

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПЕТРА ВЕЛИКОГО»

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

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель –  
кандидат технических наук,  
доцент Нилова Л. П.

Санкт-Петербург – 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	12
1.1 Современные тенденции производства и потребления фруктов, ягод и продуктов их переработки.....	12
1.2 Биохимический состав и антиоксидантные свойства ягод.....	17
1.2.1 Особенности биохимического состава и антиоксидантных свойств ягод семейства вересковых .....	18
1.2.2 Изменение биохимического состава в процессе переработки ягод.....	25
1.3 Использование продуктов переработки ягод в пищевых технологиях .....	27
1.4 Способы получения экстрактов из растительного сырья и их влияние на выход биологически активных веществ и антиоксидантную активность .....	32
1.4.1 Современные способы получения экстрактов .....	32
1.4.2 Особенности СВЧ нагрева и его использование в пищевой промышленности и технологиях экстрагирования .....	37
Заключение .....	41
ГЛАВА 2. ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТА, ВЫБОР ОБЪЕКТОВ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	43
2.1 Постановка экспериментальных исследований .....	43
2.2 Объекты исследований .....	46
2.3 Методы исследований .....	47
ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ И АНАЛИЗ РЫНКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРУКТОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ .....	53
3.1 Дифференциация потребительских предпочтений при выборе пищевых продуктов с использованием фруктово-ягодного сырья для здорового питания ..	53
3.2 Анализ товарного предложения пищевых продуктов с использованием фруктово-ягодного сырья для здорового питания в розничной торговле г. Санкт-Петербурга .....	59

ГЛАВА 4. ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОД СЕМЕЙСТВА ВЕРЕСКОВЫХ, ВЫЖИМОК И ЭКСТРАКТОВ ИЗ НИХ .....	71
4.1 Изучение химического состава и антиоксидантных свойств дикорастущих в условиях Северо-Западного федерального округа ягод семейства вересковых и выжимок из них .....	71
4.1.1 Исследование химического состава ягод и выжимок .....	71
4.1.2 Изучение антиоксидантных свойств ягод и выжимок .....	86
4.2 Изучение состава и свойств экстрактов из выжимок дикорастущих ягод, полученных с использованием СВЧ нагрева .....	94
4.2.1 Оптимизация условий экстрагирования выжимок дикорастущих ягод с использованием СВЧ нагрева .....	94
4.2.2 Влияние СВЧ нагрева на оптические характеристики экстрактов из выжимок ягод.....	99
4.2.3 Влияние СВЧ нагрева на антиоксидантные свойства экстрактов из выжимок ягод.....	105
ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА ЖЕЛЕЙНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ВЫЖИМОК ЯГОД СЕМЕЙСТВА ВЕРЕСКОВЫХ И ОЦЕНКА ИХ КАЧЕСТВА .....	115
5.1 Влияние желатина на формирование потребительских свойств желейных продуктов на основе экстрактов из выжимок различных ягод .....	115
5.2 Использование композиций экстрактов из выжимок ягод для производства желейных продуктов .....	123
5.3 Использование СВЧ нагрева в производстве желейных продуктов.....	125
5.4 Оценка качества желейных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод и их композиций .....	133
5.5 Оценка качества желейных продуктов в процессе хранения .....	138
ГЛАВА 6. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЙНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ВЫЖИМОК ЯГОД .....	144

ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	151
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	154
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	155
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Справка ООО «МИП «БИОРЕСУРС» о проведении производственных испытаний технологии жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод .....	181
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Технические условия ТУ 10.39.22-001-27480695-19 Продукты жележные на основе экстрактов из выжимок ягод .....	182
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Технологическая инструкция ТИ ТУ 10.39.22-001-27480695-19 к техническим условиям ТУ 10.39.22-001-27480695-19 .....	183
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Рецептура РЦ 001-27480695-19 по ТУ 10.39.22-001-27480695-19..	184
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Акт производственных испытаний продуктов жележных на основе экстрактов из выжимок ягод .....	185
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Справка ООО «Март» о производственных испытаниях и внедрении в производство разработанных жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод .....	188
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Патент на изобретение №2714839 (Российская Федерация) Способ производства жележных продуктов .....	189
ПРИЛОЖЕНИЕ И. Справка ФГАОУ ВО «СПбПУ» о внедрении результатов диссертационного исследования в образовательный процесс .....	190
ПРИЛОЖЕНИЕ К. Шкала балльной оценки органолептических показателей качества жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод и их композиций .....	191
ПРИЛОЖЕНИЕ Л. Анкета для анализа потребительского спроса пищевых продуктов с использованием фруктово-ягодного сырья для здорового питания	193
ПРИЛОЖЕНИЕ М. Протоколы заседаний дегустационной комиссии Высшей школы сервиса и торговли ФГАОУ ВО «СПбПУ» .....	195

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность.** 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.

В Российской Федерации большое внимание отводится формированию стандартов здорового образа жизни и на законодательном уровне предусмотрены меры, стимулирующие развитие ассортимента пищевой продукции для здорового питания. В Доктрине продовольственной безопасности РФ до 2030 года продолжает свое развитие формирование не только доступности качественной пищевой продукции в целом, но и создание экономически доступных рационов

здорового питания для различных групп населения. Формирование ассортимента физически и экономически доступной пищевой продукции для здорового питания по-прежнему является одной из ключевых задач. Немаловажным фактором обеспечения продовольственной безопасности остается значительное в процентном отношении использование российского растительного сырья для производства пищевых продуктов.

Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года предполагает активизацию партнерства между государством, научным сообществом и предпринимательством в целях разработки и производства пищевой продукции для здорового питания, введение налоговых льгот и преференций. Однако для сферы бизнеса существенным фактором принятия решений являются затраты на производство, которые возможно снизить при использовании вторичных растительных ресурсов и инновационных технологий, не требующих закупок дорогостоящего оборудования. Разработка на их основе низкокалорийных кондитерских изделий без пищевых добавок и сахара не только расширит ассортимент пищевых продуктов для здорового питания на потребительском рынке, но и повысит их привлекательность для потребителей с разным уровнем доходов. При этом продукт будет безопасным, а его качество высоким.

**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, С. С. Ху и других.

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

**Цель и задачи исследований.** Цель работы – формирование потребительских свойств жележных 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 жележных 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 жележных 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 жележных 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 жележных 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 жележных продуктов со структурообразователем желатином при использовании традиционной и СВЧ технологии производства, зависящими от антиоксидантной активности.

**Теоретическая и практическая значимость** заключается в обосновании возможности использования СВЧ нагрева в технологии экстрагирования и производстве жележных продуктов, способствующих увеличению выхода

антиоксидантов фенольной природы из выжимок ягод и формированию окраски и консистенции жележных 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 жележных 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 жележных 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 жележные 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 жележных 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 жележных 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.

## ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Современные тенденции производства и потребления фруктов, ягод и продуктов их переработки

Человек в питании должен использовать различные пищевые продукты растительного и животного происхождения или комбинированные. Каждый из этих продуктов является источником различных ценных в питании пищевых веществ. Продукты растительного происхождения являются источниками витаминов и минералов, пищевых волокон, легкоусвояемых сахаров, органических кислот. Продукты растительного происхождения, особенно свежие плоды и овощи, содержат антиоксиданты, которым в последнее время отводится значительная роль в питании [24, 91, 103, 109]. Недостаточное их потребление приводит к дефициту микронутриентов, полигиповитаминозному состоянию, что установлено у 22-38% россиян, развитию неинфекционных заболеваний [35].

Поступление растительных антиоксидантов согласно Методическим рекомендациям МР 2.3.1.0253–21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» возможно за счет круп, изделий из муки низших сортов, свежих плодов, овощей и продуктов их переработки. Дифференциация потребления свежей плодоовощной продукции привела к необходимости установления рекомендаций по употреблению свежих фруктов, как более ценных источников антиоксидантов (рис. 1.1). Развитие международной торговли позволило обеспечивать потребителей России свежими фруктами и ягодами круглогодично, хотя это не всегда приводит к повышению их потребления всеми слоями населения из-за более высоких розничных цен на импортную продукцию.

Рекомендации составлены с учетом ассортимента свежих фруктов и ягод, выращиваемых в России, что видно из преобладания яблок среди остальных фруктов. На долю ягод и винограда отводится всего лишь 7 и 6%, соответственно, хотя именно они содержат большое количество антоцианов, характеризующихся наиболее высокой АОА среди водорастворимых антиоксидантов [9, 91, 103, 109,

183]. Это вполне объяснимо выраженной сезонностью выращивания ягод, в первую очередь, характерно для лесных ягод. Но и культивирование ягод в России не нашло должного развития по сравнению с мировой тенденцией. Поэтому собственное производство фруктов и ягод не может обеспечить, как потребности населения, так и использования в пищевых технологиях.

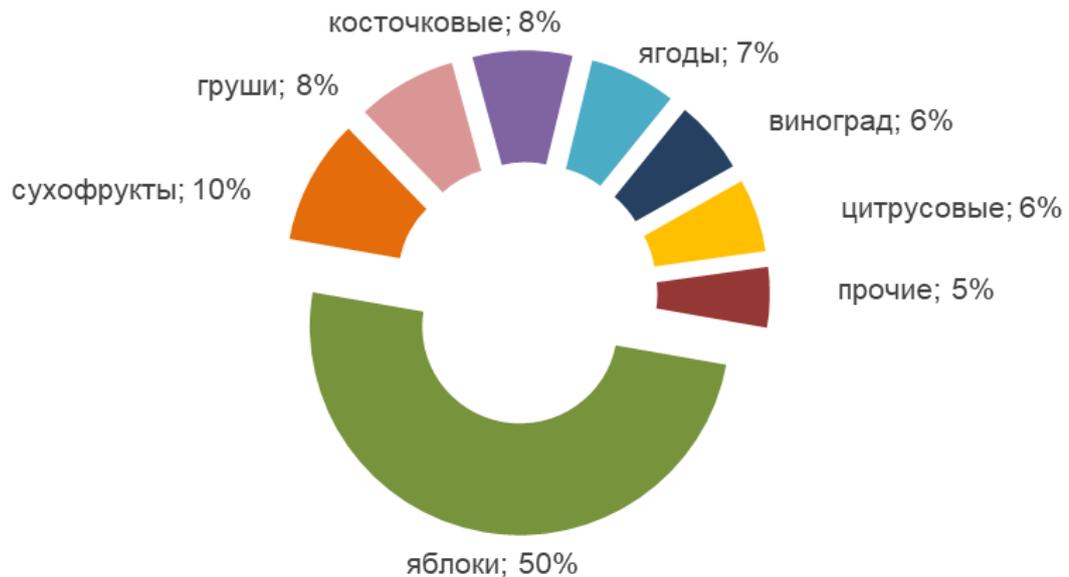


Рисунок 1.1 – Структура рекомендованных фруктов и ягод для здорового питания в России, %

В таблице 1.1 приведены статистические данные об источниках поступления фруктов и ягод в России и использовании их в пищевых производствах и потреблении в нативном виде без учета переходящих запасов предыдущего года и на следующий год [74]. К сожалению, самообеспеченность фруктами и ягодами в 2020 году составила лишь 34,5%. Доля импорта превышает собственное производство в среднем почти в 2 раза на протяжении последних шести лет. Однако следует отметить, что в 2020 году собственное производство фруктов и ягод возросло на 4% относительно показателей 2019 года, а по сравнению с 2015 годом – на 36%.

Таблица 1.1 – Источники фруктов и ягод в России в 2015-2020 гг. и их использование

Годы	Ресурсы фруктов и ягод, тыс. т			Использование фруктов и ягод, тыс. т		
	всего	в том числе		всего	в том числе	
		собственное производство	импорт		производственное потребление	личное потребление
2015	11958,4	3195,0	6511,3	9982,9	1027,1	8711,7
2016	12149,3	3656,0	6517,8	10177,4	1080,0	8832,0
2017	11911,0	3262,1	6677,0	10075,5	1116,9	8650,0
2018	12493,2	3964,3	6693,4	10448,6	1220,2	8924,8
2019	12647,4	4178,5	6424,3	10644,6	1270,0	9053,2
2020	12585,5	4344,2	6238,5	10527,4	1222,4	8956,9
Среднее	12290,8	3766,7	6510,4	10309,4	1156,1	8854,8

Основное количество фруктов и ягод используется потребителями в свежем виде, что составляет в среднем за шесть лет около 86%. Промышленная переработка их, включая производство вина, не превышает 10-12%.

Переработка фруктов преимущественно осуществляется для производства соковой продукции, которая тоже является поставщиком природных водорастворимых антиоксидантов. Но их производство в последние годы стало сокращаться, несмотря на общую насыщенность рынка. Резкий спад производства фруктовых и овощных соков начался в 2015 году, к 2020 году производство соков и нектаров сократилось более чем на 50% [74].

По данным оценки домохозяйств с позиции поставщиков природных антиоксидантов и количественного потребления распределение пищевых продуктов с использованием фруктово-ягодного сырья для здорового питания имеет следующий вид: фрукты и ягоды > соки > замороженные и консервированные > сушеные (рис. 1.2).

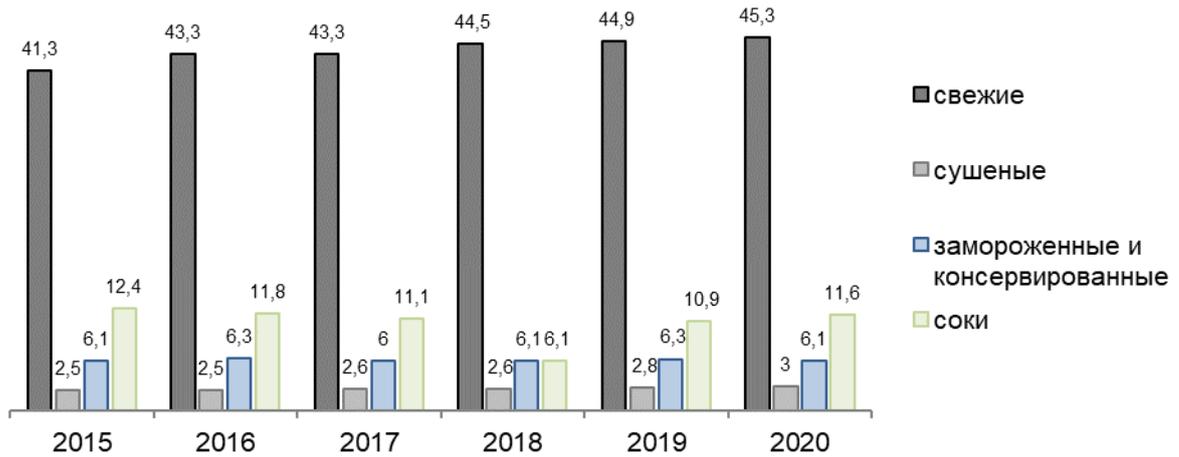


Рисунок 1.2 – Структура потребления свежих фруктов и ягод и продуктов их переработки в России в 2015-2020 гг. по данным обследования домохозяйств, кг / чел. / год

Среди потребителей намечается незначительное, всего лишь на 8,7% увеличение потребления фруктов и ягод по сравнению с 2015 годом. Сушеные и замороженные фрукты и ягоды составляют лишь незначительную часть – 4,4 и 9,7%, соответственно, для структуры ассортимента свежих и переработанных фруктов и ягод. Потребление их изменяется, то в сторону увеличения, то, наоборот, уменьшения, но на общую структуру почти не оказывает влияния.

В целом потребление фруктов и ягод в России в 2020 году по данным Росстата [74] зафиксировано на уровне 77,1 кг/год/чел, что меньше рекомендуемых норм на 22,9%. Жители Санкт-Петербурга находятся в лучшем положении и в среднем в год потребляют на 16,2% больше, чем в среднем по России [95]. При этом потребление фруктов и ягод в Ленинградской области в полтора раза меньше, чем в г. Санкт-Петербург, что, по-видимому, связано с распространенностью частного сектора, собственного выращивания фруктов и ягод и использованием возобновляемых природных ресурсов – дикорастущих ягод, что не учитывается статистическими данными. По данным Экспертно-аналитического центра агробизнеса «АБ-Центр» [80] основное производство ягод в России сосредоточено в хозяйствах населения (89,1%), что очень трудно учесть в официальной статистике. Сбор ягод в 2019 году составил 702 тыс. т. При этом сбор

дикорастущих ягод и их использование не учитывается, а количество в них природных антиоксидантов превышает их количество в других свежих фруктах и культивируемых ягодах [103, 109, 183].

Коэффициент достаточности (рис. 1.3), как отношение фактического потребления к рекомендуемым нормам потребления, для жителей г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области, так же, как и для жителей России в целом, продолжает находиться на самом низком уровне среди всех пищевых продуктов [95].

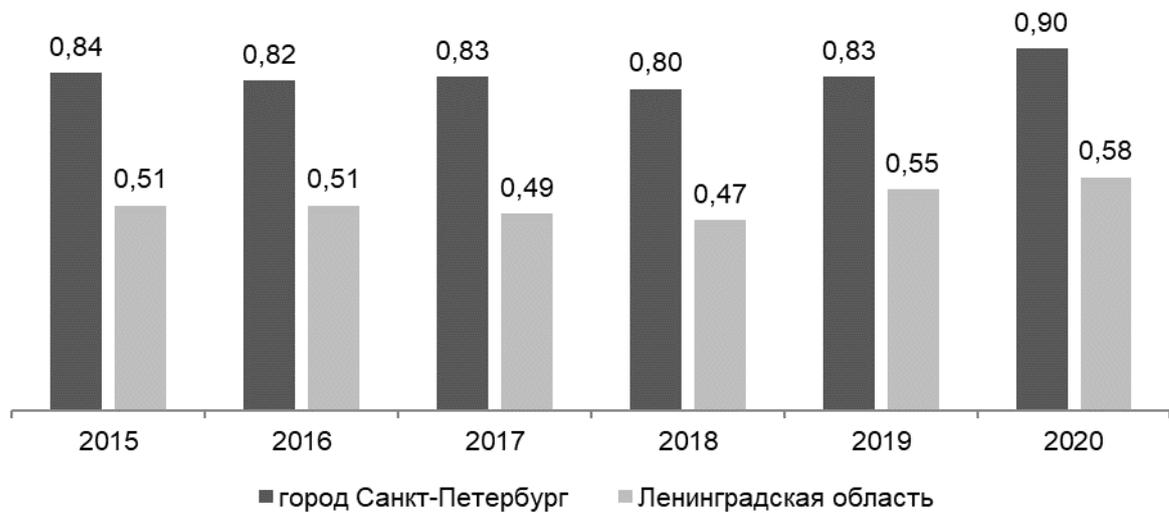


Рисунок 1.3 – Коэффициенты достаточности потребления фруктов и ягод в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской области в 2015-2020 гг.

В России всегда занимались заготовками и переработкой фруктов и ягод на зиму. И хотя популярность домашних заготовок падает, но компенсируется товарами аналогичного ассортимента в розничной торговле, особенно в мегаполисах, таких как г. Санкт-Петербург. Поэтому считать критической ситуацию поступления природных антиоксидантов с пищевыми продуктами согласно официально учтенным данным нельзя. Официальный статистический учет возобновляемых природных ресурсов, включая дикорастущие ягоды, не проводится в связи с массовым их использованием потребителями самостоятельно.

## 1.2 Биохимический состав и антиоксидантные свойства ягод

Фрукты и овощи являются важными компонентами здорового питания и общепризнанно, что их потребление помогает предотвратить хронические заболевания. В 2003 году Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рекомендовала употреблять не менее 400 г фруктов и овощей в день (исключая картофель и другие крахмалистые клубни) для предотвращения хронических заболеваний, таких как болезни сердца, рак, диабет и ожирение. По данным эпидемиологических исследований существует обратная связь между потреблением фруктов и овощей и риском сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний [132, 145-147, 197, 198]. В настоящее время доказанным фактом является то, что потребление ягод в диете с высоким содержанием жиров способствует лучшему их метаболизму кишечной микрофлорой, предотвращает липидную пероксидацию, окислительный стресс в нервных клетках. Противораковый потенциал ягод связывают со многими биологически активными веществами, особенно полифенолами и антоцианами, которые ингибируют рост раковых клеток путем запуска их апоптоза [110, 123, 153, 154, 177]. Биологически активные вещества (БАВ) ягод являются биодоступными и хорошо усваиваются организмом человека при употреблении ягод или соков и экстрактов из них [66, 82, 161, 202].

В настоящий момент точно неизвестно, какие диетические компоненты несут ответственность за предотвращение этих заболеваний, но многочисленные исследования подтверждает значительную роль антиоксидантов. Фрукты и ягоды содержат множество соединений с антиоксидантной активностью (АОА), в том числе аскорбиновую кислоту (АК), каротиноиды и полифенолы, такие как флавоноиды, антоцианы, фенольные кислоты [76, 110, 133, 181-183, 202]. Потребление неочищенных фруктов увеличивает поступление в организм полифенолов и антиоксидантов в 2,4 раза, а АОА ягод в 9, 17 и 31 раз больше, чем самых распространенных фруктов – апельсинов, бананов и яблок соответственно [183]. Как правило, дикорастущие ягоды содержат больше БАВ с выраженной АОА. По данным Рупасовой Ж.А. с соавторами [76] различия в составе БАВ между

аборигенной голубикой и индуцированными сортами и гибридами составляет от 16 до 90% с преобладанием их в первой. Такие же результаты получены у китайских исследователей [155]. Содержание антоцианов разных помологических сортов голубики колеблется от 95 до 300 мг/100 г, а у дикорастущей составляет 529 мг/100 г.

Множественные генетические и экологические факторы влияют на образование и накопление антиоксидантов. В исследовании с 136 дикими клонами и двумя сортами клюквы содержание фенолов, флавоноидов и антоцианов варьировало в 2,79, 2,70 и 17,46 раза, соответственно. АОА изменялась от 1,17 до 2,53 мг / г или в 2,16 раза [131].

### **1.2.1 Особенности биохимического состава и антиоксидантных свойств ягод семейства вересковых**

Ягоды семейства вересковых – черника, голубика, клюква и брусника широко распространены в северных и умеренных зонах Европы, Азии и Северной Америки [15]. Исследования последних лет показали, что эти ягоды содержат значительное количество полифенолов, антоцианов, гидрооксикоричных и гидроксибензойных кислот, которые являются природными антиоксидантами [132, 138, 139, 153, 194, 196]. Их качественный и количественный состав колеблется в широких пределах в зависимости от вида ягод, форм выращивания (культивируемые и дикорастущие), места произрастания, периода сбора, сроков хранения, обработки – замораживания и термического нагрева. Дикорастущие ягоды содержат больше БАВ, чем их культивируемые формы [48, 76, 90, 119, 155, 180, 197]. Количественный состав фенольных соединений между свежесобранными ягодами и ягодами, реализуемыми в розничной торговле, может отличаться порядка 10 раз [119, 132, 138, 191]. Так, в дикорастущих ягодах, реализуемых на потребительском рынке Швеции, содержание общих фенольных соединений составляет в чернике 253,6 мг/100 г СВ, а в бруснике – 219,7 мг/100 г СВ, тогда как в свежесобранных ягодах может достигать 3050 и 1350 мг/100 г СВ, соответственно [132, 138, 146, 187].

Химический состав ягод хотя и изменяется под влиянием многочисленных факторов, но градации не такие значительные и больше связаны не с видом ягод, а с формой и регионом произрастания и климатическими факторами текущего года [4, 12, 47, 56, 65, 77, 188]. Ягоды могут иметь близкие значения общего количества сухих веществ, сахаров, клетчатки, но в большей степени отличаются по количеству титруемых кислот (табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Химический состав ягод семейства вересковых

Ягода	Содержание, %					Источник
	сухие вещества	сахара	титруемые кислоты	пектиновые вещества	клетчатка	
Черника	11,7-14,8	7,2-11,7	0,2-3,0	0,4-1,1	0,9-1,5	[17, 47, 177]
Голубика	12,0-13,8	7,5-8,0	1,6-2,1	0,6-1,1	1,0-1,3	[4, 47]
Клюква	8,9-13,1	4,2-6,5	2,4-3,8	0,8-1,2	1,8	[47, 56, 65, 77]
Брусника	12,5-16,1	7,4-8,3	2,2-3,9	0,4-0,8	1,2-1,6	[12, 47, 56]

Близкие значения в общем количестве сахаров не означают проявления сладости ягод, что зависит от соотношения моносахаридов и сахарокислотного индекса. Исследования, проведенные с использованием ЯМР, показали, что состав сахаров дикорастущей голубики из разных районов Республики Беларусь колебался в пределах 32,8-37,6 моль %, а культивируемой разных помологических сортов – 40,5-43,9 моль % [84]. Голубика топяная, произрастающая в Ленинградской области, содержит 8,0% сахаров, а культивируемая в этих условиях – 9,2-9,6% в зависимости от сорта. При этом массовая доля кислот варьирует в более широком диапазоне – 1,3-2,0%, а в топяной – 1,8% [4].

Ягоды семейства вересковых часто рассматривают как источники БАВ, поэтому исследования в этой области многочисленны. Содержание фенольных соединений, флавоноидов, антоцианов в ягодах находится в значительных количествах, хотя варьирует в широком диапазоне. А вот содержание витамина С в них незначительно, особенно в ягодах черники. Максимально содержание витамина С может достигать до 36 мг/100г в культивируемых формах ягод голубики (табл. 1.3).

Таблица 1.3 – Состав биологически активных веществ в ягодах семейства вересковых

Ягода	Биологически активные вещества, мг / 100 г				Источник
	фенольные соединения	флавоноиды	антоцианы	витамин С	
Черника	564-3715	231-1047	296-1470	7-10	[16, 47, 110, 126, 188, 195]
Голубика	227-1197	1566-2180	73-1291	23-36	[14, 15, 47, 76, 136, 190]
Клюква	649-940	1433	150-540	17-20	[38, 56, 65, 77]
Брусника	679-1210	215-514	26-510	12-24	[8, 12, 47, 56, 170]

Накопление БАВ происходит в период полной зрелости, что особенно характерно для антоцианов. Поэтому в странах с теплым климатом содержание антоцианов в чернике может быть в 3-4 раза выше, чем в северных странах. В чернике, произрастающей в Норвегии, антоцианов содержится 296 мг/100 г, в Сербии – 447 мг/100 г, во Владивостоке – 1470 мг/100 г [47, 110, 188]. С другой стороны, данные содержания общих фенольных соединений и общих антоцианов различных сортов культивируемой голубики и гибридов, произрастающих в различных странах мира, приведенные в обзоре Stevenson D. [190], показывают отличия в их содержании между сортами и странами, что говорит о большем влиянии используемого метода исследований. Например, содержание антоцианов в ягодах голубики сорта «Bluescor», выращиваемой в Канаде, составляет 112 мг/100 г, в Италии – 129, в Польше – 184, в Беларуси – 296 [48, 190]. В дикорастущих ягодах содержание антоцианов больше, чем в культивируемых сортах, в частности по сравнению с сортом «Bluescor» – в 1,3 раза в Канаде, в 2,5 раза в Италии, в 6,3 раза в Беларуси. Фенольных соединений в дикорастущей голубике в 2-4 раза больше, чем в 20 исследованных культивируемых сортах [48].

Ягоды семейства вересковых отличаются в большей степени качественным составом антоцианов. Основными антиоксидантами черники являются антоцианы, с преобладанием в них дельфинидинового кластера [13, 64, 72, 115]. По данным Васярова Г.Г. с соавторами [13] из 15 антоцианов на долю дельфинидина

приходится 32,36-35,19%. Цианидиновый кластер составляет 28,42-31,57%, мальвидиновый и петунидиновый не превышают 16% каждый. При исследовании экстракта черники обыкновенной [64], произрастающей в Красноярском крае, также идентифицировано 15 антоцианов с преобладанием глюкозидов: дельфинидин-3-арабинозид > мальвидин-3-галактозид > цианидин-3-галактозид > петунидин-3-арабинозид > дельфинидин-3-глюкозид.

Антоцианы ягод черники, произрастающие в разных регионах Италии, содержат 3-*O*-галактозиды, 3-*O*-глюкозиды и 3-*O*-арабинозиды дельфинидина, цианидина, петунидина, пеонидина и мальвидина с преобладанием дельфинидин-3- галактозида или дельфинидин-3-глюкозида в зависимости от региона [115].

Ягоды черники разной окраски от темно-фиолетовой до непигментированной, произрастающие в Финляндии, содержат, мг/100 г СВ, общих фенольных соединений 220,06–3715,21; мономерных антоцианинов 206,18–867,52. В составе антоцианов преобладал дельфинидин и его глюкозиды – 5915,93–18108,39 мкг/г СВ. Белые ягоды не содержали антоцианов. Антиоксидантная способность была намного выше у окрашенных (от розового до синего / черного) образцов ягоды, чем у белых образцов ягод [127].

В составе БАВ голубики основная роль так же, как и у черники, принадлежит антоциановым пигментам – 77-84%, количество которых может колебаться от 4073 до 22622 мг/100 г ягод в зависимости от аборигенных или индуцированных сортов [48, 76, 174, 190]. Только голубика узколистная содержит антоцианов меньше – до 50%, зато в ней преобладают лейкоантоцианы, флавонолы, катехины.

Состав антоциановых веществ довольно сложный и значительно отличается между семействами, родами и видами плодов и ягод. Основные агликоны антоцианов, содержащиеся в ягодах, представлены в таблице 1.4 по данным [49]. Дикорастущие и культивируемые формы ягод могут отличаться составом антоцианов. Например, в культивируемой голубике отсутствовал агликон пеларгонидина.

Таблица 1.4 – Антоцианы различных ягод [49]

Ягоды	Петунидин	Пеонин	Цианидин	Дельфинидин	Мальвидин	Пеларгонин
Черника	+	+	+	+	+	+
Голубика топяная	+	+	+	+	+	+
Голубика культивируемая	+	+	+	+	+	
Клюква		+	+			
Черноплодная рябина			+	+		
Ежевика			+			
Брусника		+	+		+	

Количество антоцианов отличается между видами ягод, а также сортами одного вида ягод. По данным Решетникова В.Н. с соавторами [72] общее содержание антоцианов, мг/г СВ, в исследованных ягодах: ежевика сизая (36,6) > ирга (32,5) > голубика топяная (10,1) > голубика сорта «Carolina Blue» (9,2) > малина (4,6) > голубика сорта «Bluescop» (3,4). В составе антоцианов голубики независимо от сорта преимущественно содержатся агликоны дельфинидина, петунидина, мальвидина, пеларгонина. Но главенствующая роль принадлежит мальвидиновому кластеру [13] В составе ягод ежевики, ирги и малины содержатся в основном агликоны цианидина. Количественный и качественный состав антоцианов оказал влияние на АОА (ABTS-тест), моль ТЭ/г СВ, ягод: ежевика (240) = ирга (240) > голубика топяная (145) > голубика сорта «Carolina Blue» (120) > малина (110) > голубика сорта «Bluescop» (52).

На АОА ягод оказывают влияние не только антоцианы, но и другие БАВ [48, 174, 190]. Собственно антоцианы влияют на АОА голубики топяной, урколистной, некоторых помологических сортов, например, «Jersey», «Elizabeth». Но для голубики топяной вклад вносят также катехины, для урколистной – гидропектины, сорта «Jersey» – катехины и фенолкарбоновые кислоты. В тоже время для сорта

голубики «Patriot» на АОА в большей степени влияют катехины, сорта «Coville» – АК. Роль АК в АОА доказана также для гибридов «Northblue» и «Northland», которая дополняется влиянием – лейкоантоцианов и дополнительно фенолкарбонowymi кислотами для гибрида «Northblue», и катехинами для гибрида «Northland».

Установлено, что в ягодах голубики антиоксидантные свойства проявляют дельфинидин 3-*O*-галактозид приходится 20,4%, на втором месте – цианидин-3-*O*-галактозид и дельфинидин-3-*O*-арабинозид (15,4%), на третьем – петунидин-3-*O*-галактозид (12,2%), на четвертом – мальвидин-3-*O*-галактозид (11,7%). Но количественно в ягодах голубики преобладают мальвидин-3-*O*-галактозид и мальвидин-3-*O*-арабинозид, соответственно 996 и 888 нмоль/г [117]. Доля мальвидинового кластера может составлять около 50% от всего количества антоцианов [13]. Корреляция между количеством антоцианов и АОА ягод голубики составляет в зависимости от метода определения: 0,851 – DPPH; 0,866 – ABTS; 0,936 – FRAP [117]. Флавонолы оказывают меньшее влияние, что подтверждает теснота взаимосвязи в пределах 0,244-0,490 [196]. Сообщается об отсутствии влияния региона произрастания на качественный состав антоцианов и флавонолов, но количественно они увеличиваются в ягодах, произрастающих в высокогорной местности [90, 99, 196]. В ягодах голубики произрастающей в разных районах Хингарских гор в Китае, основным антоцианом является мальвидин-3-глюкозид и флавонол – кверцитин-3-*O*-галактозид [196].

Антиоксидантные свойства клюквы обусловлены рядом соединений фенольного типа и АК. Oszmianski J. с соавторами [172] при исследовании биохимического состава ягод клюквы идентифицировано тридцать девять полифенольных соединений, включая 9 фенольных кислот, 7 антоцианинов, 9 флаван-3-олов и 14 флавонолов. Но Borges G. с соавторами [117] считают, что главенствующая роль в антиоксидантных свойствах принадлежит АК (22,6%), петунидин-3-*O*-галактозиду (14,4%), цианидин-3-*O*-арабинозиду (12,2%) и димерам проаницидина (10,5%). В клюкве идентифицировано 10 антоцианов,

основными из которых были: мальвидин-3-галактозид > петунидин-3-галактозид > цианидин-3-галактозид [64].

