

На правах рукописи



ИКРАМОВ РУСЛАН АТХАМОВИЧ

**ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ
ЖЕЛЕЙНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ЭКСТРАКТОВ
ИЗ ВЫЖИМОК ЯГОД**

Специальность 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2022

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Научный руководитель: **Нилова Людмила Павловна**
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Елисеева Людмила Геннадьевна**
Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры товароведения и товарной экспертизы, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова» (г. Москва)

Левочкина Людмила Владимировна
кандидат технических наук, доцент, профессор Департамента пищевых наук и технологий Института наук о жизни и биомедицины, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» (г. Владивосток)

Ведущая организация: **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет»** (г. Екатеринбург)

Защита состоится 12 мая 2022 года в 12 часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д 212.183.05, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева» (ФГБОУ ВО «ОГУ им. И. С. Тургенева»), по адресу: 302020, г. Орёл, Наугорское шоссе, д. 29, ауд. 212.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО «ОГУ им. И. С. Тургенева»: <http://oreluniver.ru>.

Объявление о защите диссертации и автореферат диссертации размещены в сети «Интернет» на официальном сайте ФГБОУ ВО «ОГУ им. И. С. Тургенева»: <http://oreluniver.ru> и на сайте Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации: <https://vak.minobrnauki.gov.ru/>.

Отзывы на автореферат, заверенные печатью организации, направлять в диссертационный совет по адресу: 302026, г. Орёл, ул. Комсомольская, д. 95. Адрес электронной почты: Simonenkova1@mail.ru.

Автореферат разослан 23 марта 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат технических наук, доцент



А. П. Симоненкова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. В современном мире изменилось отношение к потребительским свойствам пищевых продуктов. Здоровый образ жизни, активное долголетие, пропагандируемые в России, невозможны без пищевых продуктов для здорового питания. Одной из их составляющих являются фрукты и овощи, и пищевые продукты с их использованием, как источники природных антиоксидантов. Наибольшее количество антиоксидантов содержат ягоды, в которых по сравнению с фруктами их количество превышает в 2-4 раза, а в дикорастущих ягодах – в 1,5-3 раза по сравнению с культивируемыми формами. Тенденция переработки фруктов и ягод для производства соков и других обогащенных пищевых продуктов привела к необходимости использования, остающихся после отжима выжимок. Инновационные технологии экстрагирования позволяют увеличить выход биологически активных веществ в экстракт при одновременном использовании специальных экстрагентов, что не позволяет их применять непосредственно в пищевых технологиях без дополнительной обработки. СВЧ нагрев как один из инновационных способов экстрагирования обеспечивает высокое содержание биологически активных веществ в экстрактах, позволяет получать водные экстракты и не требует закупки специального оборудования, что создает возможность использовать его в технологиях индустрии питания. Одним из объектов использования водных экстрактов из выжимок ягод и их композиций могут стать желейные продукты, что позволит избежать использования пищевых красителей и получать продукты с антиоксидантными свойствами.

Степень разработанности темы исследований. Существенный вклад в исследования биохимического состава, антиоксидантных свойств ягод и продуктов их переработки, а также их роли в здоровом питании внесли Е. В. Алексеенко, В. В. Будаева, М. С. Воронина, Е. Н. Кожухарь Е.В. Лоскутова, Н. В. Макарова, Е. А. Овсянникова, Ж. А. Рупасова, С. Е. Траубенберг, Я. И. Яшин, S. Benvenuti, S. Häkkinen, A. S. Kivimäki, D. L. McKay, P. B. Pertuzatti, A. Ruiz-Torralba, K. Viljanen и другие.

Разработаны инновационные технологии получения экстрактов из растительного сырья, теоретические и практические аспекты которых нашли отражение в трудах Ю. Г. Базарновой, Б. М. Гусейновой, Н. Б. Еремеевой, Д. В. Кондратьева, Т. С. Копысовой, Е. В. Пастушковой, И. Ю. Потороко, А. Ф. Сорокопуд, М. Н. Школьниковой, В. R. Albuquerque, L. Klavins, M. Mushtaq, C. C. Xu и других.

Расширению ассортимента кондитерских изделий студнеобразной консистенции посвящены работы В. М. Болотова, Л. Г. Елисейевой, Е. А. Кузнецовой, И. К. Марковой, Н. В. Мясищевой, В. В. Румянцевой, Т. И. Сизовой, Н. Ф. Тесленко, A. Ghendov-Mosanu, O. V. Nistor, T. Özbek и других.

Цель и задачи исследований. Цель работы – формирование потребительских свойств желейных продуктов на основе экстрактов из

выжимок ягод с использованием СВЧ-нагрева. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать потребительские предпочтения и провести анализ регионального рынка пищевых продуктов с использованием фруктово-ягодного сырья для здорового питания для изучения возможности использования экстрактов из выжимок ягод в производстве желейных продуктов;
- изучить химический состав, содержание индивидуальных антиоксидантов и антиоксидантную активность дикорастущих ягод семейства вересковых и их выжимок после отжима соков;
- оптимизировать процесс водной экстракции с использованием СВЧ нагрева из выжимок дикорастущих ягод семейства вересковых для максимального извлечения индивидуальных антиоксидантов и формирования экстрактов с антиоксидантной активностью;
- разработать рецептуры и СВЧ технологию производства желейных продуктов на основе экстрактов из выжимок дикорастущих ягод и их композиций, провести оценку их качества и опытно-промышленную апробацию.

Научная новизна. Работа содержит элементы научной новизны в рамках пунктов 2, 4, 5 паспорта специальности ВАК при Минобрнауки России 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания.

Впервые предложено комплексное использование СВЧ нагрева в технологии экстрагирования и производстве желейных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод.

Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено, что в выжимках ягод семейства вересковых, образующихся после отжима соков, остаются антиоксиданты фенольной природы, которые обуславливают их антиоксидантные свойства: в выжимках черники и голубики преимущественно за счет антоцианов ($R^2 > 0,991$); в выжимках клюквы и брусники – преимущественно за счет флавоноидов ($R^2 > 0,976$).

Экспериментально установлено, что использование выжимок различных дикорастущих ягод при экстрагировании в одинаковых условиях не оказывает влияние на количество сухих веществ в экстракте, но их качественный состав отличается, что влияет на оптические характеристики и антиоксидантную активность.

Использование СВЧ нагрева в технологии экстрагирования способствует интенсивному переходу растительных пигментов в экстракты из выжимок ягод, формируя их окраску и более высокие антиоксидантные свойства по сравнению с традиционным способом экстрагирования.

Предложено для производства желейных продуктов на основе экстрактов из выжимок различных ягод семейства вересковых использовать их композиции, что позволяет сформировать оптимальные органолептические свойства без использования сахара в рецептуре и повысить их антиоксидантную активность.

Получены новые данные о влиянии экстрактов из выжимок ягод семейства вересковых и их композиций на формирование упругих свойств желейных продуктов со структурообразователем желатином при использовании традиционной и СВЧ технологии производства, зависящими от антиоксидантной активности.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в обосновании возможности использования СВЧ нагрева в технологии экстрагирования и производстве желейных продуктов, способствующих увеличению выхода антиоксидантов фенольной природы из выжимок ягод и формированию окраски и консистенции желейных продуктов.

Подобраны режимы СВЧ экстрагирования и соотношение выжимки/вода для формирования оптимальной окраски и антиоксидантных свойств при максимальном выходе водных экстрактов.

Разработаны рецептуры и СВЧ технология желейных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод семейства вересковых и их композиций, формирующие органолептические свойства без добавления сахара или с минимальным его количеством.

Установлено, что использование СВЧ нагрева в технологии желейных продуктов позволяет производить их без набухания желатина розливом рецептурной смеси до или после СВЧ нагрева, формируя упругие свойства регулированием продолжительности операции с учетом массы продукта.

Разработаны и утверждены комплекты нормативно-технической документации на желейные продукты на основе экстрактов из выжимок ягод семейства вересковых (ТУ 10.39.22-001-27480695-19, ТИ ТУ 10.39.22-001-27480695-19, РЦ 001-27480695-19). Проведена промышленная апробация желейных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод и их композиций в ООО «МИП «Биоресурс», ООО «Русь», ООО «Март», г. Санкт-Петербург.

