углеводы, и образовывать токсины. Высокая устойчивость спор микроорганизмов к высоким и низким температурам усложняет их уничтожение.

Для предотвращения микробиологической порчи в процессе производства и хранения продукции необходимо строго соблюдать требования к технологии изготовления (стерилизация, кислотность,

герметичность). Эти требования регламентированы Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), показатели которого приведены в таблицах 47 и 48.

Таблица 47 - Показатели безопасности плодов

Показатели	ТР/ТС	Примечание
Токсичные элементы:		
Свинец	0,4	мг/кг
Мышьяк	0,2	мг/кг
Кадмий	0,03	мг/кг
Ртуть	0,02	мг/кг
Нитраты:	60	мг/кг
Пестициды:		
гексахлорциклогексан (a, b, g-изомеры)	0,05	мг/кг
ДДТ и его метаболиты	0,1	мг/кг
Радионуклиды:		
цезий-137	не нормируется	
стронций-90		

Таблица 48 - Показатели безопасности джемов

Показатели	ТР/ТС	Примечание
Токсичные элементы:		
Свинец	0,5	мг/кг
Мышьяк	1,0	мг/кг
1	2	3
Кадмий	0,03	мг/кг
Ртуть	0,02	мг/кг
Микробиологические показатели:		
КМАФАнМ	5×10^3	КОЕ/г
БГКП (колиформы)	1,0	КОЕ/г
Патогенные, в т. ч. сальмонеллы	25	КОЕ/г
Дрожжи	50	КОЕ/г
Плесени	50	КОЕ/г
Должны удовлетворять требованиям промышленной стерильности для консервов группы "Г"		

Для подтверждения соответствия разработанных образцов джема требованиям безопасности проведен микробиологический анализ в

сертифицированной лаборатории НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции (таблица 48).

Таблица 49 - Показатели безопасности в джемах

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

Результаты испытаний являются безопасными, полностью соответствует ТР ТС «О безопасности пищевой продукции» 021/2011.

На основании проведённых исследований были разработаны проекты нормативной документации (ТУ, ТИ, РЦ), которые представлены в ПРИЛОЖЕНИИ В.

5 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ АПРОБАЦИЯ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ДЖЕМОВ

Разработаны новые технологические параметры производства джема, предусматривающие обработку подготовленного измельченного плодового сырья электромагнитным полем низких частот (ЭМП НЧ), позволяющее полностью исключить из рецептуры сахар и пищевые добавки, обеспечивая при этом высокие потребительские свойства готового продукта.

Разработаны рецептуры многокомпонентных джемов для здорового питания на основе перспективного субтропического сырья, ставшие основой патентов № RU 2825227 (опубл. 22.08.2024 г., бюл. №24); № RU 2825224 (опубл. 22.08.2024 г., бюл. №24); № RU 2860006 (опубл. 14.04.2026 г., бюл. №11); № 2860003 (опубл. 14.04.2026 г., бюл. №11); RU 2860001 (опубл. 14.04.2026 г., бюл. №11); № RU 2859176 (опубл. 30.03.2026 г., бюл. №10) [75-80].

Апробацию разработанных рецептов на новые виды консервных изделий на основе субтропических плодов проводили в соответствии с утвержденными техническими документациями: ТУ, ТИ, РЦ «Джема многокомпонентного - микс» ТУ 10.39.22-505-00493209-2023, «Джема многокомпонентного - киви» ТУ 10.39.22-506-00493209-2023, «Джема многокомпонентного - хурма» ТУ 10.39.22-507-00493209-2023 (ПРИЛОЖЕНИЕ В).



Рисунок 41 - «Джем многокомпонентный - микс», «Джем многокомпонентный - киви», «Джем многокомпонентный - хурма»

Акты внедрения представлены в ПРИЛОЖЕНИИ А.

На основании проведенной промышленной апробации разработанной рецептуры и технологии на опытно-промышленной линии по производству джемов принимаем производственную мощность предприятия равной 1000 банок джема в сутки.

Расчет экономической эффективности производства проводили для двух вариантов по методике В. П. Прохорова [100].

Первый вариант предполагает работу производственной линии в течение 3-х месяцев (октябрь-декабрь), что связано с сезонностью используемых плодов и не предполагает их заморозки. Второй вариант включает производство в течение полугода (октябрь-март) и подразумевает, что у предприятия есть возможность хранения компонентов для изготовления джемов.

Учитывая 5-ти дневный график работы для каждого из вариантов и в соответствии с календарным графиком на 2024-2025 гг. принимаем 70 рабочих дней для варианта 1 и 130 рабочих дней для варианта 2.

Для каждого из вариантов расчета принято, что выпуск джемов будет осуществляться в следующей пропорции: «Джем многокомпонентный - микс»

– 40%, остальные по 30 %. Выпуск продукта планируется в стеклянной таре объемом 110 мл. Оптовую стоимость стеклянной тары объемом 110 мл принимаем равной 8 руб., крышки - 6 руб., ящики №35 - 42 руб. Количество тары - 1027 шт., количество ящиков №35 - 57 шт. Тогда расходы на тару и упаковку в сутки составят 16772 руб., а за год по первому варианту - 1 174 040 руб., по второму варианту - 2 180 360 руб.

На основании проведенных ранее расчетов в таблице 50 и 51 приведены данные о потребности и стоимости сырья для производства рассматриваемых многокомпонентных джемов по вариантам.

Таблица 50- Данные о потребности в сырье и его стоимости для производства многокомпонентных джемов в соответствии с вариантом 1 (3 месяца - 70 тыс. банок)

Название джема	Компоненты рецептур джема	Расход сырья		Закупочная цена, руб. за 1 кг	Стоимость сырья		Итого	
		в сутки, т	в год, т		в сутки, руб.	в год, руб.	в сутки, руб.	в год, руб.
«Джема многокомпонентного - микс»	Фейхоа	0,04934	1,382	55	2713,7	76010	14358,6 (52 сут.)	401964
	Мандарины	0,06250	1,750	45	2812,5	78 50		
	Киви	0,04934	1,382	65	3207,1	89830		
	Хурма	0,04960	1,389	70	3472,0	97230		
«Джема многокомпонентного - киви»	Фейхоа	0,03939	0,827	55	2166,5	45485	11483,2 (39 сут.)	241147
	Мандарины	0,04989	1,048	45	2245,1	47160		
	Киви	0,07879	1,655	65	5124,4	107575		
	Хурма	0,03960	0,832	70	2772,0	58240		
«Джема многокомпонентного - хурма»	Фейхоа	0,03939	0,827	55	2166,5	45485	11565,7 (39 сут.)	242878
	Мандарины	0,04989	1,048	45	2245,1	47160		
	Киви	0,03939	0,827	65	2560,4	53755		
	Хурма	0,07920	1,663	70	5544,0	116410		
Итого			15,23					885989

Цены на фрукты в Абхазии будут зависеть от урожая, спроса, логистики и экономической ситуации [50]. В таблице 50 и 51 приняты средние цены на 2023-2024 гг.

Таблица 51 - Данные о потребности в сырье и его стоимости для производства многокомпонентных джемов в соответствии с вариантом 2 (6 месяцев - 130 тыс. банок)

Название джема	Компоненты рецептур джема	Расход сырья		Закупочная цена, руб. за 1 кг	Стоимость сырья		Итого	
		в сутки, т	в год, т		в сутки, руб.	в год, руб.	в сутки, руб.	в год, руб.
«Джема многокомпонентного - микс»	Фейхоа	0,04934	2,567	55	2713,7	141250	14358,6 (52 сут.)	746585
	Мандарины	0,06250	3,250	45	2812,5	146250		
	Киви	0,04934	2,567	65	3207,1	166855		
	Хурма	0,04960	2,580	70	3472,0	180600		
«Джема многокомпонентного - киви»	Фейхоа	0,03939	1,536	55	2166,5	84480	11483,2 (39 сут.)	447861
	Мандарины	0,04989	1,946	45	2245,1	87570		
	Киви	0,07879	3,073	65	5121,4	199745		
	Хурма	0,03960	1,544	70	2772,0	108080		
«Джема многокомпонентного - хурма»	Фейхоа	0,03939	1,536	55	2166,5	84480	11565,7 (39 сут.)	451062
	Мандарины	0,04989	1,946	45	2245,1	87570		
	Киви	0,03939	1,536	65	2560,4	99840		
	Хурма	0,07920	3,089	70	5544,0	216230		
Итого			28,22					1645508

Суммируя полученные в данных таблицах результаты, получаем, что стоимость сырья 886 678 руб. в год по первому варианту и 1 646 733 руб. по второму варианту. Общее количество необходимого сырья для получения джемов в год по первому варианту 15,19 т, по второму варианту 28,04 т.

Для определения количества потребляемой электроэнергии в сутки производственным цехом в начале необходимо определить мощности используемого электрооборудования и его количество, а также рассмотреть временную последовательность операций в технологическом процессе приготовления многокомпонентных джемов.

В таблице 49 приведена информация об используемом оборудовании, его количестве и мощности. Общая стоимость оборудования линии производства джемов составляет 15 235 тыс. руб.

В начальный период времени осуществляются последовательно следующие технологические процессы: сортировка, инспектирование, мойка, очистка и измельчение плодов. Очищенные и измельченные плоды поступают в емкость с мешалкой. Процесс наполнения мешалки занимает от 3 до 3,5 часов. Далее в течение 5 минут происходит перемешивание компонентов в

мешалке. После перемешивания происходит процесс обработки полученной смеси ЭМП НЧ в течение ещё 15 минут. Далее обработанная смесь поступает в вакуум-подогреватель, в котором заваривается 15 минут (в соответствии с нашим патентом РФ № 2825227). После чего полученный продукт поступает на заполнение в банки и закатку.

На основании таблице 52 и описанного выше технологического процесса приготовления многокомпонентных джемов был построен график электрических нагрузок, который представлен на рисунке 48.

Таблица 52 - Данные о мощности и сметной стоимости оборудования

Наименование оборудования	Количество единиц оборудования, шт.	Мощность 1 ед. оборудования, кВт	Стоимость 1 ед. оборудования, тыс. руб.	Стоимость оборудования, тыс. руб.
1	2	3	4	5
Транспортер сортировочно-инспекционный ТСИ	4	0,6	200	800
Транспортер-элеватор ТЭ	8	0,6	175	1400
Универсальная калибровочная машина А9-ККБ	4	2,2	600	2400
Вентиляторная моечная машина Т1-КУМ-1 (киви, фейхоа, хурма, мандаринов)	4	7,5	900	3600
Транспортер сортировочно-инспекционный ТСИ	4	0,6	200	800
Гидравлический механизм КГМ-2	3	0,2	15	45
Станок для очистки мандаринов, МУ-20	1	0,85	450	450
Измельчитель МИМ 600	2	2,7	80	160
Насос импеллерный НСУ-3	1	0,75	62,5	62,5
Емкость ФМ 1000л в обрешетке с турбинной мешалкой	1	0,55	100	100

Продолжение таблицы 52

1	2	3	4	5
Установка для обработки ЭМП НЧ	1	0,1	55	55
ГСС-05 (генератор)	1	0,1	30	30
Насос импеллерный НСУ-3	1	0,75	62,5	62,5
Вакуум-подогреватель МЗС-320	1	2,2	470	470
Насос импеллерный НСУ-3	1	0,75	62,5	62,5
Установка ИПКС-124С(Н) для мойки и стерилизации банок (стеклянных)	1	0,1	256	256
Наполнитель автоматический НА-0,5-50	1	0,4	125	125
Автоматическая машина для укупорки крышек М1S	1	1,5	500	500
Автоклав АВ-4	1	40	250	250
Роликовый транспортер из нержавеющей стали серии ТЛ	1	0,37	100	100
Этикетировочная машина для нанесения самоклеящихся этикетов ЭМ-4П мини	1	0,1	376	376
Термоусадочный упаковочный аппарат типа ТПЦ-450П	1	4,8	84	84
Итого				12 188,5
Транспортно-заготовительные расходы (5 %)				609,4
Монтаж оборудования (10 %)				1 218,85
Трубопроводы и арматура, КИП и их монтаж (7 %)				853,2
Спецработы (3 %)				365,7
Всего				15 235,65

В соответствии с этим графиком определим потребляемую электрическую энергию A за сутки, как сумму произведений мощностей нагрузок на продолжительность их работы: $A = (3,25 \cdot 16) + (0,083 \cdot 0,55) + (0,25 \cdot 0,2) + (0,33 \cdot 0,75) + (0,25 \cdot 2,2) + (0,583 \cdot 2,75) + (0,416 \cdot 40) + (2,83 \cdot 5,27) = 86,05$ кВт·ч.