В целом содержание антоциановых пигментов в клюкве может варьировать от 6544,4 до 7636,4 мг/100 г СВ, но собственно антоцианы составляют 33,7-39,2% в зависимости от помологического сорта [77]. Зато количество лейкоантоцианов составляет от 4088,0 до 5433,1 мг/100 г СВ – более половины от всего количества антоциановых пигментов, которые наравне с флавоноидами, катехинами и другими БАВ вносят свой вклад в антиоксидантные свойства ягод. Авторы [77] ранжировали новые сорта клюквы по качественному и количественному составу БАВ.

В ягодах клюквы идентифицированы 15 бензольных и фенольных кислот (бензойная, *o*-гидроксibenзойная, коричная, гидроксibenзойная, ванильная, феруловая, кофейная, *p*-гидроксibenзойная, *p*-гидроксифенилацетатная, фталевая, 2,3-дигидроксibenзойная, *o*-гидроксicinнамовая, 2,4-дигидроксibenзойная и синаповая кислоты) в свободной и связанной формах. За исключением бензойной, *p*-кумаровой, кофейной, феруловой и синаповой кислот, 10 других выявленных фенольных кислот ранее не были зарегистрированы в клюкве. Ягоды клюквы содержат большое количество бензойной и фенольной кислот (5,7 г/кг свежего веса) с преобладанием оксibenзойных кислот (4,7 г/кг свежего веса). Следующими наиболее распространенными фенолокислотами являются *p*-кумаровая (0,25 г/кг свежего веса) и синаповая (0,21 г/кг свежего веса) кислоты. Бензойная и фенольная кислоты встречаются в основном в связанных формах, и только около 10% встречаются в виде свободной кислоты [208].

Брусника содержит меньше всего антоцианов 140-510 мг/100 г [12, 47, 56]. Но данные об их качественном составе, опубликованные в научной литературе, наиболее противоречивы. По данным [152] в антоциановом комплексе брусники преобладает мальвидин-3-галактозида более 50% от всего количества антоцианов и цианидин-3-галактозида около 40%. В составе антоцианов ягод брусники, произрастающих в Центральном федеральном округе, преобладает цианидин-3-галактозид, составляющий 80% от всего их количества [12]. В США были

исследованы 5 помологических сортов брусники, которые были выращены в штате Орегон [152]. Все пять сортов содержали три ожидаемых антоциана (по данным ВЭЖХ): цианидин-3-галактозид (основной антоцианин, обнаруженный в этих ягодах), цианидин-3-глюкозид и цианидин-3-арабинозид. Общее содержание антоцианов в этих брусниках составляло только от 27,4 (сорт «Линней») до 52,6 (сорт «Ида») мг / 100 г сырой массы. Общее содержание фенольных соединений составляло от 431 (сорт «Каролина») до 660 (сорт «Линней») мг ГК/100 г сырой массы.

В процессе хранения свежих ягод в течение одного месяца происходят биохимические процессы, способствующие снижению БАВ, в том числе обуславливающих антиоксидантные свойства при одновременном увеличении массовой доли сухих веществ и сахарокислотного индекса. На примере ягод голубики помологических сортов разной скороспелости показано, что наибольшие потери БАВ связаны с витамином С – до 62%. Потери гидрооксикоричных кислот достигают 10-48%, антоциановых пигментов – 15-39%, катехинов – 7-35%, флавонолов – 8-26% [78].

Поэтому выраженная сезонность производства ягод и потери БАВ даже при краткосрочном хранении в течение 1-го месяца, вызывают необходимость переработки свежих ягод, как в разнообразные пищевые продукты, так и создание функциональных ингредиентов на их основе.

### **1.2.2 Изменение биохимического состава в процессе переработки ягод**

Механическое и термическое воздействие при переработке ягод обычно приводит к потере антиоксидантов [112, 147, 206]. Так, при получении пюре из ягод черники потери фенольных соединений, флавоноидов и антоцианов составили 52, 13 и 77%, соответственно. Получение концентрированного сока изменило эту тенденцию и привело к разрушению только флавоноидов. При этом за счет сгущения сухих веществ общее количество фенольных соединений и антоцианов возросло. Подобные результаты были получены авторами также при производстве пюре и концентрированных соков из вишни и ягод черной смородины. Потери

БАВ привели к снижению антирадикальной активности, но хелатирующая способность при этом возросла [17]. Усилить потерю антиоксидантов может переработка ягод при контакте с кислородом, особенно общих фенольных соединений и флавоноидов, но антоцианы более стабильны [112, 147].

При переработке ягод большая часть БАВ остается в кожице, поэтому экстракты, полученные из выжимок, зачастую содержат их больше, чем соки, что приводит к разнице в АОА между экстрактами и соками в 6-8 раз [121, 128, 151, 160]. По данным Mayer-Miebach E. [160] при переработке ягод черноплодной рябины в сок переходит от 31 до 50% общих фенольных соединений, что снижает его АОА на 33-38%. Распределение антоцианов между соком и выжимками более равномерное. При производстве соков из брусники, клюквы или черной смородины количество антоцианов может снизиться до 14,4 мг/100 г, а в целом фенольных соединений – до 65,2 мг/100 г [147].

На содержание БАВ в продуктах переработки ягод (сок, выжимки) оказывает влияние использование целых или измельченных ягод для отжима сока, что показано на примере клюквы [172]. В соках концентрации фенолов варьировали от 873,12 мг/100 г СВ из целых ягод до 3177,87 мг/100 г СВ из измельченных ягод. Концентрация полифенолов в выжимках варьировала от 16038,74 мг/100 г СВ в образцах, полученных из целых ягод, до 17802,52 мг/100 г СВ в образцах, полученных из измельченных ягод. Антиоксидантные свойства были выше даже в сухих выжимках, чем в соках. Самые высокие значения DPPH, ABTS и FRAP были определены в сухих выжимках, полученных из измельченных ягод – 156,94, 275,22 и 71,47 моль/г СВ, соответственно. По данным [160] наибольший выход фенольных соединений, антоцианов, проантоцианидов установлен при микроизмельчении сырых выжимок черноплодной рябины с усредненными размерами частиц (x 50,0) около 90 нм. При этом АОА возрастала на 35%.

Термическая обработка приводит также к потере БАВ [162]. Гидролиз гликозидов кверцетина с образованием агликонов начинается при температуре до 60°C и при дальнейшем повышении температуры его деградация усиливается.

Установлено, что с повышением температуры увеличивается хлорогеновой кислоты, причем максимально при температуре 100°C.

Высокое содержание в продуктах переработки ягод клюквы антоцианов придает им антирадикальные свойства, но они проявляют меньшую активность для предотвращения перекисидации липидов, что установлено White B. с соавторами [201]. Авторы в выжимках клюквы обнаружили шесть антоцианов с общим количеством 111,6 мг/100 г СВ, включая производные цианидина и пеонидина. Было идентифицировано тринадцать флавонолов – 358, 4 мг/100 г СВ, в которых преобладали агликоны мирицетина и кверцитина, соответственно 55,6 и 146,2 мг/100 г СВ.

Существующий синергизм БАВ может способствовать сохранению антиоксидантов, что было показано Roidoung S. с соавторами на примере клюквенного сока, обогащенного витамином С и галловой кислотой [182]. В то же время термическая обработка ягод и продуктов их переработки может привести и к увеличению антиоксидантных свойств разрабатываемого продукта за счет синергизма БАВ и меланоидинов [16, 182, 205, 207].

Для сохранения БАВ экстрактов ягод предложены инновационные системы инкапсулирования с использованием нативных сывороточных белков [116, 187]. Высокое содержание БАВ характерно не только для ягод, но и листьев, стеблей, побегов, которые используют в лечебных целях [119, 120, 132].

### **1.3 Использование продуктов переработки ягод в пищевых технологиях**

Использование ягод в питании в натуральном виде ограничено коротким сроком их вегетации. По данным, опубликованным Zuo Y. с соавторами [208] только 5% свежих ягод клюквы используется в питании в нативном виде. Основное их количество употребляют в переработанном виде, включая соки (60%) и соусы, сухофрукты и ингредиенты (35%).

В России ягоды традиционно использовали для производства варенья, джемов. Но в последние годы популярность этих продуктов стала падать, одной из причин которой стала высокая концентрация в них добавленного сахара, что

противоречит тенденциям здорового питания. Кроме этого, термическая обработка при производстве варенья и джемов приводит к потере общих фенольных соединений на 28–60%, антоцианов на 4–62%, при этом почти в 2 раза увеличивается количество фенольных кислот и общего количества флавонолов [112, 118]. Сок из ягод могут использовать в производстве жележных продуктов [37, 54, 60, 92, 98], а из мезги, например, клюквы – плодовые вина [45].

Ягоды семейства вересковых в России ранее не использовались для получения соков как напитков. Из них получали ягодные экстракты путем уваривания соков по ГОСТ 18078-72, действие которого в настоящее время прекращено. Но соки из ягод стали использовать как компоненты смешанных соков и нектаров, а также в молочных продуктах – йогуртах, молочных составных напитках торговых марок «Актимель», «Имунеле».

При переработке соков значительная часть БАВ остается в выжимках, а дальнейшая обработка соков существенно снижает их содержание. Так, Абу К. [110] с соавторами установили, что при производстве сырого черничного сока потери фенольных соединений и антоцианов составляют 25,2 и 26,4%, соответственно, от их содержания в ягодах. Осветление сока приводит к дополнительным потерям – 10,2 и 19,3%, а фильтрация – 38,2 и 28,9% для фенольных соединений и антоцианов. В выжимках после отжима черничного сока содержание фенольных соединений составляет 1447 мг ГК/100 г, мономерных антоцианов – 458 мг/100 г, что в 2,56 и 1,55 раз больше, чем в свежих ягодах.

Использование технологических приемов при производстве соков для увеличения выхода сухих веществ не допускается в соответствии с ГОСТ 34460-2018 «Продукция соковая. Идентификация. Общие положения». Выжимки, оставшиеся после отжима соков, находят свое применение в получении экстрактов или сухих продуктов для использования в пищевой промышленности, косметологии и фармакологии [11, 12, 22, 28, 33, 67, 150, 158].

В настоящее время можно выделить два основных вида переработки ягодного сырья (ягод и выжимок) в виде экстрактов или порошков, которые предлагаются для использования в различных отраслях пищевой промышленности.

Экстракты из ягод или выжимок чаще всего используют в производстве безалкогольных (морсов, квасов) и алкогольных напитков (пивных напитков, наливок, водок) для придания им характерных органолептических и функциональных свойств [12, 14, 25, 28, 39, 53, 65]. Для обогащения нектаров антиоксидантами фенольной природы предлагают использовать экстракты из выжимок винограда [102]. Но могут использовать как целиком ягоды, так и их отдельные фракции с целью предотвращения окислительных и микробиологических процессов в скоропортящихся продуктах – мясных, жировых продуктах [6, 17, 158, 175, 184, 192]. Так, концентрированные соки из вишни, ягод черники и черной смородины при добавлении в сливочный крем благодаря содержанию антиоксидантов тормозят окислительные процессы: образование перекисей сокращается на 55%, альдегидов – на 36% [17]. Другой целью их использования является ограничение использования антибиотиков при выращивании сельскохозяйственных животных [130, 185]. Могут также использовать для обогащения хлебобулочных изделий путем замены всей воды или ее части по рецептуре [38, 55]. Из сухих экстрактов изготавливают быстрорастворимые гранулированные продукты [42].

В работе Еремеевой Н.Б. [28] концентрированные экстракты из ягод черной смородины, черноплодной рябины и малины предложено использовать в производстве безалкогольных напитков в количестве 20 г на 1000 г воды, что обеспечивает высокие вкусовые и антиоксидантные свойства. При производстве пивного напитка оптимальное количество добавляемого экстракта, вносимого после дображивания, составило всего 3%. Экстракты из ягод ежевики, полученные экстрагированием водой измельченного сырья в течение 48 часов, используют для изготовления функциональных напитков в количестве 15%, что приводит их к обогащению антоцианами и фенолкарбоновыми кислотами при одновременном снижении сахаров [88].

Водно-спиртовые экстракты из ягод или выжимок, полученных СВЧ-экстрагированием или другими инновационными способами, используют для производства алкогольных напитков. Так, СВЧ-экстракты из дикорастущих плодов

облепихи, шелковицы, ежевики и шиповника используют в производстве многокомпонентных наливок «Восточная ночь» и «Пурпурная фантазия» [22]. СВЧ-экстракты содержат в своем составе больше сахаров на 17,5%, титруемых кислот на 11,6%, фенольных веществ на 28,5%, витаминов С и Р на 14,3 и 9% соответственно, что благотворно сказывается на формировании органолептических свойств наливок. При традиционном способе производства наливок из ягодных экстрактов черники с течением времени деградация антоцианов составляет от 20% на 14-21 сутки до 80% на 35 сутки [115].

Водно-спиртовые экстракты ягод клюквы и брусники после предварительного удаления спирта и концентрирования до массовой доли сухих веществ 54 и 53% соответственно используют в производстве морсов с добавлением сахара. Причем количество добавляемого экстракта брусники в 1,4 раза больше, чем клюквы [56].

Спиртовые экстракты из сухих порошков ягод брусники, клюквы, черники и голубики предложено использовать в количестве 3% при производстве кваса [47].

Экстракты из ягод могут получать методом электродиализа, в которых концентрируется большее количество антиоксидантов, а затем использовать для обогащения соков из ягод с одновременным улучшением органолептических свойств за счет снижения количества органических кислот. Так обогащение клюквенного сока экстрактом, полученным электродиализом, приводит к повышению его АОА в 1,22 раза по сравнению с клюквенным соком [114].

Другим направлением использования вторичных продуктов переработки ягод является получение порошков из ягод или выжимок путем их сушки и измельчения и использования как функционального ингредиента в пищевые продукты для здорового питания [12, 23, 36, 55, 67, 75, 162]. Ягоды или выжимки, высушенные при температуре 50-55°C максимально сохраняют БАВ и АОА, измельчение которых производится перед использованием в технологическом процессе производства пищевых продуктов [23, 30, 67, 70, 104]. Повышение температуры сушки до 100°C даже при использовании вакуума приводит к потере полифенолов до 4%, в частности кверцетин-3-О-галактозида, и кверцетин-3-О-

рамнозида, но не затрагивает агликоны кверцитина и хлорогеновую кислоту. Количество агликонов кверцитина даже увеличивается с повышением температуры сушки с 60 до 80°C [162]. На примере получения порошка из клюквенного сока показаны деградация флавоноидов и антоцианов, образование меланоидинов и АОА в зависимости от режимов сушки.

Возможно получение порошков из выжимок после предварительного экстрагирования. Для обеспечения безопасности и сохранения БАВ для сушки могут использовать СВЧ энергию самостоятельно или только на предварительном этапе с последующим досушиванием конвективным способом с активным вентилированием [46, 205].

Наиболее часто предлагается использовать порошки из ягод или выжимок в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, а также безалкогольных напитков, ферментированных молочных продуктов, кондитерских изделий [12, 17, 30, 33, 47, 55, 56, 70].

Количество порошков из клюквы и брусники в рецептурах из-за высокой кислотности очень часто ограничивается. В рецептуре печенья чайного предложено использовать всего 0,3% порошка из сухого экстракта выжимок клюквы или брусники [30]. После экстрагирования из выжимок ягод брусники и клюквы БАВ, полученный порошок используют в производстве кексов и овсяного печенья в количестве 8,6% к массе пшеничной муки, что обеспечивает оптимальные органолептические показатели и повышает функциональные свойства продукта [56]. Порошковый концентрат ягод брусники для предотвращения плесневения и обогащения функциональными ингредиентами используют для приготовления пирогов из дрожжевого и песочного теста. Совсем по-другому ведут себя порошки с более низкой кислотностью. Так, отсутствие ухудшения физико-химических показателей бисквитов с добавлением порошка из выжимок черники и даже некоторое их улучшение по отдельным параметрам доказано опытной выработкой [17].

Порошковый концентрат ягод брусники предложено использовать в производстве йогуртов, внося в подготовленное молоко до заквашивания в

количестве 2%. 100 г йогурта с порошковым концентратом брусники содержат, мг, фенольных соединений – 46,2; антоцианов – 17,4; АК – 2,3 [12].

В работе Лоскутовой [47] порошок получают из целых дикорастущих ягод семейства вересковых или полученного из них пюре с добавлением арабиногалактана, сушат при 50°C для предотвращения окисления БАВ в процессе сушки. Полученные порошки использованы в производстве кваса на основе концентрата квасного сула.

#### **1.4 Способы получения экстрактов из растительного сырья и их влияние на выход биологически активных веществ и антиоксидантную активность**

Экстрагирование БАВ из растительного сырья, включая ягоды, могут осуществлять, как традиционными способами – мацерацией в сочетании с нагреванием или обработкой ферментными препаратами, так и с использованием инновационных способов обработки, позволяющих увеличить выход экстрактивных веществ [2, 44, 50, 57, 144, 165]. В последние годы стали широко использовать ультразвуковую, инфракрасную обработки, надкритическую экстракцию и экстракцию под давлением и СВЧ воздействием [28, 40, 57, 93, 97, 141, 156, 204].

##### **1.4.1 Современные способы получения экстрактов**

Самым простым способом получения экстрактов является мацерация, представляющая собой настаивание растительного сырья, в том числе ягод или выжимок. В качестве экстрагента используют воду или водно-спиртовые растворы, последние позволяют увеличить выход БАВ [3, 27, 44, 85, 87, 176]. При использовании для экстракции воды ее температура обычно не превышает 50°C, а дальнейшее упаривание при этой температуре позволяет увеличить количество сухих веществ в экстракте из ягод до 32%. Иногда температура может быть повышена до 80°C, что интенсифицирует выход экстрактивных сухих веществ. Так, водный экстракт солодовых ростков, полученный в этих условиях, при максимальном выходе сухих веществ обладает АОА в 1,8 раза больше, чем сухие

солодовые ростки [43]. При водном извлечении БАВ из выжимок черники оптимальные условия для максимального их выхода были при температуре 80°C в течение 15 минут или при 100°C в течение 4 минут, что обеспечило извлечение порядка 37% и 68% фенольных соединений и антоцианов соответственно [110]. В таких условиях экстракция выжимок черной смородины приводит к извлечению 34 фенольных соединений и 43% антоцианов, что связывают с более толстыми стенками кожицы.

Максимальный выход БАВ из сухих кожицы и мякоти или выжимок ягод происходит при использовании для экстрагирования 70%-ного раствора спирта и температурах 78-79°C и 50-52°C, соответственно, в течение 2 часов [44]. Водно-спиртовую экстракцию проводят и из целых ягод, что показано на примере дикорастущих ягод семейства вересковых, она обеспечивает увеличение выхода флавоноидов [8]. Недостатком данного способа является длительность процесса, завышенное количество балластных веществ, а при использовании водно-спиртовых растворов для экстрагирования – необходимость дальнейшей отгонки спирта. В промышленности для ускорения процесса экстракцию настаиванием осуществляют перемешиванием растительного материала, погружением, ступенчатым орошением, в условиях противотока. Создаваемое дополнительное физическое воздействие способствует более быстрому проникновению растворителя в клетку растительного сырья и вытеснению веществ изначально в ней содержащихся [25].

Особенностью использования для экстрагирования выжимок является то, что большинство клеток имеют толстые оболочки, состоящие из целлюлозных волокон, что затрудняет проникновение в них растворителя. Для преодоления этих сложностей используют ферментативную мацерацию как в процессе получения соков для их осветления, вин для увеличения выхода антоцианов, так и на стадии получения экстрактов [2, 45, 50, 94]. Недостатком данного способа получения соков и экстрактов является длительность процесса обработки ферментными препаратами, который составляет 1,5-2 часа.

Возможно экстрагирование ягодного сырья в два этапа: водная экстракция с обработкой ферментными препаратами, а затем 30%-ным водно-спиртовым раствором с общей продолжительностью процесса 1 час. Суммарный выход сухих веществ составляет 39 и 28%, соответственно для ягод клюквы и брусники. При этом увеличилась массовая доля АК на 79,19 и 86,31% и фенольных веществ на 88,3 и 91,6%, соответственно для клюквы и брусники [56].

Все больший научный интерес вызывает использование ультразвуковой (УЗ) обработки при экстрагировании растительного сырья для извлечения БАВ. Под действием УЗ в результате кавитации происходит более быстрое проникновение жидкости в трещины и капилляры экстрагируемого вещества и ускоряется конвективный массоперенос. Увеличение мощности УЗ-обработки сокращает время воздействия, так как это может привести к разрушению БАВ [1, 68, 69, 97, 107]. Подбор условий УЗ-обработки позволяет не только увеличить выход БАВ в целом, но и экстрагировать индивидуальные БАВ.

Для экстрагирования БАВ из выжимок ягод клюквы использовали УЗ-обработку при 180 Вт в течение 5 минут и гидромодуле 1,5:10 [97]. Экстрагирование ультразвуком водно-спиртовых экстрактов можно проводить, не повышая температуру выше 60°C [178]. При УЗ обработке водно-спиртовых растворов черной смородины и облепихи (гидромодуль 1:15) мощностью 2 Вт/см<sup>2</sup> и частоте 22 кГц продолжительность экстрагирования уменьшилась в 20 раз и составила 15–20 мин. Но эти условия обеспечивают максимальный выход витамина С и дубильных веществ, чего нельзя сказать о флавоноидах [106].

Для сохранения витамина С в ягодах УЗ-обработку лучше проводить без измельчения и бланширования, а извлечение фенольных соединений, флавоноидов и антоцианов зависит от используемого экстрагента, что показано на примере ягод клюквы. Извлечение антоцианов, фенольных соединений лучше проводить с использованием раствора сахарозы и стевии, перед УЗ-обработкой растительное сырье необходимо бланшировать. Наиболее высокой суммарной антиоксидантной активностью обладают экстракты, полученные из раствора сахарозы [171].

Еще одним методом, способствующим интенсификации экстрагирования БАВ, является обработка растительного сырья высоким давлением «High Pressure Processing», приводящих к разрушению внутриклеточных вакуолей, клеточных стенок, цитоплазматических мембран клеток. Использование высокого давления позволяет проводить процесс экстрагирования без изменения температуры в течение нескольких секунд. Так, в работах Пастушковой Е.В. [59] установлено, что извлечение БАВ из растительного сырья (листья брусники, черной смородины, вишни и трав лекарственных растений – зверобоя, шалфея, душицы и др.) можно проводить под давлением 200 МПа в течение 60 с. Снижение давления до 150 МПа увеличивало продолжительность обработки до 90 с. Но если в целом выход антиоксидантов при повышении давления возрастал, а флавоноидов не изменялся, то для сохранения витамина С использование более низкого давления оказывало лучший эффект.

Сверхкритическую экстракцию можно использовать для экстрагирования БАВ из различных частей растительного сырья, включая семена [113, 137, 141]. Самый высокий общий выход антоцианов 52,7% достигается при давлении 45 МПа, 65°C, от 5,4 г воды до 3,2 г пасты из ягодной мякоти, 15 мин статического и 20 мин динамического времени. Причем различные комбинации воды и этанола в качестве соразтворителя не оказали значительного влияния на выход антоцианов [141]. Сверхкритической экстракцией могут получать экстракты из семян черники, содержащие масло богатое токоферолами и токотриенолами, и жирными кислотами с соотношением  $\omega_6/\omega_3 = 0,95$ . Количество токолов варьирует от сорта черники, но жирнокислотный состав остается постоянным [137]. Оптимальные условия экстрагирования при 20 МПа и 60°C в течение 80 минут, но при этом обеспечивается очень низкий выход сухих веществ – 7,6%. Увеличение выхода масла происходит при использовании 50 МПа и 60°C, но количество токотриенолов при этом снижается в 2 раза. Но могут быть и другие условия, например, давление 35 бар, температура 130°C, 20 минут, что обеспечивает максимальный выход фенольных соединений и антоцианов в водный экстракт из ягод аронии [129].

Ряд работ [28, 71, 111, 122, 148, 149] посвящен сравнению различных методов воздействия при экстрагировании ягод. Результаты варьировали в зависимости от вида растительного сырья, экстрагента и способа экстрагирования. Максимальный выход фенольных соединений и антоцианов из ягод клюквы зафиксирован при использовании 1%-ного раствора соляной кислоты в метаноле и УЗ-экстрагировании мощностью 360 Вт в течение 20 минут и настаивании в темном месте 24 часа [149]. При использовании водно-спиртового раствора для экстракции ягод малины и черноплодной рябины наибольший эффект экстрагирования БАВ был достигнут при УЗ-воздействии при частоте 35 кГц при 40°C в течение 2-х часов. Но при экстрагировании ягод черной смородины максимальный выход фенольных соединений установлен при СВЧ обработке, который превысил на 3,9% значения, полученные при УЗ-воздействии и на 10,8% без дополнительной обработки [28].

Милевская В.В. [52] при сравнении методов экстрагирования (фармокопейного, УЗ-обработки, СВЧ воздействия и субкритической флюидной экстракции) из лекарственного растительного сырья установила преимущество использования 70%-ного спиртового раствора для экстракции УЗ и СВЧ, способных извлекать максимум БАВ за исключением кверцетина. Для него необходимо использовать 30%-ный спиртовой раствор. Причем выход БАВ для обоих методов происходит в первые минуты воздействия и при увеличении его продолжительности практически не изменяется. Основные фенольные соединения выдерживают температуру экстракции до 120°C и с повышением температуры до указанного диапазона их количество в экстракте увеличивается, а для эпикатехина и протокатеховой кислоты температура выше 120°C повышает их количество в экстрактах.

УЗ-обработка и СВЧ воздействие приводят только к разрушению АК. По данным Трапезниковой С.В. [93] при СВЧ экстракции мощностью 300 Вт в течение 5 минут плодов боярышника 70%-ным раствором этанола количество АК уменьшается в 2,9 раз. При УЗ-обработке мощностью 140 Вт – в 3,3 раза, что меньше, чем настаиванием в термостате в течение 2-х часов в 2 и более раз. В то

же время снижение мощности СВЧ до 0,5 мВт/см<sup>2</sup> и частотой 1667 МГц позволяет увеличить концентрацию АК в 40%-ных водно-спиртовых экстрактах ягод ежевики, облепихи и шелковицы на 16,9, 19,3 и 9,2%, соответственно. Одновременно увеличивается количество фенольных соединений и витамина Р [21].

Использование УЗ и СВЧ экстракции выжимок винограда 70%-ным метанолом интенсифицирует выход фенольных соединений, антоцианов и АОА (ABTS и ORAC-тесты) по сравнению с механическим перемешиванием в течение 24 часов. УЗ-обработка особенно увеличивает выход глюкозидов мальвидина, петунидина и пеонидина. Но авторы сообщают, что УЗ-обработку нельзя проводить более 9 минут из-за повышения температуры экстракта до 85°C [122].

Albuquerque В.Р. с соавторами [111] на примере плодов земляничного дерева *Arbutus unedo L.* для получения экстрактов, богатых БАВ, использовали мацерацию, СВЧ и УЗ экстракции. При использовании в качестве экстрагента воды максимальные значения фенольных соединений и АОА экстрактов были получены при воздействии полем СВЧ. Авторы указывают, что эффективное извлечение БАВ из растительного сырья под воздействием ультразвука возможно только при использовании водно-спиртовых растворов (60%-ного и выше).

Интенсификация процесса экстракции может привести в конечном итоге к разному составу БАВ в получаемых экстрактах. Так, экстракты лавра благородного, полученные с использованием СВЧ воздействия, содержат масло с терпенами, а с использованием сверхкритической флюидной экстракции – эвгенолы, стероиды и токоферолы [71].

#### **1.4.2 Особенности СВЧ нагрева и его использование в пищевой промышленности и технологиях экстрагирования**

Под СВЧ воздействием обычно подразумевают использование электромагнитного поля сверхвысокой частоты с диапазоном частот  $3 \cdot 10^8$  -  $3 \cdot 10^{10}$  Гц для нагрева различных сред или тел [79, 144]. Бытовые СВЧ установки и микроволновые печи имеют диапазон частот 2350-2450 МГц.

Необходимыми условиями для экстрагирования под действием СВЧ поля являются наличие экстрагента, в состав которого входит вода, или сырье, содержащее свободную воду, как в растительном сырье. СВЧ воздействие обеспечивает интенсификацию процессов тепло- и массообмена и равномерный прогрев продукта по всему объему, в результате чего вся свободная вода превращается в пар [22, 41, 79, 96, 165].

Избыточное давление, создаваемое в результате СВЧ воздействия, приводит к разрушению клеточных структур, уменьшению механической прочности целлюлозы, лучшему проникновению растворителя в клеточные каналы растительного сырья, в результате чего можно добиться различных эффектов, в том числе ускорить процесс экстрагирования – с нескольких часов при мацерации до нескольких минут при использовании энергии СВЧ поля. Так, увеличение мощности СВЧ нагрева с 125 до 500 Вт приводило к повышению выхода фенольных соединений с 1163 до 1317 мкг/г СВ выжимок из мандаринов. Аналогичные результаты описаны при экстрагировании фенольных соединений и катехинов из листьев зеленого чая [144]. По данным Перфиловой О.В. [61] СВЧ нагрев приводит к гидролизу протопектина с увеличением количества водорастворимых пектиновых веществ в 2,7 раза. В зависимости от поставленных целей подбирают мощность и продолжительность воздействия. Например, для получения пюре из выжимок яблок воздействуют СВЧ энергией мощностью 800 Вт в течение 135 с, что повышает температуру до 90°C [62].

СВЧ энергия была использована для экстракции различного растительного сырья от лиственницы и бересты до листьев мяты и ягод [22, 28, 40, 41, 57, 61, 149]. Даже при использовании в качестве сырья для экстрагирования лиственницы за 30 с. выход арабиногалактана увеличивается на 24,6% [40].

Преимуществом СВЧ экстрагирования считают безопасность, минимальное время воздействия, быструю скорость процесса и равномерность прогрева, возможность использования для экстрагирования только водопроводной воды или полное отсутствие растворителя. СВЧ обработку используют также для сушки и получения порошков и быстрорастворимых порошков, обеззараживания

растительного сырья, в производстве соков, процессах экстракции, а также в различных отраслях пищевой промышленности и общественном питании [46, 79, 96, 108, 144, 163]. Разработана технология экстракции кедрового масла этиловым спиртом в экстракционной установке с СВЧ энергоподводом, интенсифицируя процесс экстракции в 10-15 раз, выход ненасыщенных жирных кислот на 11,4%, витамина Е на 42,4%, витамина В<sub>1</sub> на 77% по сравнению с классическими способами извлечения [5].

В зависимости от поставленных целей подбирают мощность СВЧ воздействия, напряжение и гидромодуль. Продолжительность воздействия определяется эмпирическим путем в зависимости от используемого для экстрагирования сырья, степени его измельчения, мощности излучения и продолжительности воздействия. Максимальный выход сухих веществ происходит в первые минуты воздействия [40, 41, 52, 57]. По данным Милевской [52] после 10-минутного СВЧ воздействия мощностью 300 Вт такие БАВ, как рутин, кверцитрин, изокверцитин, дигидрооксибензойная кислота, хлорогеновая и неохлорогеновая кислоты, не изменили своего количества в экстракте. Только экстракция кверцитина увеличилась с 20 по 30 минуты СВЧ воздействия, не изменяясь в дальнейшем с течением времени.

Воздействие СВЧ приводит к нагреву продукта, что позволяет использовать данную технологию, как для приготовления пищевых продуктов, сушки и обеззараживания пищевых объектов, так и для экстрагирования сухих веществ в раствор [22, 40, 41, 57, 58, 93]. Так, по данным Осиповой с соавторами [57] обработка ягод черной смородины токами СВЧ в зависимости от мощности и продолжительности воздействия может увеличить их температуру до 92°C. Но максимальный выход сока установлен при 85°C. Увеличение продолжительности воздействия с 1 минуты до 10 минут приводит к увеличению выхода фенольных соединений на 10%. При исследовании влияния СВЧ-нагрева на процессы экстракции свекольных выжимок установлено, что мощность 800 Вт в зависимости от продолжительности воздействия повышает температуру экстракта с 50 до 96°C, обеспечивая увеличение выхода сухих веществ, но для максимального извлечения

антиоксидантов оптимальная продолжительность воздействия составила 160 с при удельной мощности 640 Вт/ г · с. При этом увеличился выход антиоксидантов в 2,5 раза, что авторы объясняют повышением клеточной проницаемости за счет частичной деградации оболочек клеток [61]. С другой стороны, по исследованиям Еремеевой Н.Б. [28] только СВЧ воздействие при мощности 90 Вт в течение 1 минуты позволяет максимально извлечь фенольные соединения в экстракт ягод черной смородины. Увеличение продолжительности СВЧ воздействия до 5 минут сокращает их выход на 20%. Более мощное воздействие при 700 Вт за 1 минуту сокращает выход фенольных соединений на 8,8%.

Использование более низких температур при экстрагировании приводит к необходимости увеличения продолжительности СВЧ воздействия до 15-18 минут, что показано на примере экстрагирования листьев мяты [41]. При использовании для экстрагирования ягод продолжительность СВЧ воздействия не превышает 5 минут. Выход фенольных соединений уменьшается с увеличением времени воздействия при одинаковой мощности.

Жамсаранова С.Д. [29] исследовала факторы, влияющие на процесс экстрагирования фенольных соединений под действием СВЧ энергии, сухих выжимок ягод клюквы и брусники при использовании водно-спиртовых растворов разной концентрации. Было установлено, что независимо от гидромодуля с увеличением концентрации этанола в растворе продолжительность СВЧ воздействия снижается. Для сухих выжимок ягод клюквы оптимум установлен с содержанием этанола 40% и продолжительности воздействия 120 с, а для брусники – 60,4% и 63,3 с, соответственно.

Гусейнова Б.М. с соавторами [20] провели анализ эффективности экстракции СВЧ энергией водных и водно-спиртовых растворов разной концентрации плодово-ягодного сырья. На примере шиповника показано, что обработка СВЧ энергией мощностью 0,5 мВт / см<sup>2</sup> в течение 20 минут позволяет экстрагировать такое же количество БАВ в водный раствор, что и при настаивании его в течение 27 часов при температуре 20°C.