Получен патент на изобретение «Способ производства желейных продуктов» №2714839, дата приоритета 07.08.2019, опубликовано 19.02.2020, бюл. 5.

Сформулированные автором научные положения и практические решения нашли применение в организации образовательного процесса Института промышленного менеджмента, экономики и торговли Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого при разработке курсов лекций и проведении занятий по дисциплинам «Товароведение и экспертиза кондитерских и вкусовых товаров», «Товароведение и экспертиза продуктов функционального назначения», «Теория и методология проектирования новых товаров».

Методология и методы исследований. Методологической основой проведения исследований явились труды российских и зарубежных ученых в области переработки плодово-ягодного сырья и его использования в технологиях производства пищевых продуктов для здорового питания. В работе использованы современные методы исследований, которые проводились в 3-5-кратной повторности.

Положения, выносимые на защиту:

- дифференциация потребительских предпочтений при выборе пищевых продуктов с использованием фруктово-ягодного сырья для здорового питания и анализ товарного предложения на региональном рынке;
- результаты исследования динамики перераспределения нутриентов и антиоксидантов фенольной природы в процессе переработки ягод семейства вересковых в экстракты;
- параметры оптимизации СВЧ экстрагирования выжимок ягод семейства вересковых для получения водных экстрактов с антиоксидантными свойствами;
- формирование качества жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод семейства вересковых и их композиций с использованием СВЧ нагрева.

Степень достоверности и апробация результатов. Результаты, представленные в работе, получены на основе серий экспериментов, обработанных статистическими методами с использованием компьютерных программ Microsoft Excel 2019 для ОС Windows 10, параметры оптимизации процесса экстрагирования получены с использованием программной среды MathCad 14.0.

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на международных и всероссийских научно-практических конференциях: «Трансляционная медицина» (Орел, 2017); «Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании» (Екатеринбург, 2017); «Технологии производства пищевых продуктов питания и экспертиза товаров» (Курск, 2018); «Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» (Курган, 2018); «Неделя науки СПбПУ» (Санкт-Петербург, 2018); «Efficient waste treatment – 2018» (Saint Petersburg, 2018); «Качество и безопасность товаров от производства до потребления» (Мытищи, 2019); «Церевитиновские чтения – 2019» (Москва, 2019); «Биотехнологические аспекты управления технологиями пищевых продуктов в условиях международной конкуренции» (Курган, 2019); «Инновационные вопросы товароведения, безопасности товаров и экономики» (Коломна, 2019); «Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг» (Рязань, 2019); «Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service» (St. Petersburg, 2019, 2020); «Biosystems Engineering» (Tartu, 2020); «Environmental Science Forum on Sustainable Development of Industrial Region – UESF» (Chelyabinsk, 2021).

Публикации. По теме диссертационных исследований опубликована 21 работа, в том числе 4 работы в журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 5 работ в изданиях, входящих в международную реферативную базу Scopus, 1 патент на изобретение РФ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и приложений. Основное содержание изложено на 198 страницах, включает 40 таблиц, 37 рисунков, 208 источников, включая 99 публикаций зарубежных исследователей.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1 Аналитический обзор литературы включает анализ современного состояния производства и потребления фруктов, ягод и продуктов их переработки, особенности биохимического состава и антиоксидантных свойств ягод семейства вересковых, их изменения в процессе переработки. Представлен существующий опыт и дальнейшие предпосылки использования продуктов переработки ягод в пищевых технологиях с целью разработки новой продукции для здорового питания. Обобщены современные способы получения экстрактов из растительного сырья для пищевой промышленности, в том числе с использованием СВЧ нагрева.

Глава 2 Постановка эксперимента, выбор объектов и методов исследований. Работа включала несколько этапов (рис. 1).

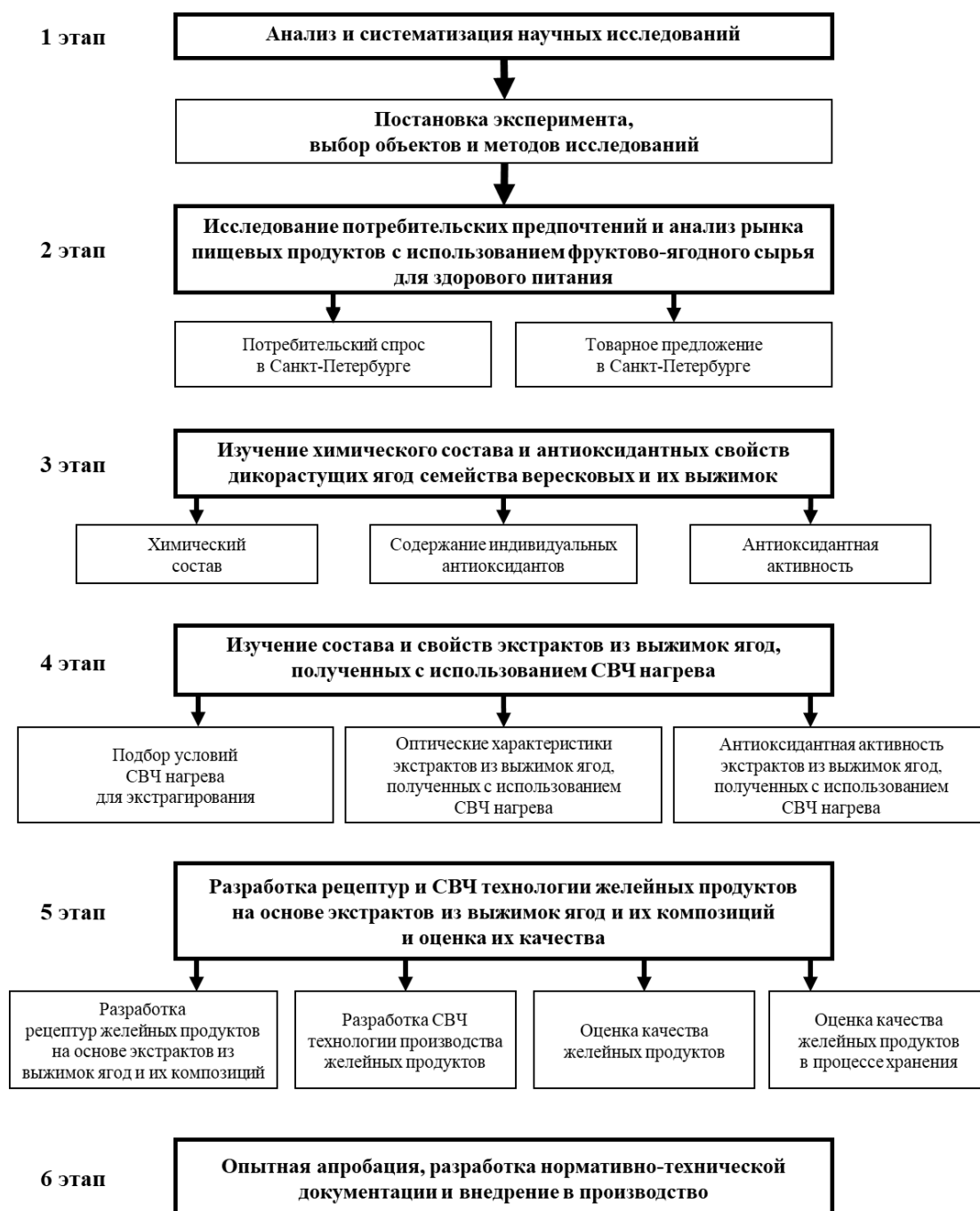


Рисунок 1 – Дизайн экспериментальных исследований

Объектами на разных этапах исследований являлись: ассортимент пищевых продуктов с использованием фруктово-ягодного сырья для здорового питания на примере розничной торговли г. Санкт-Петербурга; данные опроса потребителей г. Санкт-Петербурга; ягоды семейства вересковых (черника, голубика, клюква и брусника), выжимки, ЭВ, полученные с использованием СВЧ нагрева; ПЖ на основе СВЧ экстрактов из выжимок ягод и их композиций.