На основании таблице 52 и описанного выше технологического процесса приготовления многокомпонентных джемов был построен график электрических нагрузок, который представлен на рисунке 42.

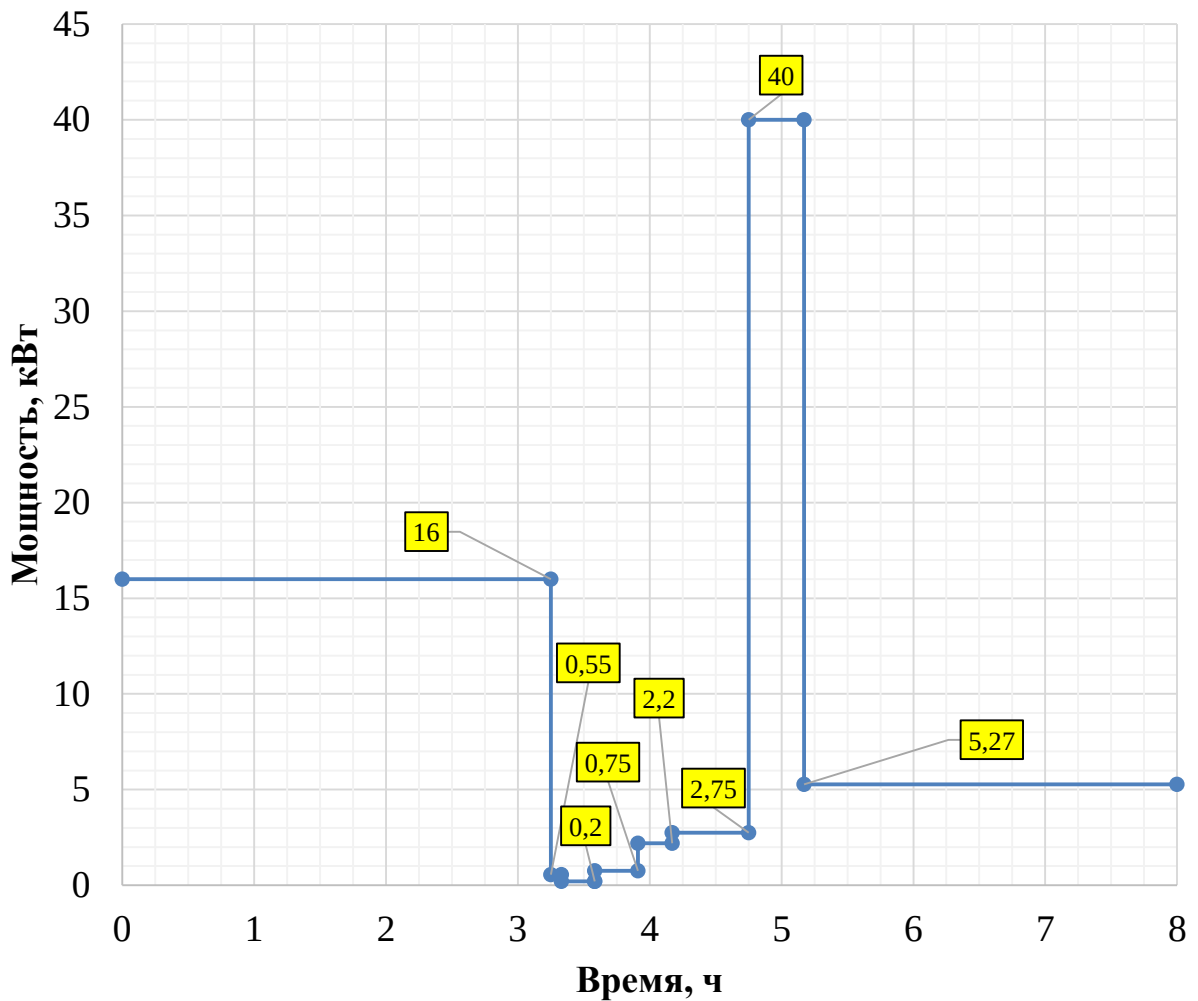


Рисунок 42 - Суточный график электрических нагрузок при приготовлении многокомпонентных джемов

Цену за 1 кВт·ч электроэнергии примем равной 2,2 руб./кВт·ч, что соответствует льготному тарифу для сельхозпроизводителей в Абхазии. Тогда стоимость электроэнергии за сутки составит 189,31 рублей. За год для первого варианта стоимость электроэнергии составит 13 251,7 руб., для второго варианта 24 610,3 руб.

Определим фонд оплаты труда.

Структура персонала и годовой фонд оплаты труда работников предприятия показан в таблица 53.

Таблица 53 - Общая численность и фонд оплаты труда работников предприятия

Категория работников	Кол-во	Фонд заработной платы, тыс. руб.		
		Месячный	годовой	
			Вариант 1	Вариант 2
Основные рабочие (заняты непосредственно производством)				
Технолог (контроль рецептуры, качества)	1	50	150	300
Оператор линии (управление оборудованием)	2	40	240	480
Упаковщик (фасовка, маркировка)	2	30	180	360
Вспомогательные рабочие				
Грузчик/кладовщик (погрузка сырья, готовой продукции)	2	25	150	300
Слесарь-ремонтник (обслуживание оборудования)	1	45	135	270
Служащие				
Бухгалтер (учёт, отчёты)	1	40	120	240
Менеджер продаж (поиск клиентов, логистика)	1	35	105	210
Итого		265	1080	2160

Расчет себестоимости производства многокомпонентных джемов произведем укрупнено по статьям в процентах от стоимости сырья и тары:

- вспомогательные материалы - 10 %;
- транспортно-заготовительные расходы - 15 %;
- общепроизводственные расходы - 30 %;
- общехозяйственные расходы - 20 %;
- отчисления на социальные нужды принимаются в размере 30 % от суммы расходов на оплату труда производственных рабочих;
- коммерческие расходы принимаются в размере 12 % от производственной себестоимости продукции.

Анализ рынка и рассчитанная себестоимость дает основание определить цену реализации 140 руб. за банку.

Таблица 54 - Себестоимость продукции по калькуляционным статьям затрат

Наименование статьи затрат	Сумма	
	вариант 1 за 1 год, руб.	вариант 2 за 1 год, руб.
Сырье и тара	2060719	3827093
Расходы на электроэнергию	13251,7	24610,3
Расходы на оплату труда	1080000	2160000
Вспомогательные материалы	206072	382709
Транспортно-заготовительные расходы	309108	574064
Отчисления на социальные нужды	324000	648000
Общепроизводственные расходы	2141781	2671693
Общехозяйственные расходы	412144	765419
Производственная себестоимость продукции	6546976	11053588
Коммерческие расходы	785637	1326431
Полная себестоимость	7332613	12380019
Выручка от реализации	9800000	18200000

Оценку экономической эффективности производства и реализации многокомпонентных джемов проведем с помощью определения чистого дисконтированного дохода (NPV) по методике В. П. Прохорова [100], представленной в.

Он рассчитывается по формуле:

$$NPV = \sum (CF_t / (1+r)^t) - I_0 \quad (2)$$

где CF_t - денежный поток за период, д.е.; r - ставка дисконтирования; t - период расчёта, год; I_0 - изначальные вложения инвестора, д.е.

Предполагаем, что сумму в 16 млн. руб. на покупку оборудования и заработную плату рабочим на первые месяцы предприятие возьмет в виде: банковского кредита под 20 % годовых в размере 7 млн. руб., привлечения инвестора под 25% годовых в размере 5 млн. рублей и личных средств в размере 4 млн. руб. В качестве шага расчета принят 1 год. Всего шагов расчета 7. Результаты расчета для варианта 1 представлены в таблице 55 и рисунок 43.

Таблица 55 - Результаты расчета экономической эффективности производства

джемов по варианту 1

Ставка дисконтирования, %	D	19,81
Число шагов инвест. проекта в год	N	1
Суммарные инвестиции	I_0	16 000 000,00
Чистый доход	ЧД	8 482 325
Чистый дисконтированный доход	NPV	-2 487 091
Внутренняя норма доходности, %	IRR	15,87
Модифицированная внутренняя норма доходности, %	MIRR	22,08
$ROI = (\text{Чистый доход})/Inv, \%$	ROI	53,01
Индекс прибыльности = NPV/Inv	PI	0,84
Срок окупаемости (лет)	PBP	4,6
Дисконтированный срок окупаемости (лет)	DPBP	7

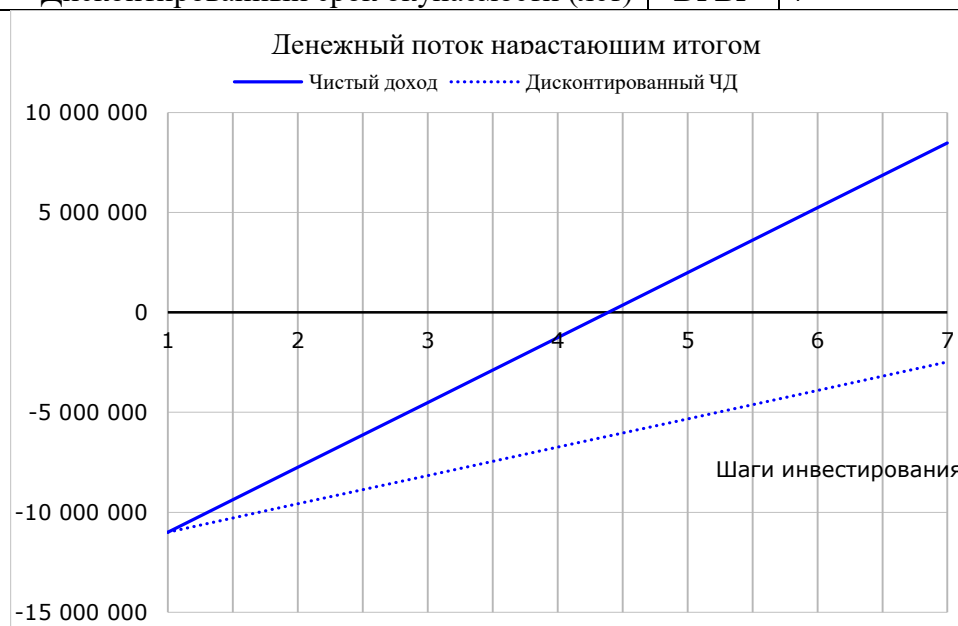


Рисунок 43 - Денежный поток нарастающим итогом для 1-го варианта

Анализ ключевых показателей проекта по варианту 1 позволяет сделать следующие выводы. Инвестиционный проект демонстрирует низкую эффективность. Ставка дисконтирования составляет 19,81 %, что отражает уровень риска и альтернативной стоимости капитала. Чистый доход проекта составляет 8,5 млн рублей, что значительно ниже суммарных инвестиций в размере 16 млн рублей. Чистый дисконтированный доход (NPV) отрицательный (-2,5 млн руб.), что свидетельствует о том, что проект не создаёт дополнительной стоимости для инвесторов. Внутренняя норма доходности (IRR) находится на уровне 15,87 %, что ниже ставки дисконтирования, а значит, проект не обеспечивает требуемой доходности.

Рентабельность инвестиций (ROI) составляет 53,01 %, индекс прибыльности (PI) равен 0,84 (менее 1), что указывает на убыточность проекта с учётом дисконтирования. Срок окупаемости составляет 4,6 года, однако с учётом дисконтирования проект не окупается в течение 7 лет. В целом, проект демонстрирует неприемлемую финансовую эффективность и не рекомендуется к реализации.