Wei E. с соавторами использовали энергию СВЧ поля для экстрагирования полисахаридов и антиоксидантов из выжимок облепихи с максимальным их выходом при гидромодуле 1:10 и мощности 600 Вт в течение 6 минут, что повышало температуру экстракта до 85°C [200].

СВЧ экстракцию можно осуществлять без растворителей за счет влаги растительного сырья, что обеспечивает получение концентрированного раствора [46]. Так, Michel T. [163] использовали СВЧ для экстрагирования ягод облепихи с повышенным выходом общих фенольных соединений, обеспечивающих повышение его АОА (DPPH и FRAP тесты). Оптимальные режимы экстракции мощность магнетрона 1000 Вт, время воздействия 50 с при помещении 4 г ягод в объем 50 мл, повторяемость 5 циклов. При использовании твердых растительных материалов, например, корня солодки, сочетают традиционные способы настаивания 0,5-2,5 часа и дальнейшую СВЧ обработку 30-70 Вт/г в течение 10-30 с, что обеспечивает эффективность экстракции и выход водного экстракта [46].

СВЧ обработку используют также для сушки растительного сырья, обеспечивающую сокращение процесса с 5-ти до 195 часов при конвективной сушке до 8-90 минут при СВЧ сушке с сохранением БАВ и естественной окраски, что было показано на примере ягод клюквы [207].

### **Заключение**

В России на протяжении многих лет наблюдается устойчивая ситуация недостаточного потребления свежих фруктов и ягод в питании. В г. Санкт-Петербурге коэффициент достаточности потребления свежих фруктов и ягод в среднем за 2015-2020 гг. составляет 0,84, который выше, чем для жителей Ленинградской области в 1,6 раза.

Ягоды являются источниками природных антиоксидантов с преобладанием антиоксидантов фенольного типа, но их антиоксидантные свойства зависят не только от количественного и качественного состава БАВ, но и от их природного синергизма. Ягоды семейства вересковых черника, голубика, клюква и брусника

характеризуются высокими антиоксидантными свойствами, главенствующая роль в которых принадлежит антоцианам. Дикорастущие ягоды содержат больше БАВ, чем их культивируемые формы.

Короткий вегетационный период дикорастущих ягод ограничивает их использование в нативном виде в питании. Даже хранение ягод в течение месяца может привести к потерям антиоксидантов фенольного типа от 7 до 48%, а витамина С – до 62%. Переработка ягод в соки расширяет границы их использования, но основная часть антиоксидантов переходит в выжимки.

Выжимки ягод используют для получения порошков и экстрактов. Использование инновационных способов экстрагирования – ультразвука, ИК-обработки, высокого давления, энергии СВЧ поля и других способствует большему выходу в экстракт БАВ и формированию антиоксидантных свойств. Для экстрагирования используют разные экстрагенты, которые, за исключением воды, невозможно использовать напрямую в пищевых технологиях. Имеются сведения о преимуществе водного СВЧ экстрагирования по сравнению с ультразвуком. Преимуществом СВЧ экстрагирования является быстрота, эффективность, безопасность и отсутствие необходимости приобретения дополнительного оборудования при экстрагировании выжимок ягод в малых объемах, характерных для кулинарий гипермаркетов или индустрии питания.

## ГЛАВА 2. ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТА, ВЫБОР ОБЪЕКТОВ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Цели и задачи, поставленные в диссертационной работе, предполагают выделить основные этапы работы и провести поэтапное планирование проведения исследований.

### 2.1 Постановка экспериментальных исследований

Дизайн экспериментальных исследований представлен на рис. 2.1, исследования представляют собой шесть основных этапов.

На первом этапе проведено теоретическое обоснование возможности использования выжимок из дикорастущих ягод для получения экстрактов. Для этого были изучены современное состояние научных исследований химического состава, состава антиоксидантов и АОА ягод и выжимок из них; возможные варианты использования выжимок в пищевых целях; возможности получения экстрактов с использованием традиционных и инновационных способов экстрагирования.

На втором этапе исследовали потенциал потребительского рынка пищевых продуктов с использованием фруктово-ягодного сырья для здорового питания и выбрать объекты, в которых можно использовать экстракты из выжимок (ЭВ) дикорастущих ягод. При этом очень важно было знать потребительский спрос, мотивации и предпочтения, чтобы охарактеризовать готовность потребителей к приобретению пищевых продуктов с использованием экстрактов из выжимок ягод.

На третьем этапе изучали химический состав и антиоксидантные свойства (состав индивидуальных антиоксидантов и суммарная АОА) ягод семейства вересковых и выжимок после отжима соков.

На четвертом этапе получали ЭВ ягод с использованием СВЧ нагрева. Для этого необходимо было оптимизировать процесс экстрагирования, подобрав гидромодуль и СВЧ режимы, для максимального экстрагирования сухих веществ с учетом выхода экстракта и максимальной АОА полученных экстрактов.

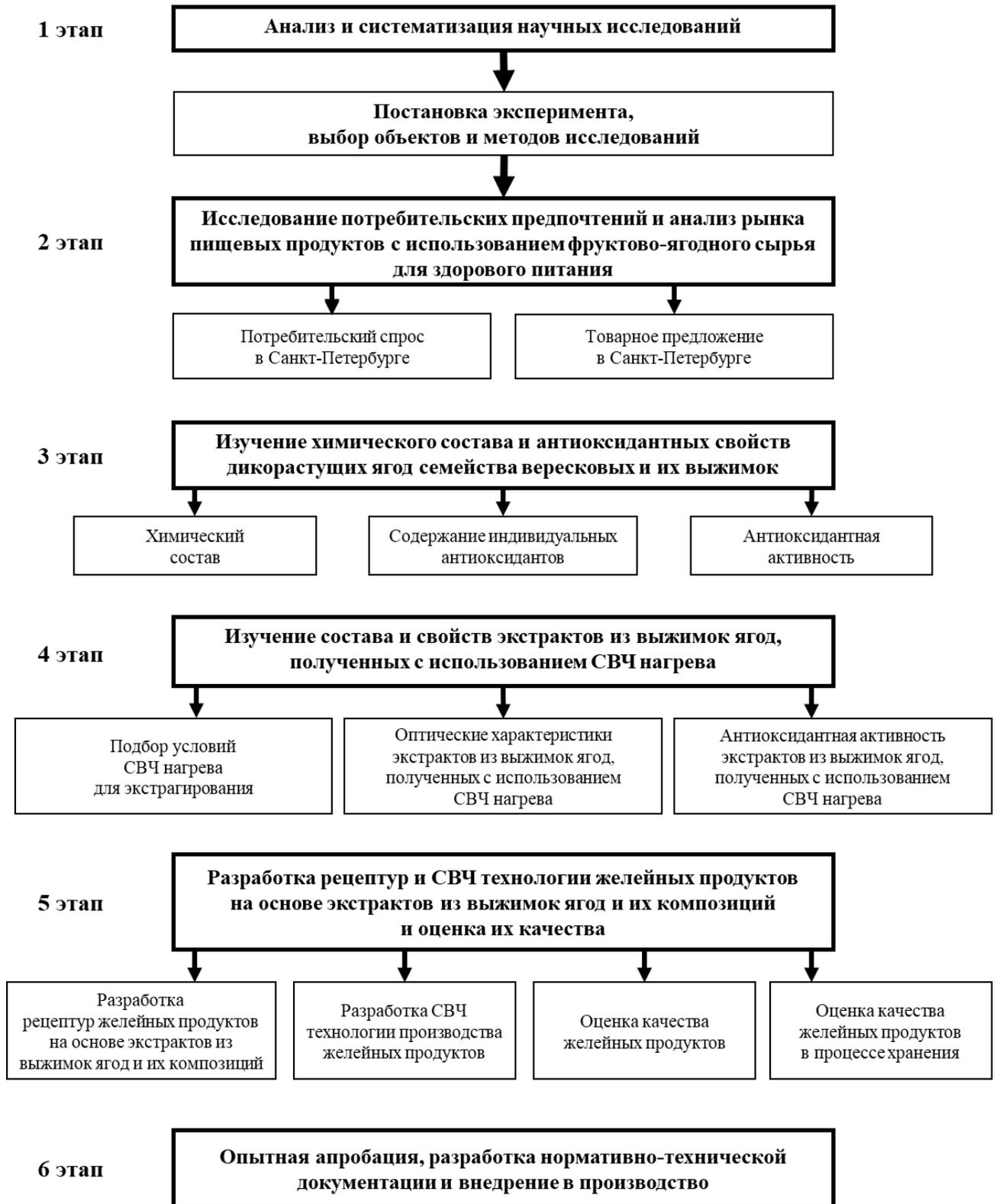


Рисунок 2.1 – Дизайн экспериментальных исследований

При этом учитывалось дальнейшее использование полученных экстрактов, в частности, что при производстве продуктов жележных (ПЖ), они будут

обеспечивать их окраску за счет растительных пигментов. Поэтому оптимизация процесса экстрагирования проводилась с учетом не только выхода экстрактов, но и их оптических характеристик. Дифференциация полученных экстрактов по вкусовым качествам в зависимости от вида используемых выжимок предположила возможность моделирования разных видов экстрактов для составления композиций для оптимизации органолептических свойств и минимизации добавленного сахара в дальнейшем в ПЖ.

На пятом этапе полученные ЭВ дикорастущих ягод и их композиций использовали для производства ПЖ, которые оценивали по органолептическим, физико-химическим и структурно-механическим показателям, а также изучали их антиоксидантные свойства сразу после выработки и в процессе хранения.

На каждом этапе исследований полученные экспериментальные данные, которые проводились в 3-5-кратной повторности, обрабатывались методами математической статистики с привлечением программных средств Microsoft Excel 2019 для Windows 10. Параметры оптимизации процесса экстрагирования получены с использованием программной среды MathCad 14.0.

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории «Товароведение и экспертиза потребительских товаров» Высшей школы сервиса и торговли Института промышленного менеджмента, экономики и торговли Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, лаборатории Экспертно-криминалистической службы Центрального экспертно-криминалистического таможенного управления г. Санкт-Петербурга, лаборатории ООО «МИП «АМТ», ООО «МИП «Биоресурс», г. Санкт-Петербург.

Полученные данные экспериментальных исследований были апробированы в условиях ООО «МИП «Биоресурс» и предприятий индустрии питания г. Санкт-Петербурга (ООО «Русь», ООО «Март») (приложения А–В), позволили разработать нормативно-техническую документацию на ПЖ на основе ЭВ из выжимок ягод (приложения Г–Е) и запатентовать способ производства желейных продуктов (приложение Ж), отдельные результаты нашли применение в организации образовательного процесса (приложение И).

## 2.2 Объекты исследований

Объектами исследований являлись ягоды семейства вересковых: черника, голубика, клюква и брусника; выжимки из ягод после отжима сока; экстракты из выжимок; ПЖ на основе экстрактов из выжимок ягод и композиций.

Ягоды были собраны на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области в период полного созревания. Для исследований использовали целые, свежие, спелые ягоды без плодоножек и повреждений, соответствующие требованиям ГОСТ 34219-2017 «Черника и голубика свежие. Технические условия», ГОСТ 33309-2015 «Клюква свежая. Технические условия», ГОСТ 20450-2019 «Брусника свежая. Технические условия».

Для получения выжимок из ягод проводили прямой отжим сока на электромеханической машине для отжима сока «ЭКМ-3», АО «Электросила», Санкт-Петербург, Россия. Долю мякоти в соке определяли после его фильтрования через складчатый фильтр.

ЭВ ягод получали в микроволновой печи мощностью 800 Вт, частотой генерации 2450 МГц при разных режимах воздействия от 288 Вт до 800 Вт. Тестирование микроволновой печи осуществляли по ГОСТ Р МЭК 60705-2011 «Печи микроволновые бытовые. Методы измерения функциональных характеристик».

Для экстрагирования использовали гидромодуль (выжимки : вода) – 1:10; 1,5:10. Объем взятый для экстрагирования от 100 до 500 мл. Продолжительность СВЧ нагрева от 60 до 180 с. Сразу после СВЧ воздействия измеряли температуру экстракта, затем выдерживали его в течение 10 мин и фильтровали. Контролем служили экстракты, полученные с использованием горячей воды и настаиванием в течение 10 мин.

ПЖ вырабатывали на основе полученных экстрактов. В качестве дополнительного сырья использовали:

- желатин пищевой П-11, ГОСТ 11293-89;
- сахар белый, ГОСТ 33222-2015.

Для приготовления ПЖ использовали ЭВ ягод, композиции ЭВ различных ягод. В качестве структурообразователя использовали желатин, позволяющий формировать структуру ПЖ без использования сахара и регулирования кислотности. Для нивелирования выраженного кислого вкуса ПЖ использовали сахар белый в разных концентрациях. Желатин растворяли в части экстракта и замачивали в течение 40 минут, затем смешивали сахар (при необходимости) со всем количеством экстракта, доводили до кипения (контроль) или нагревали в СВЧ печи при мощности 800 Вт в течение 60 с (опыт), и разливали в формы. Формование ПЖ осуществляли в формы из силиконового каучука, производства «ИКЕА», Швеция; пластиковые стаканчики (для желе). Формовые ПЖ извлекали из форм после полного формирования структуры. Исследования проводили в образцах после остывания (формованных ПЖ – после выемки из форм) и при хранении. Хранение формованных ПЖ, упакованных в контейнеры, и ПЖ в герметично закрытых стаканчиках осуществляли при температуре  $(4\pm 2)^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха 70-75%.

### **2.3 Методы исследований**

Экспериментальные исследования проводили с использованием визуальных и инструментальных методов.

Для анализа ягод, выжимок и экстрактов использовали физико-химические методы исследования:

- сухие вещества в ягодах и выжимках определяли методом высушивания до постоянной массы при температуре  $+50^\circ\text{C}$  в сушильном шкафу;
- растворимые сухие вещества в ЭВ определяли рефрактометрически по ГОСТ 2173-2013;
- массовую долю титруемых кислот по ГОСТ 25555.0-82 с пересчетом на лимонную кислоту;
- массовую долю общих сахаров по ГОСТ 8756.13-87;
- массовую долю сырой клетчатки – по ГОСТ Р 52839-2007;

- массовую долю пектиновых веществ – титриметрическим методом по ГОСТ 29059-91;
- массовую долю золы согласно ГОСТ 13979.6-69.

#### *Определение состава сахаров*

Массовую долю сахаров, входящих в состав ягод и выжимок проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии по ГОСТ 31669-2912 на жидкостном хроматографе «Agilent 1260 Infinity II» (США). Внутренним стандартом служили растворы сахарозы, глюкозы, фруктозы в бидистиллированной воде. Полученные результаты обрабатывались с помощью программного обеспечения прибора.

#### *Определение состава органических кислот*

Состав органических кислот определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии по ГОСТ 33410-2015 на жидкостном хроматографе «Agilent 1260 Infinity II» (США). Отнесение пиков осуществляли по временам удерживания после серии калибровочных анализов модельных смесей органических кислот. Индексы удерживания Ковача рассчитаны по данным серии n-алканов.

#### *Определение минеральных элементов*

Состав минеральных элементов определяли методом рентгеновской флуоресценции при их возбуждении рентгеновским излучением и энергодисперсионным способом регистрации на энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре «Rigaku Nex CG», США. Идентификацию минеральных элементов проводили в автоматическом режиме по градуировочной кривой, построенной по стандартным образцам.

#### *Исследование оптических характеристик соков и экстрактов*

Оптические характеристики соков и ЭВ ягод определяли спектрофотометрически на спектрофотометре SHIMADZU 1240 в диапазоне длин волн 410-630 нм с использованием в качестве раствора сравнения дистиллированную воду [18]. Интенсивность окраски ( $I_{520}$ ) объектов

рассчитывали как сумму оптической плотности при длинах волн  $D_{420}$  и  $D_{520}$ ; оттенок (Т) как отношение значений оптической плотности  $D_{420} / D_{520}$  [100, 101].

Для расчета координат цвета X, Y, Z использовали метод Сюдро-Марека-Кортеса с целью приведения их в соответствие с международной колориметрической системой XYZ [18]. Расчет координат проводили с учетом значений оптической плотности при длинах волн 445, 495, 550 и 625 нм по следующим формулам:

$$X = 0,42D_{625} + 0,35D_{550} + 0,21D_{445} \quad (1)$$

$$Y = 0,20D_{625} + 0,63D_{550} + 0,17D_{495} \quad (2)$$

$$Z = 0,24D_{495} + 0,94D_{445} \quad (3)$$

Долю цвета рассчитывали как отношение значений отдельных координат X, Y, Z к их сумме, принимая во внимание, что сумма всех цветов равна единице, характерной для белого цвета.

#### *Методы исследований индивидуальных антиоксидантов*

Витамин С определяли фотометрически при длине волны 500 нм по ГОСТ 24556–89 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С».

Общее количество фенольных соединений определяли модифицированным методом Фолина–Чокальтеу на спектрофотометре SHIMADZU 1240 («SHIMADZU», Япония) при длине волны 750 нм [118]. Фенольные соединения окисляются реактивом Фолина–Чокальтеу, который в свою очередь восстанавливается в смесь окислов вольфрама и молибдена голубого цвета. Абсорбция раствора при 725 нм пропорциональна содержанию общих фенольных соединений. Полученные результаты выражены в мг галловой кислоты.

Общую сумму флавоноидов определяли по оптической плотности комплексов, образующихся при взаимодействии флавоноидов с хлоридом алюминия, на спектрофотометре SHIMADZU 1240 при длине волны 420 нм [73].

В качестве стандарта использовали рутин. Полученные результаты выражали в мг рутина.

Общее содержание антоцианов в пересчете на цианидин-3-глюкозид определяли по [171] методом рН-дифференциальной спектрофотометрии при рН 1,0 и 4,5 образцов при длине волны 510 и 700 нм, соответственно, на спектрофотометре SHIMADZU 1240. Содержание антоцианов рассчитывали с использованием молярного коэффициента экстинкции 29600 (цианидин-3-глюкозид) и значений оптической плотности по формуле:

$$A = [(A_{510} - A_{700})pH1,0 - (A_{510} - A_{700})pH4,5] \quad (4)$$

Содержание антоцианов выражали в мг эквивалент цианидин-3-гликозида в 100 г сухого вещества.

#### *Определение качественного состава антоцианового комплекса*

Для определения качественного состава антоцианов использовали систему капиллярного электрофореза «Капель 105 М» (ОАО «НПФ Люмэкс», Россия).

Антоцианы выделяли и анализировали по [140]. Спектры поглощения элюента регистрировали в диапазоне длин волн от 400 до 600 нм с постоянной времени 0,12 с использованием фотодиодного матричного детектора, электрофореграмму контролировали при поглощении 580 нм. Подвижность каждого пика была нормализована по внутреннему стандарту.

#### *Методы исследований антиоксидантных свойств*

Антиоксидантные свойства ягод, выжимок, ЭВ определяли двумя методами – по антирадикальной активности по отношению к DPPH радикалу и по хелатирующей способности методом FRAP.

#### *Определение антирадикальной активности методом DPPH*

Антирадикальную активность определяли по Глевинду [73] с использованием стабильного свободного радикала дифенилпикрилгидразида (DPPH), который восстанавливается в реакции с антиоксидантом. Оптическую плотность измеряли при длине волны 517 нм на спектрофотометре SHIMADZU

1240 («SHIMADZU», Япония). Антирадикальную активность определяли по калибровочному графику и выражали в пересчете на АК.

#### *Определение антиоксидантной активности методом FRAP*

Антиоксидантную активность (хелатирующую способность) определяли методом FRAP с хлоридом железа и *o*-фенантролином на спектрофотометре SHIMADZU 1240 при длине волны 505 нм [73]. Метод основан на способности хлорного железа (III) окислять антиоксиданты. При этом хлорное железо (III) восстанавливается до хлористого железа (II), количество которого определяется по интенсивности окраски при добавлении *o*-фенантролина. АОА определяли по калибровочному графику и выражали в пересчете на АК.

#### *Методы контроля показателей безопасности*

Контроль содержания токсичных элементов: свинец – по ГОСТ 26932-86, мышьяк – по ГОСТ 26930-86, кадмий – по ГОСТ 26933-86, ртуть – по ГОСТ 26927-86. Удельную активность цезия-137 определяли по ГОСТ 32161-2013.

Микробиологические показатели: патогенные микроорганизмы – по ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002), количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов – по ГОСТ 10444.15-94, бактерии группы кишечных палочек – по ГОСТ 31747-2012, плесени и дрожжи – по ГОСТ 10444.12-2013.

#### *Методы исследования продуктов желейных*

Органолептические показатели – внешний вид, вкус, запах, цвет, консистенцию – определяли по самостоятельно разработанной 20-балльной шкале оценки органолептических показателей качества желейных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод и их композиций при температуре  $(18\pm 3)^\circ\text{C}$  (приложение К, табл. К.1).

Массовую долю влаги по ГОСТ 5900–2014. Плотность ( $\text{г/см}^3$ ) ПЖ определяли как соотношение массы к заданному объему.

Характеристики прочности ПЖ определяли на приборе «Структурометр СТ-2» с использованием индентора «Блюма», измеряя усилие при его внедрении в подготовленную пробу на глубину 4 мм при скорости движения (внедрения) 1,0

мм/с после усилия касания 7 г. Полученная при этом максимальная величина усилия нагружения (г) интерпретируется как «Bloom strength» геля.

Стойкость к синерезису в ПЖ определяли в процессе хранения в закрытых контейнерах при температуре +4°C в течение 28 ч путем измерения объема выделившейся жидкости.

#### *Маркетинговые исследования*

Сбор информации о структуре ассортимента продукции осуществляли в розничных торговых сетях г. Санкт-Петербург «Окей», «Карусель», «Лента», «Ашан», «Призма»: по два розничных торговых предприятия в разных районах города. Информацию собирали прямым подсчетом товарных позиций и считыванием информации, заявленной производителем в маркировке.

Для установления предпочтений и мотиваций потребителей использовали методы прямого анкетирования покупателей розничных торговых предприятий города Санкт-Петербурга и интернет-опрос по разработанной анкете (приложение Л). Объем выборки составил 900 человек, в том числе женщин – 503, мужчин – 397. Количество респондентов, опрошенных в разных районах города, гарантирует репрезентативность выборки и корректность результатов опроса.

### **ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ И АНАЛИЗ РЫНКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРУКТОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ**

Структура ассортимента пищевых продуктов для здорового питания на потребительском рынке зависит от спроса и предложения. Но направляющей линией развития ассортимента являются Методические рекомендации МР 2.3.1.0253–21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», которые отвечают принципам здорового питания и должны использоваться при планировании объемов производства в том или ином количестве на предприятиях различных форм собственности АПК.

#### **3.1 Дифференциация потребительских предпочтений при выборе пищевых продуктов с использованием фруктово-ягодного сырья для здорового питания**

Изучение потребительского спроса проводили путем случайного прямого анкетирования потребителей в гипермаркетах и через интернет, проживающих в разных районах г. Санкт-Петербурга. Анкетирование проводилось с целью установления осведомленности потребителей о пищевых продуктах с использованием фруктово-ягодного сырья для здорового питания и направлений его развития в сегменте жележных продуктов. Анкета была разработана автором и представлена в приложении Л.

Большинство потребителей г. Санкт-Петербурга (96,7%) знают, что здоровый образ жизни предполагает употребление пищевых продуктов для здорового питания, но это совершенно не предполагает выполнение ими этого требования. Так, разница между знанием и желанием по результатам анкетирования составила 29,5% (рис. 3.1).

При этом не смогли дать ответ на вопрос о том, придерживаются они в жизни принципам здорового питания, 18,3% респондентов, хотя о здоровом питании, как

составляющей образа жизни, затруднились ответить в 8,7 раз меньше респондентов.

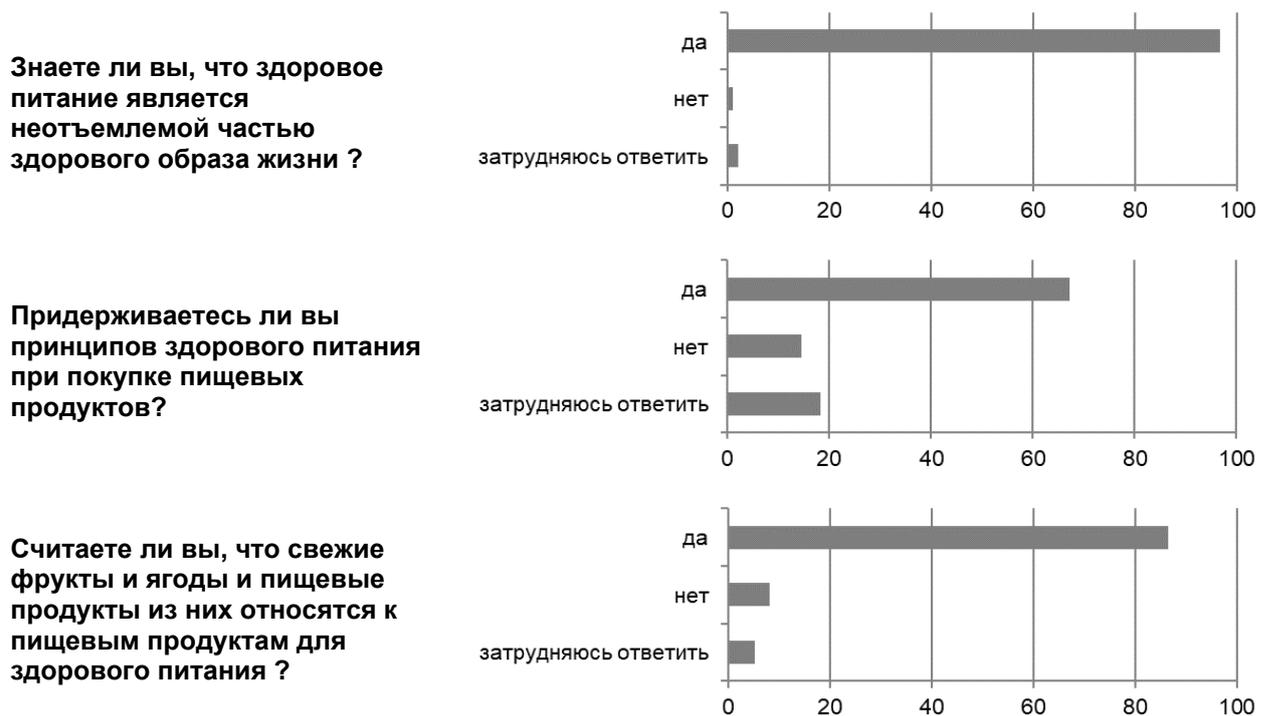


Рисунок 3.1 – Мнение потребителей о здоровом питании,  
% от общего количества ответов респондентов

Основное количество респондентов (86,5%) считают, что фрукты и ягоды и продукты из них полезны для здоровья. Но некоторые (8,2%) на этот вопрос смотрят шире и поэтому отрицательно на него ответили. На такой ответ могли оказать различные факторы, например, реклама или антиреклама в средствах массовой информации, часто создающая иллюзию пользы или вреда для здоровья. Но многие потребители черпают сведения из информации, предоставленной производителем в маркировке (рис. 3.2). По данным опроса 61,5% респондентов читают информацию о составе продукта перед его приобретением. Меньше потребителей (36,8%) доверяют тому, что если продукт выработан по ГОСТ, то он полезен для здоровья.

Тем не менее, довольно высоким остается количество потребителей (45,2%), которые получают информацию из средств массовой информации (газеты, телевидение, интернет). Потребителей, доверяющих рекламе – 40,5%.

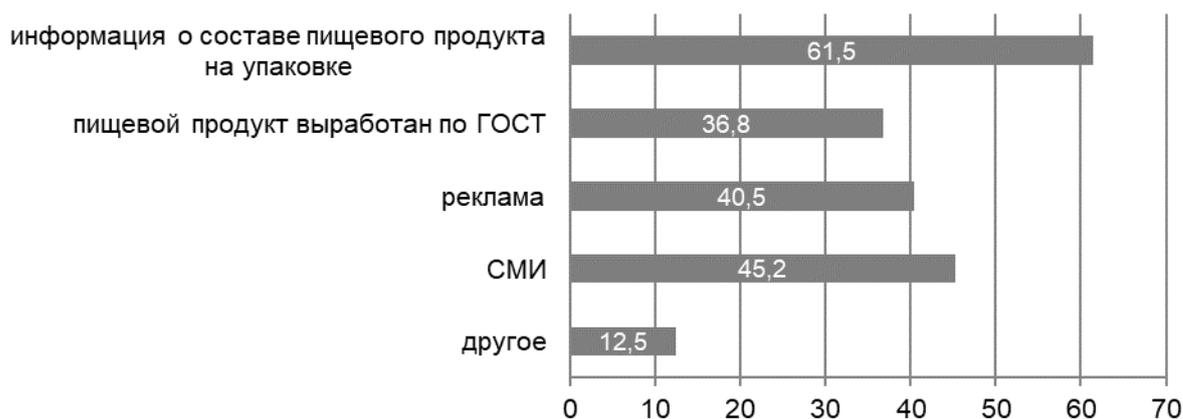


Рисунок 3.2 – Источники информации о пользе для здоровья пищевых продуктов, %, респондентов

Стимулирующими факторами приобретения пищевых продуктов являются вкусовые качества (98,5%) > отсутствие пищевых добавок (89,3%) > цена (70,8%) (рис. 3.3).

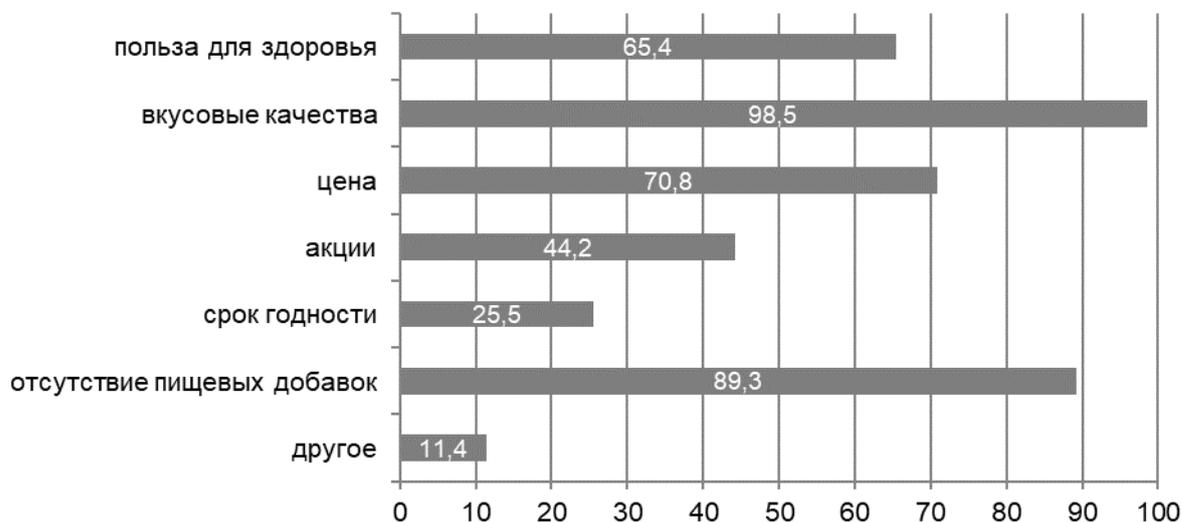


Рисунок 3.3 – Стимулы приобретения пищевых продуктов, % респондентов

Дисбаланс между «вкусно и полезно» в совокупности результатов анкетирования создает то, что польза для здоровья занимает лишь четвертое место для стимулирования покупки. Превалируют вкусовые качества продукта без пищевых добавок и с невысокой ценой.

Среди пищевых продуктов из фруктово-ягодного сырья, полезными для здоровья потребители единодушно выбрали свежие фрукты и ягоды, но к сушеным и замороженным отнеслись более осторожно (рис. 3.4). Более привычным для них было считать, что замороженные фрукты и ягоды сохраняют все полезные вещества, а при сушке они разрушаются в большей степени. Из напитков более предпочтительными для здоровья стали соки, чем нектары, что подтверждают положительные ответы 96,9 и 77,4%, соответственно.

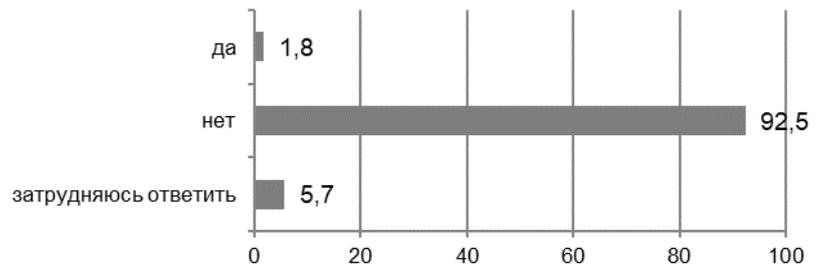


Рисунок 3.4 – Потребительский рейтинг пользы для здоровья фруктов, ягод и продуктов их переработки, % респондентов

Фруктово-ягодные кондитерские изделия, независимо от их конкретного вида, занимают последние позиции в потребительском рейтинге (рис. 3.4). И если 22,8% респондентов считают, что варенье и джемы полезны для здоровья, то за желе проголосовало только 10 человек, что составило 0,01% респондентов. Мармелад потребители также не считают продуктом для здорового питания, на что могло оказать влияние наличие в продаже большого его количества, выработанного без использования натуральных соков и пюре.

На прямой вопрос об отнесении фруктово-ягодных изделий к пищевым продуктам для здорового питания, потребители также ответили отрицательно, обосновав это не только присутствием пищевых добавок в составе продуктов, но и излишнем количеством сахара, особенно в варенье (рис. 3.5).