Ягоды, сырые выжимки, ЭВ и ПЖ исследовали органолептическими и физико-химическими методами. Состав сахаров и органических кислот определяли хроматографическими методами; качественный состав антоцианов – методом капиллярного электрофореза. Работа выполнялась в лаборатории товароведения и экспертизы потребительских товаров Высшей школы сервиса и торговли ИПМЭиТ СПбПУ, ООО «МИП «Биоресурс», ООО «МИП «АМТ», в лаборатории Экспертно-криминалистической службы Центрального экспертно-криминалистического таможенного управления г. Санкт-Петербурга.

Глава 3 Исследование потребительских предпочтений и анализ рынка пищевых продуктов с использованием фруктово-ягодного сырья для здорового питания. В последние годы спрос на продукцию для здорового питания повысился. 96,7% потребителей Санкт-Петербурга знают, что здоровый образ жизни предполагает употребление пищевых продуктов для здорового питания, к которым они относят свежие фрукты, ягоды и продукты их переработки. Среди продуктов переработки лидирующие позиции в потребительском рейтинге занимают соки и нектары. Большинство потребителей считает, что соки и нектары полезны для здоровья, и не обращают внимание на способ их производства (прямого отжима или восстановленные) или присутствие добавленного сахара. Иное отношение у потребителей к группе фруктово-ягодных изделий (рис. 2): свыше 90% респондентов не относят их к полезным для здоровья, что связывают не только с высоким содержанием сахара, но и пищевыми добавками.

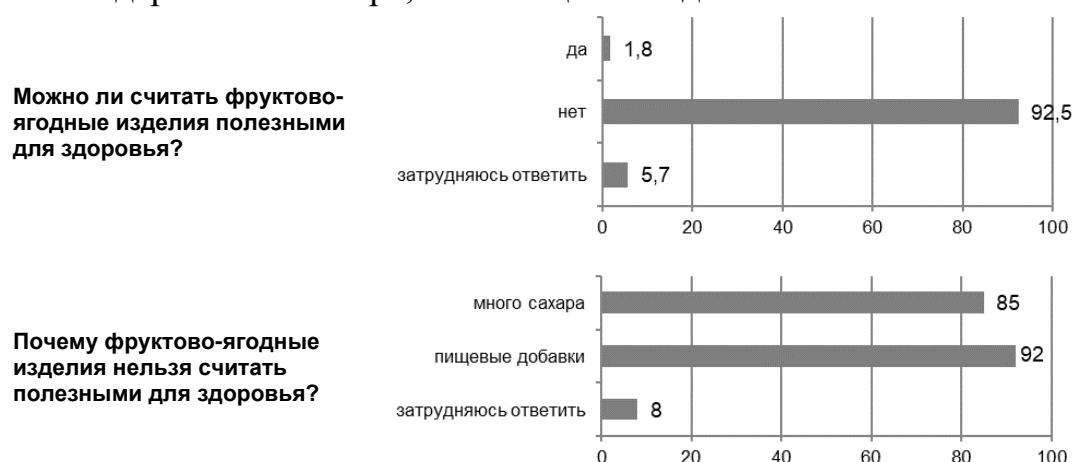


Рисунок 2 – Отношение потребителей к фруктово-ягодным изделиям, % респондентов

Несмотря на это, 43,2% респондентов, покупают мармелад или желе, из-за любви к сладкому и вкусовых качеств. В целом стимулирующими

факторами приобретения пищевых продуктов являются вкусовые качества (98,5%) > отсутствие пищевых добавок (89,3%) > цена (70,8%).

На примере потребительского рынка г. Санкт-Петербурга проанализирован ассортимент продукции с разным отношением к ним потребителей с точки зрения пользы для здоровья – соковая продукция и фруктово-ягодные кондитерские изделия. В сегменте соковой продукции преобладают восстановленные соки и нектары, в сегменте фруктово-ягодных кондитерских изделий – мармелад с пищевыми добавками (консервантами, красителями и ароматизаторами) (рис. 3). Доля мармелада с натуральными ингредиентами составляет 15-26%.

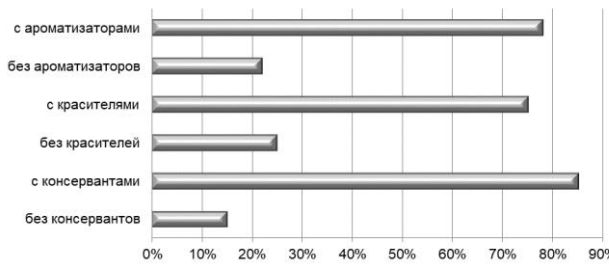


Рисунок 3 – Структура ассортимента мармелада в зависимости от используемых пищевых добавок

Представленное на рынке желе вне зависимости от наименования выработано с использованием сахара и вкусоароматических веществ.

Потребители выражают готовность к покупке ПЖ на основе ЭВ ягод при условии высоких вкусовых свойств (69,3%), пользы для здоровья (55,4%) и не очень высокой цены (38,5%).

Глава 4 Изучение химического состава и антиоксидантных свойств дикорастущих ягод семейства вересковых, выжимок и экстрактов из них. Исследуемые дикорастущие ягоды – черника, голубика, клюква и брусника имели близкий химический состав, отличаясь содержанием сахаров и титруемых кислот, что отражалось на их вкусе (табл. 1). Черника и голубика имели более сладкий вкус, чем клюква и брусника.

Таблица 1 – Химический состав дикорастущих ягод

Показатели	Черника	Голубика	Клюква	Брусника
Сухие вещества, %	18,2±0,4	19,4±0,4	19,1±0,2	18,8±0,5
Экстрактивные сухие вещества, %	11,2±0,1	12,2±0,1	11,4±0,1	11,0±0,2
Титруемая кислотность, % на лимонную кислоту	1,50±0,01	1,80±0,03	2,50±0,04	2,10±0,01
Сумма сахаров, %	8,59±0,30	8,13±0,35	6,62±0,25	5,98±0,28
Зольность, %	2,55±0,10	2,71±0,09	2,62±0,11	2,11±0,10
Клетчатка, %	1,57±0,05	1,33±0,04	1,75±0,05	1,69±0,04
Сумма пектиновых веществ, %	0,68±0,01	2,70±0,05	1,85±0,02	0,63±0,01

Прямой отжим ягод независимо от их вида позволил получить из них практически одинаковое количество сока с мякотью, на долю выжимок приходилось 19,8-22,1%. При этом произошло перераспределение основных химических веществ с концентрацией в выжимках клетчатки и преимущественным уменьшением в них сахаров, за исключением брусники. Но преобладание моносахаридов: фруктозы в выжимках черники и брусники, глюкозы в выжимках голубики и клюквы осталось таким же, как в ягодах.

В составе органических кислот ягод преобладала лимонная кислота, и только в клюкве содержание яблочной и лимонной кислот практически одинаково. При отжиме сока органические кислоты перераспределялись неравномерно в зависимости от вида ягод. В чернике и бруснике они преимущественно оставались в выжимках, а в голубике и клюкве в большей степени переходили в сок. Несмотря на снижение сахарокислотного индекса в выжимках в целом, он был выше 10 для выжимок черники и голубики, меньше 10 – клюквы и брусники. Минеральные вещества в виде оксидов переходили в сок, за исключением оксидов калия и кальция.

Антиоксиданты ягод были представлены фенольными соединениями, включая флавоноиды и антоцианы, и витамином С (табл. 2).

Таблица 2 – Состав индивидуальных антиоксидантов в ягодах и выжимках

Ягоды	Часть	Антиоксиданты, мг/100г			
		фенольные соединения	флавоноиды	антоцианы	витамин С
Черника	ягода	588,9±22,6	465,0±18,4	313,0±8,8	18,34±0,62
	выжимки	682,4±20,9	510,2±20,5	514,8±8,5	6,88±0,53
Голубика	ягода	556,8±10,0	411,3±11,2	322,8±9,6	26,60±0,82
	выжимки	626,3±12,5	450,8±9,5	492,9±8,0	9,43±0,37
Клюква	ягода	452,5±18,0	358,5±18,5	175,9±9,0	21,20±0,56
	выжимки	551,6±21,0	469,1±20,4	201,7±9,2	7,50±0,39
Брусника	ягода	425,5±14,5	371,2±11,8	182,5±9,0	22,10±0,60
	выжимки	508,1±10,1	450,4±7,3	207,4±5,3	7,25±0,55

При отжиме сока антиоксиданты фенольного типа оставались преимущественно в выжимках, а количество витамина С уменьшилось в 2,6–3 раза (рис. 4).