Результаты по варианту 2 показаны в таблице 56 и рисунок 44.

Таблица 56 - Результаты расчета экономической эффективности производства джемов по варианту 2

Ставка дисконтирования, %	D	19,81
Число шагов инвест. проекта в год	N	1
Суммарные инвестиции	Inv	16 000 000,00
Чистый доход	ЧД	27 256 850
Чистый дисконтированный доход	NPV	6 600 694
Внутренняя норма доходности, %	IRR	37,04
Модифицированная внутренняя норма дох-ти, %	MIRR	35,46
$ROI = (\text{Чистый доход})/Inv, \%$	ROI	170,36
Индекс прибыльности = NPV/Inv	PI	1,41
Срок окупаемости (лет)	PBP	2,2
Дисконтированный срок окупаемости (лет)	DPBP	4,0

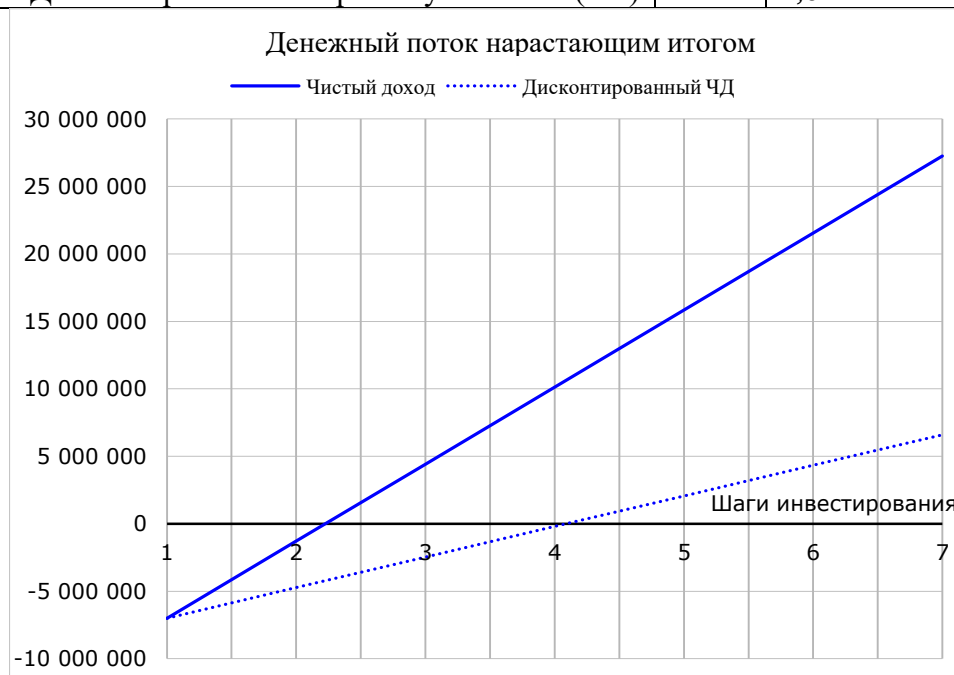


Рисунок 44 - Денежный поток нарастающим итогом для 2-го варианта

Таблица 57 – Сравнительная характеристика экономической эффективности производства джемов по 2-м вариантам

Показатель	1 вариант	2 вариант	Отклонение, ±
Ставка дисконтирования, %	19,81	19,81	0
Число шагов инвест. проекта в год	1	1	0
Суммарные инвестиции	16 000 000,00	16 000 000,00	0
Чистый доход	8 482 325	27 256 850	+18 774 525
Чистый дисконтированный доход	-2 487 091	6 600 694	+9 087 785
Внутренняя норма доходности, %	15, 87	37,04	+21,17
Модифицированная внутренняя норма дох-ти, %	22,08	35,46	+13,38
ROI = (Чистый доход)/Inv, %	53,01	170,36	+117,35
Индекс прибыльности = NPV/Inv	0,84	1,41	+0,57
Срок окупаемости (лет)	4,6	2,2	-2,4
Дисконтированный срок окупаемости (лет)	7	4,0	-3,0

Анализ ключевых показателей проекта по варианту 2 позволяет сделать следующие выводы. Проект демонстрирует высокую финансовую эффективность, значительно превосходя показатели первого варианта. 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.

Экономическая эффективность от производства джемов рассчитывалась по 2-м вариантам. Согласно варианту 1 - производство занимает 3 месяца в год, а варианту 2 - 6 месяцев в год. Вариант 1 демонстрирует неудовлетворительные результаты: чистая приведённая стоимость проекта отрицательная (-2,5 млн руб.), проект не окупается в течение 7 лет. Вариант 2 показывает высокий уровень эффективности: его NPV положительный и

составляет 6,6 млн руб. Срок окупаемости сокращается до 2,2 года, а дисконтированный - до 4 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

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

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).

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.

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.

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

Выполнена оптимизация параметров технологического процесса приготовления джемов с применением физических воздействий, реализованная в

полученных 6 патентах РФ на рецептуры и способы производства желеобразного продукта.

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

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.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Полученные теоретические и экспериментальные результаты позволяют разрабатывать новые технологии производства и рецептуры консервных изделий на основе субтропических плодов. Разработанные компьютерные модели можно применить при моделировании рецептур консервных изделий по предлагаемой технологии

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абшилава, А. Н. Совершенствование технологических процессов хранения и переработки плодов фейхоа с учетом сортовых особенностей. Автореф. дис. к. т. н: 05.18.01/ А.Н. Абшилава. - Краснодар, 2013. - 152 с.
2. Айба, Л. Я. История интродукции субтропических культур в Абхазию / Л. Я. Айба // Субтропическое и декоративное садоводство. - 2017. - № 62. - С. 9-18. - EDN ZHBGDR.
3. Айба, Л. Я. Конвейер сортов мандарина для Республики Абхазия / Л. Я. Айба, Д. А. Сабекия // Садоводство и виноградарство. - 2017. - № 2. - С. 34-39.
4. Айба, Л. Я. Малораспространённые субтропические культуры / Л.Я. Айба, О.Г. Воронова // Субтропическое садоводство России и основные направления научного обеспечения его развития до 2010 года. - Сочи: ГНУ ВНИИЦИСК. - 2004. - Т.39. - С. 511-517.
5. Айба, Л. Я. Новые голоплодные сорта актинидии сладкой (киви) / Л. Я. Айба // Субтропическое и декоративное садоводство. - 2016. - № 56. - С. 86-92.
6. Айба, Л. Я. У истоков субтропического растениеводства в Абхазии / Л. Я. Айба // Субтропическое и декоративное садоводство. - 2019. - № 70. - С. 9-16. - DOI 10.31360/2225-3068-2019-70-9-16.
7. Айдер, М. Применение электрофизических и газожидкостных способов в технологии обработки различных пищевых сред и биологических объектов / М. Айдер, А.В. Степова, А.М. Медведев // Биотехнологические, экологические и экономические аспекты создания безопасных продуктов питания специализированного назначения: материалы межд. научн.-практич. конф. - Краснодар: КубГТУ, 2020. - С.53-58.
8. Анализ пектинсодержащего ингредиента на реологические свойства поликомпонентных десертов / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, Н.И. Мосолова и др. // Аграрно-пищевые инновации. - 2018. - Т. 3, № 3. - С. 78-81.

9. Арет, В. А. Реология и физико-механические свойства материалов пищевой промышленности: учебное пособие / В. А. Арет, С. Д. Руднев. - Санкт-Петербург: ИЦ Интермедия, 2014. - 252 с.
10. Биохимический состав и товарная характеристика новых сортов *Actinidia deliciosa* A. Chev. Селекции НИИСХ ана / Л. Я. Айба, Н. Б. Платонова, О. Г. Белоус // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. - 2024. - № 150. - С. 7-15.
11. Бобренева, И. В. Функциональные продукты питания и их разработка / И. В. Бобренева, У.А. Косякова // Пищевая промышленность. - 2019. - № 6. - С. 125-127.
12. Бурак, Л. Ч. Современные методы обработки и консервирования плодовоовощного сырья : учебное пособие для вузов / Л. Ч. Бурак. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 488 с. - ISBN 978-5-507-48976-3. - Текст : электронный // Лань : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/362819>.
13. Важенин, Е. И. Совершенствование технологий длительного хранения овощного сырья : диссертация ... кандидата технических наук : 05.18.01 / Важенин Евгений Игорьевич. - Краснодар, 2015. - 149 с. - Место защиты: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный технологический университет». - URL: <http://kubstu.ru/scie/futdef/420>.
14. Василенко, З. В. Методики количественного определения пектина / З. В. Василенко, В. А. Седакова // Вестник фармации. - 2005. - № 3 (29). - С. 83-91.
15. Влияние электромагнитных полей крайне низких и сверхнизких частот и биопрепарата витаплан на активность пероксидазы, полифенолоксидазы и содержание полифенольных веществ в яблоках в процессе хранения/ С. М. Горлов, Т. В. Першакова, В. В. Лисовой, Г. А. Купин, А. А. Тягущева, В. Н. Алёшин // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания. - 2020. - № 1. - С. 59-69.

16. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. - Введ. 1990-01-01. - М.: Издательство стандартов, 1989. - 9 с.
17. ГОСТ 25555.0-82. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности : межгосударственный стандарт : Введ. 1983-01-01. – Москва : Стандартиформ, 2010. – 4 с.
18. ГОСТ 25749-2005. Крышки металлические винтовые. Общие технические условия. - Введ. 2006-07-01. - М. : Стандартиформ, 2007. - 25 с.
19. ГОСТ 28562-90. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения сухих веществ. - Введ. 1991-01-01. - М.: Издательство стандартов, 1990. - 12 с.
20. ГОСТ ISO 6558-2-2019. Фрукты, овощи и продукты их переработки. Определение содержания каротина спектрофотометрическим методом. - Введ. 2020-07-01. - М.: Стандартиформ, 2019. — 9 с.
21. ГОСТ 31712-2012. Джемь. Общие технические условия. Введ. 01.07.2013 М.: Стандартиформ, 2019. - 15с.
22. ГОСТ 31823-2012 Киви, реализуемые в розничной торговле. Технические условия. - Введ. 2014-01-01. - М.: Стандартиформ, 2013. - 16 с.
23. ГОСТ ISO 750-2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности (в пересчете на яблочную и лимонную кислоты). Введ. 2015-07-01. – М.: Стандартиформ, 2014. – 11 с.
24. ГОСТ 34217-2017 Фейхоа свежая. Технические условия. - Введ. 2018-07-01. - М.: Стандартиформ, 2017. - 11 с.
25. ГОСТ 4428-82 Мандарины. Технические условия. - Взамен ГОСТ 4428-82 ; введ. 1983-10-01. - М.: Стандартиформ, 2011. - 4 с.
26. ГОСТ 50479-93. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения содержания витамина РР. - Введ. 1994-01-01. - М.: Стандартиформ, 2010. - 8 с.

27. ГОСТ 5717.1-2003. Банки стеклянные для консервов. Общие технические условия. - Введ. 2004-07-01. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. - 12 с.
28. ГОСТ 8756.1-2017. Продукты пищевые консервированные. Методы определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема. - Введ. 2019-01-01. - М. : Стандартиформ, 2019. - 14 с.
29. ГОСТ 8756.13-87. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения сахаров. - Введ. 1989-01-01. - М. : Стандартиформ, 2010. - 11 с.
30. ГОСТ 24027.2-80. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла. - Введ. 1981-01-01. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. - 10 с.
31. ГОСТ Р 59662-2021 Хурма свежая. Технические условия. - Введ. 2022-07-01. - М.: Российский институт стандартизации, 2021. - 12 с.
32. Григорчук, Н. Ф. Цифровизация селекционного процесса и применение кластерного анализа в развитии селекции сои / Н. Ф. Григорчук, В. А. Аремьева, С. М. Абитаева // Вестник Инновационного Евразийского университета. - 2025. - № 2(98). - С. 103-114.
33. Деликатесный соус Сочный киви : описание товара : [сайт] // B2BTRADE: электронная торговая площадка. - URL: <https://b2b.trade/ru/product/ooo-yuzhnaya-fazenda-delikatesnyy-sous-sochnyy-kivi>.
34. Донченко, Л. В. Технология пектина и пектинопродуктов: учебное пособие для вузов / Л. В. Донченко. - Москва : ДеЛи принт, 2000. - 256 с.
35. Донченко, Л. В., Фирсов, Г. Г. Пектин: основные свойства, производство и применение : учебник. - М. : ДеЛи принт, 2007. - 276 с.
36. Закипная, Е.В. Реология: учебное пособие / Е.В. Закипная, В.В. Зарицкая. - Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2015. - 108 с.
37. Изменение биохимических компонентов в плодах киви в связи с периодом их сбора / Л. Я. Айба, Ю. С. Абиляфазова, О. Г. Белоус // Ученые записки

Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. - 2021. - Т. 7 (73), № 1. - С. 3-13.