**Можно ли считать фруктово-ягодные изделия полезными для здоровья?**



**Почему фруктово-ягодные изделия нельзя считать полезными для здоровья?**

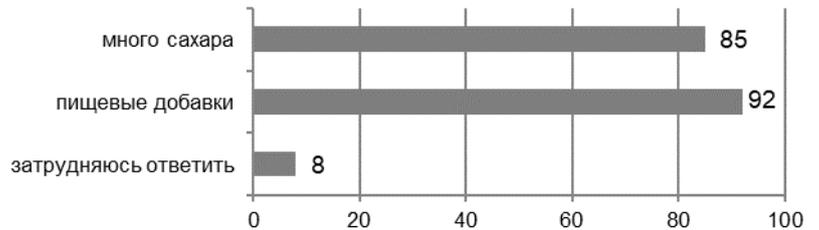
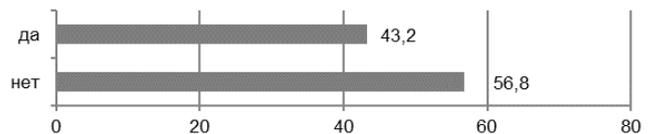
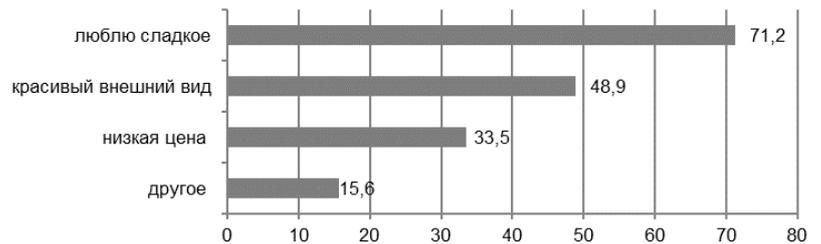


Рисунок 3.5 – Мнение потребителей о пользе для здоровья фруктово-ягодных кондитерских изделий, % респондентов

**Вы покупаете железные продукты (мармелад или желе)?**



**Назовите причины совершения покупки мармелада или желе?**



**Назовите причины отказа от покупки железных продуктов (мармелад или желе)?**

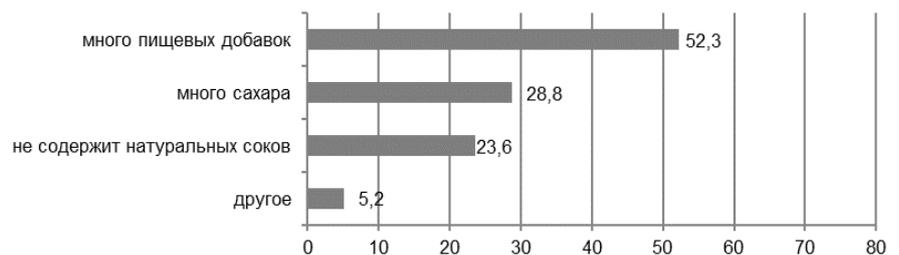


Рисунок 3.6– Отношение потребителей к покупке мармелада и желе, % респондентов

Из фруктово-ягодных изделий студнеобразной консистенции – мармелада и желе 43,2% респондентов их покупают из-за красивого внешнего вида и невысоких розничных цен, преимущественно их покупают любители сладкого (рис. 3.6).

Однако большая часть опрошенных (56,8%) отказываются от их покупки из-за использования в их составе пищевых добавок, большого количества сахара и отсутствия натуральных ингредиентов типа соков или пюре, что подтверждает исследование структуры ассортимента жележных продуктов (рис. 3.1).

В перспективе потребители ожидают, что ПЖ будут менее калорийными, но такими же вкусными с красивым внешним видом (рис. 3.7). Лечебно-профилактические свойства жележных продуктов потребителей интересуют меньше (30,8%), при этом сроки хранения не должны быть меньше, чем те, которые были ранее. Потребители выражают готовность к покупке жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод при условии высоких вкусовых свойств, пользы для здоровья и не очень высокой цены (рис. 3.8).

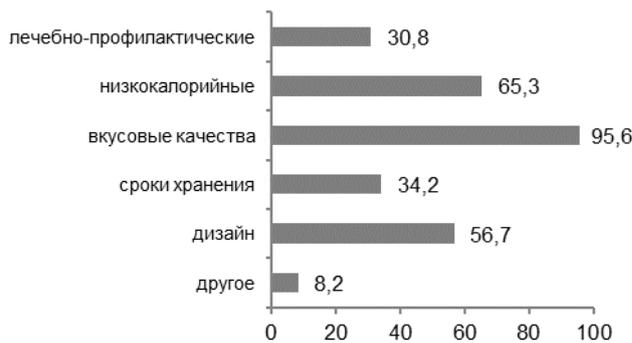


Рисунок 3.7 – Оценка потребительских свойств жележных продуктов для совершения покупки, % ответов респондентов

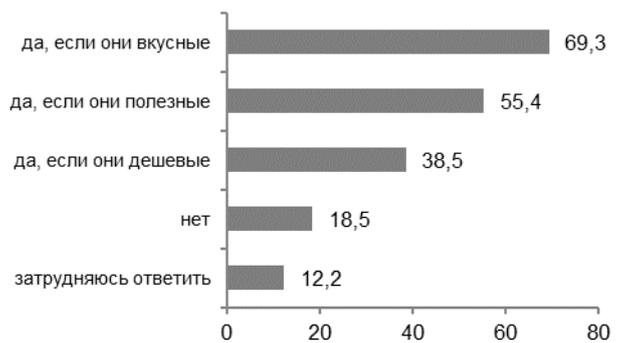


Рисунок 3.8 – Отношение потребителей к жележным продуктам на основе экстрактов из выжимок, % ответов респондентов

Все, кто отдал свой голос за покупку жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод (69,3%), на первое место поставили вкусовые качества. При этом польза этих продуктов для здоровья интересует не всех, а только 55,4% респондентов. Не охваченным сегментом потребителей явились те, кто не смог ответить на этот вопрос в настоящий момент. Их можно рассматривать как потенциальных покупателей.

### **3.2 Анализ товарного предложения пищевых продуктов с использованием фруктово-ягодного сырья для здорового питания в розничной торговле г. Санкт-Петербурга**

Фрукты и ягоды реализуются, как в свежем виде, так и в виде продуктов переработки, прежде всего соковой продукции, замороженных и консервированных продуктов и фруктово-ягодных изделий [74]. Среди продуктов переработки фруктов и ягод можно выделить пищевые продукты, в которых потребители уверены, что их употребление принесет пользу для здоровья и именно это является стимулом для покупки. К таким пищевым продуктам можно отнести соковую продукцию. С другой стороны, есть пищевые продукты, которые покупают не из-за пользы для здоровья, а просто потому, что они вкусные и не обязательно полезные, но отказаться от них потребители не могут. К таким продуктам относятся кондитерские изделия, среди которых можно выделить фруктово-ягодные изделия, и они могут быть источниками природных антиоксидантов.

Для анализа ассортимента продукции были выбраны по 2 торговых объекта типа «гипермаркет» или «супермаркет» крупных торговых сетей, территориально расположенных в разных районах города Санкт-Петербурга и на прилегающих территориях Ленинградской области. В работе представлены усредненные данные. При этом следует отметить, что магазины внутри одной торговой сети с одинаковым товарооборотом и торговой площадью имели идентичный ассортимент, что связано с оптовыми закупками сети и дальнейшим распределением по торговым объектам.

Ассортимент соковой продукции в супермаркетах и гипермаркетах г. Санкт-Петербурга довольно разнообразный – соки, нектары, сокосодержащие напитки, морсы. Анализ ассортимента соков и нектаров представлен на рисунке 3.9.

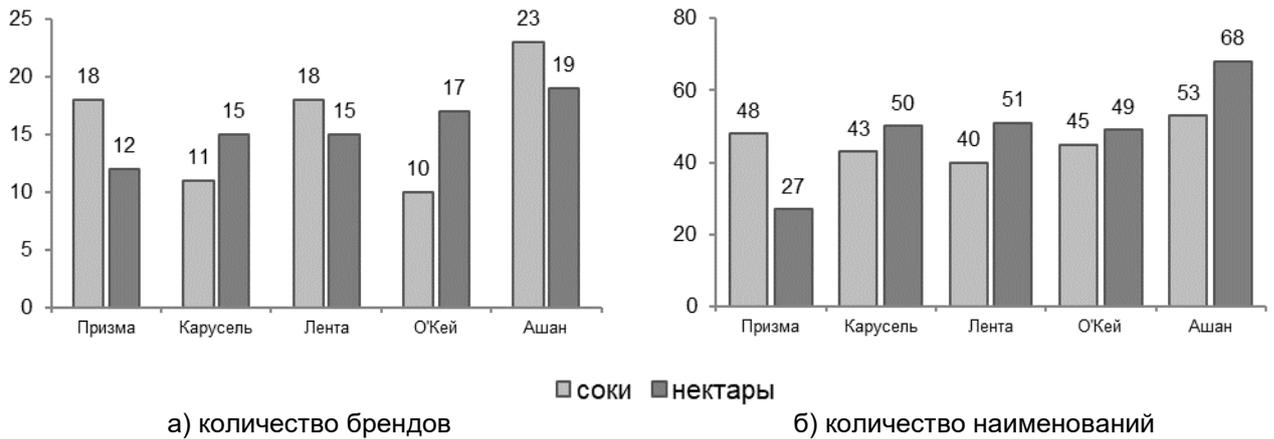


Рисунок 3.9 – Структура ассортимента соков и нектаров в торговых сетях г. Санкт-Петербурга

В целом сложно говорить о преобладании соков или нектаров в магазинах. В одних – «Призма», «Лента», «Ашан» по количеству представленных брендов преобладают соки, в других – «Карусель», «О'Кей» - нектары. Но по количеству наименований только в супермаркетах «Призма» преобладают соки, в остальных – нектары, хотя наиболее существенная разница между соками и нектарами наблюдалась только в гипермаркете «Ашан» – около 22%.

Морсы и сокосодержащие напитки не занимают значительную долю в ассортименте, которая составляет 2 и 11%, соответственно, против 48 и 41% для нектаров и восстановленных соков.

При производстве концентрированных соков и пюре происходит дополнительная потеря антиоксидантов фенольного типа, а производство нектаров за счет добавления воды также уменьшает их количество [162, 166].

В соковом производстве могут использовать ягодное сырье. Количество соков и нектаров с использованием ягодного сырья представлено в гипермаркетах ограничено, обычно 2-3 наименованиями за исключением виноградного сока, который реализуется как самостоятельный продукт, так и в составах смешанных соков и нектаров. Ограниченность самостоятельного использования ягодного сырья в производстве соков может быть связана с интенсивностью и насыщенностью вкуса и аромата соков из ягод. Поэтому их чаще можно встретить

в составе нектаров. Так, производственная компания «Ягоды Карелии» под собственным брендом выпускает нектар из морошки, нектар из черники, в состав которых входит сок морошки или сок черники, соответственно, прямого отжима и сахарный сироп. Под брендом «Swell» реализуются нектары «Черника» из сока черники прямого отжима с добавлением сахара и воды. Под брендом «Дикая ягода» ООО «Сибирская ягода» реализуется нектар облепихи из облепихового пюре, сахара и воды. Но могут использовать концентрированные соки из ягод для производства соков. Например, концентрированный ежевичный сок для производства сока ежевичного «Nar».

Нивелирование насыщенности вкуса сока из ягод возможно при использовании его в рецептурах смешанных соков. Так, под брендом «Натурово» реализуется смешанный сок прямого отжима из яблок и черники, под брендом «Сады Придонья» смешанный сок из яблок и черной смородины. Смешанные нектары могут быть дополнены соками или пюре из черной смородины, черноплодной рябины, малины, клубники и реализовываться под наименованием «Фруктовый микс», например, бренды «Моя семья» или «Джус Тим».

Повысить антиоксидантные свойства соковой продукции может использование экстрактов пряностей в составе продукции [179]. Экстракты лавра и кориандра в соке под брендом «Goodini» (АО МПБК «Очаково»), базилика в соке из смеси овощей «Золотая Русь», реализуемые на потребительском рынке, могут разнообразить не только вкусовые свойства продукции, но и придавать им антиоксидантные свойства. Но также это возможно и за счет использования вкусо-ароматического растительного сырья. Так, в нектаре «Яблоко-черноплодная рябина-вишня-мята» под брендом «Моя семья» содержится экстракт мяты.

На рынке появилось направление использования пищевых добавок в производстве соковой продукции – нектарах, что снижает их ценность с точки зрения пользы для здоровья. Количество такой продукции в розничной торговле пока ограничено и представлено, в частности, брендом «Моя семья», где регулирование вкусовых качеств осуществляют за счет пищевых добавок – регуляторов кислотности, натуральных ароматизаторов и антиокислителей в виде

АК. Используют и красители. В гранатовом соке «Nar» – натуральный краситель антоциан, в нектаре цитрусовый микс «Моя семья» – краситель ликопин.

Для регулирования кислотности нектаров чаще всего используют лимонную кислоту, иногда молочную. Для примера можно привести нектары брендов «Фруктовый сад», «J7», «Любимый», «Джус Тим», «Fitweek», «Del Nar», «Удачный день», «Добрый» и другие. Кроме лимонной кислоты все нектары вырабатывают с добавлением сахара или сиропов, за исключением нектаров из манго, гуавы. Даже нектары из бананов могут содержать добавленный сахар (ТМ «Santal»).

Таким образом, в крупных торговых сетях г. Санкт-Петербурга преобладают, хотя и незначительно, нектары по сравнению с соками. Все нектары вырабатываются с использованием регуляторов кислотности и добавленного сахара. Нектары из ягод морошки, черники, облепихи не содержат регуляторов кислотности, но выработаны с добавлением сахара. Их количество в гипермаркетах представлено 1-2 наименованиями.

В настоящее время лидирующие позиции по удельному весу на рынке Санкт-Петербурга среди аналогичной продукции занимают фруктовые соки и нектары производства российских подразделений таких транснациональных корпораций, как The Coca-Cola Company (бренды «Rich», «Моя семья», «Pulpy», «Добрый») и PepsiCo (бренды «Любимый», «J7», «Фруктовый сад», «Я») – 30 и 35% соответственно. ОАО «Сады Придонья», выпускающее продукцию под брендом «Сады Придонья», занимает порядка 10% рынка соковой продукции, а ООО «Южная соковая компания» (бренды «Дары Кубани», «Вико», «Сочная долина») – около 3% [81]. Кроме крупных производителей на российском рынке в небольшом количестве представлена продукция местных производств и собственных торговых марок, принадлежащих торговым сетям. В целом ситуация на рынке Санкт-Петербурга отражает основные тенденции российского рынка. В зависимости от региона могут наблюдаться незначительные изменения, связанные с покупательской способностью населения.

В розничной торговле Санкт-Петербурга фруктово-ягодные кондитерские изделия представлены преимущественно пастильными изделиями (зефир, пастила)

и мармеладом, доля которых практически одинакова – 35,8 и 40,4%, соответственно. Варенье, повидло, джемы и конфитюры в общей совокупности составляют 20,8%. Отнесение фруктово-ягодных кондитерских изделий к пищевым продуктам для здорового питания весьма проблематично в связи с использованием в их рецептурах большого количества добавленного сахара, а также современных тенденцией использования сырьевых полуфабрикатов и пищевых красителей, особенно в жележном мармеладе.

В розничной торговле г. Санкт-Петербурга ассортимент фруктово-ягодных изделий студнеобразной консистенции представлен мармеладом и желе, включающим до 20 брендов в суммарном количестве в зависимости от гипермаркета (рис. 3.10).

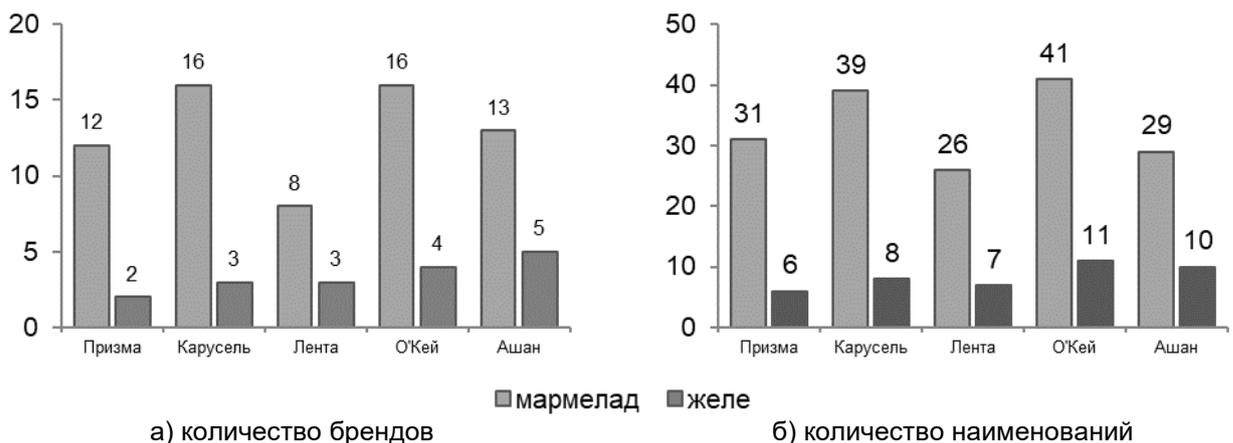


Рисунок 3.10 – Структура ассортимента мармелада и желе в гипермаркетах г. Санкт-Петербурга

Количество брендов, под которыми реализуется мармелад, и общее количество наименований зависит от торговой сети: О'Кей > Карусель > Ашан ≥ Призма > Лента. Но в целом ассортимент отличается широтой.

В ассортименте каждого бренда может присутствовать от 1 до 26 наименований. Примером могут служить «Живые конфеты» ООО «Конфаэль Коллекция», 26 позиций в ассортименте отличаются использованием различного фруктово-ягодного сырья. В магазинах города количество позиций мармелада

может составлять от 26 до 41, но широта ассортимента колеблется только от 0,2 до 0,4 по отношению к ассортименту, вырабатываемого производителями.

Напротив, ассортимент желе довольно узкий, представлен 2-5 брендами и 6-11 наименованиями. Весь ассортимент желе выработан без использования натуральных компонентов, а только с использованием пищевых добавок – красителей, регуляторов кислотности, синтетических ароматизаторов с использованием желатина. Поэтому имеет название «...со вкусом...» в зависимости от используемого ароматизатора. В ассортимент желе входит желе с фруктами. Основа та же самая, но добавлены, например, ягоды клубники.

Мармелад, реализуемый в розничной торговле, в составе содержит информацию об использовании структурообразователей – пектина, агара, желатина, смеси пектина и желатина или без структурообразователей за счет концентрированного яблочного или черносливого пюре. Преобладает мармелад на основе пектина (рис. 3.11). Все эти ингредиенты являются натуральными.

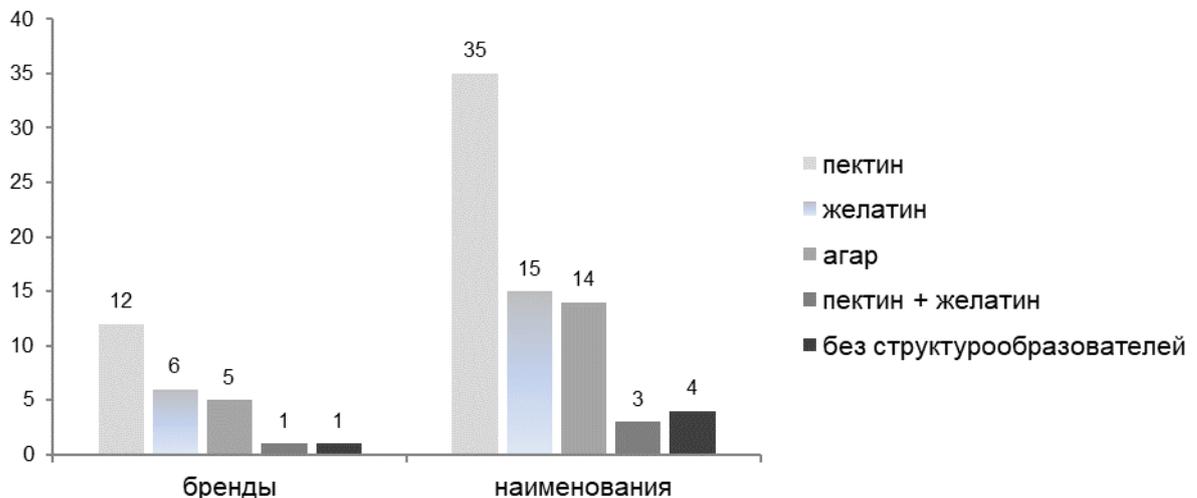


Рисунок 3.11 – Количество брендов и товарных позиций мармелада в среднем в торговых сетях г. Санкт-Петербурга

Использование большого количества пюре не только формирует консистенцию продукта, но и вкусовые качества, что позволяет производителям отказаться от ароматизаторов. Тем не менее, большинство производителей вырабатывают мармелад с использованием пищевых добавок – ароматизаторов,

красителей и консервантов, что позволяет им экономить сырье и продлевать сроки годности продукта.

Доля мармелада с пищевыми добавками преобладает, составляя 74-85% от всего ассортимента, реализуемого на рынке Санкт-Петербурга (рис. 3.12), фактически подрывая рассмотрение жележных продуктов, как продуктов здорового питания для потребителей любителей сладкого.

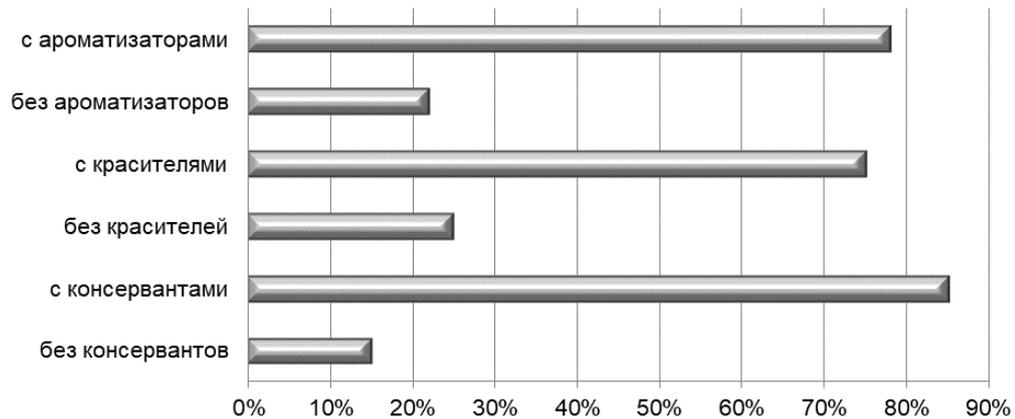


Рисунок 3.12 – Структура ассортимента мармелада в зависимости от использования в составе пищевых добавок

Кроме рассмотренных пищевых добавок в состав мармелада могут входить компоненты, без которых невозможно формирование органолептических свойств. Особенно это касается пектина, под действием которого, формирование консистенции мармелада происходит только при определенном соотношении сахара и кислоты. Большинство мармелада, представленного в торговле, содержит лимонную кислоту, являющейся пищевой добавкой и выполняющей функцию регулятора кислотности. Для нивелирования кислого вкуса в мармелад добавляют сахар, патоку, а иногда и заменители сахара (табл. 3.1). Даже мармелад с соком, позиционирующий себя, как натуральный продукт, может содержать не только лимонную кислоту, но и цитрат натрия, а для усиления аромата – ароматизаторы.

Таблица 3.1 – Характеристика компонентного состава фруктово-ягодных кондитерских изделий с натуральными ингредиентами

Наименование	Компонентный состав				
	фруктовые компоненты	структуро-образователи	регуляторы кислотности	сладкие вещества	ароматизаторы, красители
Мармелад					
Мармелад жележный «Фруктовый сад» с соком	пюре абрикосовое и клубничное, сок лайма, черной смородины и кислой вишни	пектин	кислота лимонная, цитрат натрия	сахар, патока	натуральные ароматизаторы
Мармелад «Белевские сладости»	пюре яблочное, сок по наименованию	пектин яблочный	кислота лимонная	сахар, патока	натуральные ароматизаторы
Мармелад с натуральным соком «Фруктовый коктейль» «Мармеландия»	сок виноградный, экстракты лимона, клубники, персика	пектин	кислоты молочная, яблочная, лимонная, цитрат калия	сахар, патока	натуральные ароматизаторы, красители натуральные – сок черной моркови, куркумин, кармин, хлорофилл
Живые конфеты «Лакомство для здоровья»	малина / черника / апельсин и т.д.	агар	кислота лимонная	фруктоза, патока	сорбиновая кислота
Пастилки					
Пастилки из фруктового пюре «Правильные сладости»	пюре сливовое / яблочное, яблочный сок	пектин			
Фруктовые пастилки «Te Gusto»	пюре яблок / вишня / абрикос				
Снеки					
Снеки яблочно-фруктовые «Живые фрукты»	пюре клубничное, яблочное	пектин	кислота лимонная	мальтит, фруктоза	

При рассмотрении состава ингредиентов мармелада «Живые конфеты» установлено использование, как натуральных ингредиентов, так и сахара, патоки и лимонной кислоты. Таким образом, бренд «Живые конфеты» в большей степени является маркетинговым ходом для привлечения потребителей.

В ассортименте фруктово-ягодных изделий произошли изменения, и кроме мармелада, появились новые продукты из фруктово-ягодного сырья – пастилки и снеки. Их вырабатывают из фруктового пюре с добавлением соков, что разнообразит ассортимент. Реализуются пастилки с использованием яблочного пектина «Правильные сладости» АО Кондитерская фабрика «Пермская», а также без структурообразователей – фруктовые пастилки «Te Gusto» ИП «Манукян А.». Однако фруктовые пастилки «Te Gusto», которые, по сути, представляют собой натуральный продукт – высушенные фрукты, реализуется только в торговой сети «Ашан».

Ситуация с фруктовыми снеками совсем другая. В составе снеков «живые фрукты» присутствует лимонная кислота и сахарозаменитель – мальтит, потребление которого, ограничивается, и не должно превышать 65 г в сутки. В 100 г снеков содержится 29% мальтита от суточной нормы потребления.

Основными производителями мармелада, представленного на рынке Санкт-Петербурга, являются АО «Кондитерская фабрика «Ударница» (бренд «Мармеландия»), холдинг «Объединённые кондитеры» (бренды «Рот Фронт», «ЕСO-botanica», «Почемучка»), кондитерское объединение «Славянка» (бренды «Фрутландия», «Детский сувенир»), ООО «Кондитерская фабрика «Нева» (бренды «Нева», «Мармелайф», «Мармелайт»), АО «Эссен Продакшн АГ» (бренд «Махеев»). Менее широко в розничных магазинах представлена продукция ООО «Конфаэль коллекция» (бренды «Живые конфеты», «Супермама», «Ясный ум»), ООО «Белевские сладости» (бренд «Белевские сладости»), ООО «Белёвская кондитерская компания» (бренд «Белёвская пастильная мануфактура»), что связано с более высокой стоимостью данной продукции по сравнению с аналогичными изделиями других производителей. Кроме того, мармелад выпускают ООО «Славконд», ООО «Кондитерская фабрика «Жако», ООО

«Невский кондитер Белинский», ООО «Русский кондитер», но их доля на рынке крайне мала.

На российском рынке представлено желе ограниченного числа производителей. Анализ ассортимента федеральных торговых сетей, розничных магазинов и интернет-магазинов показал, что желе представлено 2-5 брендами: в основном торговой маркой «Stailon» (две линейки продукции – «Гармония», «Удовольствие») – производитель ООО «Молочный завод «Преображенский». Собственные торговые марки желе, принадлежащие торговым сетям («То, что надо» – О'КЕЙ, «Моя цена» – Магнит и др.), вырабатываются также ООО «Молочный завод «Преображенский». Кроме того, в некоторых регионах представлено желе ООО «РостАгроКомплекс» под брендом «Ростагроэкспорт», продукция местных производителей и отделов кулинарии розничных торговых предприятий. Глубина каждого бренда не превышает 4 позиций. Узость ассортимента обусловлена низким потребительским спросом, приобретающим желе не более 4 раз в год [105], а он, в свою очередь, оказывает влияние на необходимость разработки желе с длительными сроками годности, что предполагает использование пищевых добавок, в частности консервантов. Так, желе «ЛеЛе» содержит сахар, желатин, лимонную кислоту, консервант, краситель натуральный кармин или куркумин, ароматизатор, в зависимости от последнего формируется наименование. В качестве консервантов используют сорбиновую кислоту или ее соли. Но и здесь производитель позиционирует свое желе, как низкокалорийный продукт. Аналогичный состав имеет и желе под брендом «Stailon» ООО «Молочный завод «Преображенский». Желе производят также в виде «ягод в желе», например, «Клубника в желе» бренд «Stailon». Для их производства используют натуральные ягоды, но само желе изготавливается с использованием ингредиентов, как и желе «со вкусом», причем с использованием ароматизаторов. Позиционировать такие продукты для здорового питания очень сложно, несмотря на присутствие натуральных фруктов или ягод.

Таким образом, в ассортименте фруктово-ягодных изделий студнеобразной консистенции преобладает мармелад, вырабатываемый с использованием пищевых

добавок – красителей, ароматизаторов и консервантов. Доля мармелада с натуральными ингредиентами составляет 15-26%, если не учитывать, что регулятор кислотности – лимонная кислота является обязательным компонентом для формирования структуры и консистенции продукта.

Желе, представленное на рынке Санкт-Петербурга, независимо от наименований «со вкусом» или «ягоды в желе» изготовлено с использованием пищевых добавок.

Таким образом, проведенный анализ состояния рынка пищевых продуктов с применением фруктово-ягодного сырья для здорового питания и потребительский опрос позволили сделать следующие выводы:

- в розничной торговле г. Санкт-Петербурга представлен достаточный ассортимент соковой продукции с преобладанием нектаров (48%) в составе большинства которых используют регуляторы кислотности преимущественно лимонную кислоту. На долю соков прямого отжима приходится только 1,2%. Ассортимент соковой продукции с использованием ягод представлен преимущественно нектарами из черники, морошки и облепихи или смешанными соками на основе яблочного;

- в ассортименте кондитерских изделий студнеобразной консистенции преобладает мармелад, преимущественно вырабатываемый с использованием пищевых добавок (74-85%) – красителей, ароматизаторов и консервантов. Доля мармелада с натуральными ингредиентами составляет 15-26%, если не учитывать, что регулятор кислотности – лимонная кислота является обязательным компонентом для формирования структуры и консистенции продукта с использованием пектина. Желе, представленное на рынке Санкт-Петербурга, независимо от наименований «со вкусом» или «ягоды в желе» изготовлено с использованием пищевых добавок, а изготовленное на основе соков или экстрактов – отсутствует;

- проведение потребительского опроса установило, что большинство потребителей (96,7%) знают, что здоровое питание является составляющей частью здорового образа жизни, но придерживаются его принципов только 67,2%

потребителей. Фрукты и ягоды и продукты, изготовленные на их основе, 86,5% потребителей считают полезными для здоровья. При выборе последних они, в большей степени, руководствуются информацией о составе, заявленной производителем на упаковке. Стимулирующими факторами приобретения пищевых продуктов с использованием фруктово-ягодного сырья являются вкусовые качества (98,5%) > отсутствие пищевых добавок (89,3%) > цена (70,8%), а фактор «польза для здоровья» занимает только четвертое место. Так, потребители более полезными считают соки, но приобретают в большей степени нектары;

– фруктово-ягодные изделия потребители не относят к продуктам здорового питания из-за добавленного сахара (варенье, джем, мармелад) и/или пищевых добавок (мармелад, желе) в составе продуктов. Их покупают, в основном, любители сладкого. Потребители выражают готовность к покупке жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод при условии высоких вкусовых свойств, пользы для здоровья и не очень высокой цены.

## **ГЛАВА 4. ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОД СЕМЕЙСТВА ВЕРЕСКОВЫХ, ВЫЖИМОК И ЭКСТРАКТОВ ИЗ НИХ**

Основными ягодами, произрастающими в лесах Северо-Западного федерального округа, в том числе в Ленинградской области, являются ягоды семейства вересковых – черника, голубика, клюква и брусника. Сезонность производства ягод ограничивает их использование в нативном виде. В настоящее время сфера использования переработанных ягод расширилась. Их все чаще стали использовать для производства соков и как компоненты в сокосодержащие напитки, коктейли, молочные продукты. Отжим сока приводит к образованию отходов – выжимок.

### **4.1 Изучение химического состава и антиоксидантных свойств дикорастущих в условиях Северо-Западного федерального округа ягод семейства вересковых и выжимок из них**

Сбор и заготовка дикорастущих ягод брусники, голубики, клюквы, черники осуществлялись в природных экосистемах Санкт-Петербурга и Ленинградской области, не загрязненных радиоактивными веществами, вдали от населенных пунктов, в соответствии с природоохранным законодательством Российской Федерации. Отбор проб и оценка качества проводились для черники и голубики по ГОСТ 34219-2017 «Черника и голубика свежие. Технические условия», для клюквы – по ГОСТ 33309-2015 «Клюква свежая. Технические условия», для брусники – по ГОСТ 20450-2019 «Брусника свежая. Технические условия» Для исследований были отобраны ягоды свежие, зрелые, целые, чистые, здоровые, соответствующие требованиям нормативной документации.

#### **4.1.1 Исследование химического состава ягод и выжимок**

Все ягоды относились к настоящим ягодам, имели характерную округлую форму, отличающуюся размерами, цветом и вкусом (табл. 4.1). Во всех ягодах

присутствовал характерный кислый вкус, наиболее выраженный в клюкве и бруснике. Ягоды черники и голубики имели только легкие кисловатые оттенки с преобладанием сладковатого вкуса. Поэтому их вкус можно было охарактеризовать как кисло-сладкий для черники, а для голубики, у которой сладковатые тона были выражены более интенсивно, как сладковатый с легкой кислинкой. Особенностью ягод голубики было присутствие сизого налета на поверхности кожицы, что в целом создавало впечатление более светлого синего цвета. В отличие от культивируемых сортов голубики с белой или зеленовато-белой мякотью дикорастущая голубика имела мякоть, окрашенную в темно-синий цвет, более выраженный, чем у кожицы из-за сизого налета. Ягоды клюквы на поверхности кожицы имели восковой налет.