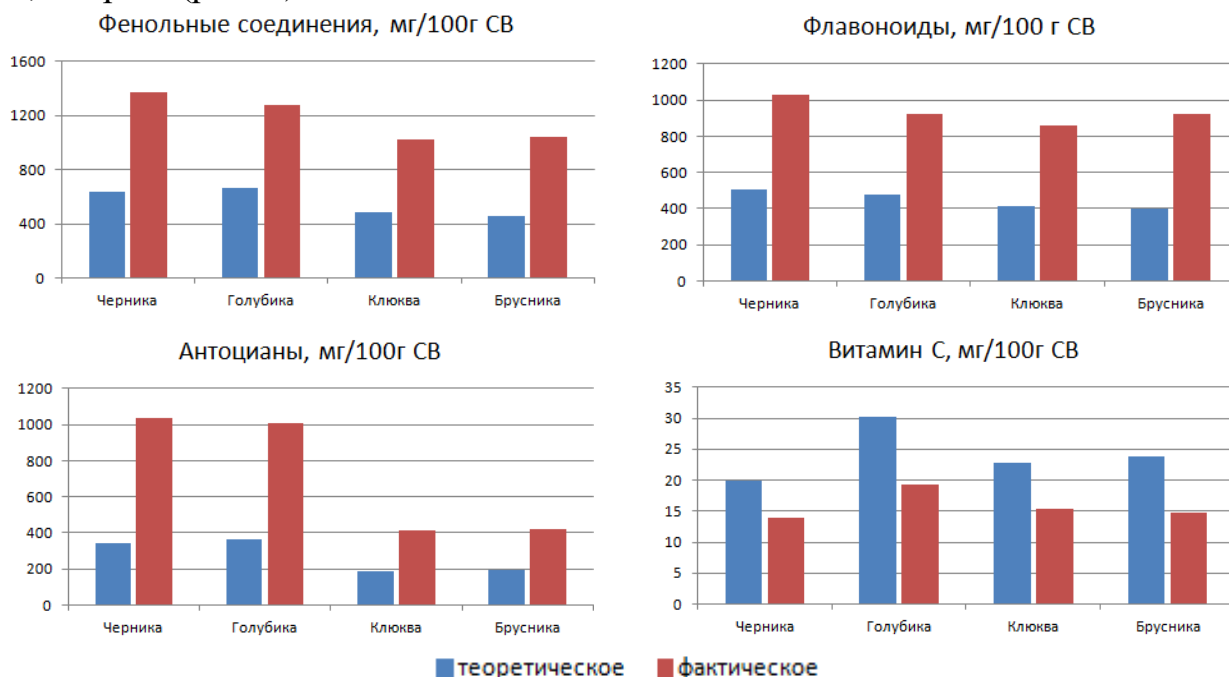


Рисунок 4 – Фактический и теоретически рассчитанный состав индивидуальных антиоксидантов в выжимках ягод

Выжимки ягод содержали больше, чем целые ягоды фенольных соединений в 2,1-2,5 раза, флавоноидов в 2-2,3 раза. Антоцианов в выжимках черники и голубики было больше, чем в целых ягодах почти в 3 раза, а у брусники и клюквы – в 2,2 раза. Антоцианы выжимок в зависимости от вида ягод отличались не только количественно, но и качественным составом. Методом капиллярного электрофореза был установлен качественный состав антоцианов выжимок (рис. 5), преобладание тех или иных фракций могло оказать влияние не только на цвет ягод, но и их антиоксидантные свойства.

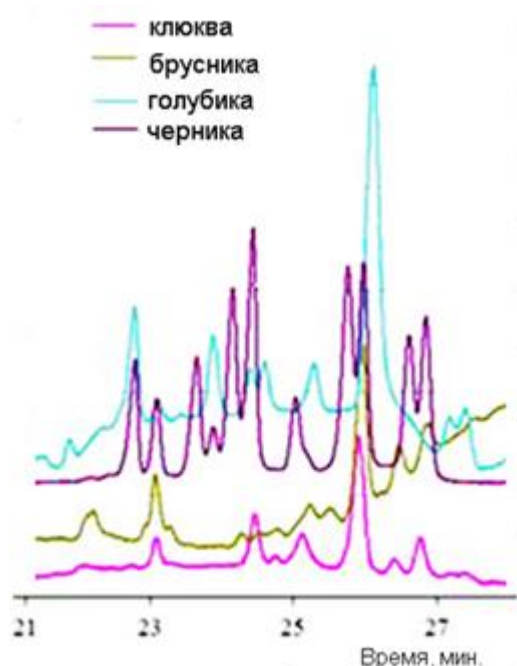


Рисунок 5 – Электрофореграммы антоцианов выжимок ягод

Самый широкий спектр антоцианов установлен в выжимках черники с преобладанием цианидинового кластера. В выжимках голубики преобладал дельфинидин-3-галактозида, в выжимках клюквы и брусники – цианидин-3-галактозид.

Для исследования антиоксидантных свойств ягод и выжимок были использованы два метода: метод DPPH, определяющий антирадикальную активность; метод FRAP по способности образования хелатных комплексов. Результаты исследований представлены на рисунке 6.

Независимо от используемого метода определения антиоксидантных свойств и вида ягод выжимки характеризовались большими значениями АОО, которые превысили в 1,15-1,76 раз и 1,15-1,68 раз ягоды, соответственно для методов DPPH и FRAP. По антирадикальной активности (метод DPPH) ягоды и выжимки имели одинаковый ряд: черника > голубика > брусника > клюкwa. Но по хелатирующей способности (метод FRAP) ягоды клюквы превосходили ягоды брусники, хотя в выжимках брусника имела более высокие значения этого показателя.

Было установлено влияние антоцианов на антиоксидантные свойства ягод и выжимок черники и голубики ($R^2 > 0,991$), и флавоноидов – для ягод и выжимок клюквы и брусники ($R^2 > 0,976$) (табл. 3).

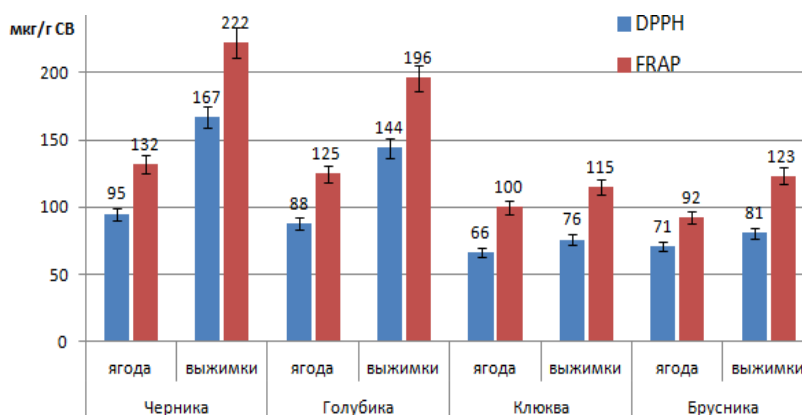


Рисунок 6 – Результаты определения антиоксидантной активности ягод и выжимок, мкг АК/г СВ

Таблица 3 – Зависимость (R^2) АОА от содержания индивидуальных антиоксидантов в ягодах и выжимках

Ягода	АОА	Фенольные соединения	Флавоноиды	Антоцианы	Достоверность
Черника	DPPH	0,939	0,769	0,998	< 0,05
	FRAP	0,953	0,803	0,991	< 0,05
Голубика	DPPH	0,823	0,723	0,999	< 0,05
	FRAP	0,831	0,731	0,999	< 0,05
Клюква	DPPH	0,947	0,973	0,874	< 0,05
	FRAP	0,956	0,979	0,888	< 0,05
Брусника	DPPH	0,985	0,976	0,899	< 0,05
	FRAP	0,976	0,985	0,917	< 0,05

Выжимки ягод черники, голубики, клюквы и брусники использовали для получения водных экстрактов, для чего использовали энергию СВЧ частотой генерации 2450 МГц и мощностью 800 Вт. СВЧ воздействие осуществляли при разных режимах, что соответствовало мощности излучения магнетрона, Вт: 144; 288; 464; 648; 800. Продолжительность воздействия изменяли от 60 до 180 сек. Гидромодуль 1:10. Контролем служили экстракты, полученные экстрагированием водой с температурой 80 °С.