38. Изменение химического состава плодов фейхоа при переработке / Л. А. Вайнштейн, Т.Г. Причко, Н. П. Козьменко // Современные аспекты теории и практики хранения и переработки плодово-ягодной продукции. - Краснодар. - 2005. - С. 113-116.

39. Инженерная реология: учебное пособие / А.Н Пирогов, Д.В. Доня. - Кемерово : КемТИПП, 2004. - 110 с.

40. Использование продуктов переработки плодов редких культур в рецептуре многокомпонентного продукта питания функционального назначения / Т. Г. Причко, Н. В. Дрофичева, Т. Л. Смелик, М. Г. Германова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. - 2021. - № 2-3(380-381). - С. 31-35.

41. Исследование влияния электромагнитных полей крайне низких частот на фитопатогены земляники / М. В. Бабакина, Л. В. Михайлюта, С. М. Горлов, Т. В. Першакова, Г. А. Купин // Плодоводство и виноградарство Юга России. - 2020. - № 63 (3). - С. 285-295.

42. 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.

43. Исследования экстрактов плодов фейхоа / Симоненко Е. С., Симоненко С. В., Золотин А. Ю., Седова А. Е. // Международный научно-исследовательский журнал. - 2018. - № 11-2(77). - С. 50-54.

44. Касьянов, Г. И. Перспективы обработки пищевого сырья электромагнитным полем низкой частоты / Г. И. Касьянов // Известия вузов. Пищевая технология - 2014. - № 1 - С. 35-38.

45. Касьянов, Г. И. Реологические характеристики криолабильных растительных продуктов [Электронный ресурс] / Г.И. Касьянов, И.Е. Сязин // Современные научные исследования и инновации. - 2011. - № 12. - URL: <https://web.snauka.ru/issues/2011/12/988>.

46. Качественные показатели плодов отечественных сортов фейхоа (*Feijoa sellowiana* Berg): онтогенетические особенности и факторы, влияющие на накопление компонентов / Т. Г. Причко, М. Д. Омаров, О. Г. Белоус, З. М. Омарова // Субтропическое и декоративное садоводство. - 2021. - № 77. - С. 70-81.

47. Кварацхелия В. Н., Родионова Л.Я. Изменение аналитических характеристик пектиновых веществ яблок зимнего срока созревания при длительном влиянии низких температур// Научный журнал КубГАУ, №100(06), 2014 - С.

48. Кварацхелия, В. Н. Сравнительный анализ влияния низких температур на изменение аналитических характеристик пектиновых веществ извлеченных из альбедо цитрусовых плодов [Электронный ресурс] / В. Н. Кварацхелия, Л. Я. Родионова // Научный журнал КубГАУ. - 2014. - № 104 (10). - С. 1012-1029.

49. Кварчия, В. А. Экономика сельского хозяйства / В. А. Кварчия, О. В. Кварчия. - Сухум : АГУ, 2008. - 522 с. - Текст : на абх. яз.

50. Кварчия, О. В. Основы государственного регулирования сельского хозяйства в современных условиях / О. В. Кварчия // Региональная экономика: проблемы и перспективы развития в современных условиях. Ставрополь-сервис-школа", 2020. - С. 137 -145.

51. Колотий, Т. Б. Аналитические характеристики пектина из некоторых видов дикорастущих плодов и ягод предгорной зоны Адыгеи [Электронный ресурс] / Т. Б. Колотий, З. Н. Хатко // Новые технологии. - 2012. - № 3. - С. 75-80.

52. Кочергина, В. С. Разработка рецептур блюд с использованием экзотических фруктов / В.С. Кочергина, А.В. Борисова // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы XII Всеросс. научно-практич. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2019. - С. 579-582.

53. Красноселова, Е. А. Сравнительные аналитические характеристики пектиновых веществ изучаемых сортов яблок / Е. А. Красноселова, Л. В. Донченко. - Текст : непосредственный // Молодой ученый. - 2015. - № 5.1 (85.1). - С. 89-93. - URL: <https://moluch.ru/archive/85/16101>.

54. Кулян, Р. В. Основные направления селекции культуры фейхоа / Р. В. Кулян, З. М. Омарова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. - 2018. - № 3. - С. 42-44.
55. Ларина, Т. В. Тропические и субтропические плоды: Справочник товароведа / Т. В. Ларина. - Москва : ДеЛи принт, 2002. - 236 с.
56. Линич, Е. В. Функциональное питание / Е.В. Линич, Э. Э. Сафонова // Пищевая промышленность. - 2018. - № 11. - С. 116.
57. Литвинова, В. М. Субтропические плодовые культуры : биология, сорта, технология возделывания : монография / В. М. Литвинова, Л. М. Никитина. - Краснодар : ВНИИЦиСК, 2014. - 300 с.
58. Магомедов, М. Г. Производство плодоовощных консервов и продуктов здорового питания / М. Г. Магомедов, А. О. Брезман // Пищевая промышленность. - 2015. - № 8. - С. 186-188.
59. Мелкадзе, Р. Г. Йодонакопление в плодах фейхоа в условиях субтропиков Грузии / Р.Г. Мелкадзе // Тез. докл. конф. Центр НАН Грузии, - Кутаиси, 2007. - С. 191.
60. Мировой рынок консервированных фруктов по типу (консервированные персики, консервированные мандарины). [Электронный ресурс] // Verified Market Reports. - 2024. - Режим доступа: <https://www.verifiedmarketreports.com/ru/product/canned-fruits-market/>.
61. Мякинникова, Е. А. Особенности технологии хранения и переработки субтропических плодов / Е. А. Мякинникова, Г. И. Касьянов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2014. - № 96. - С. 373-385.
62. Натуральные продукты для здорового питания / К. Л. Коновалов, И. Т. Шубаева, Т.А. Штернис // Пищевая промышленность. - 2010. - № 3. - С. 26-27.
63. Обработка сельскохозяйственного сырья электромагнитным полем низкой частоты. Теория и практика: монография [Электронный ресурс] / Г. И. Касьянов, М. Г. Барышев, Р. С. Решетова [и др.]. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 296 с.

64. Обработка сельскохозяйственного сырья электромагнитным полем низкой частоты. Теория и практика / Г. И. Касьянов, М. Г. Барышев, Р. С. Решетова, В. Т. Христюк, Д. Е. Занин. - СПб. : Троицкий мост, 2017. - 296 с. - ISBN 978-5-9909159-6-1.

65. Ольховатов, Е. А. Разработка методики определения массовой доли фракций пектиновых веществ кондуктометрическим титрованием / Е. А. Ольховатов, Л. Я. Родионова, Е. В. Щербакова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2017. - № 129. - С. 769-781. - DOI 10.21515/1990-4665-129-056. - EDN YRURCT.

66. Омаров, М. Д. Высокоурожайные и раннеспелые формы фейхоа. /М.Д. Омаров, З. М. Омарова // Садоводство и виноградарство. - 2006. - № 2. - С. 22-23.

67. Омарова, З. М. Оценка гибридных форм фейхоа (Feijoa sellowiana Berg) по признакам продуктивности и качества плодов / З.М. Омарова, Р. В. Кулян // Новые технологии. - 2019. - Вып. 3(49). - С. 181-189.

68. Омарова, З. М. Перспективные формы фейхоа для Черноморского побережья РФ // Садоводство и виноградарство. - 2014. - № 6. - С. 6-8.

69. Оценка аналитических характеристик различных видов пектиновых веществ в технологии консервов для профилактического питания людей [Электронный ресурс] / Е. П. Лисовицкая, С. В. Патиева, Н. В. Тимошенко, А. М. Патиева // Всё о мясе. - 2016. - № 3. - С. 40-44.

70. 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.

71. Патент № 2398409 С1 Российская Федерация, МПК A23В 7/08, A23L 1/06. Способ получения джема домашнего: № 2009119335/13: заявл. 22.05.2009: опубл. 10.09.2010 / Т. Л. Троянова, О. И. Квасенков.

72. Патент № 2398411 С1 Российская Федерация, МПК А23В 7/08, А23L 1/06. Способ выработки джема: № 2009119338/13: заявл. 22.05.2009: опубл. 10.09.2010 / О. И. Квасенков, Т. Л. Троянова.

73. Патент № 2562018 С1 Российская Федерация, МПК А23L 1/06. Способ получения джема смородинового: № 2014115541/13: заявл. 17.04.2014: опубл. 10.09.2015 / К. Я. Мотовилов, О. К. Мотовилов, К. Н. Нициевская; заявитель Государственное научное учреждение Сибирский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ СибНИИП Россельхозакадемии).

74. Патент № 2690650 С1 Российская Федерация, МПК А23L 21/10, А23G 3/38. Состав для приготовления джема функционального назначения: № 2018139566: заявл. 08.11.2018: опубл. 04.06.2019 / Ю. А. Праскова, В. А. Помозова, Т. Ф. Киселева [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Амурский государственный университет».

75. 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».

76. 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».

77. 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». - EDN HOAZXU.

78. 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». - EDN UQVUMM.

79. 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». - EDN XSTSUK.

80. 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». - EDN GQSKUM.

81. Патент № 8610 Российская Федерация. Ароматная фантазия : заявл. 21.01.2015 : опубл. 2016 / Пасенков А.К., Шолохова В.А., Шишкина Е.Л. ; патентообладатель: Никитский ботанический сад - Национальный научный центр РАН.

82. 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.

83. Пищевая ценность плодов киви и их использование в технологии получения новых видов консервной продукции / Т. Г. Причко, М. Г. Германова, Ц. В. Тутберидзе // Современное садоводство. - 2013. - № 3(7). - С. 116-124. - EDN SEIFBX.

84. Плоды фейхоа - источники повышенного содержания питательных и биологически активных веществ / Причко Т. Г., Германова М. Г., Омаров М. Д., Омарова З. М. // Плоды Субтропическое и декоративное садоводство. - 2015. - Вып. 53. - С. 120-126.

85. Попова, Е. И. Технология производства желе из плодов калины обыкновенной для здорового питания / Е. И. Попова // Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Мичуринск, 13 февраля 2020 года. - Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2020. - С. 107-109.

86. Потенциометрическое определение состава и степени этерификации молекул пектина / И. М. Бодякина, В. А. Багрянцев, В. В. Котов, А. Л. Лукин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. - 2012. - № 2. - С. 9-13. - EDN PLTMEX.

87. Потребление фруктов и ягод в России. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https:// berekat.ru/info/articles/potreblenie-fruktoy-i-yagody-v-rossii/](https://berekat.ru/info/articles/potreblenie-fruktoy-i-yagody-v-rossii/) (дата обращения 02.04.2021).

88. Применение защитных покрытий для обработки фруктов и овощей / Г. А. Купин, В. Н. Алешин, Т. В. Першакова, Т. В. Яковлева. - Краснодар : Просвещение Юг, 2024. - 49 с. - ISBN 978-5-98272-167-9. - EDN DTICGU.

89. Применение электромагнитных полей низкой частоты в пищевых технологиях / В. А. Панченко, И. В. Хрусталева, Е. А. Коротков // Вестник Кубанского государственного технологического университета. - 2015. - № 1 (10). - С. 45-52.