Таблица 4.1 – Характеристика показателей качества исследуемых ягод

Показатели качества	Ягоды			
	черника	голубика	клюква	брусника
Внешний вид	свежие, здоровые, с равномерной окраской, немятые, чистые			
Цвет	темно-фиолетовый	темно-синий с сизым налетом	красный с восковым налетом	темно-красный с бордовым оттенком
Степень зрелости	зрелые			
Форма	округлая			
Вкус	кисло-сладкий	сладковатый с кислинкой	кислый	кислый
Аромат	характерный, выраженный			
Диаметр, мм	7-8	8-10	8-10	6-7

Ягоды были проверены на радиоактивность и присутствие токсичных элементов. Полученные результаты подтвердили, что ягоды были собраны в экологически чистом районе Ленинградской области. Удельная активность цезия-137 в ягодах не превышала 160 Бк/кг. Результаты исследований токсичных элементов представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Содержание токсичных элементов в ягодах

Ягоды	Токсичные элементы, мг/кг			
	свинец	мышьяк	кадмий	ртуть
Черника	0,010	н/о	н/о	н/о
Голубика	0,012	н/о	н/о	н/о
Клюква	0,010	н/о	н/о	н/о
Брусника	0,010	н/о	н/о	н/о
Норма по ТР ТС 021/2011, не более	0,4	0,2	0,03	0,02

Примечание: н/о – не обнаружены

В составе ягод был обнаружен только свинец, количество которого было меньше, чем допускается требования ТР ТС 021/2011, в 33-40 раз. Мышьяк, кадмий и ртуть обнаружены не были.

Отжим сока из ягод привел к образованию сока с мякотью и сырых выжимок (рис. 4.1). От вида ягод в большей степени зависел выход мякоти, полученный после фильтрования сока с мякотью. Причем мякоть содержала семена, что типично для настоящих ягод, и оставлять ее в соке, предназначенном для потребителя, нецелесообразно.

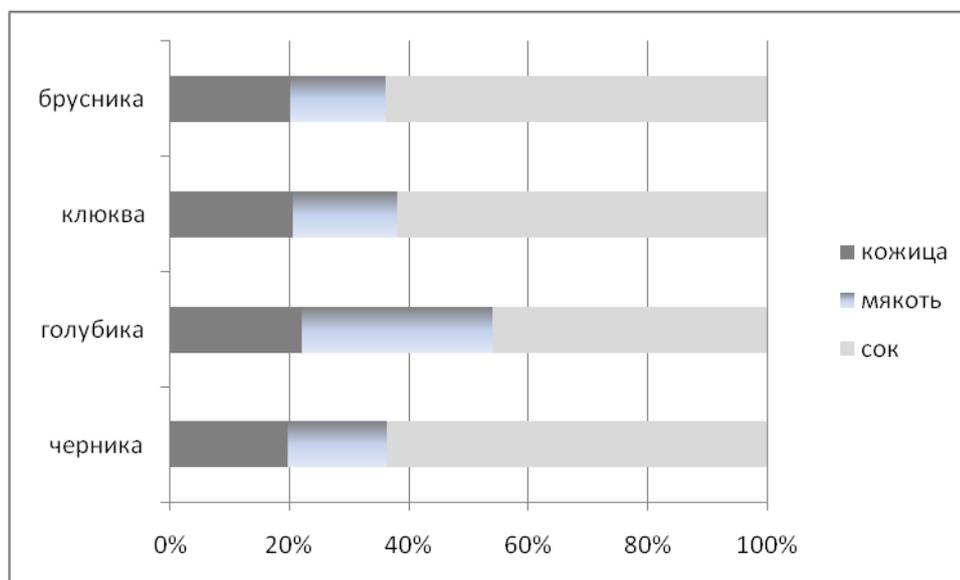


Рисунок 4.1 – Соотношение составных частей ягод при отжиме сока, %

Доля выжимок, представленных преимущественно кожицей, но с некоторой долей семян в меньшем количестве, чем в мякоти, изменялась незначительно в зависимости от вида ягод и составляла 19,8-20,5% с небольшим преимуществом в ягодах голубики. В них доля кожицы составила 22,1%, что было связано не с размером ягод, а с толщиной кожицы. При одинаковом диапазоне размера ягод голубики и клюквы (8-10 мм) количество сырых выжимок отличалось на 7,3% с преобладанием в голубике.

Химический состав изучали, как в ягодах, так и выжимках после отжима сока. Ягоды отличались содержанием сахаров и органических кислот при довольно близких значениях сухих веществ и экстрактивных сухих веществ (табл.4.3).

Таблица 4.3 – 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
Сахарокислотный индекс	5,73	4,52	2,65	2,84
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

На вкусовые качества ягод оказало влияние соотношение сахаров и кислот, представленное как сахарокислотный индекс. Этот показатель является динамичным в зависимости не только от места произрастания, но и погодных условий конкретного года, что показано в исследованиях Лоскутовой Е.В. [47]. По сахарокислотному индексу исследуемые образцы ягод можно было разделить на

две группы – более сладкие черника и голубика с индексом более 4-х и более кислые клюква и брусника с индексом менее 3-х.

Содержание клетчатки зависело от толщины кожицы и ее количества в ягодах, но не повлияло на выход выжимок, т.к. в соке ягод находятся семена, количество и размер которых нельзя не учитывать. В целом количество клетчатки не имело значительных различий между исследуемыми образцами ягод и колебалось от 1,33% в голубике при максимальном выходе выжимок до 1,75% в клюкве. Более значительные отличия в химическом составе ягод были установлены в содержании пектиновых веществ, по количеству которых лидировала голубика, а затем клюква. В ягодах голубики содержание пектиновых веществ было в 1,5 раза больше, чем в клюкве, а по сравнению с ягодами черники и брусники – превысило в 4 и более раз. Зольный остаток ягод находился в пределах от 2,11% в бруснике до 2,71% в голубике, что закономерно с учетом размера ягод, толщины кожицы и наличия семян в мякоти.

При отжиге сока из ягод происходило перераспределение сухих веществ, часть из которых переходила в сок с мякотью, а другая оставалась в выжимках.

Максимальная скорость отжима сока достигалась при эффективной работе устройства в случаях массовой доли сухих веществ в выжимках 46-50%. Дальнейшее увеличение зазора значительно снижало выход сока.

Количество сухих веществ в выжимках было в 2,6-2,7 раза выше, чем в соке.

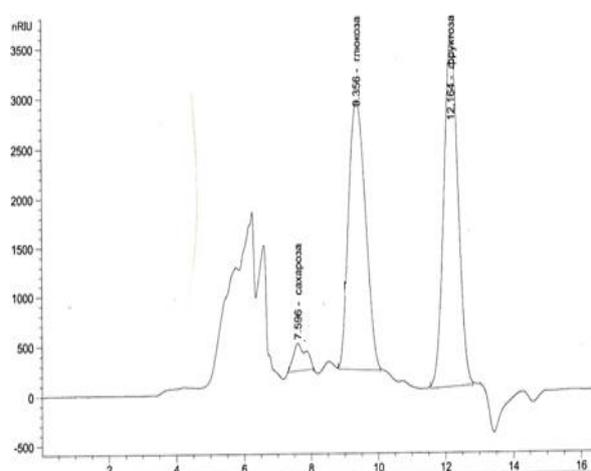
Для установления перераспределения отдельных сухих веществ исследования проводили в ягодах и выжимках, высушенных до постоянной массы.

С использованием метода жидкостной хроматографии были идентифицированы основные сахара (сахароза, глюкоза и фруктоза) ягод и выжимок из них, результаты исследования представлены в таблице 4.4. Хроматограммы сахаров представлены на рисунке 4.2.

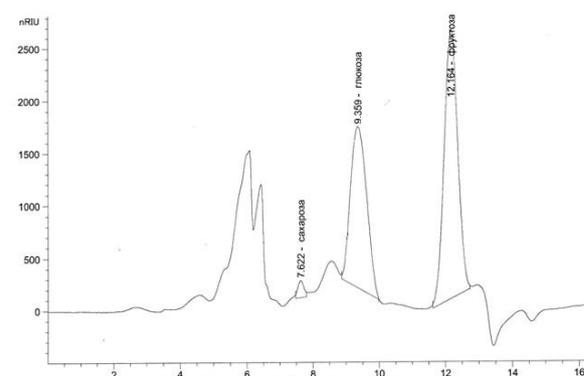
В ягодах независимо от их вида преобладали фруктоза и глюкоза. Причем фруктоза количественно преобладала в чернике, а глюкоза – в клюкве. Количество сахарозы было незначительным – около 1,0 % СВ. Только в клюкве ее количество было максимальным и составило 2,76 % СВ.

Таблица 4.4 – Состав основных сахаров дикорастущих ягод и выжимок, % СВ

Вид ягоды	Часть	Сахароза	Глюкоза	Фруктоза
Черника	ягода	1,00±0,02	11,50±0,10	13,00±0,42
	выжимки	0,50±0,02	6,90±0,20	10,00±0,30
Голубика	ягода	1,30±0,03	13,15±0,45	8,65±0,0,40
	выжимки	0,90±0,03	8,20±0,35	6,24±0,30
Клюква	ягода	2,76±0,06	18,53±0,45	1,19±0,05
	выжимки	2,00±0,06	16,80±0,45	3,60±0,06
Брусника	ягода	0,87±0,01	5,67±0,20	7,50±0,32
	выжимки	1,29±0,02	10,77±0,30	6,96±0,30



а) ягода



б) выжимки

Рисунок 4.2 – Общий вид хроматограмм основных сахаров ягод и выжимок на примере черники

В ягодах голубики глюкозы содержалось в 1,5 раза больше, чем фруктозы. Но по сравнению с клюквой глюкозы было меньше в 1,4 раза. Меньше всего сахарозы, глюкозы и фруктозы содержалось в ягодах брусники, что соответствует тенденции общего содержания сахаров среди исследованных ягод, представленных в таблице 4.3.

При переработке ягод перераспределение сахаров по составным частям зависело от их вида. В основном в сухих веществах выжимок содержалось меньше сахаров, чем в ягодах на 7,3-50% в зависимости от вида сахаров и ягод. Но выжимки брусники содержали больше сахарозы и глюкозы в 1,5 и 1,9 раза, соответственно, чем в сухих веществах ягод. Такая же тенденция была установлена и для фруктозы клюквы. Содержание фруктозы в сухих веществах клюквы было в 3 раза выше, чем в сухих веществах ягод. Это говорит о том, что моносахариды, как водорастворимые вещества, переходят в сок, но в разном количественном соотношении отдельных сахаров в зависимости от вида ягод. Поэтому было посчитано количественное соотношение отдельных сахаров в сухих веществах ягод и выжимок (рис. 4.3).

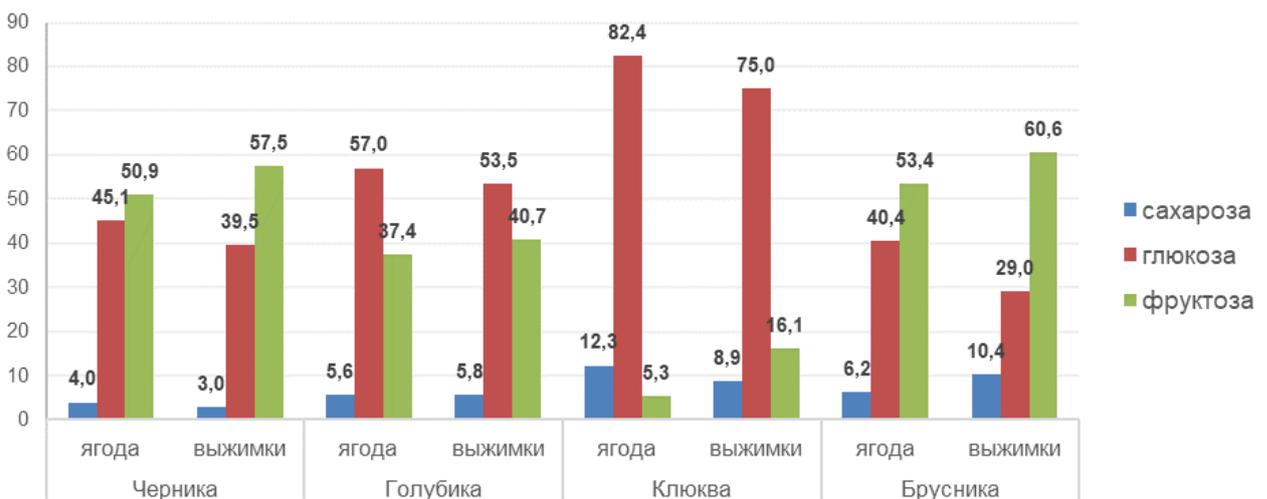


Рисунок 4.3 – Соотношение отдельных сахаров в сухих веществах ягод и выжимок, отн. %

Более 50% фруктозы было в сухих веществах ягод и выжимок черники и брусники. Причем ее количественное соотношение увеличивалось в выжимках на 6,6 и 7,2% соответственно. В голубике и клюкве соотношение фруктозы увеличивалось, но изначально было меньше в сухих веществах самих ягод. И если в сухих веществах ягод голубики фруктоза занимала 37,4%, а в выжимках увеличилось на 3,3%, то в клюкве ее доля была незначительна – всего 5,3% в ягодах и 16,1% - в выжимках.

В сухих веществах клюквы, как ягод, так и выжимок, преобладала глюкоза. Ее доля составила в ягодах 82,4%, в выжимках она уменьшилась на 7,4%, но все равно осталась доминирующим сахаром. В сухих веществах ягод и выжимок голубики соотношение глюкозы и фруктозы было похожем на ягоды и выжимки черники, но с превалированием глюкозы. При отжиме сока доля глюкозы в выжимках уменьшилась на 3,5%.

Доля сахарозы во всех ягодах и выжимках была незначительной – от 3% в сухих веществах выжимок черники и максимально большой – 12,3% в сухих веществах ягод клюквы. Таким образом, как в ягодах, так и в выжимках после отжима соков суммарно преобладают глюкоза и фруктоза. Это подтверждает данные других исследователей, например, Viljanen K. [194] опубликовано, что в ягодах брусники и соковой продукции, полученной с применением ферментных препаратов, количественно преобладают глюкоза и фруктоза. Преобладание фруктозы с относительной сладостью 180 может оказать влияние на сладкое восприятие вкуса, но, при этом необходимо учитывать содержание органических кислот.

Отдельные органические кислоты в ягодах и выжимках были идентифицированы с использованием газовой хроматографии (рис. 4.4).

Идентификацию органических кислот осуществляли по времени выхода, установленной по серии калибровочных анализов модельных смесей органических кислот и были рассчитаны индексы удерживания Ковача по данным серии n-алканов [3]. Было идентифицировано 5 органических кислот: бензойная, янтарная, яблочная, лимонная, изолимонная. Результаты представлены в таблице 4.5.

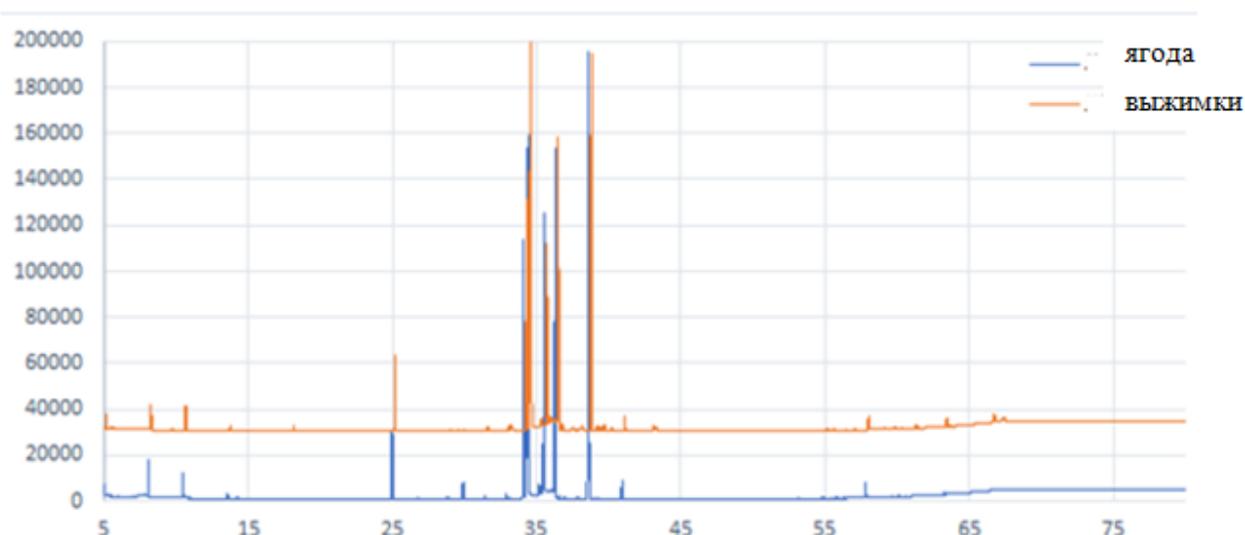


Рисунок 4.4 – Общий вид хроматограмм идентифицированных органических кислот ягод и выжимок на примере черники

Представленные результаты показали преимущественное содержание яблочной и лимонной кислот в исследованных образцах ягод и выжимок, что получено и другими авторами при исследовании ягод, соков и мезги [12, 45, 90]. Количество янтарной и изолимонной кислот составляло менее 1 мг/г.

Бензойная кислота была идентифицирована только в ягодах и выжимках клюквы и брусники, что обеспечивает длительную сохранность ягод и продуктов их переработки за счет антимикробных свойств [180]. Причем ее количество при отжиме сока увеличилось только в выжимках брусники почти в 2 раза. В выжимках клюквы количество бензойной кислоты практически не изменилось по сравнению с ягодами. В ягодах клюквы содержание бензойной кислоты было в 3 раза меньше, чем в ягодах брусники, а в выжимках – в 6 раз меньше.

По сумме идентифицированных органических кислот ягоды имели вид: клюква > брусника > голубика > черника, что соответствует титруемой кислотности ягод, представленных в таблице 4.3. В ягодах черники преобладала лимонная кислота, доля которой составляла около 80%. В голубике ее количество было больше в 1,2 раза, что повлияло на общую сумму органических кислот.

Таблица 4.5 – Содержание органических кислот в ягодах и выжимках, мг/г СВ

Органические кислоты	Время удерживания, мин.	Индекс Ковача	Черника		Голубика		Клюква		Брусника	
			ягода	выжимки	ягода	выжимки	ягода	выжимки	ягода	выжимки
Бензойная	16,85	1211	–	–	–	–	0,321	0,312	0,935	1,840
Янтарная	19,23	1298	0,006	0,020	0,008	0,009	0,025	0,011	–	–
Яблочная	25,00	1509	3,081	3,269	3,057	2,835	13,202	8,758	0,487	0,251
Лимонная	34,41	1852	12,911	14,276	15,995	13,069	12,639	13,595	19,331	23,166
Изолимонная	34,56	1857	0,028	0,676	0,011	0,228	0,010	0,021	0,012	0,029
Сумма	–	–	16,026	18,241	19,071	16,141	26,197	22,697	20,765	25,286

Примечание: данные представлены с доверительной вероятностью < 0,05

В ягодах клюквы органических кислот было больше, чем в чернике и голубике в 1,6 и 1,4 раза, соответственно. Но количественно яблочной и лимонной кислот было почти одинаково с небольшим различием – 0,563 мг/г СВ с преобладанием яблочной кислоты. Ягоды брусники содержали меньше органических кислот, чем ягоды клюквы на 21%. При этом в их составе доминировала лимонная кислота (93%), по сравнению с клюквой ее содержание было в 1,5 раза выше.

После отжима сока в полученных выжимках в зависимости от вида ягод ряд органических кислот изменился: брусника > клюква > черника > голубика, что говорит о неодинаковом переходе отдельных органических кислот. Количество яблочной кислоты увеличилось только в выжимках черники, а у выжимок остальных ягод уменьшилось. Количество лимонной кислоты уменьшилось только в выжимках голубики, а у остальных увеличилось. Но превалирование одних органических кислот над другими осталось прежним, как в целом в ягодах, так и в выжимках (рис. 4.5).

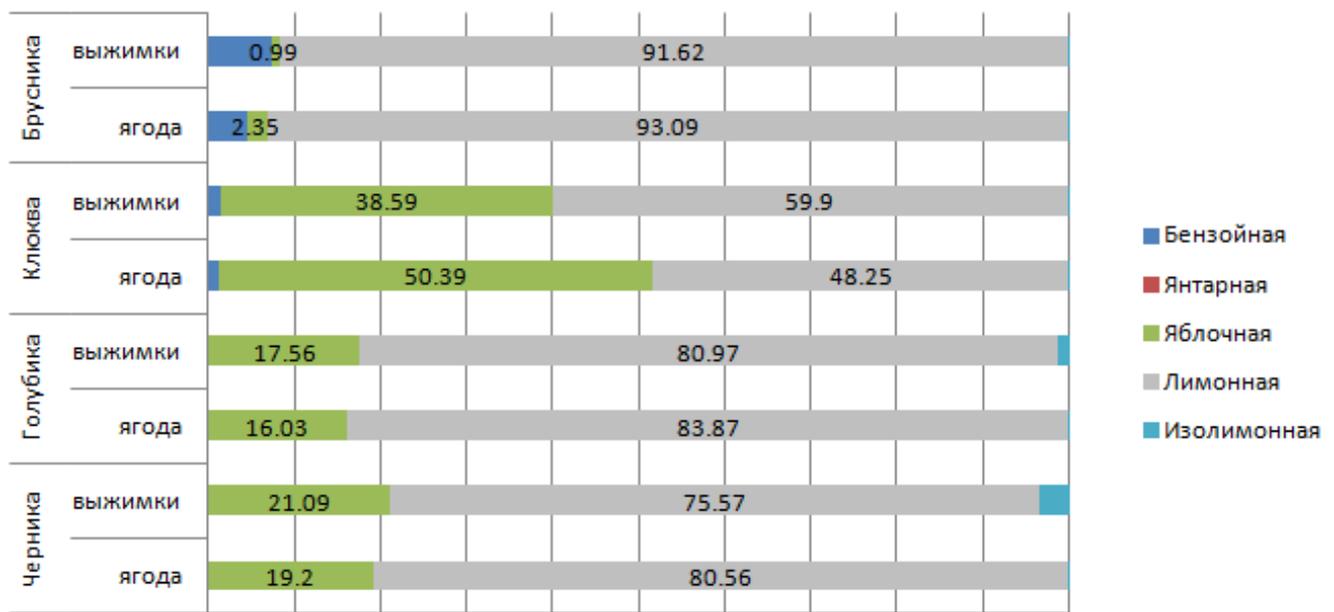


Рисунок 4.5 – Относительное содержание органических кислот от их суммы в сухих веществах ягод и выжимок, %

В выжимках клюквы и брусники увеличилось содержание бензойной кислоты, причем в большей степени в выжимках ягод брусники. Прирост значений составил 1,72 раза. В выжимках клюквы количество бензойной кислоты также возросло, но совсем незначительно – на 11,38%. Нужно отметить, что во всех образцах выжимок увеличилось содержание изолимонной кислоты, что нельзя сказать о янтарной, количество которой в выжимках черники уменьшилось, а голубики и клюквы возросло.

На основании идентифицированных сахаров и их коэффициентов сладости и органических кислот были рассчитаны сахарокислотные индексы для сухих веществ ягод и выжимок, которые представлены на рисунке 4.6.

После отжима соков из ягод произошло изменение сахарокислотных индексов, которые уменьшились во всех образцах, за исключением клюквы. Тем не менее, общая картина остается прежней, как при расчете сахарокислотного индекса ягод, представленная в таблице 4.3. Выжимки по сахарокислотному индексу можно разделить на две группы – первая с индексом выше 10 (черника, голубика), а вторая – меньше 10 (клюква, брусника). И если в ягодах между их видами была существенная разница индексов, то в выжимках разница снизилась и внутри группы различалась на 11,5% в первой группе, на 7% - во второй группе.

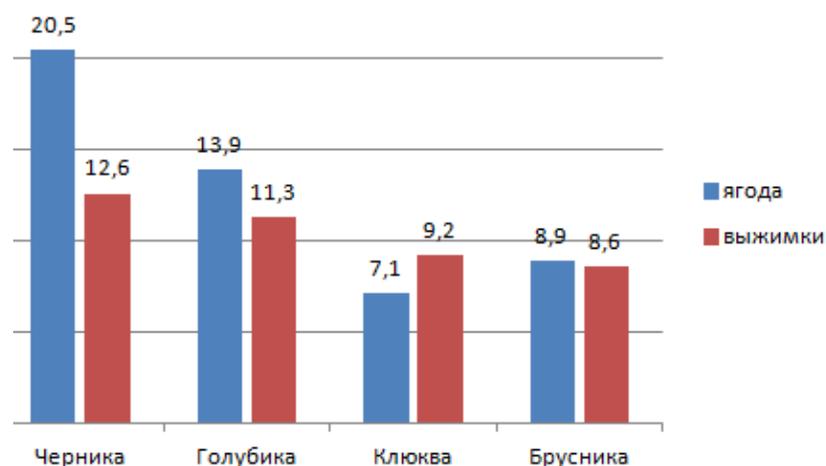


Рисунок 4.6 – Сахарокислотные индексы в сухих веществах ягод и выжимок

При отжиме сока одновременно с перераспределением органических веществ происходит перераспределение минеральных веществ (табл. 4.6).

Таблица 4.6 – Состав минеральных элементов в ягодах и выжимках

Объект	Содержание, % масс. СВ												
	K <sub>2</sub> O	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	ZnO	CuO	MnO	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	NiO
Черника													
ягода	58,70	24,50	4,95	4,09	1,22	0,18	4,73	0,100	0,098	0,90	0,40	0,12	0,012
выжимки	39,30	57,15	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	3,51	0,04	н/о
Голубика													
ягода	50,40	36,38	3,23	3,22	0,88	0,27	3,98	0,543	0,152	0,15	0,52	0,26	0,015
выжимки	39,40	56,62	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	3,60	0,38	н/о
Клюква													
ягода	49,30	30,84	4,11	5,70	1,47	1,25	5,09	0,858	0,292	0,60	0,38	н/о	0,110
выжимки	47,30	49,58	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	3,12	н/о	н/о
Брусника													
ягода	52,30	28,00	5,18	7,01	0,62	0,25	4,98	0,171	0,062	1,14	0,27	н/о	0,017
выжимки	35,60	63,34	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	1,06	н/о	н/о

Примечание: н/о – не обнаружены

Рентгено-флуоресцентным методом были идентифицированы основные макро- и микроэлементы, кроме натрия, магния, йода и селена.

В целом ягоды имели типичный состав минеральных элементов с незначительными колебаниями их количеств в разных видах ягод, что обусловлено одной и той же зоной произрастания. В составе макроэлементов были идентифицированы оксиды калия, кальция, фосфора, серы и хлора.

Как в целых ягодах, так в выжимках преобладали калий и кальций, что не противоречит литературным данным их состава в зольном остатке [56, 158]. По содержанию оксидов калия ягоды распределились следующим образом: черника > брусника > голубика > клюква. Доля калия в нативном остатке ягод черники была всего на 19% больше, чем в клюкве. Меньшее содержание оксидов калия в нативном остатке ягод голубики компенсировалось самым высоким содержанием оксидов кальция, которых было в 1,5 раза больше чем в чернике. В зависимости от количества оксидов кальция исследуемые образцы ягод имели следующий ряд: голубика > клюква > брусника > черника.

По сравнению с оксидами калия и кальция доля оксидов фосфора  $P_2O_5$  была незначительна – в 10-16 и 5-12 раз меньше, соответственно. Наибольшая доля была установлена в нативном остатке ягод брусники, а затем черники, клюквы, голубики.

По сравнению с опубликованными данными [56, 158] содержания минеральных веществ в зольном остатке результаты, полученные нашими исследованиями, показывают более низкие значения, что говорит о преобладании фосфора в выжимках в связанном состоянии.

Такая же картина характерна и для оксидов железа  $Fe_2O_3$ , которые могут входить в состав ферментов или в трудно растворимые фосфатные комплексы. Это подтверждают исследования [12]. В результате использования ферментных препаратов при получении брусничного сока содержание фосфора увеличивается в 1,23 раза, а железа – в 1,3 раза. Полученные экспериментальные результаты показывают как раз долю легко усвояемого железа в организме человека.

В составе микроэлементов кроме железа были идентифицированы: медь, цинк, никель, марганец, кремний, ванадий, титан. Качественный состав всех микроэлементов в ягодах был идентичен за исключением оксида ванадия  $V_2O_5$ . Он был обнаружен только в нативных остатках ягод черники и голубики, причем его было больше в 2,2 раза в голубике. Количественный состав микроэлементов различался между ягодами. Так, доля оксидов цинка, меди, никеля и кремния была наибольшей в клюкве, оксидов марганца и титана – в чернике. Среди микроэлементов у всех ягод была наибольшая доля оксида кремния, что обусловлено зоной произрастания – наличием песчаных почв в Выборгском районе Ленинградской области, в котором были собраны ягоды.

Выжимки ягод отличались количественным и качественным составом макро- и микроэлементов. В них были идентифицированы только оксиды калия и кальция из макроэлементов, титана и ванадия – из микроэлементов (только в выжимках черники и голубики). Их относительное содержание возрастало по сравнению с целой ягодой из-за отсутствия других элементов. Только доля оксида кальция в кожице и мякоти была меньше, чем в ягодах, что говорит о большом его содержании в соке. Основное количество макро- и микроэлементов ( $P_2O_5$ ,  $SO_3$ ,  $Cl$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $ZnO$ ,  $CuO$ ,  $NiO$ ) в выжимках ягод обнаружены не были, что говорит об их переходе в сок ягод.

Таким образом, проведенные исследования химического состава ягод и выжимок из них после отжима сока, показывают об изменениях в составе сахаров, органических кислот и минеральных веществ. В выжимках происходит концентрация сухих веществ, количество которых увеличивается в 3-4 раза в зависимости от динамического давления при отжиме соков. Распределение сахаров и органических кислот между соком и выжимками происходит неравномерно с большей тенденцией сокращения их содержания в выжимках. Но это не изменяет соотношения между сахарами и органическими кислотами, что подтверждает общая картина сахарокислотных индексов в сухих веществах ягод и выжимок.

#### 4.1.2 Изучение антиоксидантных свойств ягод и выжимок

Ягоды семейства вересковых несут огромную пользу для здоровья человека благодаря содержанию антиоксидантов преимущественно фенольного типа, особенно антоцианов, обуславливающих их окраску [16, 47, 49, 76, 77, 82, 109, 110, 188]. Наряду с фенольными соединениями, ягоды, как любой объект растительного происхождения, содержат витамин С. Но для ягод семейства вересковых содержание витамина С не очень высокое и колеблется в пределах 10-36 мг/100г [12, 47, 56, 77].

В работе было проведено исследование состава индивидуальных антиоксидантов ягод и выжимок черники, голубики, клюквы и брусники и суммарной АОА, что в совокупности может характеризовать их антиоксидантные свойства.

Результаты исследования индивидуальных антиоксидантов – общих фенольных соединений, общих флавоноидов, общих антоцианов и АК (витамина С), которые по мнению многих исследователей, обуславливают антиоксидантные свойства ягод, представлены в таблице 4.7. Все эти соединения представлены в значительных количествах в исследованных образцах ягод.

Таблица 4.7 – 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

В составе индивидуальных антиоксидантов наблюдалась общая тенденция в зависимости от их количественного содержания: фенольные соединения > флавоноиды > антоцианы > витамин С. Это отражает классификацию и иерархию фенольных соединений. В состав фенольных соединений, кроме флавоноидов, входят и другие соединения, имеющие в своем составе хотя бы одно ароматическое кольцо с одной или несколькими гидроксильными группами [91, 109]. Антоцианы являются подгруппой флавоноидов. Но это не означает, что их фактически определенное количество должно быть меньше, чем флавоноидов из-за использования разных методов и выбранного стандартного вещества.

Общее содержание фенольных соединений в ягодах находилось в пределах 588,9 – 425,5 мг ГК/100 г и имело ряд: черника > голубика > клюква > брусника. Из них основными антиоксидантами были флавоноиды и антоцианы, но ряд антоцианов в зависимости от вида ягод изменился. В ягодах голубики антоцианов определено больше на 3,1%, чем в ягодах черники, а в ягодах брусники на 3,7% больше, чем в ягодах клюквы. Отличия в количественном содержании антоцианов клюквы и брусники не были статистически значимыми.

Все ягоды содержали витамин С в пределах от 18,34 до 26,6 мг/100г, что составляет лишь 26-37% от суточной нормы потребления. Полученные значения характерны для ягод семейства вересковых, произрастающих в Ленинградской области с учетом климатических условий [4].

Выжимки ягод по сравнению с целыми ягодами содержали больше индивидуальных антиоксидантов, кроме витамина С, количество последнего было меньше в 2,66 (черника) – 3 (брусника) раза. Но при отжиме сока одновременно с сухими веществами происходит изменение массовой доли влаги. Поэтому для установления перераспределения индивидуальных антиоксидантов при отжиме сока был произведен теоретический расчет их содержания с учетом выхода сока и их количества в сухих веществах целых ягод и выжимок (рис. 4.7).