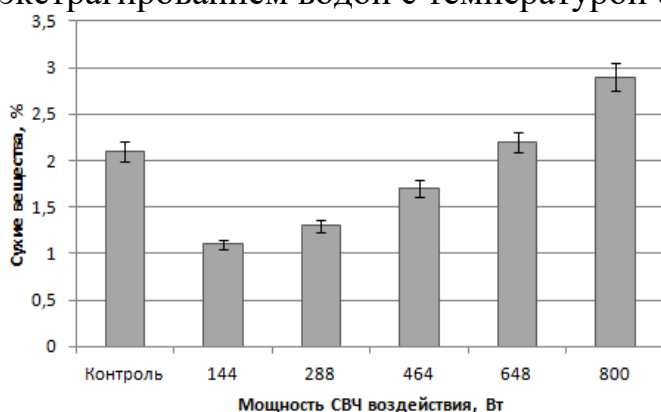


Рисунок 7 – Влияние мощности СВЧ на количество ЭСВ, %, гидромодуль 1:10

Выход экстрактов и содержание в них ЭСВ зависело от условий СВЧ нагрева (рис. 7). Повышение мощности и продолжительности СВЧ воздействия приводило к увеличению ЭСВ в водном экстракте не зависимо от вида выжимок. При воздействии СВЧ мощностью 648 Вт в течение 60 сек. количество ЭСВ превысило данные контроля. При

максимальной мощности СВЧ 800 Вт за 60 сек. количество ЭСВ в экстракте превышало контрольный образец в 1,4 раза. Увеличение продолжительности воздействия СВЧ свыше 60 сек. приводило к большей концентрации ЭСВ при одновременном уменьшении объема получаемого экстракта на 2-21%, связанного с его испарением при более высокой температуре.

Эффективность экстрагирования и переход БАВ в водный экстракт определяли по оптическим спектрам ЭВ с гидромодулем 1:10 в диапазоне длин волн 410-630 нм. Увеличение мощности СВЧ воздействия приводило к возрастанию оптических значений спектров ЭВ. Полученные оптические спектры для всех ЭВ имели одинаковый вид с максимумом при D_{520} различной интенсивности (рис. 8). ЭВЧ и ЭВГ имели наиболее близкие значения оптических характеристик D_{420} , D_{520} , интенсивности окраски I_{520} , но отличались оттенком (Т), что подтверждает влияние состава антоцианов.

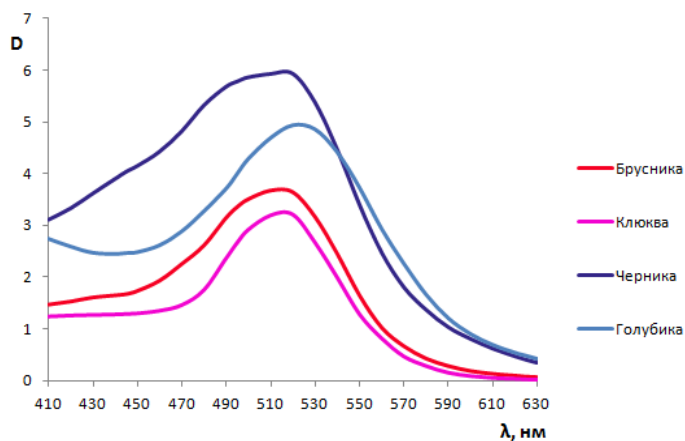


Рисунок 8 – Оптические спектры ЭВ ягод, полученных при СВЧ нагреве мощностью 800 Вт

Оптические характеристики ЭВК и ЭВБ имели меньшие значения, что оказало влияние на интенсивность экстрактов, которая была ниже в 1,5-1,9 раза по сравнению с ЭВЧ и ЭВГ. При этом значения оттенка всех ЭВ попадали в диапазон 0,4–0,7, свидетельствующий о преобладающей роли антоцианов в формировании их окраски и отсутствии влияния продуктов конденсации фенольных соединений.

Режимы экстрагирования оказали влияние на антиоксидантные свойства ЭВ ягод. За 60 сек. СВЧ воздействия АОА (DPPH и FRAP) всех ЭВ возрастала при любой мощности. Увеличение времени воздействия энергией СВЧ до 120 сек. повышало значения АОА только при более низкой мощности (до 648 Вт), а дальнейшее увеличение времени до 180 сек. – только при использовании мощности СВЧ до 464 Вт, после чего АОА снизилась на 12%.

Использование методологии поверхностного отклика в программной среде MathCad позволило установить оптимальные режимы экстрагирования (время 60 сек. и мощность 800 Вт), позволяющие получить водные ЭВ ягод с максимальными значениями АОА (DPPH и FRAP), что представлено на рисунке 9 на примере DPPH-теста для ЭВЧ.

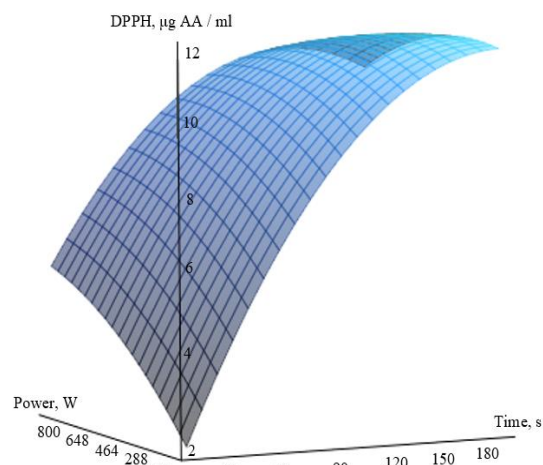


Рисунок 9 – Влияние продолжительности СВЧ нагрева на значения DPPH ЭВЧ

ЭВ, полученные в этих условиях, сильно отличались значениями АОА в зависимости от вида использованных выжимок (рис. 10).

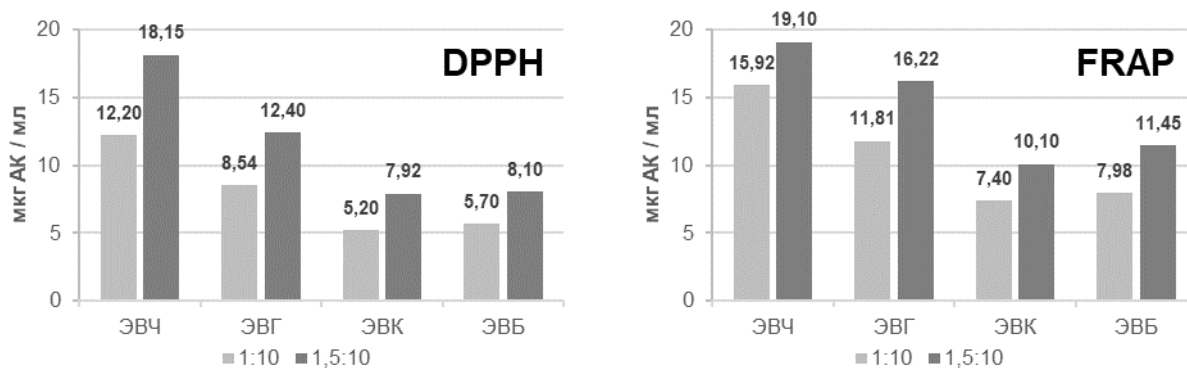


Рисунок 10 – Влияние гидромодуля на АОА ЭВ ягод

Значения DPPH и FRAP для ЭВК и ЭВБ были меньше в 1,5-2,3 и 1,5-2,1, соответственно, чем для ЭВЧ и ЭВГ. Для повышения значений АОА ЭВК и ЭВБ был использован гидромодуль 1,5:10, что оказало влияние, как на их органолептические показатели, делая ЭВК и ЭВБ более яркими и с выраженным кислым вкусом, так и на оптические характеристики, которые приближались к ЭВЧ и ЭВГ с гидромодулем 1:10. Значения DPPH выросли в 1,5 и 1,4, а FRAP – в 1,36 и 1,43 раз, соответственно для ЭВК и ЭВБ.