90. Причко, Т. Г. Оценка качественных показателей сортов хурмы, произрастающих в условиях Абхазии, для производства продуктов функционального назначения / Т. Г. Причко, А. С. Рябова // Плодоводство и виноградарство Юга России. - 2011. - № 7 (1). - С. 98-108.

91. Причко, Т. Г. Разработка фруктово-овощного повидла с повышенным содержанием биологически активных веществ / Т. Г. Причко, Н. В. Дрофичева //

Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. - 2022. - № 1(385). - С. 25-28.

92. Причко, Т. Г. Сортовые особенности биохимического состава плодов киви / Т. Г. Причко, М. Г. Германова, Ц. В. Тутберидзе // Субтропическое и декоративное садоводство. - 2015. - Вып. 55. - С. 153-158.

93. Проблемы современного питания, коррекция питания с помощью специализированных продуктов питания / М. М. Шамова, А. Н. Австриевских, А. А. Вековцев // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 2. - Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2019. - С. 599-608.

94. Продукты здорового питания с использованием плодов и овощей / С. А. Кацарова, Н. Д. Пеню, И. А. Куликов, Б. П. Брышлянова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. - 2014. - № 2-3(338-339). - С. 33-36.

95. Продукты переработки плодов и овощей. Методы анализа: сборник. - М.: Стандартинформ, 2010. - 239 с.

96. Производство джемов из субтропического сырья / А. Н. Акаба, Л. Я. Айба, Ю. Г. Акаба // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : сборник статей по материалам VIII Международной научно-практической конференции, 15-16 февраля 2025 г. / ответственный за выпуск А. В. Степовой. - Краснодар : КубГАУ, 2025. - С. 385-388.

97. Производство консервов из плодов фейхоа / Т.Г. Причко, Л.Д. Чалая, А.Н. Абшилава // Хранение и перераб. сельхозсырья.-2014.-N 8.-С. 54-57.-Рез. англ.-Библиогр.: с.57. Шифр П3158 // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. - 2016. - № 1. - С. 190.

98. 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.

99. Разработка рецептуры полифункционального желе из фруктового и овощного сырья / Т. Г. Причко, Р. Э. Казахмедов, Н. В. Дрофичева // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. - 2020. - № 1 (373). - С. 52-56.

100. Расчет инвестиционных проектов [Электронный ресурс] // В. Прохоров - Экономические расчеты в Excel: Финансовый анализ, расчет финансовых показателей, финансовая математика, расчет инвестиций, расчет себестоимости. URL: <https://www.finances-analysis.ru/buy-xls-invest.htm> (Дата обращения: 14.06.2025).

101. Рындин, А. В. Перспективный промышленный сортимент мандарина для Республики Абхазия / А. В. Рындин, Д. А. Сабекия // Субтропическое и декоративное садоводство. - 2016. - Вып. 58. - С. 131-145.

102. Рябова, А. С. Плоды фейхоа и хурмы - ценное сырье для получения высококачественной консервной продукции [Электронный ресурс] / А. С. Рябова, А. Н. Абшилава // Плодоводство и виноградарство Юга России. - 2012. - № 15 (3). - С. 108-116.

103. Сабекия, Д. А. Хозяйственно-биологическая оценка мандарина в Республике Абхазия : автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.08 / Д. А. Сабекия ; [место защиты: Кубан. гос. аграр. ун-т]. - Краснодар, 2016. - 23 с.

104. Справочник по производству консервов : в 4 т. Т. 4. Производство овощных и плодово-ягодных консервов / под ред. В. И. Рогачева. - Москва : Пищевая промышленность, 1974. - 350 с.

105. Сравнительная оценка химического состава и технических показателей плодов фейхоа, выращенных в условиях Абхазии / Т. Г. Причко, Л. Д. Чалая, А. Н. Абшилава // Садоводство и виноградарство. - 2012. - № 1. - С. 33-37.

106. Степанова, Н. Ю. Консервирование плодов и овощей : учебное пособие / Н. Ю. Степанова. - Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2025. - 105 с. - ISBN 978-5-85983-501-0.

107. Структурометр СТ-2 : анализатор текстуры // Лаборатория качества : официальный сайт. - URL: <https://strukturuometr.ru/oborudovanie>.

108. Субтропические культуры: учебное пособие / В. В. Даньков, М. М. Скрипниченко, Н. Н. Горбачёва. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 324 с.
109. Субтропические культуры: Учебное пособие / В. И. Копылов, В. В. Николенко, Т. В. Литвинова // Растениеводство :под ред. Л. А. Беспаловой. - Москва : КНОРУС, 2019. - 295 с.
110. Технологические аспекты управления структурно-механическими свойствами мякиша пшеничного хлеба / В. Я. Черных, Е. В. Алексеенко, Д. О. Сметанин [и др.] // Пищевые системы. - 2024. - Т. 7, № 3. - С. 345-354.
111. Технология консервирования растительного сырья : учебник / Э. С. Гореньков, А. Н. Горенькова, О. И. Кутина, Т. В. Шленская. - Санкт-Петербург : ГИОРД, 2014. - 318 с. - ISBN 978-5-98879-165-2.
112. Технология производства функциональных консервов / Г.С. Драпкина, С. Н. Кравченко, М. А. Постолова // Современные наукоемкие технологии, 2007. - №9 - С. 78.
113. Технология функциональных продуктов питания: Учебное пособие / Л. В. Донченко, Н. В. Сокол, Е. В. Щербакова [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2018. - 252 с.
114. Тимофеева, В. Н. Технология консервирования фруктов и овощей : учебное пособие / В. Н. Тимофеева. - Минск : Вышэйшая школа, 2021. - 304 с. - ISBN 978-985-06-3341-5.
115. Третьякова, Н. Р. Применение электромагнитной обработки растительного сырья в технологии выделения пектина / Н. Р. Третьякова, А. Г. Тетенева, Е. В. Барашкина, Г. М. Зайко // Новые технологии. - 2011. - Вып. 3. - С. 59-63.
116. Тутельян, В. А. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: методические рекомендации / В. А. Тутельян; Министерство здравоохранения Российской Федерации, Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. - Москва: [б. и.], 2004. - 42 с.
117. Установка для обработки пищевых сред низкочастотным электромагнитным полем с модулируемыми характеристиками / В. И. Шипулин,

М. Г. Барышев, Г. И. Касьянов, Е. А. Ольховатов // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. - 2017. - № 5 (62). - С. 52-59.

118. Фазуллина, О. Ф. Современные подходы к созданию специализированных продуктов питания, влияющих на обмен веществ в организме человека / О. Ф. Фазуллина, С. О. Смирнов // Тенденции развития науки и образования. - 2022. - № 92-12. - С. 61-63.

119. Хрундин, Д. В. Некоторые аспекты применения пектиновых веществ в технологии пищевых производств / Д. В. Хрундин // Вестник Казанского технологического университета. - 2015. - № 24. - С. 256-259.

120. Хурма консервированная «Дом Варенья», стерилизованная в масле с пряностями : описание товара : [сайт] // Купер : интернет-магазин. - URL: <https://kuper.ru/products/19637744-konservirovannaya-hurma-dom-varen-ya-bez-kostochek-sterilizovannaya-v-masle-s-pryanostyami-200-g-aefe6ea>.

121. Шаззо, Р. И. Функциональные продукты питания / Р. И. Шаззо, Г. И. Касьянов. - Москва : КолосС, 2004. - 247 с.

122. Щербакова, Е. В. Влияние физических воздействий на количественные и качественные характеристики современных пищевых продуктов / Е. В. Щербакова, М. П. Багдасарова // Научно-технологическое обеспечение агропромышленного комплекса России: проблемы и решения: Сборник тезисов по материалам V Национальной конференции, Краснодар, 08-09 июля 2020 года. - Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2020. - С. 50.

123. Яновская, Л. В. Барьерные технологии в пищевой промышленности : учебное пособие / Л. В. Яновская, Я. М. Узаков. - Алматы : New book, 2021. - 284 с.

124. Amarante, C. V. T. do Pre-harvest spraying with fungicides reduces postharvest decay of 'Alanca' feijoa fruit during storage // New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. - 2023. - Vol. 51. - № 2. - P. 223-235. - DOI: 10.1080/01140671.2021.2001851.

125. Aoyama, H. Three new flavonoids, proanthocyanidin, and accompanying phenolic constituents from *Feijoa sellowiana* [Electronic resource] / H. Aoyama, H. Sakagami, T. Hatano // *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. - 2018. - Vol. 82, No. 1. - P. 31-41.

126. Belous, O. Chemical composition of fruits of a feijoa (*F. sellowiana*) in the conditions of subtropics of Russia [Electronic resource] / O. Belous, M. Omarov, Z. Omarova // *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. - 2014. - Vol. 8, No. 1. - P. 119-123.

127. Bontempo, P. *Feijoa sellowiana* derived natural flavone exerts anti-cancer action displaying HDAC inhibitory activities [Electronic resource] / P. Bontempo, L. Mita, M. Miceli, A. Doto, A. Nebbioso, F. De Bellis, M. Conte, A. Minichiello, F. Manzo, V. Carafa, A. Basile, D. Rigano, S. Sorbo, R. Castaldo Cobianchi, E. M. Schiavone, M. De Simone, M. T. Vietri, A. M. Molinari // *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*. - 2007. - Vol. 39, No. 10. - P. 1902-1914.

128. Britannica Consice Encyclopedia: Flavonoid [электронныйресурс]. Режимдоступа: <http://www.answers.com/topic/flavonoid>

129. Cheikhrouhou, S. Characterization of pectins extracted from pomegranate peel and their gelling properties [Electronic resource] / S. Cheikhrouhou, C. M. G. C. Renard, S. Bureau, G. Cuvelier [et al.] // *Food Chemistry*. - 2017. - Vol. 215. - P. 318-325.

130. Chemical composition of fruits of a feijoa (*F. sellowiana*) in the conditions of subtropics of Russia/ Belous O., Omarov M., Omarova Z. // *Potravinarstvo® Scientific Journal for Food Industry*. - 2014. - Vol. 8. - № 1. - P. 119-123.

131. Cieśła, J. Structural properties of diluted alkali-soluble pectin from *Pyrus communis* L. in water and salt solutions [Electronic resource] / J. Cieśła, M. Koczańska, P. Pieczywek, M. Szymańska-Chargot, J. Cybulska, A. Zdunek // *Carbohydrate Polymers*. - 2021. - Vol. 273. - Art. 118598.

132. Cimmino, F. *Feijoa Sellowiana* fruit, an amazing source of anticancer molecules [Electronic resource] / F. Cimmino, P. Cianciullo, V. Maresca, S. L. Saggiomo,

S. Sorbo, P. Bontempo, A. Basile // *Annals of Research in Oncology*. - 2022. - Vol. 02, No. 02. - P. 123.

133. Dietary Guidelines for Americans, 2010. 7th Edition. Washington, DC: USGovernment Printing Office, 2010 [электронныйресурс]. Режим доступа: <http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2010/dietaryguidelines2010.pdf>.

134. do Amarante C.V.T., Souza A.G., Beninca T.D.T., Steffens C.A. Characterization of dietary attributes and mineral composition of the fruit in Brazilian genotypes of feijoa // *Acta Hortic.* - 2018. - Vol. 1205. - P. 947- 954. - doi: 10.17660/ActaHortic.2018.1205.122.

135. Duarte O., Paull R. Exotic Fruits and Nuts of the New World [Electronic resource]. - Wallingford, UK: CABI, 2015. - doi 10.1079/9781780645056.0000.

136. Fischer, G. Aspectos del cultivo y la fisiología de la feijoa (*Acca sellowiana* [Berg] Burret). Una revisión [Electronic resource] / G. Fischer, A. Parra-Coronado, H. E. Balaguera-López // *Ciencia y Agricultura*. - 2020. - Vol. 17, No. 3. - P. 11-24.

137. FoodData Central [Electronic resource] / U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. - 2019. - URL: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168176/nutrients>.

138. Goyal, P. Therapeutic Potentials of Persimmon (*Diospyros kaki*): An Updated Review [Electronic resource] / P. Goyal, A. Kumar, P. Mittal // *Research Journal of Pharmacy and Technology*. - 2024. - Vol. 17, No. 6. - P. 2859-2864.