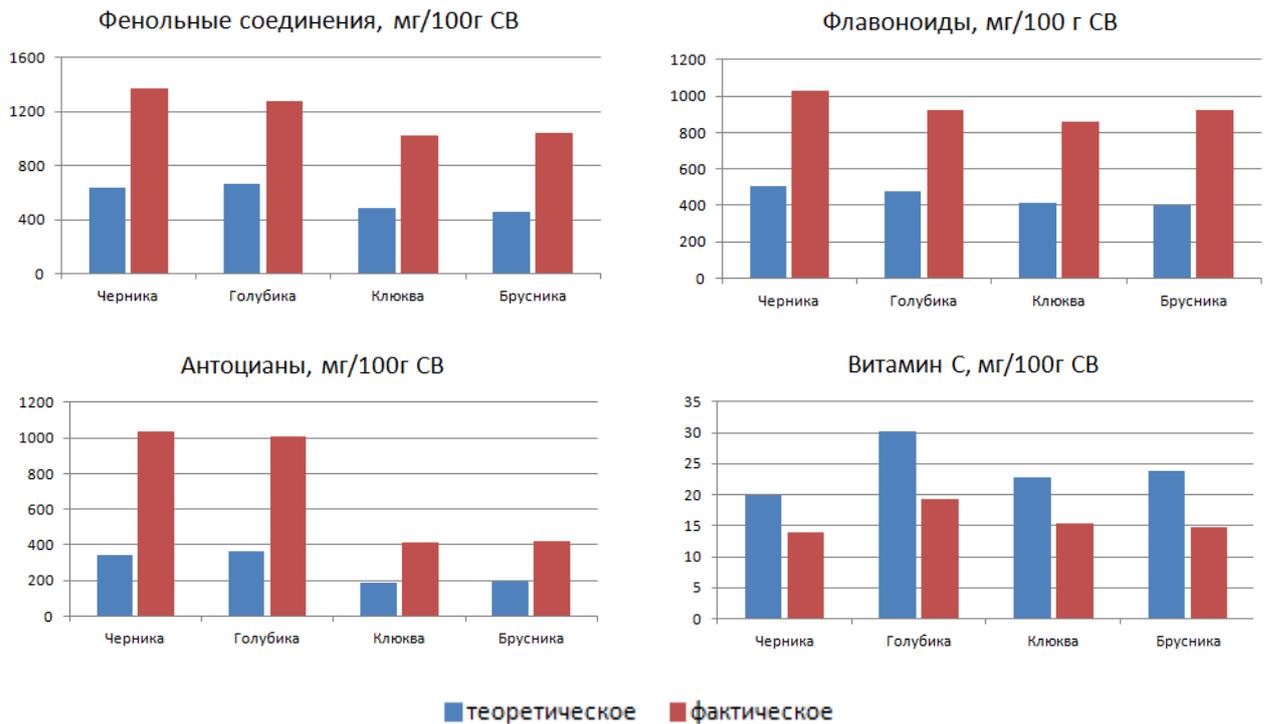


Рисунок 4.7 – Фактический и теоретически рассчитанный состав индивидуальных антиоксидантов в выжимках ягод

Установлено, что выжимки содержат в 2,1 - 2,5 раза больше фенольных соединений, чем ягоды и в 2-2,3 раза больше флавоноидов. Антоцианов больше всего в выжимках черники и голубики, что превосходит целые ягоды почти в 3 раза. Многочисленными исследованиями установлено, что антиоксидантные свойства черники и голубики связаны с высоким содержанием антоцианов [49, 77, 91, 109, 110, 126, 191, 196]. В выжимках брусники и клюквы наблюдается похожая картина. По сравнению с ягодами содержание антоцианов в этих выжимках больше в 2,2 раза. Из исследованных фенольных антиоксидантов в большей степени в выжимках остались общие антоцианы, которые в виде гликозидов часто связаны с матрицей растительного сырья. Подтверждением значительного перехода антоцианов в выжимки служат органолептические показатели ягод, у которых кожица всегда имеет более интенсивную окраску [15].

При этом количество витамина С в выжимках уменьшалось по сравнению с целыми ягодами, что могло произойти не только за счет его перехода в сок, но и за

счет разрушения в процессе отжима сока в результате разрушения клеточных структур ягод и контакта с кислородом воздуха.

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. 4.8), преобладание тех или иных фракций могло оказать влияние не только на цвет ягод, но и их антиоксидантные свойства [49, 77, 91, 109].

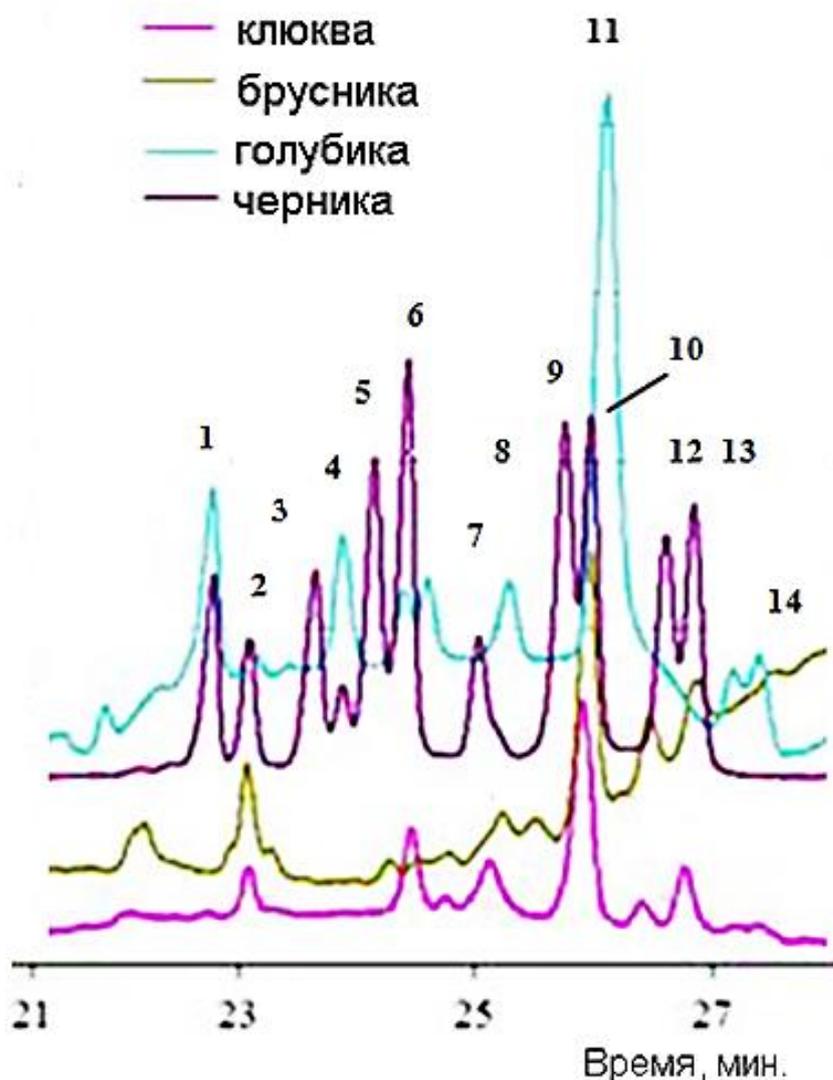


Рисунок 4.8 – Электрофореграммы антоцианов выжимок ягод  
(расшифровка пиков представлена в таблице 4.8)

Таблица 4.8 – Качественный состав антоцианового комплекса выжимок ягод

Антоцианы				Выжимки ягод			
номер пика	название	формула	время выхода	черника	голубика	клюква	брусника
1	мальвидин-3-о-глюкозид	$C_{23}H_{25}O_{12}$	22,9	+	+	—	—
2	пеонидин-3-о-глюкозид	$C_{22}H_{23}O_{11}$	23,2	+	+	+	+
3	мальвидин-3-о-галактозид	$C_{23}H_{25}O_{12}$	23,8	+	—	—	—
4	петунидин-3-о-глюкозид	$C_{22}H_{23}O_{12}$	23,9	+	+	—	—
5	петунидин-3-о-галактозид	$C_{22}H_{23}O_{12}$	24,3	+	—	—	—
6	цианидин-3-о-глюкозид	$C_{21}H_{21}O_{11}$	24,5	+	+	+	+
7	дельфинидин-3-о-глюкозид	$C_{21}H_{21}O_{12}$	25,2	+	—	+	—
8	не идентифицирован		25,4	—	+	—	+
9	не идентифицирован		25,6	+	—	—	—
10	цианидин-3-о-галактозид	$C_{21}H_{21}O_{11}$	25,8	+	—	+	+
11	дельфинидин-3-о-галактозид	$C_{21}H_{21}O_{12}$	26,0	—	+	—	—
12	пеонидин-3-о-арабинозид	$C_{21}H_{21}O_{10}$	26,3	+	—	+	+
13	цианидин-3-о-арабинозид	$C_{20}H_{19}O_{10}$	26,7	+	—	+	+
14	не идентифицирован		27,4	—	+	—	—

Антоциановый профиль выжимок ягод на электрофореграммах представлен 14 пиками, из которых было идентифицировано 11. Самый сложный состав антоцианов имели выжимки ягод черники, в которых были идентифицированы 11 гликозидов из 14 обнаруженных с практически равномерным распределением антоциановых кластеров. В цианидиновый кластер входили глюкозиды, галактозиды и арабинозиды, в мальвидиновый и петунидиновый кластеры – глюкозиды и галактозиды, в пеонидиновый – глюкозиды и арабинозиды. Дельфинидин был представлен только глюкозидом, а галактозид отсутствовал.

Антоциановый комплекс выжимок ягод голубики был менее насыщен и представлен 7 пиками, из которых идентифицировано только 5. Преобладал дельфинидин-3-*о*-галактозид, а затем – мальвидин-3-*о*-глюкозид, но со значительно меньшей интенсивностью пика на электрофореграмме.

Антоциановые профили выжимок клюквы и брусники были менее выражены. В них было идентифицировано по шесть гликозидов антоцианов с преобладанием цианидин-3-*о*-галактозида. Но были и отличия между профилями. В выжимках клюквы на втором месте по интенсивности пика находился цианидин-3-*о*-глюкозид, который отсутствовал в выжимках брусники. В выжимках брусники интенсивность пиков пеонидин-3-*о*-глюкозида и пеонидин-3-*о*-арабинозида была выше, чем в выжимках клюквы.

Фенольные соединения, флавоноиды и особенно антоцианы обуславливают антиоксидантные свойства, которые устанавливают по их способности образовывать хелатные комплексы. Поэтому для исследования антиоксидантных свойств ягод и выжимок были использованы два метода – метод DPPH, определяющий антирадикальную активность по отношению к свободному стабильному дифенилпикрилгидразил радикалу; метод FRAP по способности хлорного железа (III) окислять антиоксиданты, восстанавливаясь при этом до хлористого железа (II), с образованием хелатных комплексов. Результаты исследований представлены на рисунке 4.9.

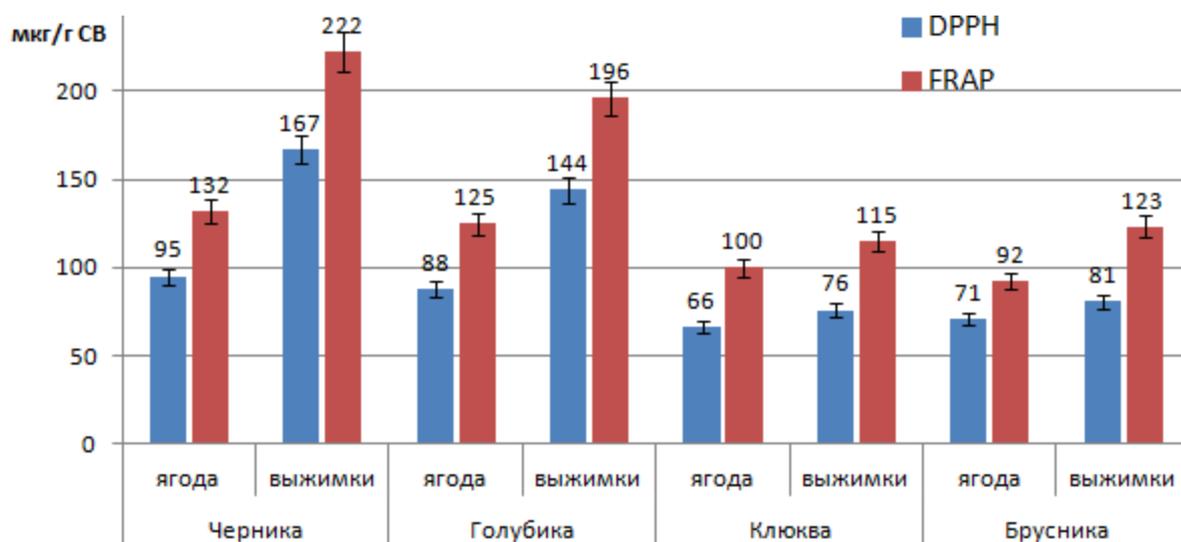


Рисунок 4.9 – Результаты определения АОА ягод и выжимок, мкг АК/г СВ

Независимо от используемого метода определения антиоксидантных свойств и вида ягод выжимки характеризовались большими значениями АОА, которые превысили в 1,15-1,76 раз и 1,15-1,68 раз, соответственно для методов DPPH и FRAP. Хелатирующая способность (FRAP метод) для конкретных ягод и выжимок была больше, чем АРА (DPPH метод).

По АРА ягоды и выжимки сформировали ряд: черника > голубика > брусника > клюква. Но по хелатирующей способности (метод FRAP) ягоды клюквы превосходили ягоды брусники, хотя в выжимках брусника имела более высокие значения этого показателя. Значения АОА выжимок были больше, чем в ягодах, и между видами ягод, их которых получены выжимки, с преобладанием в чернике, затем в голубике, бруснике и клюкве. Налицо было влияние антоцианов на антиоксидантные свойства ягод и выжимок. Чем больше содержалось антоцианов в ягодах или выжимках, тем выше были значения АОА.

Для подтверждения влияния отдельных антиоксидантов на антиоксидантные свойства были рассчитаны коэффициенты зависимости ( $R^2$ ) между содержанием индивидуальных антиоксидантов и значениями АОА, полученными методами DPPH и FRAP, в ягодах и выжимках из них (табл. 4.9).

Таблица 4.9 – Зависимость ( $R^2$ ) АОА от содержания фенольных соединений, флавоноидов, антоцианов 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

Полученные результаты подтвердили существенное влияние содержания антоцианов на антиоксидантные свойства ягод и выжимок черники и голубики. Зависимость ( $R^2$ ) между антоцианами и DPPH и FRAP-тестами черники составила 0,998 и 0,991, для голубики – 0,999 и 0,999 соответственно. Аналогичную зависимость перехода антоцианов и их влияние на антиоксидантные свойства получены и другими авторами [126, 196], причем как с целыми ягодами из разных регионов, так и с различными фракциями ягод, полученных экстрагированием. Более низкие значения  $R^2$  были для флавоноидов. Вероятно, что в формировании антиоксидантных свойств черники могли участвовать и другие соединения, например, гидрооксикоричные и гидрооксибензойные кислоты, содержание которых может превышать флавоноиды [139, 164]. Это подтверждает теснота взаимодействия ( $R^2$ ) между общими фенольными соединениями и DPPH и FRAP-тестами черники 0,939 и 0,953. Для голубики эта зависимость меньше, но все

равно находится на высоком уровне – 0,823 и 0,831, соответственно для DPPH и FRAP-тестов.

В клюкве и бруснике роль антоцианов в формировании антиоксидантных свойств имела меньшую значимость. Самые низкие значения  $R^2$  были у клюквы и составляли 0,874 для DPPH и 0,888 для FRAP. У брусники зависимость между антоцианами и АОА была выше и составляла 0,899 и 0,917 для DPPH и FRAP, соответственно. Feng С. с соавторами [133] не обнаружили тесной взаимосвязи между АОА и содержанием антоцианов в краснокрашеных ягодах (крыжовнике, землянике, бузине и красной смородине). Большее влияние на АОА клюквы оказали флавоноиды ( $R^2$  – 0,973 и 0,979), что связано с преобладанием их в составе фенольных соединений клюквы от 79% в целых ягодах до 85% в сырых выжимках. Преобладание флавоноидов в составе фенольных соединений показано рядом авторов [117, 121, 128], но их количество может изменяться в зависимости от форм выращивания. В бруснике роль флавоноидов в формировании антиоксидантных свойств выше, чем в клюкве. Независимо от преобладания в тех или иных ягодах или сырых выжимках антиоксидантов фенольной природы в целом они оказывают существенное влияние на их антиоксидантные свойства.

## **4.2 Изучение состава и свойств экстрактов из выжимок дикорастущих ягод, полученных с использованием СВЧ нагрева**

Выжимки ягод черники, голубики, клюквы и брусники использовали для получения водных экстрактов с целью дальнейшего непосредственного их использования в пищевых технологиях. Для экстрагирования использовали энергию СВЧ.

### **4.2.1 Оптимизация условий экстрагирования выжимок дикорастущих ягод с использованием СВЧ нагрева**

Для экстрагирования использовали микроволновую печь мощностью 800 Вт и частотой генерации 2450 МГц.

Подбор оптимальных условий экстрагирования выжимок осуществляли с учетом максимального выхода ЭСВ в экстракт, объема получаемого экстракта и температуры его нагрева. На первом этапе использовали гидромодуль 1:10, как наиболее распространенный гидромодуль для получения экстрактов [22, 93, 97, 106]. Таким образом, использовали 10 г выжимок поочередно из разных ягод и 100 мл воды с температурой  $20\pm 1^\circ\text{C}$ . СВЧ воздействие осуществляли при разных режимах, что соответствовало мощности излучения, Вт: 144; 288; 464; 648; 800. Продолжительность воздействия изменяли от 1 до 3 минут, т.к. по данным Сорокопуд А.Ф. основное извлечение сухих веществ происходит в первые минуты воздействия [86]. После СВЧ нагрева полученный экстракт с выжимками выдерживали в течение 10 минут, а затем фильтровали, после чего определяли объем экстракта. Контролем служили экстракты, полученные экстрагированием водой с температурой  $80^\circ\text{C}$  и настаиванием в течение 10 минут. Результаты представлены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Влияние условий экстрагирования на выход ЭСВ в экстракт при гидромодуле 1:10

Условия экстракции		Контролируемые параметры экстракта		
мощность, Вт	время, с	ЭСВ, %	температура, $^\circ\text{C}$	объем, $\text{cm}^3$
144	60	$1,1\pm 0,1$	$32\pm 1$	$100\pm 0$
288		$1,3\pm 0,1$	$45\pm 1$	$100\pm 0$
464		$1,7\pm 0,1$	$57\pm 1$	$99\pm 1$
648		$2,3\pm 0,1$	$66\pm 1$	$100\pm 0$
800		$2,8\pm 0,1$	$72\pm 1$	$100\pm 0$
144	120	$1,1\pm 0,1$	$35\pm 1$	$100\pm 0$
288		$1,4\pm 0,1$	$49\pm 1$	$100\pm 0$
464		$2,0\pm 0,1$	$64\pm 1$	$99\pm 1$
648		$2,9\pm 0,1$	$76\pm 1$	$98\pm 2$
800		$3,0\pm 0,1$	$85\pm 1$	$94\pm 1$

Окончание табл. 4.10

144	180	1,2±0,1	38±1	100±1
288		1,9±0,1	60±1	99±1
464		3,0±0,1	82±1	98±2
648		3,1±0,1	92±1	90±2
800		3,2±0,1	95±1	79±1
Контроль		2,1±0,1	85±1	100±0

Выход экстракта и содержание в нем ЭСВ зависело от условий СВЧ нагрева. Повышение энергии и продолжительности СВЧ нагрева приводило к увеличению ЭСВ в водном экстракте. При воздействии СВЧ в течение 1-й минуты при мощности 648 Вт количество ЭСВ превысило данные контроля, в котором экстрагирование производилось только при воздействии высокой температуры. Но уже при воздействии максимальной мощностью СВЧ 800 Вт за 1 минуту количество ЭСВ в экстракте превышало контрольный образец в 1,4 раза.

Увеличение продолжительности воздействия приводило к большей концентрации ЭСВ, но это могло произойти за счет уменьшения объема получаемого экстракта, связанного с его испарением при более высокой температуре.

В процессе СВЧ обработки происходил нагрев экстракта, температура которого не должна превышать 80°C, что по данным [57] соответствует максимальному выходу экстрактивных веществ. В наших условиях уже при температуре 82 и 85°C, достигнутых за счет нагрева мощностью 464 Вт за 3 минуты и 800 Вт за 2 минуты, выход экстракта снизился на 2 и 6%, соответственно. В зависимости от мощности энергии СВЧ за 1 минуту температура экстракта поднималась максимально до 72°C, за 2 минуты – до 85°C, а за 3 минуты достигла 95°C. При этом в течение 1 минуты независимо от мощности энергии СВЧ объем получаемого экстракта не изменялся. При более длительном воздействии, особенно в течение 3-х минут, начиная от мощности 464 Вт объем экстракта уменьшился с 2-х до 21%, что говорит об испарении воды, приводящей к концентрированию

сухих веществ экстракта. При доведении полученного объема экстракта до 100 мл водой ЭСВ соответствовали значениям, полученным при воздействии мощностью 800 Вт в течение 1 минуты.

При использовании выжимок из всех четырех видов ягод характер экстрагирования не изменялся, т.е. данные условия экстрагирования не зависят от вида ягод, из которых получены выжимки. Поэтому условия СВЧ экстрагирования были выбраны 1 минута при максимальной мощности микроволновой печи 800 Вт в случае использования гидромодуля 1:10. Влияние мощности СВЧ энергии в течение 1 минуты на выход ЭСВ и его температуру представлены на рисунке 4.10.

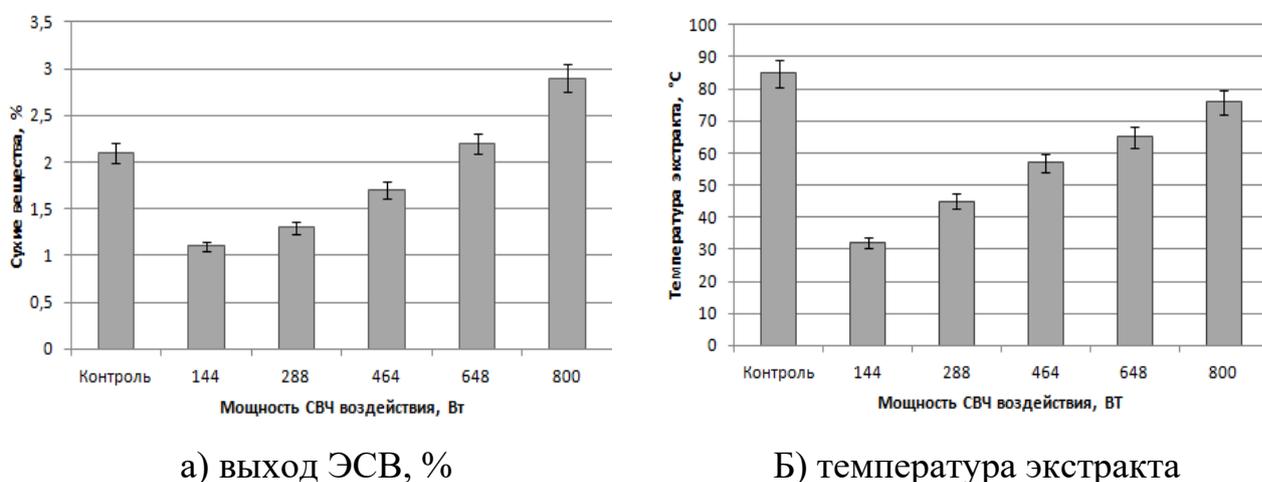


Рисунок 4.10 - Влияние мощности СВЧ на количество ЭСВ и температуру экстрактов из выжимок ягод при гидромодуле 1:10

При использовании для экстрагирования выжимок в большем количестве происходило увеличение ЭСВ в экстракте и одновременно изменялись его органолептические свойства. Цвет экстрактов становился более интенсивным, а из выжимок черники и голубики – густым и приобретал темные тона с отсутствием различительных признаков между ними.

Однако производственные условия экстрагирования подвержены влиянию различных факторов – начальная температура воды, объем воды, взятый для экстрагирования. Более высокая или низкая начальная температура воды для экстрагирования может нагреть экстракт до различной температуры при

выбранных условиях экстрагирования. Температура выжимок, которые могут быть получены из свежих ягод комнатной температуры или из размороженных ягод, при добавлении в воду понизят ее температуру. Выжимки могут содержать разную массовую долю влаги, которая зависит от создаваемого динамического давления при отжиме сока, регулируемого изменением величины зазора в выходном отверстии соковыжималки и болта – заглушки. Максимальный выход сухих веществ из выжимок независимо от их массовой доли влаги и взятого гидромодуля без изменения объема происходил при разогреве экстракта до температуры 72-76°C. Различия в результатах не превышали 5 относительных %. Продолжительность нагрева, сек., была кратна объему используемой воды для экстрагирования с коэффициентом 0,6. При объеме воды 100 мл продолжительность нагрева составляла 60 с, а при объеме, например, 500 мл – 300 с. Генерирование тепла под действием СВЧ энергии после поглощения матрицей растительного сырья приводит к вращению и столкновению ионов и полярных молекул. Но гетерогенная система, состоящая из выжимок и воды, обладает свойствами, как проводников, характерных для воды и растворов солей, так и диэлектриков, характерных для веществ растительной матрицы. При приложении внешнего электрического поля в сырых выжимках возникают токи смещения, отражающие диэлектрические свойства, и токи проводимости, отражающие перемещение свободных зарядов [79, 144]. Экстрагирование сухих веществ из выжимок в воду происходит за счет моментального распространения энергии проводниками и поглощения ее клетками во всем объеме растительной матрицы. В использованных для эксперимента сырых выжимках массовая доля влаги не превышала 50%, а по отношению к взятому объему воды для экстракции, увеличивала общую массовую долю воды, не превышающую 5%. Создаваемая дифференцированность количества воды за счет выжимок, подвергнутой воздействию энергии СВЧ поля, не оказывала существенного влияния на выход экстракта. Ошибка опыта не превышала 5%.

Таким образом, экстрагирование из выжимок ягод под воздействием СВЧ нагрева целесообразно проводить при максимальной мощности магнетрона при

гидромодуле 1:10, регулируя продолжительность воздействия в зависимости от объема воды, взятой для экстрагирования. Количество ЭСВ в экстрактах не зависело от вида выжимок.

#### **4.2.2 Влияние СВЧ нагрева на оптические характеристики экстрактов из выжимок ягод**

Выход ЭСВ в экстракт под действием энергии СВЧ поля не означает максимального перехода в него БАВ растительного сырья. Отсутствие прямой зависимости количества ЭСВ, БАВ и АОА экстрактов, полученных с использованием инновационных технологий экстрагирования, подтверждают многочисленные исследования [61, 68, 69, 97, 144]. Эффективность экстрагирования и переход БАВ в водный экстракт можно охарактеризовать по оптическим спектрам, что используют в виноделии, а также для оценки подлинности вин, соков, нектаров и сокосодержащих напитков [63, 100, 101]. Цвет экстрактов формируют растительные пигменты, в большей степени антоцианы, которых в настоящее время насчитывают более 500 [91, 109]. Червяк с соавторами [100, 101] установили, что значения оптической плотности  $D_{420}$  и  $D_{520}$  тесно взаимосвязаны с количеством антоцианов ( $R^2$  0,89 и 0,90, соответственно). По их данным значения оттенка в пределах от 0,4 до 0,7, измеряемые отношением оптической плотности  $D_{420} / D_{520}$ , также свидетельствует о преобладающей роли антоцианов в формировании цвета.

В работе было проведено исследование оптических характеристик ЭВ (гидромодуль 1:10), полученных под воздействием СВЧ энергии различной мощности от 288 до 800 Вт в течение 60 сек. Контролем служили экстракты, полученные с использованием горячей воды и настаиванием в течение 10 мин. Результаты представлены в таблице 4.11.

В процессе СВЧ экстрагирования происходило изменение значений оптической плотности получаемых экстрактов с одинаковым максимумом в области 520 нм. Увеличение мощности СВЧ-нагрева приводило к получению экстрактов с более высокими значениями оптической плотности.

Таблица 4.11 – Оптические характеристики экстрактов из выжимок ягод

Показатели	Экстракты				
	контроль	полученные при разных СВЧ режимах, Вт			
		288	464	648	800
ЭВЧ					
D <sub>420</sub>	1,02	0,96	1,22	1,75	3,33
D <sub>520</sub>	1,96	1,85	2,29	3,18	5,94
I <sub>520</sub>	2,98	2,81	3,51	4,93	8,27
T	0,52	0,52	0,53	0,55	0,56
ЭВГ					
D <sub>420</sub>	0,89	0,84	1,09	1,59	2,58
D <sub>520</sub>	1,76	1,61	2,09	3,05	4,93
I <sub>520</sub>	2,65	2,45	3,18	4,64	7,51
T	0,51	0,52	0,52	0,52	0,52
ЭВК					
D <sub>420</sub>	0,81	0,47	0,60	0,78	1,26
D <sub>520</sub>	1,99	1,17	1,48	1,85	3,10
I <sub>520</sub>	2,80	1,64	2,08	2,63	4,36
T	0,41	0,40	0,41	0,42	0,41
ЭВБ					
D <sub>420</sub>	0,76	0,50	0,52	0,77	1,52
D <sub>520</sub>	1,87	1,20	1,25	1,89	3,64
I <sub>520</sub>	2,63	1,70	1,77	2,66	5,16
T	0,41	0,42	0,42	0,41	0,42

Оптические характеристики цвета экстрактов зависели от вида выжимок ягод, несмотря на использование одинакового гидромодуля и режима

экстрагирования. Максимальные значения оптической плотности  $D_{420}$  и  $D_{520}$  имели экстракты ЭВЧ при всех режимах экстракции. Их значения постепенно возрастали, достигая максимума, при СВЧ-нагреве мощностью 800 Вт в течение 60 сек. Уже при мощности 464 Вт значения оптической плотности  $D_{420}$  и  $D_{520}$  ЭВЧ превысили значения контроля на 19,6 и 16,8%, соответственно. В результате интенсивность окраски и оттенок (Т) ЭВЧ были максимальными среди всех полученных ЭВ независимо от вида выжимок ягод.

ЭВГ были похожи по оптическим характеристикам на ЭВЧ, но их максимальные значения  $D_{420}$  и  $D_{520}$  были меньше на 29 и 20,5%, соответственно. При этом интенсивность окраски ЭВГ также, как и у ЭВЧ, при экстрагировании мощностью 464 Вт превысила значения контроля на 20%. При этом оттенок оставался почти такой же, как в контроле, и не изменялся в зависимости от условий экстракции. Отличия оптических характеристик ЭВЧ и ЭВГ могут быть связаны с антоциановым комплексом выжимок (табл. 4.8).

Интенсификация перехода растительных пигментов, характеризующихся значениями оптической плотности  $D_{520}$ , возможна за счет деструкции исходного материала под действием энергии СВЧ с образованием низкомолекулярных веществ, что облегчает их экстрагирование [96, 144]. Хорошая растворимость в воде гликозидных форм флавоноидов и антоцианов способствует их переходу в водные экстракты, а положительный заряд молекул антоцианов повышает их растворимость в кислых водных экстрактах [91]. Комплекс БАВ и их природный синергизм позволяют затормозить деградацию антоцианов при переработке ягод. Так, Roidoung S. [182] предотвратили потерю антоцианов и изменение интенсивности окраски соков за счет обогащения их галловой кислотой и витамином С.

Принципиальные количественные отличия оптических характеристик имели ЭВ, полученные из выжимок красноокрашенных ягод клюквы и брусники. Значения оптической плотности  $D_{420}$  были в пределах 0,56 – 1,52 для ЭВБ и 0,47 – 1,26 для ЭВК, а  $D_{520}$  в пределах 1,2 – 3,64 и 1,17 – 3,1, соответственно для ЭВБ и ЭВК. Причем оптические характеристики ЭВБ достигли значений контроля при

мощности 648 Вт, а для ЭВК – при максимальной мощности. Интенсивность ЭВБ была выше, чем ЭБК на 18%, а оттенок практически не отличался.

Оптические спектры ЭВ ягод носили одинаковый характер с максимальными значениями при  $D_{520}$ . На рисунке 4.11 приведены оптические спектры экстрактов, полученные при максимальной мощности СВЧ.

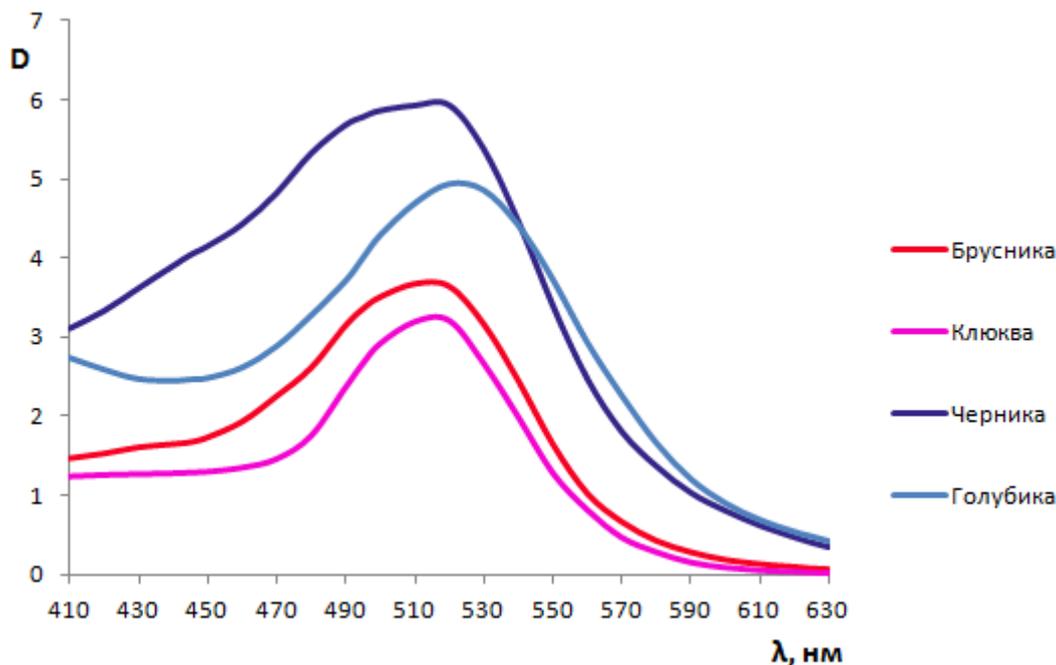


Рисунок 4.11 – Оптические спектры экстрактов из выжимок ягод, полученных при СВЧ нагреве мощностью 800 Вт

Спектры ЭВЧ и ЭВГ имели небольшое смещение в область более 520 нм, а для ЭВГ – более изогнутый вид в области 410-430 нм, что отразилось в значениях координат цвета (табл. 4.12).