Для дальнейших исследований, как основы в производстве ПЖ, было решено использовать ЭВЧ и ЭВГ с гидромодулем 1:10; ЭВК и ЭВБ с гидромодулем 1,5:10. Условия СВЧ экстрагирования – мощность 800 Вт, продолжительность 60 сек.

Глава 5 Разработка жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод и оценка их качества. ПЖ вырабатывали в виде формованных продуктов и желе на основе ЭВ без сахара (на первом этапе) со структурообразователем желатином, оптимальное количество которого составило 3%. Для нагрева рецептурной смеси использовали традиционную технологию, СВЧ нагрев с предварительным набуханием и без набухания желатина. Время СВЧ нагрева устанавливали экспериментально в зависимости от объема смеси и упругих свойств ПЖ (рис. 11). Формирование структуры ПЖ происходило после охлаждения смеси до комнатной температуры и дальнейшей выдержке в холодильной камере с температурой $(4\pm 2)^\circ\text{C}$.

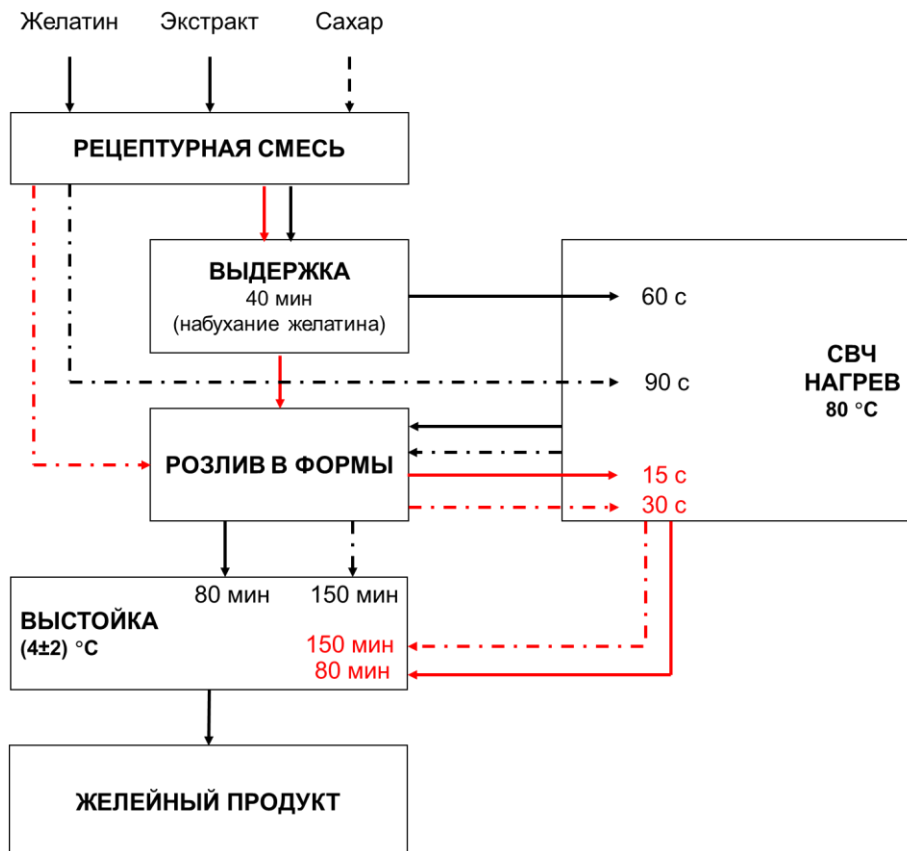


Рисунок 11 – Схема производства ПЖ на основе ЭВ различных ягод или их композиций с использованием СВЧ нагрева

Продолжительность формирования структуры ПЖ зависела, как от выбранной технологии, так и предполагаемой массы ПЖ. При использовании традиционной технологии (контроль) формирование структуры ПЖ в формочках объемом 12 мл происходило через 50–60 мин. выдержки в холодильной камере, а объемом 100 мл – в течение 90 минут.

Использование СВЧ в производстве ПЖ с предварительным набуханием желатина увеличило продолжительность формирования структуры на 21–30%. Максимальная продолжительность была у ПЖ на основе ЭВЧ, которая составила 75–80 мин. Отсутствие набухания желатина перед СВЧ нагревом замедлило формирование структуры ПЖ почти в 2 раза. Время выстойки составляло 150 мин. для формованных изделий, а для желе объемом 100 мл – 180-190 мин.

В зависимости от вида ЭВ и способа производства ПЖ отличались цветом, вкусом и упругостью. Цвет ПЖ менялся в зависимости от вида экстракта от фиолетового для ЭВЧ до ярко розового – для ЭВК. Использование ЭВЧ и ЭВГ со сладковатым вкусом для производства ПЖ позволяло не использовать сахар в рецептуре. В отличие от них использование ЭВК и ЭВБ, которые имели выраженный кислый вкус, требовало использования сахара. Установлено, что минимальное количество сахара в рецептурах ПЖ на основе ЭВК и ЭВБ может составлять 2,5%. Регулирование кисло-сладкого вкуса можно осуществлять за счет использования композиций ЭВ без сахара. Установлено оптимальное соотношение ЭВЧ / ЭВК – 70 к 30; ЭВЧ / ЭВБ – 80 к 20; ЭВГ / ЭВК – 60 к 40; ЭВГ / ЭВБ – 55/45, которое обеспечивает кисло-сладкий вкус.

Вид ЭВ из разных ягод или их композиций, присутствие сахара в рецептуре, способ нагрева рецептурной смеси оказали влияние на упругие свойства ПЖ (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние технологии и вида ЭВ на прочность ПЖ, г

ПЖ на основе	Технология					
	традиционная		СВЧ нагрев с набуханием желатина		СВЧ нагрев без набухания желатина	
	без сахара	с сахаром	без сахара	с сахаром	без сахара	с сахаром
Контроль	106±2	101±2	100±3	93±2	71±3	67±3
ЭВЧ	82±2	76±2	63±3	58±2	47±3	42±3
ЭВГ	84±2	77±2	68±2	62±3	55±2	51±2
ЭВК	93±2	88±2	83±3	78±2	60±3	55±4
ЭВБ	90±2	85±3	79±2	75±3	58±2	55±2
ЭВЧ/ЭВК	86±3	78±2	71±2	65±2	52±4	48±3
ЭВЧ/ЭВБ	84±2	77±2	70±3	65±2	51±3	47±3
ЭВГ/ЭВК	88±3	81±2	75±2	70±2	58±3	53±4
ЭВГ/ЭВБ	86±2	80±2	73±2	67±2	55±3	46±3

Использование энергии СВЧ в производстве ПЖ привело к уменьшению значений прочности контрольного образца на 5%, а ПЖ на основе ЭВ – на 12-23%. Отсутствие предварительного набухания желатина, необходимого для

восстановления сольватационных свойств белков при создании пространственной сетки в структуре продукта, дополнительно снизило прочность контрольных образцов ПЖ на 29%. В зависимости от вида ЭВ прочность ПЖ независимо от выбранной технологии имела следующий ряд: ЭВЧ < ЭВГ < ЭВБ < ЭВК.

Использование сахара в рецептуре ПЖ на основе ЭВК и ЭВБ дополнительно снизило значения прочности на 5-8%. В ПЖ на основе композиций ЭВ значения прочности занимали промежуточное положение между ПЖ на основе однокомпонентных ЭВ, которые использовались в составе композиций.

АОА ЭВ ягод сформировали антиоксидантные свойства ПЖ с незначительными потерями, которые зависели от использованной технологии. Наибольшие потери были у ПЖ, полученных по традиционной технологии, как на основе моно ЭВ, так и на основе их композиций. АОА ПЖ, полученных с использованием СВЧ технологий независимо от операции предварительного набухания желатина была выше, чем ПЖ по традиционной технологии. Значения DPPH отличались на 10-15%, а FRAP – на 9-17%.