139. Hasan, M. U. Methyl jasmonate advances fruit ripening, colour development, and improves antioxidant quality of ‘Yoho’ and ‘Jiro’ persimmon [Electronic resource] / M. U. Hasan, Z. Singh, H. M. S. Shah, A. Woodward, E. Afrifa-Yamoah // *Food Chemistry*. - 2024. - Vol. 459. - Art. 140360.

140. Hemalatha, C. N. Antioxidant Activity of Kiwi Fruit (*Actinidia Chinensis*) [Electronic resource] / C. N. Hemalatha, M. Mehurnisha K, P. Preethi B, H. N. Sarma // *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*. - 2020. - Vol. 11, No. 4. - P. 6810-6817.

141. Hossain, A. Persimmon Leaves: Nutritional, Pharmaceutical, and Industrial Potential-A Review [Electronic resource] / A. Hossain, F. Shahidi // *Plants*. - 2023. - Vol. 12, No. 4. - Art. 937.

142. Hosseinienejad, S. Valorizing Astringent 'Rojo Brillante' Persimmon Through the Development of Persimmon-Based Bars [Electronic resource] / S. Hosseinienejad, G. Moraga, I. Hernando // *Foods*. - 2024. - Vol. 13, No. 23. - Art. 3748.

143. Ioannou, I. Biological. Activities and Effects of Food Processing on Flavonoids as Phenolic Antioxidants, *Advances in Applied Biotechnology* / I. Ioannou, M. Ghoul // *Advances in Applied Biotechnology* / ed. by M. -Y. Murray. - 2012. - P. 53-76.

144. Jia, Y. Unlocking the potential of persimmons: A comprehensive review on emerging technologies for post-harvest challenges, processing innovations, and prospective applications [Electronic resource] / Y. Jia, Z. Wang, X. Liang, C. W. Tu, I. Khalifa, C. Wang, Y. Zhu, H. Chen, L. Hu, C. Li // *Food Chemistry*. - 2024. - Art. 140344.

145. Jin, M. Y. Effect of magneto-induced electric field on the physicochemical, structural, and rheological properties of citrus pectin at different pH values / M. Y. Jin, L. Wu, Y. Yu, L. Q. Li, X. Yu, X. Liu, F. Liu, Y. Li, J. K. Yan // *Food Physics*. - 2024. - Vol. 1. - P. 100021. - DOI: 10.1016/j.foodp.2024.100021.

146. Kumar, V. Pectin from fruit peels and its uses as pharmaceutical and food grade: a descriptive review [Electronic resource] / V. Kumar, Dr Sharma, L. Singh // *International Journal of Chemical Studies*. - 2018. - Vol. 6, No. 3. - P. 2957-2961.

147. Li, C. Persimmon and haw jam and preparation method thereof: pat. 201710091156.3 China / C. Li, S. Wu, K. Li, X. Deng, J. Peng; applicant and patentee Guangxi Academy of Agricultural Sciences. - № 201710091156.3; filed 19.02.2017; publ. 23.06.2017. - 9 p.

148. Li, H. Making method of persimmon jam: pat. 201810019478.8 China / H. Li; applicant and patentee H. Li. - № 201810019478.8; filed 09.01.2018; publ. 13.07.2018. - 6 p.

149. Li, X. Amylopectin-like Starch is Present in the Cell Walls of Kiwifruit Pericarp Tissues during Development [Электронный ресурс] / X. Li, N. Sakurai // *The*

Natural Products Journal. - 2012. - Vol. 2, no. 4. - P. 293-306. - DOI: 10.2174/2210315511202040293.

150. Liew, S. Q. Extraction and Characterization of Pectin from Passion Fruit Peels [Electronic resource] / S. Q. Liew, N. L. Chin, Y. Yusof // Agriculture and Agricultural Science Procedia. - 2014. - Vol. 2. - P. 231-236.

151. Matheus, J. R. V. Persimmon (*Diospyros Kaki L.*): Chemical Properties, Bioactive Compounds and Potential Use in the Development of New Products - A Review [Electronic resource] / J. R. V. Matheus, C. J. de Andrade, R. F. Miyahira, A. E. C. Fai // Food Reviews International. - 2022. - Vol. 38, Suppl. 1. - P. 1-18.

152. Monro, J. A. Kiwifruit Exchanges for Increased Nutrient Richness with Little Effect on Carbohydrate Intake, Glycaemic Impact, or Insulin Response [Electronic resource] / J. A. Monro, K. L. Bentley-Hewitt, S. Mishra // Nutrients. - 2018. - Vol. 10, No. 11. - Art. 1710.

153. Musina, O. N. An approach to the choice of alternatives of the optimized formulations [Electronic resource] / O. N. Musina, P. A. Lisin // Foods and Raw Materials. - 2015. - Vol. 3, No. 2. - P. 65-73.

154. Omarova, Z. Evaluation of the physiological state of feijoa (*Feijoa sellowiana* Berg) in subtropical Russia [Electronic resource] / Z. Omarova, N. Platonova, O. Belous, M. Omarov // Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences. - 2020. - Vol. 14. - P. 286-291.

155. Pachisia, J. Persimmon (*Diospyros kaki*): Apple of the Orient: A Review [Electronic resource] / J. Pachisia // International Journal of Health Sciences and Research. - 2020. - Vol. 10, No. 3. - P. 129-133.

156. Palanisamy, K. Extraction and Analysis of Pectin from Citrus Peels: Augmenting the Yield from Citrus limon Using Statistical Experimental Design [Electronic resource] / K. Palanisamy, J. Dhivya, K. Kuppamuthu // Iranica Journal of Energy & Environment. - 2014. - Vol. 5, No. 3. - P. 303-312.

157. Pawar, K. K. The Review on Kiwi Fruit [Electronic resource] / K. K. Pawar, V. V. Pawar // International Journal For Multidisciplinary Research. - 2022. - Vol. 4, No. 6. - Art. 963.

158. Pérez-Piñero, S. Efficacy of a Dietary Supplement Extracted from Persimmon (*Diospyros kaki* L.f.) in Overweight Healthy Adults: A Randomized, Double-Blind, Controlled Clinical Trial [Electronic resource] / S. Pérez-Piñero, J. C. Muñoz-Carrillo, J. Echepare-Taberna, C. Herrera-Fernández, M. Muñoz-Cámara, V. Ávila-Gandía, F. J. López-Román // *Foods*. - 2024. - Vol. 13, No. 24. - Art. 4072.

159. Phan, A. D. T. Nutritional characteristics and antimicrobial activity of Australian grown feijoa (*Acca sellowiana*) [Electronic resource] / A. D. T. Phan, M. Chaliha, Y. Sultanbawa, M. E. Netzel // *Foods*. - 2019. - Vol. 8, No. 9. - Art. 376.

160. Phenol-Explorer: an online comprehensive database on polyphenol contents in foods [Electronic resource] - URL: <http://phenol-explorer.eu/>.

161. Prakash, N. An overview on the fundamentals of pectin [Electronic resource] / N. Prakash, S. Priya // *International Journal of Advanced Research*. - 2016. - Vol. 4, No. 7. - P. 1855-1860.

162. Putnik, P. An Integrated Approach to Mandarin Processing: Food Safety and Nutritional Quality, Consumer Preference, and Nutrient Bioaccessibility [Electronic resource] / P. Putnik, F. J. Barba, J. M. Lorenzo, D. Gabrić, A. Shpigelman, G. Cravotto, D. Bursać Kovačević // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. - 2017. - Vol. 16, No. 6. - P. 1345-1358.

163. Ranganna, G. A Comprehensive Review on Persimmon (*Diospyros kaki*): Botanical, Horticultural, and Varietal Perspectives [Electronic resource] / G. Ranganna, S. Mohapatra, M. Rathod, D. S. Kore, S. Saxena // *International Journal of Environment and Climate Change*. - 2023. - Vol. 13, No. 11. - P. 4382-4393. - URL: <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i113624>.

164. Rodrigues, C. M. A. Control of vitamin C losses in vegetables prepared at a food service [Electronic resource] / C. M. A. Rodrigues, D. L. C. M. Delia, R. M. C. Azeredo [et al.] // *Food Control*. - 2010. - Vol. 21, No. 3. - P. 264-271.

165. Salazar-Bermeo, J. Green Technologies for Persimmon By-Products Revalorisation as Sustainable Sources of Dietary Fibre and Antioxidants for Functional Beverages Development [Electronic resource] / J. Salazar-Bermeo, B. Moreno-Chamba,

V. Lizama, M. C. Martínez-Madrid, D. Saura, M. Valero, M. Neacsu, N. Martí // Antioxidants. - 2023. - Vol. 12, No. 5. - Art. 1085.

166. Sanz, V. Trends in kiwifruit and byproducts valorization [Electronic resource] / V. Sanz, L. López-Hortas, M. D. Torres, H. Domínguez // Trends in Food Science and Technology. - 2021. - Vol. 107. - P. 401-414.

167. Sartori, G. V. Extração, caracterização e aplicação tecnológica de pectina obtida de subprodutos do processamento de feijoa (*Acca sellowiana*) [Electronic resource] / G. V. Sartori, L. Stefanski, A. C. D. M. S. Aquino, D. S. Tupuna-Yerovi, A. de O. Rios // Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável. - 2021. - Vol. 11, No. 2. - P. 690-697. - URL: <https://doi.org/10.18378/REBAGRO.V12I2.8957>.

168. Seperteladze, Z. Ranking of Feijoa (*Feijoa Sellowiana*) in Subtropical Humidified Zone of Adjara and Forest Ecosystem by Multiple-Factor Approach [Electronic resource] / Z. Seperteladze, E. Davitaia, M. Alpenidze, G. Gaprindashvili, R. Maisuradze, G. Memarne, N. Khalvashi, N. Kedelidze, T. Aleksidze, N. Rukhadze, T. Khardziani // Open Journal of Forestry. - 2021. - Vol. 11. - P. 1-13.

169. Shorbagi, M. *Citrus reticulata* Blanco (the common mandarin) fruit: An updated review of its bioactive, extraction types, food quality, therapeutic merits, and bio-waste valorization practices to maximize its economic value [Electronic resource] / M. Shorbagi, N. M. Fayek, P. Shao, M. A. Farag // Food Bioscience. - 2022. - Vol. 47. - Art. 101699.

170. Song, N. H. Method of manufacturing jam using persimmon: pat. 1020200124814 South Korea / N. H. Song; applicant and patentee N. H. Song. - № 1020200124814; filed 25.09.2020; publ. 07.12.2021. - 12 p.

171. Srinu, P. Medicinal, Nutritional and Health Benefits, Pharmacological Properties of KIWI - A Review [Electronic resource] / P. Srinu // Indian Scientific Journal of Research in Engineering and Management. - 2024. - Vol. 08, No. 06. - Art. 29222.

172. Substituent group-modified pectins: Targeted modifications for enhanced functional properties / X. Liu, C. Zhao, J. Wang, J. Zheng // Trends in Food Science & Technology. - 2025. - Vol. 157. - DOI: 10.1016/j.tifs.2025.104849.

173. UNECE STANDARD FFV-46:2008. Concerning the marketing and commercial quality control of kiwifruit [Стандарт ЕЭК ООН FFV-46:2008, касающийся сбыта и контроля товарного качества киви]. - Введ. 2014-01-01. - Geneva: United Nations, М.: Стандартиформ, 2019. - 16 с.

174. Vasilievna, K. R. Economic and biological characteristics of new promising forms of mandarin (*Citrus reticulata* var. *unshiu* Tan.) [Electronic resource] / K. R. Vasilievna // Agrarian Science Journal. - 2019. - No. 8. - P. 24-28.

175. Vatrano, T. P. Multifunctional Role of *Acca sellowiana* from Farm Management to Postharvest Life: A Review [Electronic resource] / T. P. Vatrano, M. Amenta, A. Copetta, M. Guardo, A. Nunziata, M. C. Strano, M. Petriccione // Agronomy. - 2022. - Vol. 12, No. 8. - Art. 1802.