Таблица 4.12 - Координаты цвета экстрактов из выжимок ягод

Экстракты	Координаты цвета		
	X	Y	Z
ЭВЧ	2,21	3,21	5,19
ЭВГ	2,01	3,11	3,26
ЭВК	0,73	1,27	1,85
ЭВБ	0,96	1,62	2,37

ЭВЧ и ЭВГ имели близкие значения координат X и Y, но координата Z, которая условно может быть отнесена к координате, ответственной за синий цвет, различалась в 1,6 раза. Это еще раз подтверждает преимущественный переход антоцианов в экстракт, которые отличаются между черникой и голубикой [174].

Координаты цвета ЭВБ и ЭВК имели более низкие значения по сравнению с ЭВЧ и ЭВГ при разных соотношениях, но с преобладанием координаты Z. В ЭВБ координата Z имела значения больше на 28%, чем в ЭВК, но меньше на 37,5%, чем в ЭВГ, и более, чем в 2 раза, чем в ЭВЧ. В совокупности белого цвета координаты XYZ составляют одинаковую долю для ЭВБ и ЭВК. Это говорит о том, что из выжимок клюквы экстракция растительных пигментов происходит менее интенсивно, чем из выжимок брусники. Вероятно, используемый гидромодуль недостаточен для получения экстрактов с оптимальным количеством растительных пигментов.

Поэтому были проведены исследования оптических характеристик экстрактов с изменением гидромодуля до 1,5:10. Результаты представлены в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Влияние гидромодуля на оптические характеристики экстрактов из выжимок ягод при экстракции СВЧ нагревом мощностью 800 Вт

Экстракты	Гидромодуль	D <sub>420</sub>	D <sub>520</sub>	I <sub>520</sub>	T
ЭВЧ	1:10	3,33	5,94	8,27	0,56
	1,5:10	4,17	6,72	10,89	0,62
ЭВГ	1:10	2,58	4,93	7,51	0,52
	1,5:10	3,22	5,90	9,12	0,55
ЭВК	1:10	1,26	3,10	4,36	0,41
	1,5:10	2,07	4,78	6,85	0,43
ЭВБ	1:10	1,52	3,64	5,16	0,42
	1,5:10	2,17	4,96	7,13	0,43

При увеличении массы выжимок значения оптических характеристик возрастали, но интенсивность их изменения не была равномерной в зависимости от

массы выжимок и вида ягод, из которых они получены. При увеличении навески (гидромодуль 1,5:10) рост значений произошел в 1,25 и 1,13 раз для  $D_{420}$  и  $D_{520}$ . То есть с увеличением массы навески для экстракции интенсивность перехода растительных пигментов замедляется. Такая же тенденция была характерна и для выжимок из других ягод, но разной интенсивности.

Подбор гидромодуля приводил к меньшим различиям в интенсивности экстрактов в зависимости от вида выжимок ягод и максимуму оптической плотности при 520 нм, характерном для антоцианов (рис.4.12).

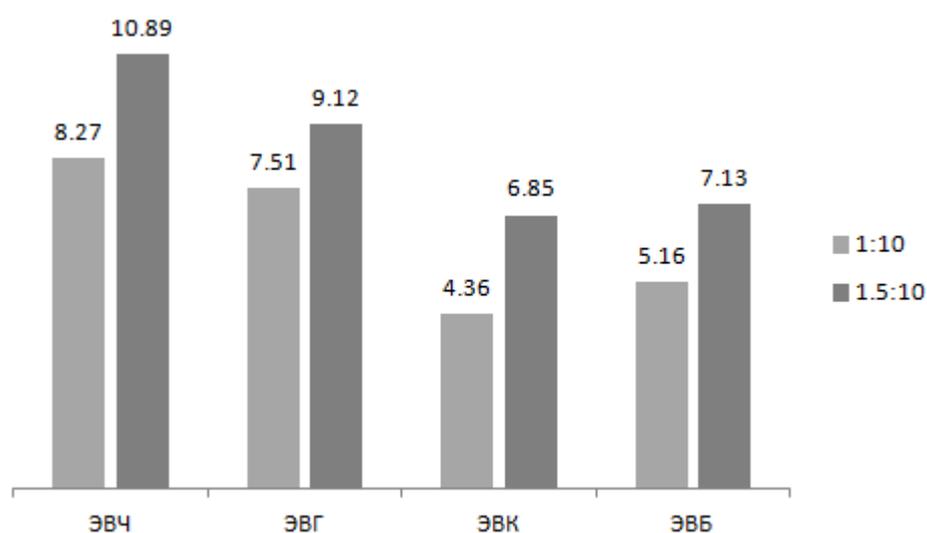


Рисунок 4.12 – Влияние гидромодуля на интенсивность экстрактов из выжимок ягод

Таким образом, ЭВ можно получить, используя СВЧ нагрев разной мощности. Полученные экстракты имеют характерные оптические спектры с максимумом  $D_{520}$ , обусловленным переходом антоцианов. При повышении мощности СВЧ происходит увеличение значений оптической плотности, формируя интенсивность окраски и ее оттенок. Максимальные значения оптической плотности  $D_{420}$  и  $D_{520}$  имели ЭВЧ. Их значения постепенно возрастали, достигая максимума, при СВЧ нагреве мощностью 800 Вт за 60 сек.

При мощности 464 Вт значения оптической плотности ЭВЧ достигли значений экстрактов, полученных с помощью горячей воды с настаиванием в

течение 10 минут. ЭВГ имели большую интенсивность окраски, чем ЭВЧ, но меньшие значения оттенка при одинаковом гидромодуле и мощности СВЧ воздействия. ЭВБ и ЭВК имели меньшие значения оптических характеристик в спектре. Значения  $D_{420}$  и  $D_{520}$  достигали значений контрольного экстракта только при максимальной мощности СВЧ 800 Вт. Оптические спектры экстрактов сформировали координаты цвета XYZ, которые различались значениями в зависимости от вида ягод. Оптические характеристики экстрактов из выжимок ягод можно использовать для оптимизации гидромодуля и режимов экстракции.

Дальнейшие исследования были направлены на оптимизацию условий СВЧ экстрагирования для максимального выхода БАВ.

#### **4.2.3 Влияние СВЧ нагрева на антиоксидантные свойства экстрактов из выжимок ягод**

Формирование антиоксидантных свойств ЭВ под влиянием продолжительности СВЧ нагрева при разной мощности устанавливали, определяя значения АОА методами DPPH и FRAP (табл. 4.14). Гидромодуль составлял 1:10.

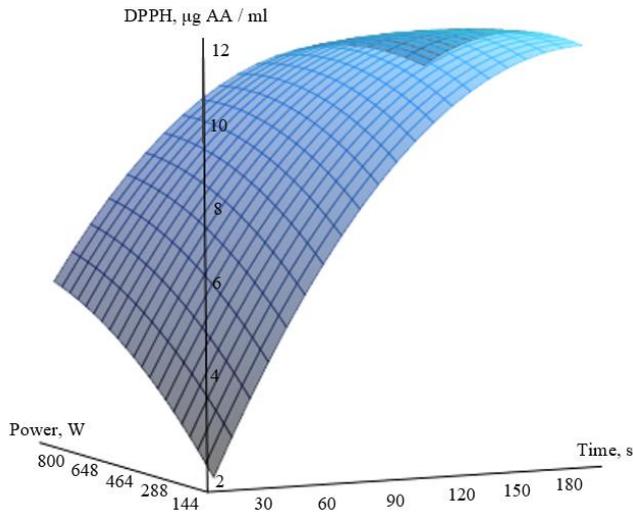
В отличие от ЭСВ значения АОА экстрактов DPPH и FRAP не имели прямой зависимости от мощности и времени СВЧ нагрева. Объемный нагрев экстракта под действием микроволн повышает его температуру [167], что может разрушать антиоксиданты. В результате значения DPPH и FRAP возрастали только в определенном пределе, который зависел от мощности и времени микроволнового воздействия. Подобная зависимость была установлена многими исследователями [68, 143, 199]. Так, при экстрагировании антиоксидантов из овса УЗ обработка могла привести к увеличению ЭСВ, но разрушая при этом антиоксиданты [68]. Максимальный выход бетанина в свекольном соке обеспечивала УЗ обработка только в течение 1 минуты, а дальнейшее увеличение воздействия приводило к его разрушению [69].

Таблица 4.14 – Экспериментальные значения DPPH и FRAP ЭВ, полученных воздействием СВЧ

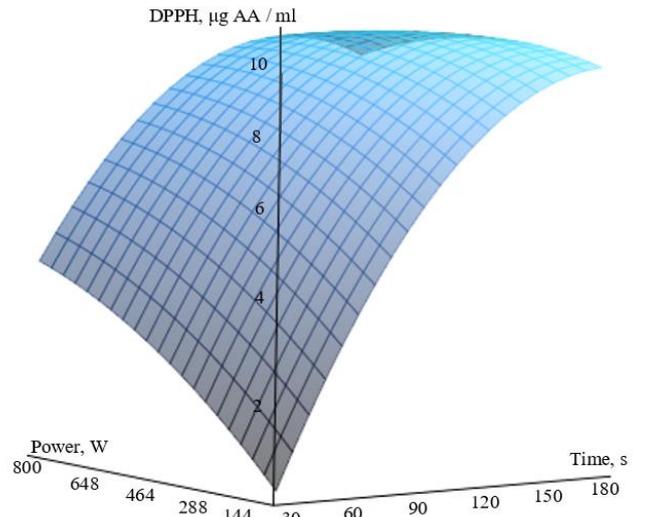
Точка	Условия экстракции		Антиоксидантная активность, мкг АК / мл							
	мощность, Вт	время, сек.	ЭВЧ		ЭВГ		ЭВК		ЭВБ	
			DPPH	FRAP	DPPH	FRAP	DPPH	FRAP	DPPH	FRAP
1	144	60	2,6	3,0	1,65	2,50	1,20	1,90	1,50	2,35
2	464	60	8,0	7,1	5,50	7,90	3,40	5,40	3,65	5,75
3	800	60	12,2	15,9	8,54	11,81	5,20	7,40	5,70	7,98
4	144	120	4,2	4,5	3,00	3,20	2,30	3,00	2,40	2,90
5	464	120	10,4	14,0	7,50	10,55	4,80	6,40	5,00	7,25
6	800	120	11,9	14,8	8,55	11,40	5,40	7,30	5,80	7,60
7	144	180	5,2	5,9	4,00	4,20	2,50	3,90	3,00	3,60
8	464	180	11,7	15,4	8,50	11,00	5,20	7,20	5,50	7,65
9	800	180	10,4	13,2	7,30	9,20	4,50	6,20	4,30	6,77

Аналогичные результаты получены Перфиловой О.В. [61] при экстрагировании свекольных выжимок под действием энергии СВЧ. Максимальный переход антиоксидантов в экстракт происходил при удельной работе СВЧ печи 640 Вт/г·с, дальнейшее увеличение мощности повышало выход ЭСВ, но количество антиоксидантов снижалось. В работе Школьниковой М.Н. с соавторами [106] для контроля БАВ при экстракции черной смородины и облепихи крушиновидной использовали измерения оптической плотности экстрактов, которые были максимальными при гидромодуле 1:10 за более короткое время УЗ обработки. Причем полученные значения превышали значения экстрактов при гидромодуле 1,5:10 в среднем на 11%.

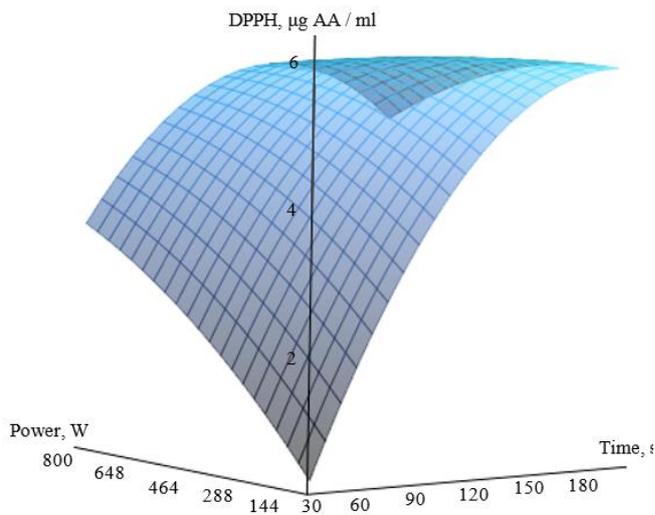
АОА экстрактов, определенная методом DPPH, зависела, не только от режима СВЧ экстрагирования (мощности и продолжительности воздействия), но и от вида ЭВ: черника > голубика > брусника > клюква. При увеличении мощности СВЧ в течение 60 сек. происходило повышение значений DPPH, достигая максимальных значений при максимальной мощности. Увеличение продолжительности воздействия СВЧ до 120 сек. изменило характер АОА. Максимальные значения DPPH были достигнуты при мощности СВЧ 648 Вт, а дальнейшее повышение мощности не приводило к изменению значений, статистически значимых отличий установлено не было. Увеличение продолжительности воздействия СВЧ до 180 сек. обострило ситуацию разрушения антиоксидантов. Максимальные значения АОА были достигнуты при мощности СВЧ воздействия 464 Вт, а дальнейшее повышение мощности их только снижало. Чем дольше было время воздействия максимальной мощностью СВЧ, тем больше разрушались антиоксиданты. Так, у ЭВЧ при использовании максимальной мощности СВЧ за 180 сек. значения АОА были ниже на 17,2%, чем за 60 сек. воздействия. Такой же характер изменений значений АОА, определенных методом DPPH, прослеживался и у экстрактов из других выжимок. У ЭВГ разница между временем воздействия 60 и 180 сек. составила 14,5%, у ЭВК – 13,5%, у ЭВБ – 14,6%.



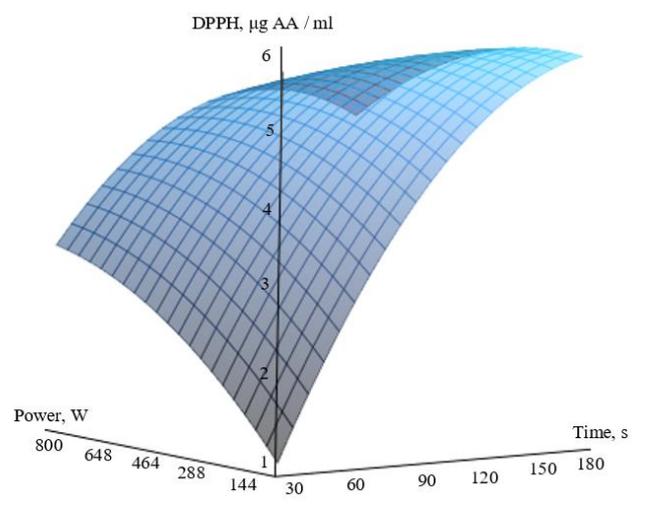
а) ЭВЧ



б) ЭВГ



в) ЭВК



г) ЭВБ

Рисунок 4.13 – Влияние продолжительности СВЧ нагрева на значения DPPH ЭВ (гидромодуль 1:10)

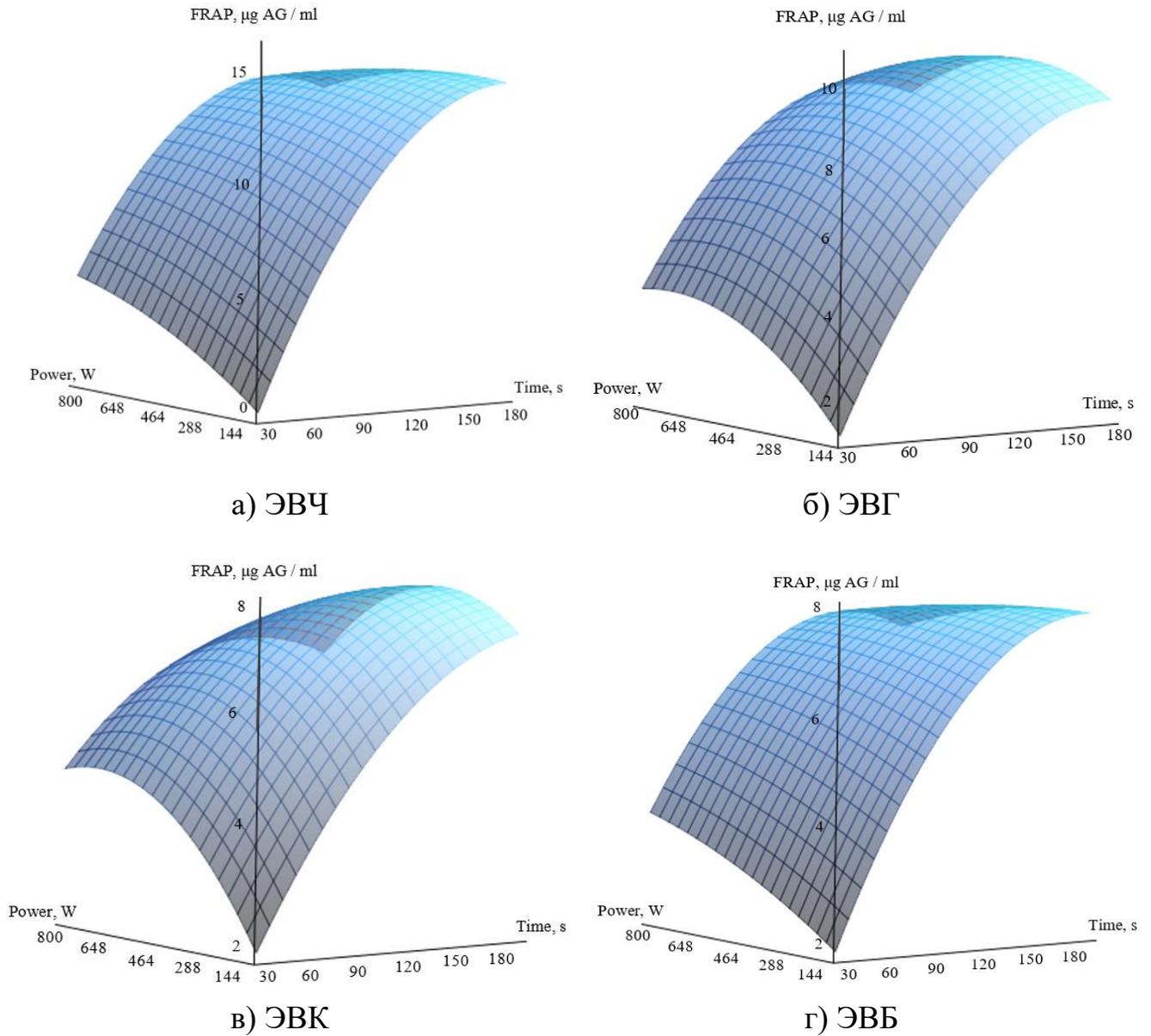


Рисунок 4.14 – Влияние продолжительности СВЧ нагрева на значения FRAP ЭВ (гидромодуль 1:10)

Таблица 4.15 – Уравнения регрессии для АОА (DPPH и FRAP) и точки оптимизации условий экстрагирования

Уравнение		Мощность, Вт	Время, сек.	АОА, мкг АК/мл
ЭВЧ				
DPPH	$Y_1 = -2,233 \cdot 10^{-5} \cdot X_1^2 - 1,574 \cdot 10^{-4} \cdot X_2^2 - 6,931 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,042 \cdot X_1 + 0,079 \cdot X_2 - 7,208$	778,2	80,2	12,3
FRAP	$Y_2 = -3,143 \cdot 10^{-5} \cdot X_1^2 - 1,667 \cdot 10^{-4} \cdot X_2^2 - 7,982 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,055 \cdot X_1 + 0,089 \cdot X_2 - 9,102$	780,6	78,8	15,8
ЭВГ				
DPPH	$Y_1 = -1,578 \cdot 10^{-5} \cdot X_1^2 - 1,204 \cdot 10^{-4} \cdot X_2^2 - 4,989 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,029 \cdot X_1 + 0,063 \cdot X_2 - 5,781$	798,6	68,9	8,4
FRAP	$Y_2 = -2,256 \cdot 10^{-5} \cdot X_1^2 - 3,287 \cdot 10^{-4} \cdot X_2^2 - 5,561 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,04 \cdot X_1 + 0,115 \cdot X_2 - 9,144$	802,4	65,5	11,7
ЭВК				
DPPH	$Y_1 = -1,005 \cdot 10^{-5} \cdot X_1^2 - 6,944 \cdot 10^{-5} \cdot X_2^2 - 4,196 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,018 \cdot X_1 + 0,042 \cdot X_2 - 3,237$	775,3	65,6	5,2
FRAP	$Y_2 = -1,066 \cdot 10^{-5} \cdot X_1^2 - 3,056 \cdot 10^{-4} \cdot X_2^2 - 5,004 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,022 \cdot X_1 + 0,104 \cdot X_2 - 6,114$	801,5	60,0	7,4
ЭВБ				
DPPH	$Y_1 = -1,18 \cdot 10^{-5} \cdot X_1^2 - 6,481 \cdot 10^{-5} \cdot X_2^2 - 4,091 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,02 \cdot X_1 + 0,038 \cdot X_2 - 3,103$	783,2	61,3	5,5
FRAP	$Y_2 = -1,463 \cdot 10^{-5} \cdot X_1^2 - 6,019 \cdot 10^{-4} \cdot X_2^2 - 3,723 \cdot 10^{-5} \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,025 \cdot X_1 + 0,036 \cdot X_2 - 2,655$	799,1	59,9	8,1

Такая же динамика наблюдалась при определении АОА по способности образовывать хелатные комплексы (FRAP метод), в ЭВ в зависимости от продолжительности воздействия при разной мощности СВЧ поля. Максимальные значения FRAP достигались при следующих условиях: мощность 800 Вт 60 сек.; мощность 648 Вт 120 сек.; мощность 464 Вт 180 сек. Увеличение продолжительности воздействия СВЧ при максимальной мощности 800 Вт нецелесообразно из-за разрушения антиоксидантов.

Для анализа полученных экспериментальных данных была применена методология поверхностного отклика [143, 199]. Квадратичные модели были адаптированы к двум ответам: DPPH и FRAP. Каждый ответ оценивался как функция линейного, квадратичного взаимодействия между мощностью и временем СВЧ нагрева. Результаты представлены на рис. 4.13 и 4.14. Были получены полиномиальные уравнения второго порядка, которые позволили установить оптимальные значения независимых переменных (мощность, Вт; время, сек.) для максимальных значений DPPH и FRAP (табл. 4.15).

Максимальные значения АОА могут быть получены для ЭВЧ при мощностях 778,2 и 780,6 Вт и воздействии в течение 80,2 и 78,8 сек., соответственно, для DPPH и FRAP тестов. Для ЭВГ лучше использовать более низкие значения мощности – 738,3 и 738,6 Вт, но при воздействии в течение 110,4 и 112,0 сек., соответственно, для DPPH и FRAP тестов. Для ЭВК – 775,3 и 774,6 Вт при воздействии в течение 65,6 и 106,8 сек., для ЭВБ – 800,3 и 799,1 Вт при воздействии в течение 36,3 и 52,6 сек.

На следующем этапе изучали влияние гидромодуля на значения АОА экстрактов из выжимок ягод, увеличив его до 1,5:10. Для экстрагирования были выбраны следующие условия: мощность 800 Вт, продолжительность воздействия 60 с. Как и в предыдущем эксперименте использовали два метода определения АОА – DPPH и FRAP.

С увеличением массы выжимок, взятых для экстрагирования (гидромодуль 1,5:10), АОА независимо от используемого метода их определения или вида

выжимок дикорастущих ягод, увеличивалась (рис. 4.15). Но только у ЭВК значения DPPH выросли на 50%, а у остальных экстрактов на 42-48%, а для FRAP на 36-43%.

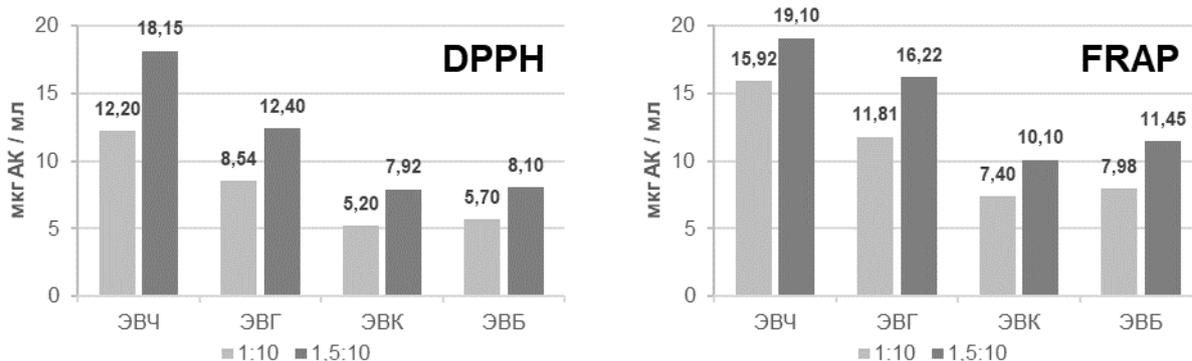


Рисунок 4.15 – Влияние гидромодуля на АОА ЭВ

Цвет ЭВК и ЭВБ при гидромодуле 1,5:10 стал более интенсивным, а вкус более выраженным с характерной кислинкой, хотя аромат ягод отсутствовал.

С учетом изучения антиоксидантных и органолептических свойств ЭВ дикорастущих ягод для дальнейших исследований, как основы в производстве ПЖ, было решено использовать водные ЭВЧ и ЭВГ с гидромодулем 1:10; ЭВК и ЭВБ – 1,5:10. Условия СВЧ экстрагирования – мощность 800 Вт, продолжительность 60 сек.

Таким образом, проведенные исследования химического состава и антиоксидантных свойств дикорастущих ягод, выжимок и экстрактов позволили сделать следующие выводы:

– дикорастущие ягоды семейства вересковых (черника, голубика, клюква, брусника), произрастающие в Ленинградской области, содержат комплекс антиоксидантов фенольного типа, что обуславливает их высокую АОА, а формирование вкуса происходит за счет соотношения сахаров и органических кислот. В составе сахаров преобладает фруктоза, а в клюкве – глюкоза, в составе органических кислот основной является лимонная кислота, а в клюкве количество лимонной и яблочной кислот идентично. Бензойная кислота обнаружена в ягодах клюквы и брусники.

В процессе производства соков образуется около 20% выжимок, в которые переходят антиоксиданты фенольного типа. Установлено, что выжимки

дикорастущих ягод содержат в 2 – 2,5 раза больше фенольных соединений и в 2-2,3 раза флавоноидов, чем ягоды. Антоцианов в выжимках черники и голубики больше, чем в целых ягодах почти в 3 раза, а у брусники и клюквы – в 2,2 раза. При отжиме сока происходит разрушение витамина С, в результате чего его количество в выжимках уменьшается в 1,5 раза.

Изменения в составе сахаров и органических кислот приводят к снижению сахарокислотного индекса в выжимках, рассчитанного с учетом сладости сахаров. В чернике снижение происходит в 1,6 раза, в голубике и бруснике изменения незначительны – 1,2 и 1,03 раза соответственно, а в клюкве, наоборот происходит увеличение в 1,3 раза. Минеральные вещества в виде оксидов остаются в соке, за исключением оксидов калия и кальция.

Формирование антиоксидантных свойств в выжимках черники и голубики связано преимущественно с антоцианами, зависимость ( $R^2$ ) составляет более 0,991. В выжимках клюквы и брусники на формирование антиоксидантных свойств оказывают влияние флавоноиды ( $R^2$  превышает 0,976).

Использование СВЧ нагрева позволяет увеличить экстракцию индивидуальных антиоксидантов, но зависит от гидромодуля, продолжительности нагрева и мощности излучения. Установлено, что для экстрагирования выжимок черники и голубики необходимо использовать гидромодуль 1:10; клюквы и брусники – 1,5:10. Продолжительность нагрева зависит как от мощности излучения, так и от количества воды, взятой для экстрагирования.

Водные экстракты из выжимок ягод обладают антиоксидантными свойствами, которые формируются в зависимости от мощности, продолжительности СВЧ воздействия и гидромодуля. Длительное воздействие при высокой мощности приводит к разрушению антиоксидантов, поэтому оптимальным режимом является мощность 800 Вт, продолжительность 60 сек. Увеличение гидромодуля при названных условиях приводит к повышению антиоксидантных свойств экстрактов, но может ухудшить органолептические свойства. Оптимизация гидромодуля в зависимости от вида ягод, из которых

образовались выжимки, позволяет получать экстракты с приближенно одинаковым уровнем антиоксидантных свойств.

Для дальнейших исследований, как основы в производстве ПЖ, было решено использовать водные экстракты из выжимок: черники и голубики с гидромодулем 1:10; клюквы и брусники 1,5:10. Условия СВЧ экстрагирования – мощность 800 Вт, продолжительность 60 с.

## **ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА ЖЕЛЕЙНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ВЫЖИМОК ЯГОД СЕМЕЙСТВА ВЕРЕСКОВЫХ И ОЦЕНКА ИХ КАЧЕСТВА**

Экстракты, полученные при помощи СВЧ нагрева, использовали в качестве основы для получения продуктов жележных (ПЖ), что позволит избежать использования синтетических красителей. Имеется определенный опыт использования экстрактов аронии для замены красителя кармуазина в ПЖ, красной свеклы, вишни, который одновременно обогащает их антиоксидантами фенольной природы с максимальным проявлением свойств в нейтральной и щелочной среде [134, 169]. Низкое содержание ЭСВ в экстрактах, полученных с использованием СВЧ нагрева, требует для производства ПЖ выбор структурообразователя. При производстве желе и жележных масс традиционно используют уваренные соки фруктовые, пюре, например, из красной смородины, облепихи и др., с высоким содержанием пектиновых веществ с высокой степенью этерификации, или другое растительное сырье (семена чиа, овес, ячмень), обеспечивающее необходимую консистенцию готового продукта [19, 34, 37, 51, 54, 60, 83, 173]. Поэтому в качестве структурообразователя использовали желатин, позволяющий формировать структуру продукта студнеобразной консистенции при низком содержанием СВ без использования сахара и регуляторов кислотности.

### **5.1 Влияние желатина на формирование потребительских свойств жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок различных ягод**

На первом этапе необходимо было установить количество желатина для формирования оптимальных органолептических свойств ПЖ. При этом формованные ПЖ должны легко извлекаться из форм после формирования структуры продукта.

В качестве основы ПЖ использовали ЭВЧ и ЭВГ (гидромодуль 1:10), ЭВК и ЭВБ (гидромодуль 1,5:10). Согласно стандартным рецептурам количество

желатина должно быть 3% для оптимального структурообразования в белковых системах [89]. Было рассмотрено увеличение количества желатина в рецептуре в связи с тем, что изделия должны легко извлекаться из форм и сохранять ее без отделения влаги. Поэтому количество желатина варьировали, %: 2,0; 3,0 и 4,0. Моделирование количества структурообразователя проводили без использования сахара в рецептуре. Желатин растворяли в части ЭВ, оставляли для набухания в течение 40 минут, затем смешивали со всем количеством ЭВ, доводили до кипения, затем разливали в формы. Формовые ПЖ извлекали из форм после полного формирования структуры продукта.

Структурообразование формованных ПЖ массой нетто 12 г происходило независимо от вида ЭВ и количества желатина в течение 55-60 минут при температуре +2...+4°C. Но вынуть их целостными из форм можно было только при концентрации желатина 3,0 или 4,0%. При комнатной температуре время формирования структуры ПЖ увеличивалось в 3 раза и составило 180 минут. При увеличении массы продукта до 100 г формирование структуры ПЖ происходило только при температуре +2...+4°C в течение 90 минут.

Формирование органолептических свойств ПЖ зависело, как от вида ЭВ, так и от количества желатина в рецептуре (табл. 5.1).

Таблица 5.1 – Влияние количества желатина и вида ЭВ на органолептические показатели формованных ПЖ

Показатели	Количество желатина, %	ПЖ на основе			
		ЭВЧ	ЭВГ	ЭВК	ЭВБ
Внешний вид	2	Однородная, желированная, прозрачная, форма поврежденная			
Цвет		фиолетовый	темно-синий	ярко розовый	бордовый
Консистенция		желированная, слабая			
Вкус		свойственный ягодам			
		с легкой кислоткой	сладковатый	кислый	
Запах		свойственный, слабо выраженный		отсутствует	

Окончание табл. 5.1

Внешний вид	3	Однородная, желированная, прозрачная, правильная форма с четкими контурами			
Цвет		фиолетовый	темно-синий	ярко розовый	бордовый
Консистенция		прочная желированная, упругая			
Вкус		свойственный ягодам			
		с легкой кислоткой	сладковатый	кислый	
Запах		свойственный, слабо выраженный		отсутствует	
Внешний вид	4	однородная, желированная, прозрачная, правильная форма с четкими контурами			
Цвет		фиолетовый	темно-синий	ярко розовый	бордовый
Консистенция		прочная, затяжистая			
Вкус		свойственный ягодам			
		с легкой кислоткой	сладковатый	кислый	
Запах		свойственный, слабо выраженный		отсутствует	

Желатин формировал прозрачную желированную массу, соответствующую форме. Его количество влияло только на консистенцию, которая уплотнялась при увеличении количества желатина. 2,0% желатина для формованных ПЖ оказалось недостаточно для сохранения формы. Консистенция была слабой, что приводило к нарушению целостности ПЖ при извлечении из формы. При этом увеличение времени выстойки ПЖ не оказывало влияние на его консистенцию. 4,0% желатина способствовало получению продуктов излишне плотной, затяжистой консистенции. Оптимальным оказалось использование 3,0% желатина для формирования прочной и упругой консистенции ПЖ, что способствовало легкому их извлечению из форм. Отделение влаги не установлено.