Была проведена сравнительная оценка качества формованных ПЖ разработанных рецептов, выработанных с использованием СВЧ нагрева (табл. 5). Все ПЖ представляли собой формованную прозрачную желированную массу правильной формы, довольно упругую, с характерным насыщенным цветом в зависимости от использованных ЭВ. Вкус ПЖ был от сладковатого до кисло-сладкого, который формировали как вид ЭВ, так и использование сахара в рецептуре ПЖ на основе ЭВК и ЭВБ. Но все комбинации рецептов ПЖ не смогли сформировать выраженный запах. Разработанные ПЖ содержат СВ в пределах 5,6-5,8%, а с использованием сахара в рецептуре – 8,6-8,7%, что подтверждает их низкую калорийность – 12,5-22,3 ккал/100г. Все ПЖ содержали антиоксиданты, о чем свидетельствуют значения АОА полученные двумя методами DPPH и FRAP. Колебания значений DPPH составляли от 7,0 до 10,8 мкг АК / г, FRAP – от 9,5 до 14,6 мкг АК / г с преобладанием в ПЖ на основе ЭВЧ или в композициях с их использованием.

Формованные ПЖ массой нетто 12 г хранили при температуре +4°C в закрытых контейнерах по 10 штук, желе массой нетто 100 г в герметично закрытых полимерных стаканах. Потеря массы ПЖ началась только через 8 часов хранения, достигая максимума через 12 часов, после чего затормозилась. В целом потеря массы ПЖ превысила 5% только через 28 часов. Желе в герметично закрытых стаканах в процессе хранения не изменило своей массы нетто, как за 28 часов, так и при хранении в течение месяца. На конец хранения цвет желе не изменился, синерезис отсутствовал. При этом АОА формованных ПЖ не изменилась на конец хранения. ПЖ в герметично закрытых стаканах имели тенденцию снижения АОА, но статистически значимых результатов обнаружено не было. Разработанные продукты соответствовали требованиям Технического регламента Таможенного Союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» по микробиологическим показателям как в свежеработанных изделиях, так и после хранения.

Таблица 5 – Показатели качества ПЖ на основе ЭВ различных ягод и их композиций

Показатели	ПЖ на основе ЭВ				ПЖ на основе композиций ЭВ			
	ЭВЧ	ЭВГ	ЭВК с сахаром	ЭВБ с сахаром	ЭВЧ/ЭВК	ЭВЧ/ЭВБ	ЭВГ/ЭВК	ЭВГ/ЭВБ
Внешний вид	однородная желированная прозрачная масса, правильной формы с четкими контурами, поверхность блестящая, глянцевая							
Цвет	фиолетовый	темно-синий	ярко розовый	бордовый	фиолетовый	фиолетовый	сине-фиолетовый	бордово-фиолетовый
Консистенция	прочная желированная, упругая, без отслаивания жидкости							
Вкус	сладковатый с легкой кислинкой		кисло-сладкий		сладковатый с легкой кислинкой		кисло-сладкий	
Запах	свойственный, слабовыраженный		отсутствует		свойственный, слабовыраженный			
Массовая доля сухих веществ, %	5,6 ± 0,02	5,7 ± 0,02	8,7 ± 0,03	8,6 ± 0,02	5,7 ± 0,01	5,8 ± 0,03	5,8 ± 0,03	5,8 ± 0,03
Кислотность, %	0,51 ± 0,01	0,48 ± 0,02	0,57 ± 0,01	0,57 ± 0,01	0,53 ± 0,01	0,52 ± 0,02	0,50 ± 0,01	0,50 ± 0,02
Прочность, г	63 ± 3	68 ± 2	78 ± 2	75 ± 3	71 ± 2	68 ± 3	75 ± 2	73 ± 2
Плотность, г /см ³	1,026 ± 0,002	1,027 ± 0,002	1,035 ± 0,002	1,034 ± 0,001	1,026 ± 0,002	1,026 ± 0,003	1,028 ± 0,002	1,028 ± 0,003
DPPH, мкг/г	10,8 ± 0,4	7,6 ± 0,3	7,0 ± 0,3	7,2 ± 0,2	10,3 ± 0,4	9,7 ± 0,2	8,6 ± 0,3	7,4 ± 0,3
FRAP, мкг/г	14,6 ± 0,6	11,2 ± 0,5	9,8 ± 0,4	10,8 ± 0,3	12,7 ± 0,5	12,5 ± 0,5	9,5 ± 0,4	10,0 ± 0,3

Глава 6 Оценка экономической эффективности производства жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод. Произведен расчет полной нормативной себестоимости ПЖ с учетом прямых и косвенных затрат, анализ экономической эффективности (прибыль от реализации, рентабельность продаж и затрат). Внедрение СВЧ технологии при производстве водных ЭВ ягод и ПЖ на их основе позволит снизить прямые затраты на производство и получить прибыль от реализации 1 тонны новых ПЖ в размере 105564,61 руб., что приведет к увеличению рентабельности продаж в 3,9 раза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований были решены поставленные задачи и сформулированы основные выводы:

1. На потребительском рынке кондитерских изделий в сегменте мармелада и желе преобладают продукты, выработанные с использованием пищевых добавок и сахара, не позволяя их позиционировать как продукты для здорового питания, что подтверждается мнениями потребителей (92,5%). Вследствие этих причин более половины потребителей Санкт-Петербурга, участвующих в опросе, отказываются от покупки мармелада и желе. Стимулирующими факторами приобретения продуктов для потребителей являются вкусовые качества (98,5%) > отсутствие пищевых добавок (89,3%) > цена (70,8%). Потребители выражают готовность к покупке жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод при условии высоких вкусовых качеств (69,3%), пользы для здоровья (55,4%), невысокой розничной цены (38,5%).

2. Дикорастущие ягоды семейства вересковых и сырые выжимки из них после отжима сока отличаются количественным составом сахаров, органических кислот и антиоксидантов фенольной природы. Выжимки содержат больше, чем ягоды, органических кислот и антиоксидантов фенольной природы, а количество витамина С уменьшается в среднем в 1,5 раза. Количество различных сахаров в выжимках снижается на 10-40%, в выжимках брусники увеличивается количество глюкозы. Сахарокислотный индекс выжимок ягод разделил их на две группы: выше 10 – выжимки черники и голубики, меньше 10 – клюквы и брусники.

В выжимках ягод содержалось больше в 2-3 раза антиоксидантов фенольной природы, чем в целых ягодах. Установлены количественные и качественные различия в составе антоцианов в зависимости от вида выжимок ягод. В выжимках черники и голубики их количество в 3 раза больше, чем в выжимках клюквы и брусники. Методом капиллярного электрофореза, установлено преобладание в выжимках черники цианидинового кластера, голубики – дельфинидин-3-о-галактозида и мальвидин-3-о-глюкозида, клюквы и брусники – цианидин-3-о-галактозида, что оказало влияние на их антиоксидантные свойства. Формирование антиоксидантных свойств в выжимках черники и голубики связано преимущественно с антоцианами ($R^2 > 0,991$), в выжимках клюквы и брусники – преимущественно с флавоноидами ($R^2 > 0,976$).

3. Экстракция выжимок ягод с использованием СВЧ нагрева позволяет получать экстракты с антиоксидантными свойствами, которые зависят от гидромодуля, продолжительности нагрева и мощности излучения. Использование выжимок различных ягод при экстрагировании в одинаковых условиях не оказывает влияние на количество ЭСВ в экстракте, но их качественный состав отличается, что влияет на оптические характеристики и антиоксидантную активность. Экспериментально установлено, что для экстрагирования выжимок черники и голубики необходимо использовать гидромодуль 1:10; клюквы и брусники – 1,5:10. На основе полученных полиномиальных уравнений второго порядка с использованием методологии поверхностного отклика были установлены значения переменных факторов (мощности СВЧ и времени) для получения водных экстрактов из выжимок дикорастущих ягод семейства вересковых с максимальными значениями АОА (DPPH и FRAP).

4. СВЧ нагрев в производстве ПЖ позволяет проводить термическую обработку без набухания желатина розливом подготовленной смеси до или после СВЧ нагрева, что оказывает влияние на продолжительность операции и время формирования структуры ПЖ при остывании в зависимости от массы продукта. При отсутствии набухания желатина рецептурной смеси объемом 100 мл время СВЧ обработки увеличивается в 1,5 раза и составляет 90 сек., а предварительный розлив смеси в формы объемом 12 мл перед СВЧ нагревом сокращает время обработки до 15 и 30 сек. с набуханием и без набухания желатина, соответственно.