176. Wang, S. Kiwifruit (*Actinidia* spp.): A review of chemical diversity and biological activities [Electronic resource] / S. Wang, Y. Qiu, F. Zhu // Food Chemistry. - 2021. - Vol. 350. - Art. 128469.

177. Xie, J. Making method of persimmon jam : pat. 201710091156.3 China / J. Xie ; applicant and patentee J. Xie. - № 201710091156.3 ; filed 19.02.2017 ; publ. 23.06.2017. - 9 p.

178. Yousef, A. E. Physical Methods of Food Preservation / A. E. Yousef, V. M. Balasubramaniam // Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers / edited by M. P. Doyle, R. L. Buchanan. - 4th ed. - Washington, DC : ASM Press, 2012. - Chapter 29. - P. 735-763. - DOI: 10.1128/9781555818463.ch29.

179. Yu, L. Mandarin orange jam and preparation method thereof : pat. 201710091156.3 China / L. Yu ; applicant and patentee L. Yu. - № 201710091156.3 ; filed 19.02.2017 ; publ. 23.06.2017. - 9 p.

180. Yu, Y. Comparison of Analytical Methods for Determining Methylesterification and Acetylation of Pectin [Electronic resource] / Y. Yu, Y. Wang, X. Liu, Y. Liu, L. Ji, Y. Zhou, L. Sun // Applied Sciences. - 2021. - Vol. 11, No. 10. - Art. 4461.

181. Yu, Y. H. Effect of excitation voltage in a magnetically induced electric field on the physicochemical, structural and functional properties of citrus pectin / Y. H. Yu,

X. Liu, L. B. Wu, X. Yu, M. Y. Jin, L. Q. Li, F. Liu, Y. Li, L. Li, B. Li, J. K. Yan // Food Chemistry. - 2025. - Vol. 463, Pt 1. - P. 141152. - DOI: 10.1016/j.foodchem.2024.141152.

182. Zhu F. Chemical and biological properties of feijoa (*Acca sellowiana*) // Trends in Food Science & Technology. - 2018. - Vol. 81. - P. 121-131. - doi: 10.1016/j.tifs.2018.09.008.

183. Zhuang, Z. The Manufacturing Process of Kiwifruit Fruit Powder with High Dietary Fiber and Its Laxative Effect [Electronic resource] / Z. Zhuang, M. Chen, J. Niu, N. Qu, B. Ji, X. Duan, Z. Liu, X. Liu, Y. Wang, B. Zhao // Molecules. - 2019. - Vol. 24, No. 21. - Art. 3813. - URL: <https://www.mdpi.com/1420-3049/24/21/3813>.

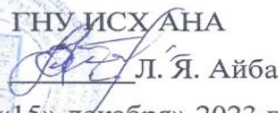
184. Zolfaghari, M. Physicochemical and Enzymatic Properties of Five Kiwifruit Cultivars during Cold Storage [Электронный ресурс] / M. Zolfaghari, M. A. Sahari, M. Barzegar, H. Samadloiy // Food and Bioprocess Technology. - 2010. - Vol. 3, no. 2. - P. 239-246. - DOI: 10.1007/s11947-008-0114-6.

ПРИЛОЖЕНИЕ А**Акты о проведении промышленной апробации - выработке
разработанных изделий**

Утверждаю

Директор

ГНУ ИСХ АНА

Л. Я. Айба

«15» декабря» 2023 г.



Акт

о производственной выработки

Настоящий акт составлен, что в производственных условиях отдела переработки ГНУ ИСХ АНА, Абхазия, Гулрыпшский район, поселок Агудзера в период 20.11.2023-22.11.2023 г. проведена пробная выработка опытной партии «Джема многокомпонентного – микс», в количестве 143,68 кг. в соответствии с технологическими решениями, предложенными аспирантом кафедры «технологии хранения и переработки растениеводческой продукции» ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ» Акаба А. Н.

В готовых изделиях определялись органолептические и физико-химические показатели качества. Результаты показали их соответствие заявленному наименованию и требованиям нормативной документации.

Апробацию разработанной рецептуре на новые виды консервных изделий на основе субтропических плодов проводили в соответствии с утвержденными нормативными документами: ТУ, ТИ, РЦ «Джема многокомпонентного – микс» ТУ 10.39.22-505-00493209-2023.

Результаты апробации в производственных условиях, предложенных Акаба А. Н., дают основания для вывода о целесообразности разработки.

Инженер-технолог



А.В. Тележников

Утверждаю

Директор

ГНУ ИСХ АНА

Л. Я. Айба

«15» декабря» 2023 г.



Акт

о производственной выработки

Настоящий акт составлен, что в производственных условиях отдела переработки ГНУ ИСХ АНА, Абхазия, Гулрыпшский район, поселок Агудзера в период 23.11.2023 г. проведена пробная выработка опытной партии «Джема многокомпонентного – киви», в количестве 143,68 кг. в соответствии с технологическими решениями, предложенными аспирантом кафедры «технологии хранения и переработки растениеводческой продукции» ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ» Акаба А. Н.

В готовых изделиях определялись органолептические и физико-химические показатели качества. Результаты показали их соответствие заявленному наименованию и требованиям нормативной документации.

Апробацию разработанной рецептуре на новый вид консервных изделий на основе субтропических плодов проводили в соответствии с утвержденными нормативными документами: ТУ, ТИ, РЦ «Джема многокомпонентного – киви» ТУ 10.39.22-506-00493209-2023.

Результаты апробации в производственных условиях, предложенных Акаба А.Н., дают основания для вывода о целесообразности разработки.

Инженер-технолог

А.В. Тележников

Утверждаю

Директор

ГНУ ИСХ АНА


Л. Я. Айба
«15» декабря» 2023 г.

Акт

о производственной выработки

Настоящий акт составлен, что в производственных условиях отдела переработки ГНУ ИСХ АНА, Абхазия, Гулрыпшский район, поселок Агудзера в период 27.11.2023-29.11.2023 г. проведена пробная выработка опытной партии «Джема многокомпонентного = хурма», в количестве 143,68 кг. в соответствии с технологическими решениями, предложенными аспирантом кафедры «технологии хранения и переработки растениеводческой продукции» ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ» Акаба А. Н.

В готовых изделиях определялись органолептические и физико-химические показатели качества. Результаты показали их соответствие заявленному наименованию и требованиям нормативной документации.

Апробацию разработанной рецептуре на новые виды консервных изделий на основе субтропических плодов проводили в соответствии с утвержденными нормативными документами: ТУ, ТИ, РЦ «Джема многокомпонентного = хурма» ТУ 10.39.22-507-00493209-2023.

Результаты апробации в производственных условиях, предложенных Акаба А.Н., дают основания для вывода о целесообразности разработки.

Инженер-технолог



А.В. Тележников

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Результаты лабораторных исследований





РОСС RU.0001.21ПШ39

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»
(ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ)

Испытательная лаборатория «Центр качества пищевой продукции»
НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции

Уникальный номер записи об аккредитации: 350044, РОССИЯ, Краснодарский край,
в реестре аккредитованных лиц: Краснодар, ул. Калинина, д. 13, литер Н
РОСС RU.0001.21ПШ39: тел./факс (861) 221-66-16
Дата внесения в реестр сведений: sekretar_niibiotech@mail.ru
об аккредитованном лице 09 сентября 2014 г.



ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ИЛ «Центр качества
пищевой продукции»
Л.В. Донченко
Всего страниц 1 (одна)

№ 1.02.23. от 10 февраля 2023 года.

Наименование продукции:

Джем «Микс» (фейхоа, мандарины, киви, хурма).
(дата изготовления 16.01.2023).

Дата отбора проб:

02.02.2023.

Масса предоставленного образца:

(110 г × 3)

Заказчик, адрес заказчика, ИНН:

Акаба А.Н

Место отбора образцов:

Аспирант кафедры технологий переработки растениеводческой
продукции КубГАУ

Дата получения образца:

02.02.2023.

Дата проведения испытаний:

02.02.2023-09.02.2023.

Цель проведения испытаний:

Соответствие требованиям ТР ТС 021/2011.

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

Сведения о средствах измерений и испытательном оборудовании, использованных при проведении испытаний:

весы электронные GX-400- зав.№1450075	С-АУ/15-12-2022/208837431 срок действия до 14.12.2023
весы электронные GX-600- зав.№14540069	С-АУ/15-12-2022/208837426 срок действия до 14.12.2023
pH-метр 150 МИ, зав.№8565	С-АУ/24-05-2022/158468090, срок действия до 23.05.2023
электрод «ОКС-10603/7», зав.№13966	С-АУ/24-05-2022/158468083, срок действия до 23.05.2023
термостат (тип BD-53), зав.№ 07-28859	Протокол №140, срок действия до 14.04.2023 ГМС 000165649
термостат (тип BD-53), зав.№ 07-26854	Протокол №139, срок действия до 14.04.2023 ГМС 000165648
термостат (тип BD-53), зав.№ 07-20885	Протокол №144, срок действия до 14.04.2023 ГМС 000165653

Заведующая лабораторией
микробиологических испытанийН.П.Величко
Ответственный за оформление протокола Е.В.Мищенко

Примечание:

- данный протокол оформлен в двух экземплярах: 1 экз. – заказчику, 1 экз. – в ИЛ «Центр качества пищевой продукции»;
- запрещается частичное или полное копирование, перепечатка протокола без разрешения ИЛ;
- воспроизведение данного протокола об испытании разрешается только в форме полного фотографического факсимиле;
- протокол испытаний распространяется только на образцы, подвергнутые испытанию.

Протокол испытаний № 1.02.23. от 10 февраля 2023 года.



РОСС RU.0001.21ПШ39

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»
(ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ)

Испытательная лаборатория «Центр качества пищевой продукции»

НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции

Уникальный номер записи об аккредитации

350044, РОССИЯ, Краснодарский край,

в реестре аккредитованных лиц

Краснодар, ул. Калинина, д. 13, литер Н

РОСС RU.0001.21ПШ39

тел/факс (861) 221-66-16

Дата внесения в реестр сведений

Секретарь niibiotech@mail.ru

об аккредитованном лице 09 сентября 2014 г.



УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ИЛ «Центр качества
пищевой продукции»

Л.В. Донченко

Всего страниц 1 (одна)

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 2.02.23. от 10 февраля 2023.

Наименование продукции:

Джем «КИВИ» (киви, хурма, фейхоа, мандарины).

(дата изготовления 16.01.2023).

Дата отбора проб:

02.02.2023.

Масса предоставленного образца:

(110 г × 3).

Заказчик, адрес заказчика, ИНН:

Акаба А.Н.

Место отбора образцов:

Аспирант кафедры технологий переработки растениеводческой
продукции КубГАУ

Дата получения образца:

02.02.2023.

Дата проведения испытаний:

02.02.2023-09.02.2023.

Цель проведения испытаний:

Соответствие требованиям ТР ТС 021/2011.

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

Сведения о средствах измерений и испытательном оборудовании, использованных при проведении испытаний:

весы электронные GX-400- зав.№1450075	С-АУ/15-12-2022/208837431 срок действия до 14.12.2023
весы электронные GX-600- зав.№14540069	С-АУ/15-12-2022/208837426 срок действия до 14.12.2023
pH-метр 150 МИ, зав.№8565	С-АУ/24-05-2022/158468090, срок действия до 23.05.2023
электрод «ЭКС-10603/7», зав.№13966	С-АУ/24-05-2022/158468083, срок действия до 23.05.2023
термостат (тип BD-53), зав.№ 07-28859	Протокол №140, срок действия до 14.04.2023 ГМС 000165649
термостат (тип BD-53), зав.№ 07-26854	Протокол №139, срок действия до 14.04.2023 ГМС 000165648
термостат (тип BD-53), зав.№ 07-20885	Протокол №144, срок действия до 14.04.2023 ГМС 000165653

Заведующая лабораторией
микробиологических испытаний

Н.П.Величко

Ответственный за оформление протокола Е.В.Мищенко

Примечание:

- данный протокол оформлен в двух экземплярах: 1 экз. – заказчику, 1 экз. – в ИЛ «Центр качества пищевой продукции»;
- запрещается частичное или полное копирование, перепечатка протокола без разрешения ИЛ;
- воспроизведение данного протокола об испытании разрешается только в форме полного фотографического факсимиле;
- протокол испытаний распространяется только на образцы, подвергнутые испытанию.