Установлено, что при использовании ЭВЧ или ЭВГ возможно получение ПЖ без сахара, а ЭВК и ЭВБ с минимальным его количеством 2,5%. Регулирование вкусовых качеств ПЖ можно осуществлять за счет использования композиций ЭВ различных ягод ЭВЧ/ЭВК – 70/30; ЭВЧ/ЭВБ – 80/20; ЭВГ/ЭВК – 60/40; ЭВГ/ЭВБ – 55/45. Вид ЭВ или их композиции оказывает влияние на формирование упругих свойств ПЖ, повышаясь в ряду: ЭВЧ < ЭВЧ/ЭВК < ЭВЧ/ЭВБ < ЭВГ/ЭВК < ЭВГ < ЭВГ/ЭВБ < ЭВБ < ЭВК.

5. Разработанные ПЖ представляют собой продукты с гармоничным вкусом, пластичной консистенцией, яркой окраской, характерной для использованных ЭВ, низкой калорийности (12,5-22,3 ккал / 100 г) и АОА, мкг АК /г: DPPH – от 7 до 10,8; FRAP – 9,5-15,6.

При хранении формованных ПЖ массой нетто 12 г происходит максимальная потеря массы через 12 часов с дальнейшим постепенным затуханием процесса. Установлено, что формованные ПЖ можно хранить при температуре +4°C в течение 24 часов с потерей массы до 5%. В процессе хранения в течение месяца герметично упакованных ПЖ массой нетто 100 г потеря массы не происходит.

6. Внедрение СВЧ технологии при производстве водных ЭВ ягод и ПЖ на их основе позволит снизить прямые затраты на производство и получить прибыль от реализации 1 тонны новых ПЖ в размере 105564,61 руб., что приведет к увеличению рентабельности продаж в 3,9 раза.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России

1. Нилова, Л.П. Исследование минерального состава в процессе переработки дикорастущих ягод / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов**, С.М. Малютенкова, А.С. Верякина // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2018. – Т. 80. – № 1 (75). – С. 151-156.

2. Нилова, Л.П. Влияние СВЧ нагрева на оптические характеристики ягодных экстрактов / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов**, С.М. Малютенкова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т. 81. – № 1. – С. 218-224.

3. Нилова, Л.П. Потребительские предпочтения в дифференциации пищевых продуктов / Л.П. Нилова Л.П., С.М. Малютенкова, **Р.А. Икрамов** // Международный научный журнал. – 2019. – № 5. – С. 32-37.

4. Нилова, Л.П. Антоциановый комплекс вторичных ягодных ресурсов / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов**, И.В. Кручина-Богданов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2019. – № 5 (58). – С. 23-27.

Публикации в изданиях, входящих в международную реферативную базу Scopus:

5. Nilova, L.P. High-speed infrared photography in the study of thermophysical processes in the manufacture of jelly products / L.P. Nilova, **R.A. Ikramov**, S.M. Malyutenkova, S.A. Chudin, W. Lu, J. Jing // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – №940. – 012083.

6. Nilova, L. The possibility of using microwaves to obtain extracts from berry press residues and jelly products with bioactive characteristics / L. Nilova, **R. Ikramov**, S. Malyutenkova // Agronomy Research. – 2020. – vol. 18. (Special Issue 3). – С. 1829-1843.

7. Nilova, L. A study of the chemical composition and antioxidant properties of products of wild berries processing / L. Nilova, **R. Ikramov**, S. Malyutenkova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – №337. – 012025.

8. **Ikramov, R.** Implementation of a differentiated approach to the use of microwaves processing in the production of gelatin jellies / R. Ikramov, L. Nilova, S. Malyutenkova // E3S Web of Conferences. – 2021. – № 258. – 12014.

9. Nilova, L. Digital Technologies in the Search of Optimal Solutions for the Production of Berry Pomace Extracts / L. Nilova, **R. Ikramov**, S. Malyutenkova, E. Nilova // ACM International Conference Proceeding Series. – 2020. – №101. – P. 1-6.

Авторские свидетельства, патенты, изобретения:

10. Патент №2714839 Российская Федерация, МПК A23G 3/48 (2006.01). Способ производства жележных продуктов : № 2019125134 : заявл. 07.08.2019 : опубл. 19.02.2020 / **Р.А. Икрамов**, Л.П. Нилова, И.В. Капустина, С.М. Малютенкова, В.В. Бахарев; заявитель и патентообладатель – ФГАОУ ВО «СПбПУ».

Статьи и материалы конференций

11. Нилова, Л.П. Антиоксидантная активность соков и экстрактов из ягод / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов**, С.М. Малютенкова // Новая наука: Проблемы и перспективы. – 2016. – № 10-2. – С. 140-143.

12. Нилова, Л.П. Региональный мониторинг антиоксидантной активности дикорастущих ягод / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов** // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 181-184.

13. Нилова, Л.П. Использование дикорастущих ягод для моделирования антиоксидантных свойств растительного сырья / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов**, С.М. Малютенкова // «Трансляционная медицина»: сборник статей международной научно-практической конференции – Орел: ФГБОУ ВО «ОГУ имени И. С. Тургенева», 2017 – С. 410-417.

14. **Икрамов, Р.А.** Анализ химического состава дикорастущих ягод Северо-Запада России / Р.А. Икрамов, Л.П. Нилова // Технология производства пищевых продуктов питания и экспертиза товаров: сборник научных статей 4-й межд. научно-практ. конф. – Курск: 2018 – С. 87-89.

15. Нилова, Л.П. Моделирование сенсорных свойств соковой продукции с использованием дикорастущих ягод / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов**, С.М. Малютенкова // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Курган, КГСХА им. Т.С. Мальцева – 2018. – С. 469-472.

16. **Икрамов, Р.А.** Проблемы рынка соковой продукции / Р.А. Икрамов, Л.П. Нилова // Неделя науки СПбПУ: материалы научной конференции с международным участием. Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли – 2018. – Т. 3. – С. 28–31.

17. **Икрамов, Р.А.** Конкурентоспособность соковой продукции с позиции потребителей / Р.А. Икрамов, Л.П. Нилова, С.М. Малютенкова // Качество и безопасность товаров от производства до потребления: сборник материалов межд. научно-практ. конф., г. Мытищи, РУК. 08.02.2019. – С. 213-217.

18. **Икрамов, Р.А.** Использование СВЧ нагрева для получения ягодных экстрактов / Р.А. Икрамов, Л.П. Нилова // Биотехнологические аспекты управления технологиями пищевых продуктов в условиях международной конкуренции: сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практ. конф., 19.03.2019. Курган, Курганская ГСХА им. Т.С. Мальцева. – С. 20-24.

19. Нилова, Л.П. Желейные продукты на основе ягодных экстрактов / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов** // Церевининовские чтения – 2019: материалы VI Международной научно-практической конференции, Москва. – 2019. – С. 143-146.

20. **Икрамов, Р.А.** Анализ товарного предложения желейных продуктов с натуральными ингредиентами/ Р.А. Икрамов, Л.П. Нилова // Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг: сборник материалов национальной научно-практ. конф., Рязань, РГАУ им. П.А. Костычева. – С. 45-49.

21. Нилова, Л.П. Фрукты и ягоды как сегмент рынка пищевых продуктов для здорового питания / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов** // Инновационные вопросы товароведения, безопасности товаров и экономики: материалы Всероссийской научно-практ. конф., г. Коломна, Московская обл., ГСГУ. 22-23.03.2019. – С. 62-67.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АК	Аскорбиновая кислота
АОА	Антиоксидантная активность
БАВ	Биологически активные вещества
ПЖ	Продукты желейные
СВ	Сухие вещества
СВЧ	Сверхвысокие частоты
ЭВ	Экстракты из выжимок
ЭВБ	Экстракты из выжимок брусники
ЭВГ	Экстракты из выжимок голубики
ЭВК	Экстракты из выжимок клюквы
ЭВЧ	Экстракты из выжимок черники
ЭСВ	Экстрактивные сухие вещества