Протокол испытаний № 2.02.23. от 10 февраля 2023.



РОСС RU.0001.21ПШ39

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»
(ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ)

Испытательная лаборатория «Центр качества пищевой продукции»
НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции

Уникальный номер записи об аккредитации
в реестре аккредитованных лиц
РОСС RU.0001.21ПШ39

350044, РОССИЯ, Краснодарский край,
Краснодар, ул. Калинина, д. 13, литер Н
тел/факс (861) 221-66-16
sekretar_niibiotech@mail.ru

Дата внесения в реестр сведений
об аккредитованном лице 09 сентября 2014 г



УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ИЛ «Центр качества
пищевой продукции»

Л.В. Донченко

Всего страниц 1 (одна)

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 3.02.23. от 10 февраля 2023.

Наименование продукции:

Джем «ХУРМА» (хурма, киви, мандарины, фейхоа).
(дата изготовления 16.01.2023).

Дата отбора проб:

02.02.2023.

Масса предоставленного образца:

(110 г × 3).

Заказчик, адрес заказчика, ИНН:

Акаба А.Н.

Место отбора образцов:

Аспирант кафедры технологий переработки растениеводческой
продукции КубГАУ.

Дата получения образца:

02.02.2023.

Дата проведения испытаний:

02.02.2023-09.02.2023.

Цель проведения испытаний:

Соответствие требованиям ТР ТС 021/2011.

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

Сведения о средствах измерений и испытательном оборудовании, использованных при проведении испытаний:

весы электронные GX-400- зав.№1450075	С-АУ/15-12-2022/208837431 срок действия до 14.12.2023
весы электронные GX-600- зав.№14540069	С-АУ/15-12-2022/208837426 срок действия до 14.12.2023
pH-метр 150 МИ, зав.№8565	С-АУ/24-05-2022/158468090, срок действия до 23.05.2023
электрод «ЭК-10603/7», зав.№13966	С-АУ/24-05-2022/158468083, срок действия до 23.05.2023
термостат (тип BD-53), зав.№ 07-28859	Протокол №140, срок действия до 14.04.2023 ГМС 000165649
термостат (тип BD-53), зав.№ 07-26854	Протокол №139, срок действия до 14.04.2023 ГМС 000165648
термостат (тип BD-53), зав.№ 07-20885	Протокол №144, срок действия до 14.04.2023 ГМС 000165653

Заведующая лабораторией
микробиологических испытаний

Н.П.Величко

Ответственный за оформление протокола Е.В.Мищенко

Примечание:

- данный протокол оформлен в двух экземплярах: 1 экз. – заказчику, 1 экз. – в ИЛ «Центр качества пищевой продукции»;
- запрещается частичное или полное копирование, перепечатка протокола без разрешения ИЛ;
- воспроизведение данного протокола об испытании разрешается только в форме полного фотографического факсимиле;
- протокол испытаний распространяется только на образцы, подвергнутые испытанию.

Протокол испытаний № 3.02.23. от 10 февраля 2023.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Техническая документация

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

ОКПД 2 10.39.22.110

ОКС 67.080.10



УТВЕРЖДАЮ
Директор НИИ «Биотехнологии и
сертификации пищевой
продукции»
д.т.н., профессор
Л. В. Донченко
«23» 05 2023 г.

Джем многокомпонентный - микс

Технические условия
ТУ 10.39.22–505–00493209–2023
(Вводятся впервые)

Дата введения в действие – 01.07.2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

РАЗРАБОТАНО:

Декан факультета
пищевых производств и
биотехнологий

к.т.н., доцент
А. В. Степовой
«22» 05 2023 г.



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

Е. В. Щербакова
«19» 05 2023 г.

Аспирант гр. ПТ-1963,
факультета пищевых производств и
биотехнологий

А.Н. Акаба
«19» 05 2023 г.

Краснодар, 2023

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

ОКПД 2 10.39.22.110

ОКС 67.080.10



УТВЕРЖДАЮ

Директор НИИ «Биотехнологии и
сертификации пищевой
продукции»

д.т.н., профессор

Л. В. Донченко
«23» 05 2023г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по производству **Джема многокомпонентного - микс**

Срок введения– 01.07.2023

РАЗРАБОТАНО:

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

Е. В. Щербакова
«19» 05 2023г.

Аспирант гр. ПТ-1963,
факультета пищевых производств и
биотехнологий

А.Н. Акаба
«19» 05 2023 г.

Краснодар, 2023

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор НИИ «Биотехнологии и
сертификации пищевой
продукции»

д.т.н., профессор

Л. В. Донченко

«23» 05 2023г.

РЕЦЕПТУРА

Джем многокомпонентный - микс

ТУ 10.39.22-505-00493209-2023 РЦ 10.39.22-505-00493209-2023

Производится по технологической инструкции

ТИ 10.39.22-505-00493209-2023

Срок введения-01.07.2023

РАЗРАБОТАНО:

Профессор кафедры технологии
хранения и переработки
Растениеводческой продукции, д.т.н.

Е. В. Щербакова
19.05 2023г.

Аспирант гр. ПТ-1963,
факультета пищевых производств и
биотехнологий

А.Н. Акаба
19 05 2023 г.

Краснодар, 2023

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

ОКПД 2 10.39.22.110

ОКС 67.080.10



УТВЕРЖДАЮ
Директор НИИ «Биотехнологии и
сертификации пищевой
продукции»

д.т.н., профессор

Л. В. Донченко
«23» 05 2023г.

Джем многокомпонентный - киви

Технические условия
ТУ 10.39.22-506-00493209-2023
(Вводятся впервые)

Дата введения в действие – 01.07.2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

РАЗРАБОТАНО:

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

А. В. Степовой
«22» 05 2023 г.



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

Е. В. Щербакова
«19.05» 2023 г.

Аспирант гр. ПТ-1963,
факультета пищевых производств и
биотехнологий

А.Н. Акаба
«19.05» 2023 г.

Краснодар, 2023

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

ОКПД 2 10.39.22.110

ОКС 67.080.10



УТВЕРЖДАЮ

Директор НИИ «Биотехнологии и
сертификации пищевой
продукции»

д.т.н., профессор

Л. В. Донченко
« 23 » 05 2023г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по производству Джема многокомпонентного - киви

Срок введения— 01.07.2023

РАЗРАБОТАНО:

Профессор кафедры
технологии хранения и
переработки
растениеводческо
й продукции,
д.т.н.

Е. В. Щербакова
19. 05 2023г.

Аспирант гр. ПТ-1963,
факультета пищевых производств и
биотехнологий

А.Н. Акаба
19. 05 2023 г.

Краснодар, 2023

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор НИИ «Биотехнологии и
сертификации пищевой
продукции»

д.т.н., профессор

Л. В. Донченко
« 23 » 05 2023г.

РЕЦЕПТУРА

Джем многокомпонентный - киви

ТУ 10.39.22-506-00493209-2023 РЦ 10.39.22-506-00493209-2023

Производится по технологической инструкции
ТИ 10.39.22-506-00493209-2023

Срок введения— 01.07.2023

РАЗРАБОТАНО:

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

Е. В. Щербакова
« 19 » 05 2023г.

Аспирант гр. ПТ-1963,
факультета пищевых производств и
биотехнологий

А.Н. Акаба
« 19 » 05 2023 г.

Краснодар, 2023

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

ОКПД 2 10.39.22.110

ОКС 67.080.10



УТВЕРЖДАЮ

Директор НИИ «Биотехнологии и
сертификации пищевой
продукции»

д.т.н., профессор

Л. В. Донченко
«23» 05 2023г.

Джем многокомпонентный - хурма

Технические условия
ТУ 10.39.22-507 – 00493209 – 2023
(Вводятся впервые)

Дата введения в действие – 01.07.2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

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

А. В. Степовой
«22» 05 2023 г.



РАЗРАБОТАНО:

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

Е. В. Щербакова
«19» 05 2023 г.

Аспирант гр. ПТ-1963,
факультета пищевых производств и
биотехнологий

А.Н. Акаба
«19» 05 2023 г.

Краснодар, 2023

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

ОКПД 2 10.39.22.110

ОКС 67.080.10



УТВЕРЖДАЮ
Директор НИИ «Биотехнологии и
сертификации пищевой
продукции»

д.т.н., профессор

Л. В. Донченко
« 23 » 05 2023г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по производству **Джема многокомпонентного - хурма**

Срок введения— 01.07.2023

РАЗРАБОТАНО:

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

Е. В. Щербакова
19.05 2023г.

Аспирант гр. ПТ-1963,
факультета пищевых производств и
биотехнологий

А.Н. Акаба
19.05 2023 г.

Краснодар, 2023

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор НИИ «Биотехнологии и
сертификации пищевой
продукции»

д.т.н., профессор

Л. В. Донченко
« 23 » 05 2023г.

РЕЦЕПТУРА

Джем многокомпонентный - хурма

ТУ 10.39.22-507-00493209 – 2023 РЦ 10.39.22-507-00493209-2023

Производится по технологической инструкции

ТИ 10.39.22-507 – 00493209 – 2023

Срок введения– 01.07.2023

РАЗРАБОТАНО:

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

Е. В. Щербакова
19.05 2023г.

Аспирант гр. ПТ-1963,
факультета пищевых производств и
биотехнологий

А.Н. Акаба
19.05 2023 г.

Краснодар, 2023

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Патенты



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2859176

Джем из субтропических плодов

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина" (RU)*

Авторы: *Акаба Амина Нугзаровна (RU), Щербакова Елена Владимировна (RU)*

Заявка № 2025120732

Приоритет изобретения 28 июля 2025 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 30 марта 2026 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 28 июля 2045 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

документ подписан электронной подписью
Имя: Юрий Юрьевич / Surname: Zubov / ID: 4b4d1b67b21b125
Адрес: Зубов Юрий Сергеевич
Действительно с 04.09.2025 по 26.11.2026

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2825227**Джем из субтропических плодов**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина" (RU)*

Авторы: *Акаба Амина Нугзаровна (RU), Щербакова Елена Владимировна (RU)*

Заявка № **2023115561**Приоритет изобретения **13 июня 2023 г.**Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации **22 августа 2024 г.**Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **13 июня 2043 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2860006

Способ приготовления джема из субтропических плодов

Патентообладатель: *"Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина" (RU)*

Авторы: *Акаба Амина Нугзаровна (RU), Щербакова Елена Владимировна (RU)*

Заявка № 2025120711

Приоритет изобретения 28 июля 2025 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 14 апреля 2026 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 28 июля 2045 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

документ подписан электронной подписью
Имя: Юрий Юрьевич Зубов / Имя: Юрий Юрьевич Зубов
Подпись: Юрий Зубов / Подпись: Юрий Зубов
Действителен с 04.04.2025 по 26.11.2025

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2860001

Способ приготовления желеобразного десерта из субтропических плодов

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина" (RU)*

Авторы: *Акаба Амина Нугзаровна (RU), Щербакова Елена Владимировна (RU)*

Заявка № 2025120722

Приоритет изобретения 28 июля 2025 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 14 апреля 2026 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 28 июля 2045 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

документ подписан электронной подписью
Имя: Юрий Юрьевич / 74215284 / 04d51b67b21b125
Александр Зубов Юрий Сергеевич
Действительно с 04.04.2025 по 26.11.2025

Ю.С. Зубов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2860003

Желеобразный десерт из субтропических плодов

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина" (RU)*

Авторы: *Акаба Амина Нугзаровна (RU), Щербакова Елена Владимировна (RU)*

Заявка № 2025120727

Приоритет изобретения **28 июля 2025 г.**

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации **14 апреля 2026 г.**

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **28 июля 2045 г.**



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

документ подписан электронной подписью
Дата документа: 04.04.2026 10:40:00
Инициалы: Зубов Юрий Сергеевич
Идентификатор: 04.04.2025 10:40:00

Ю.С. Зубов

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
ДИПЛОМ