Формованные ПЖ имели цвет и вкус, характерные для ягод, из выжимок которых были получены экстракты, с легким таянием во рту независимо от концентрации желатина. Обесцвечивания ПЖ не происходило. Запах у ПЖ был свойственный, но слабо выраженный, у изделий на основе ЭВК и ЭВБ –

невыраженный. Используемые экстракты оказали влияние на вкус. И если вкус ПЖ из ЭВЧ и ЭВГ был приятным слегка сладковатым, и их можно было употреблять без использования сахара, то ПЖ из ЭВК и ЭВБ были кислыми, что требует обязательного использования сахара в рецептуре.

Экспериментально было установлено, что для формирования кисло-сладкого вкуса ПЖ на основе ЭВК и ЭВБ необходимо использовать 2,5% сахара. Причем его использование не оказало влияние на количество желатина при формировании оптимальных органолептических показателей ПЖ. Время выстойки при температуре  $+(2-4)^{\circ}\text{C}$  увеличилось незначительно – всего на 10 минут, но при комнатной температуре – в 2 раза, составив 180 минут.

Вид ЭВ и количество желатина изменяли упругие свойства ПЖ, что зафиксировано по изменению усилия нагружения индентора (прочности), г, на приборе Структурометр СТ2 (табл. 5.2). В качестве контроля использовали воду с соответствующим количеством желатина. Время выстойки составляло 60 минут при температуре  $+(2-4)^{\circ}\text{C}$ .

Таблица 5.2 – Прочность ПЖ, г, в зависимости от количества желатина и вида экстракта

Количество желатина, %	Контроль	ПЖ на основе			
		ЭВЧ	ЭВГ	ЭВК	ЭВБ
без сахара					
2,0	70±2	57±2	58±2	65±1	61±2
3,0	106±2	82±2	84±2	93±2	90±2
4,0	139±3	105±2	110±2	118±3	115±3
с добавлением сахара 2,5%					
2,0	67±2	52±1	53±2	60±2	57±2
3,0	101±2	76±2	77±2	88±2	85±3
4,0	135±3	99±2	100±2	114±3	107±1

Повышение концентрации желатина увеличивает количество реакционных групп (-COOH, -NH<sub>2</sub>; -CH<sub>2</sub>-OH), способствующих формированию более прочной структурной сетки [10, 32, 89], в результате чего наблюдалась общая тенденция возрастания значений прочности ПЖ, как в контроле, так и во всех образцах ПЖ независимо от вида ЭВ и использования сахара в рецептуре. У ПЖ без сахара при увеличении желатина до 3,0% значения прочности возросли на 43-51%, а при концентрации желатина 4,0% стали больше почти в 2 раза по сравнению с ПЖ с 2% желатина благодаря силам когезии между увеличившимся количеством макромолекул с образованием жесткой пространственной сетки [89]. Но при использовании ЭВ в качестве основы ПЖ, значения прочности уменьшались при любой концентрации желатина на 12-24%. Значения прочности ПЖ в зависимости от вида ЭВ сформировали ряд: ЭВЧ < ЭВГ < ЭВБ < ЭВК.

Формирование структуры ПЖ на основе желатина и ЭВ связывают с протеин-полифенольным взаимодействием и образованием поперечных связей [135, 142, 168]. Физические свойства такого продукта зависят от количества и состава полифенолов. Choi I. с соавторами [124] утверждают, что высокая концентрации фенольных соединений за счет их молекулярной подвижности и разветвленной структуры, приводит к пластифицирующему эффекту. Но при высоких концентрациях фенольных соединений молекулярная подвижность увеличивается из-за реакций разветвления, приводящих к пластифицирующему эффекту.

Из всех исследованных ПЖ на основе различных ЭВ самые низкие значения прочности имели продукты, изготовленные на основе ЭВЧ. На влияние антоцианов при формировании структуры продукта с желатином указывают многие авторы. Экстракты из выжимок ягод или красной капусты, содержащие антоцианы, способствуют формированию эластичных желатиновых пленок с повышенной растяжимостью, увеличивающуюся с повышением содержания антоцианов [142, 168, 189, 193]. Например, пленки с экстрактом голубики обладают большей растяжимостью на 13%, чем с экстрактом рябины [189]. На примере пленок на основе хитозана с экстрактом сладкого картофеля показано, что формирование

структуры происходит за счет взаимодействия аминокрупп белков и гидроксильных групп антоцианов [142]. Отсутствие антоцианов в экстракте зеленого чая или экстракте с галлатом эпигаллокатехина формируют прочные желатиновые пленки со сниженной растяжимостью [135, 203].

При использовании в составе ПЖ сахарозы значения прочности снижались как в контроле, так и в ПЖ на основе ЭВ независимо от их вида. Так, в контроле значения прочности ПЖ с сахаром снизились на 2,9-4,7%, а в ПЖ на основе ЭВ в зависимости от концентрации желатина – от 7-8% до 4-7%. Чем больше была концентрация желатина в ПЖ на основе ЭВ, тем меньше снижались значения прочности. Влияние вида ЭВ, на основе которых были изготовлены ПЖ, сохранилось. Увеличение деформации желатиновых гелей при добавлении сахарозы было получено рядом авторов [32, 125, 157, 186]. Все авторы сходятся во мнении о взаимодействии реактивных групп желатина за счет водородных связей с молекулами сахарозы, что, в свою очередь, снижает их взаимодействие между собой, вызывая меньшее количество зон соединения во время формирования геля. Прочность гелей зависит как от вида сахаров, так и от их количества, уменьшаясь при увеличении количества сахара. Добавление сахарозы на уровне 15-20 г / 100 мл H<sub>2</sub>O при концентрации желатина 2-4 г снижает прочность желатинового геля на 12-13% [125]. Добавление сахарозы в количестве 40% от массы желатина (5 г желатина, 2 г сахарозы, 100 г воды) увеличило деформацию сахаро-желатиновых пленок на 67% [186]. Наиболее выраженное уменьшение деформации желатиновых гелей происходит под действием ксилозы > фруктозы > глюкозы, чем сахарозы [125, 157, 186].

В результате использования ЭВ из различных видов ягод в качестве основы ПЖ со структурообразователем желатином и с сахаром ил без него были получены ПЖ с оптимальными органолептическими свойствами и близкими значениями прочности. У ПЖ на основе ЭВЧ или ЭВГ без сахара и на основе ЭВК или ЭВБ с 2,5% сахара и желатином в концентрации 3% значения прочности находились в близких пределах – 82-88 г.

Полученные ПЖ характеризовались антиоксидантными свойствами, зависящими от вида ЭВ (табл. 5.3).

Таблица 5.3 – Характеристика антиоксидантных свойств ПЖ, мкг АК /г

АОА	Контроль	ПЖ на основе			
		ЭВЧ	ЭВГ	ЭВК	ЭВБ
без сахара					
DPPH	1,2 ± 0,1	9,2 ± 0,4	6,9 ± 0,3	6,2 ± 0,3	6,4 ± 0,2
FRAP	1,4 ± 0,1	12,8 ± 0,3	10,0 ± 0,2	8,5 ± 0,4	9,8 ± 0,4
с добавлением сахара 2,5%					
DPPH	1,18 ± 0,1	9,0 ± 0,4	6,7 ± 0,3	6,1 ± 0,3	6,3 ± 0,2
FRAP	1,37 ± 0,1	12,5 ± 0,4	9,8 ± 0,3	8,3 ± 0,4	9,6 ± 0,3

Полученные ПЖ сохранили тенденцию АОА, характерную для самих ЭВ: ЭВЧ > ЭВГ > ЭВБ > ЭВК. Наибольшие антиоксидантные свойства имели ПЖ на основе ЭВЧ, которые были больше, чем на основе ЭВГ на 25,0 и 19,5%, соответственно для DPPH и FRAP тестов. ПЖ на основе ЭВК или ЭВБ, несмотря на использование более высокого гидромодуля при экстрагировании, обладали более низкой АОА, чем ПЖ на основе ЭВЧ или ЭВГ, что подтверждает влияние антоцианов.

На антиоксидантные свойства готовых ПЖ оказывало влияние, как термический нагрев с доведением ЭВ до кипения при производстве, так и увеличение их массы за счет желатина и сахара в рецептуре. И если желатин в некоторой степени способствовал увеличению АОА, то сахар, не обладающий антиоксидантными свойствами, наоборот, приводил к тенденции снижения АОА, но статистически значимых изменений установлено не было. ПЖ на основе различных ЭВ с одинаковым количеством желатина при использовании сахара в рецептуре снизили АОА в среднем на 2,5%.

По сравнению с ЭВ готовые ПЖ уменьшили значения DPPH от 19,2 до 24,6 % и FRAP – от 12,8 до 19,6%. Наибольшие потери были у ПЖ на основе ЭВЧ, в большей степени за счет DPPH, что может быть связано с разрушением антоцианов при доведении экстракта до кипения. О влиянии высоких температур, особенно близких к 100°C, на деструкцию фенольных соединений, и особенно антоцианов сообщается многими авторами [162, 166]. Повышение температурной обработки растительного сырья с 80 до 100°C приводит к потерям антоцианов на 30-40%.

На основании проведенных исследований были предложены рецептуры ПЖ из различных видов ЭВ (табл. 5.4).

Таблица 5.4 – Рецептура ПЖ на основе ЭВ из различных ягод

Наименование	Расход сырья на 1 т готовой продукции, кг			
	для ПЖ на основе			
	ЭВЧ	ЭВГ	ЭВК	ЭВБ
ЭВЧ (1:10)	1027	–	–	–
ЭВГ (1:10)	–	1027	–	–
ЭВК (1,5:10)	–	–	1004	–
ЭВБ (1,5:10)	–	–	–	1004
Желатин	31	31	30	30
Сахар	–	–	25	25
Итого	1058	1058	1059	1059
<b>Выход, кг</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>

Таким образом, для производства ПЖ на основе ЭВ со структурообразователем желатином в количестве 3% можно использовать ЭВЧ и ЭВГ без сахара или ЭВК и ЭВБ с добавлением сахара в количестве 2,5%, что формирует оптимальные органолептические свойства продукта.

## 5.2 Использование композиций экстрактов из выжимок ягод для производства жележных продуктов

При создании низкокалорийных ПЖ должна быть рассмотрена возможность снижения содержания сахара в рецептуре вплоть до полного его отсутствия. Поэтому была изучена возможность использования композиций ЭВ для формирования оригинального вкуса или кисло-сладкого вкуса за счет сочетания группы ЭВ приближенных к сладкому вкусу – черники и голубики и ЭВ из группы с кислым вкусом – клюквы и брусники.

Регулирование кисло-сладкого вкуса получали смешиванием ЭВ в разных количествах, например к ЭВЧ с более выраженным сладковатым вкусом добавлять ЭВК или ЭВБ с более кислым вкусом. 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 (табл. 5.5).

Таблица 5.5 – Рецептура ПЖ на основе композиций ЭВ из различных ягод

Наименование	Расход сырья на 1 т готовой продукции, кг			
	для ПЖ на основе			
	ЭВЧ / ЭВК	ЭВЧ / ЭВБ	ЭВГ / ЭВК	ЭВГ / ЭВБ
ЭВЧ (1:10)	719	822	–	–
ЭВГ (1:10)	–	–	616	565
ЭВК (1,5:10)	308	–	411	–
ЭВБ (1,5:10)	–	205	–	462
Желатин	31	31	31	31
Итого	1058	1058	1058	1058
<b>Выход, кг</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>

Комбинация ЭВ изменили упругие свойства ПЖ, которые заняли промежуточное положение между соответствующими использованными ЭВ в рецептуре (рис. 5.1).

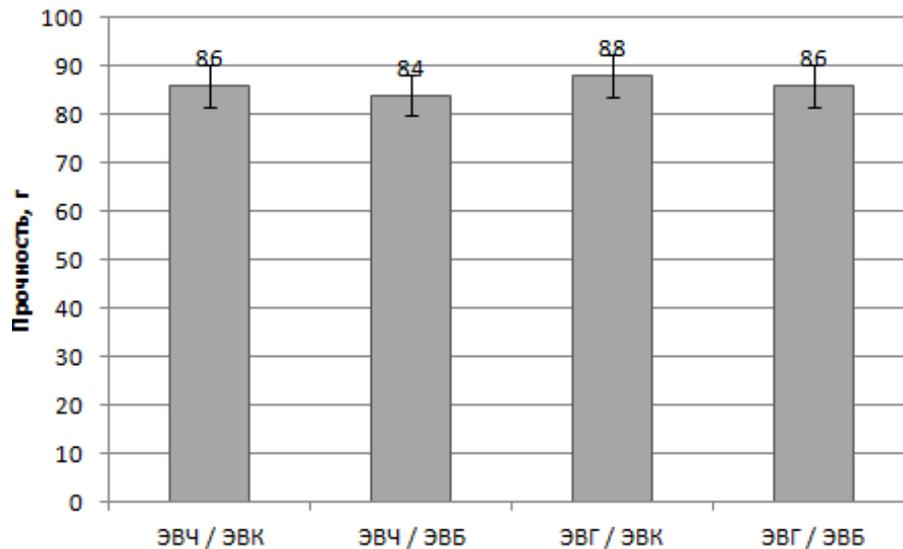
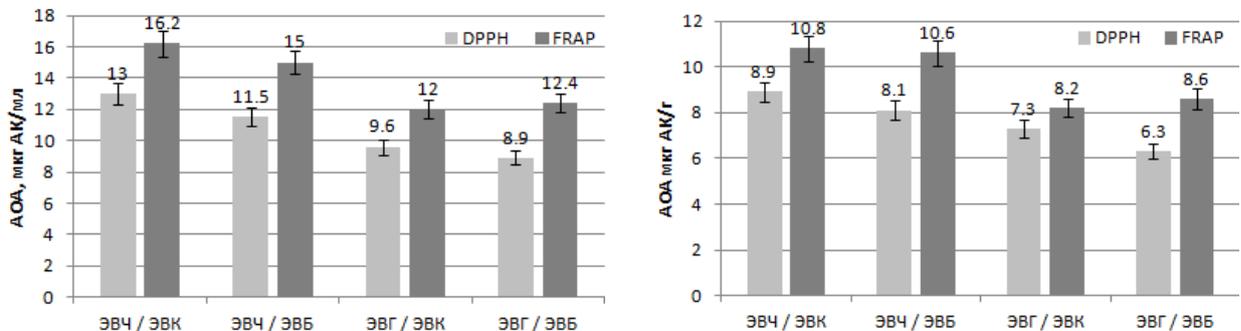


Рисунок 5.1 – Прочность ПЖ на основе ЭВ различных ягод

Прочность ПЖ на основе комбинаций ЭВ находилась в диапазоне 84-88 г, тогда как прочность ПЖ на основе однокомпонентных ЭВ в диапазоне 82-93 г. Налицо выравнивание упругих свойств ПЖ.

Комбинирование ЭВ из различных ягод не оказывало существенного влияния на их АОА по сравнению с исходными значениями преобладающих экстрактов в составе композиции (рис. 5.2).



а) композиции ЭВ

б) ПЖ на основе композиций ЭВ

Рисунок 5.2 – АОА композиций ЭВ (а) и ПЖ на их основе (б), полученных традиционным способом

В большинстве случаев статистически значимых отличий установлено не было, хотя имелась тенденция увеличения значений DPPH и FRAP в композициях на основе, как ЭВЧ, так и ЭВГ. В результате полученные композиции ЭВ в зависимости от значений DPPH и FRAP сформировали ряд: ЭВЧ/ЭВК > ЭВЧ/ЭВБ > ЭВГ/ЭВК  $\geq$  ЭВГ/ЭВБ. В комбинациях ЭВГ/ЭВК значения DPPH были больше, чем в комбинации ЭВГ/ЭВБ, а значения FRAP – меньше. Такая же тенденция значений DPPH и FRAP сохранилась и в ПЖ на основе комбинаций ЭВ (рис. 5.2, б).

По сравнению с исходными композициями ЭВ в ПЖ в процессе традиционной технологии производства потери антиоксидантов доходили до 30%.

Таким образом, комбинирование ЭВ из различных ягод позволяет получать ПЖ без использования сахара в рецептуре, формируя кисло-сладкий вкус изделий с более выраженными упругими свойствами.

### **5.3 Использование СВЧ нагрева в производстве жележных продуктов**

Формирование структуры ПЖ невозможно без термического воздействия, который по традиционной технологии производят конвективным способом после предварительного набухания желатина, доводя подготовленный раствор с желатином до кипения. Конвективный нагрев осуществляется подводимым теплом от электронагревательного прибора с постепенной передачей тепла при массовом движении молекул [34, 54, 60, 98]. Например, при использовании экстракта красной свеклы для производства мармелада во время термической обработки происходит потеря бетанина до 33% [169]. СВЧ нагрев обеспечивает интенсификацию процессов тепло- и массообмена и равномерный прогрев продукта по всему объему, минимизируя, тем самым, время воздействия, что особенно важно для сохранения БАВ в исходном сырье [79, 96, 163, 165, 167].

Для исследования возможности использования СВЧ нагрева вместо нагрева на электронагревательном приборе при производстве ПЖ были проведены модельные опыты. В качестве основы использовали ЭВ из разных ягод или их

композиций, в которые добавляли желатин в количестве 3%. Полученную смесь перед СВЧ нагревом подготавливали с использованием двух вариантов: с предварительным набуханием желатина в течение 40 минут и без набухания.

Для производства ПЖ подготовленные рецептурные смеси на основе ЭВ из различных ягод и их композиций после набухания желатина и без предварительного набухания желатина нагревали в СВЧ печи мощностью 800 Вт, после чего их разливали в формы. Формирование структуры продукта происходило после охлаждения смеси до комнатной температуры и выдержке в холодильной камере с температурой  $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Состав продукта, объем и технология оказывали влияние на продолжительность формирования структуры продукта. При использовании традиционной технологии (контроль) формирование структуры продукта в формочках объемом 12 мл происходило через 50–60 мин выдержки в холодильной камере, а объемом 100 мл – в течение 90 минут. Использование СВЧ нагрева в производстве ПЖ с предварительным набуханием желатина увеличило продолжительность формирования структуры на 21–30%. Максимальная продолжительность была у ПЖ на основе ЭВЧ и составила 75–80 мин. Отсутствие набухания желатина перед СВЧ нагревом замедлило формирование структуры продукта почти в 2 раза. Время выстойки составляло 140–150 мин. для формованных изделий, а для ПЖ объемом 100 мл – 180–190 мин.

Полученные ПЖ имели консистенцию от плотной (для образцов по традиционной технологии) до пластичной (для изделий, полученных СВЧ нагревом). Прочность жележных продуктов зависела не только от технологии, но и от вида экстракта и наличия сахара в рецептуре (табл. 5.6).

ПЖ, полученные по традиционной технологии, отличались более плотной структурой, образованию которой способствовала высокая скорость движения молекул за счет дополнительной энергии при температуре кипения подготовленной рецептурной смеси.

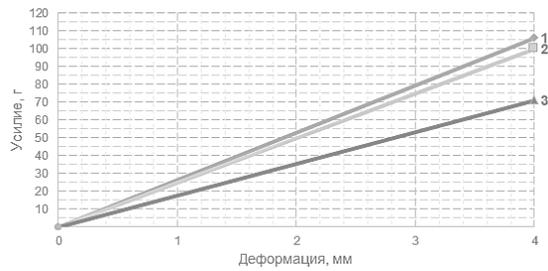
СВЧ нагрев сокращал времени воздействия за счет объемного нагрева, но обеспечивал меньшей тепловой энергией. Это привело к уменьшению значений прочности контрольного образца ПЖ (на воде) на 5%. Отсутствие

предварительного набухания желатина, необходимого для восстановления сольватационных свойств белков при создании пространственной сетки в структуре продукта [89], дополнительно снизило прочность контрольных образцов ПЖ на 29%.

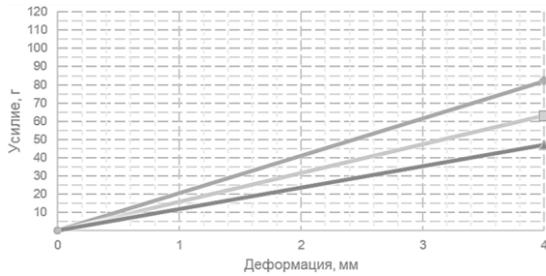
Таблица 5.6 – Влияние технологии и вида ЭВ на прочность ПЖ, г

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	68±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

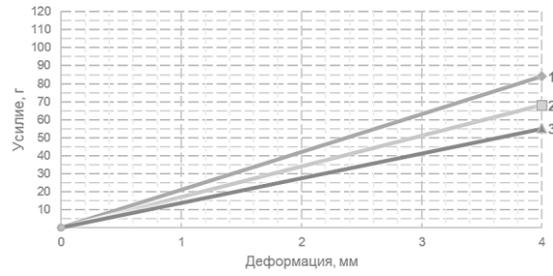
При использовании ЭВ значения прочности снижались на 12–23% в зависимости от вида ЭВ по сравнению с контролем. Причем такая тенденция была характерна для всех способов производства (традиционный > СВЧ нагрев с набуханием желатина > СВЧ нагрев без набухания желатина). Это подтверждает, что формирование структуры ПЖ на основе ЭВ связано с протеин-полифенольным взаимодействием и образованием поперечных связей [135, 203]. Чем больше в ЭВ содержится антоцианов и других полифенолов с разветвленной структурой и чем выше их молекулярная подвижность [142, 168, 189, 193], тем более выражены пластичные свойства ПЖ. Преобладание в составе экстракта из выжимок черники антоцианов привели к формированию более пластичного продукта, имеющего самые низкие значения прочности (рис. 5.3).



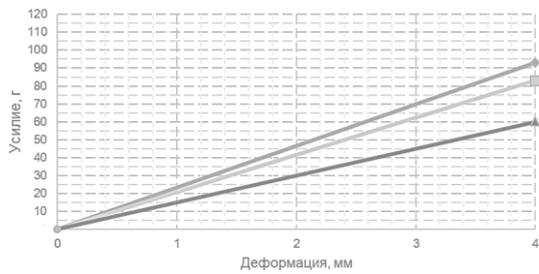
а) Контроль



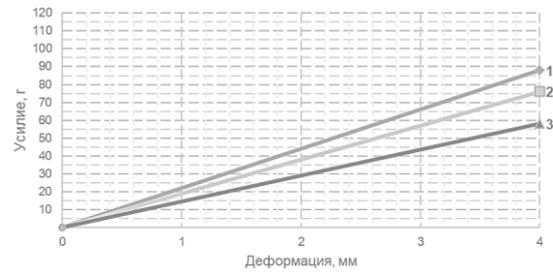
б) ПЖ на основе ЭВЧ



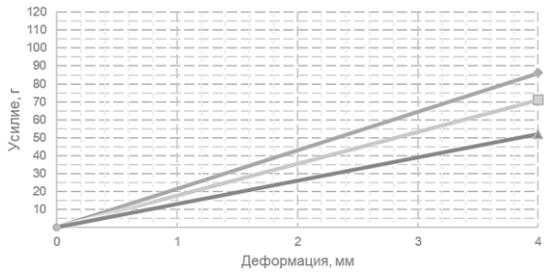
в) ПЖ на основе ЭВГ



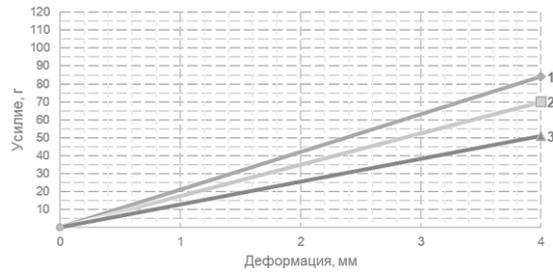
г) ПЖ на основе ЭВК



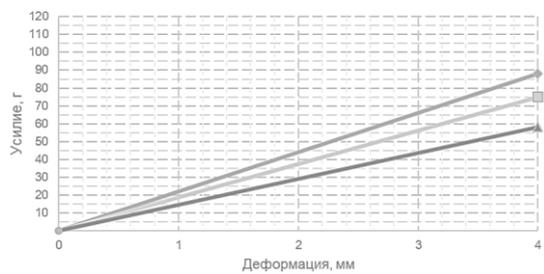
д) ПЖ на основе ЭВБ



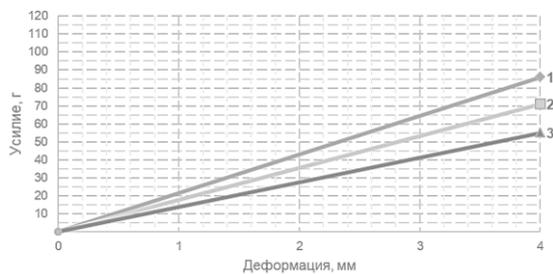
е) ПЖ на основе ЭВЧ/ЭВК



ж) ПЖ на основе ЭВЧ/ЭВБ



и) ПЖ на основе ЭВГ/ЭВК



к) ПЖ на основе ЭВГ/ЭВБ

Рисунок 5.3 – Изменение усилия нагрузки для ПЖ без сахара в зависимости от используемой технологии: 1 – традиционная; 2 – СВЧ нагрев с предварительным набуханием желатина; 3 – СВЧ нагрев без предварительного набухания желатина

В ПЖ на основе композиций ЭВ значения прочности занимали промежуточное положение между ПЖ на основе однокомпонентных ЭВ, которые использовались в составе композиций. Так ПЖ на основе ЭВЧ, полученные по традиционной технологии, имели прочность 82 г, а на основе композиции ЭВЧ/ЭВК и ЭВЧ/ЭВБ – 86 и 84 г, соответственно (табл. 5.6). В ПЖ на основе композиций с преобладанием ЭВГ снижение значений прочности были меньше из-за большего количества ЭВК или ЭВБ.

Независимо от технологии производства ПЖ введение в их состав сахара позволяло получать более пластичные продукты. Значения прочности уменьшились при использовании технологии: СВЧ без предварительного набухания желатина на 6-9%; СВЧ с набуханием желатина – на 6-11%, для традиционной – на 5-8%. При растворении сахарозы в воде их энергия притяжения превышает энергию водородных связей межмолекулярного взаимодействия, за счет которых образуется структурированная система [7, 31]. Использование сахара не изменило тенденцию влияния фенольных соединений на пластичные свойства ПЖ, уменьшая значения прочности при использовании ЭВ, которые сформировали ряд: ЭВЧ < ЭВГ = ЭВЧ/ЭВБ < ЭВЧ/ЭВК = ЭВГ/ЭВБ < ЭВГ/ЭВК < ЭВБ < ЭВК < контроль.

АОА ЭВ ягод сформировали антиоксидантные свойства ПЖ с незначительными потерями, которые зависели от использованной технологии (рис. 5.4).

Независимо от метода определения АОА наибольшие потери были у ПЖ, полученных по традиционной технологии, как у ПЖ на основе моно ЭВ, так и на основе композиций ЭВ. АОА ПЖ, полученных с использованием СВЧ технологий была выше, чем ПЖ по традиционной технологии. Значения DPPH отличались на 10-15%, а FRAP – на 9-17%, причем у ПЖ на основе композиций отличия АОА были больше и доходили до 17% у ПЖ на основе композиции ЭВЧ/ЭВБ.

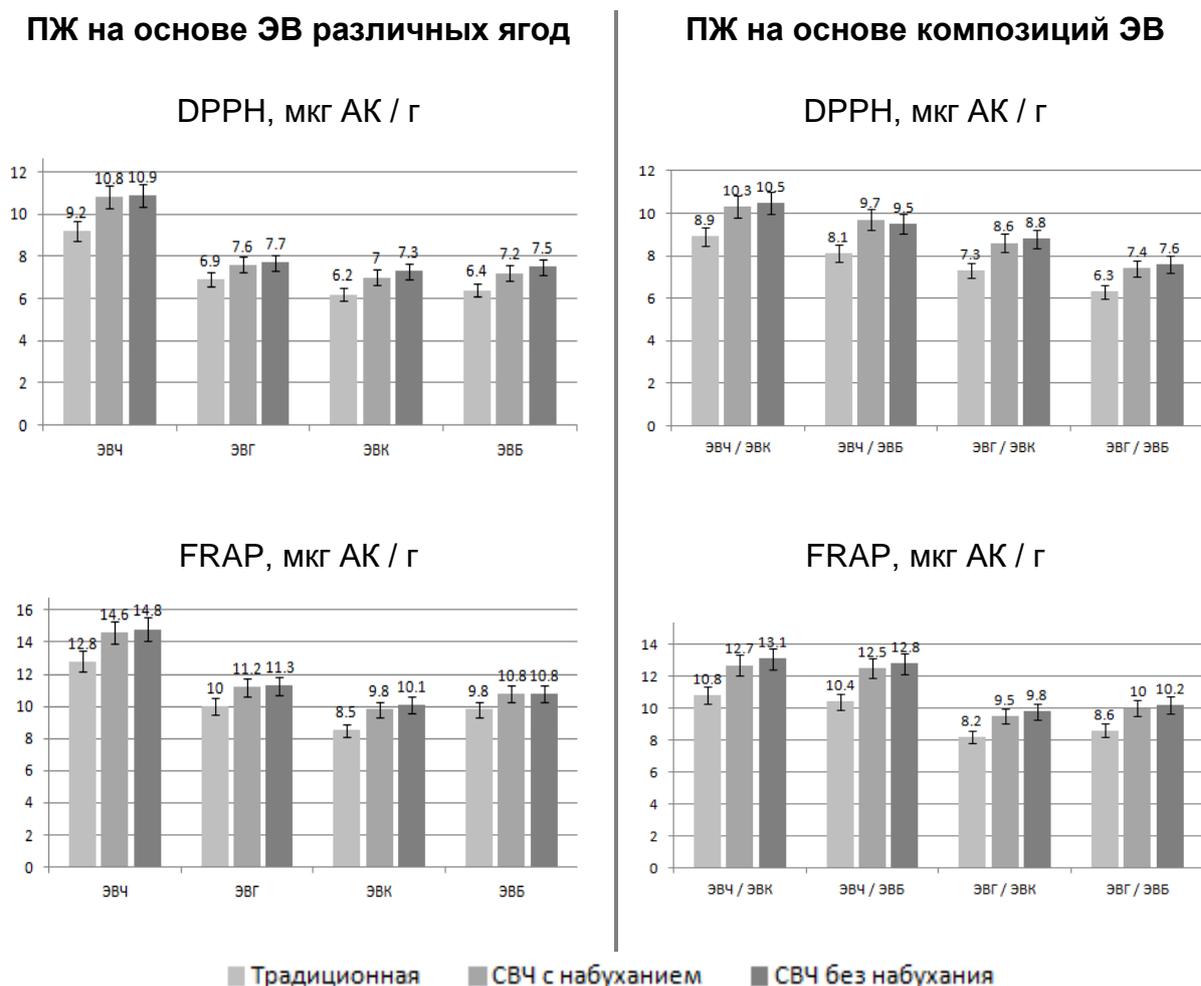


Рисунок 5.4 – Влияние технологии на антиоксидантные свойства ПЖ на основе ЭВ из разных ягод и их композиций

Использование предварительного набухания желатина или ее отсутствие перед СВЧ нагревом подготовленной смеси не оказывало существенного влияния на значения DPPH и FRAP ПЖ. Статистически значимых отличий не установлено, хотя имелась тенденция большего сохранения антиоксидантов при отсутствии операции набухания желатина.

При отсутствии операции предварительного набухания желатина, вероятно, необходимо более длительное воздействие СВЧ, чтобы обеспечить ренатурацию белков и достигнуть наиболее приближенных значений прочности ПЖ. Поэтому был проведен эксперимент, при котором увеличивали время воздействия СВЧ на

10-40 сек. по сравнению с исходно используемым временем 60 сек. Было установлено, что при воздействии СВЧ нагрева в течение 90 сек. ПЖ имеют такие же пластичные характеристики, что и ПЖ, полученные с предварительным набуханием желатина. Таким образом, ПЖ на основе ЭВ различных ягод или их композиций можно получать без предварительного набухания желатина с выдержкой в СВЧ печи мощностью 800 Вт в течение 90 сек. или с предварительным набуханием желатина и выдержкой в течение 60 сек., что формирует идентичные упругие и антиоксидантные свойства.

Осуществлять СВЧ нагрев можно в формах разного объема, как при отсутствии операции предварительного набухания желатина, так и с набуханием. Розлив подготовленной смеси перед СВЧ нагревом в формы меньшего объема для формирования конечной массы и внешнего вида продуктов, должен сокращать время СВЧ обработки. Был проведен подбор продолжительности СВЧ нагрева мощностью 800 Вт при розливе подготовленной смеси в силиконовые формы объемом 12 мл. Продолжительность СВЧ нагрева варьировали от 10 до 30 сек. с интервалом 5 сек. Формы со смесью охлаждали и выдерживали в течение 60 мин. при температуре  $+(4\pm 2)^\circ\text{C}$ . Контроль готовности ПЖ осуществляли по способности извлечения из форм, а также по упругим свойствам, приближенным к ранее определенным характеристикам (табл. 5.6).

Было установлено, что предварительное набухание желатина в ЭВ с последующим розливом в формы, сокращает время СВЧ нагрева до 15 сек. При отсутствии набухания время СВЧ нагрева составляет 30 сек. При этом ПЖ легко извлекаются из форм независимо от вида ЭВ или их композиций, а упругие характеристики находятся в необходимом диапазоне с отклонениями не превышающими 5 относительных процентов.

Таким образом, использование СВЧ нагрева в производстве формованных ПЖ возможно в нескольких вариантах: с предварительным набуханием желатина или без него; с розливом в формы до СВЧ нагрева или после (рис. 5.5).

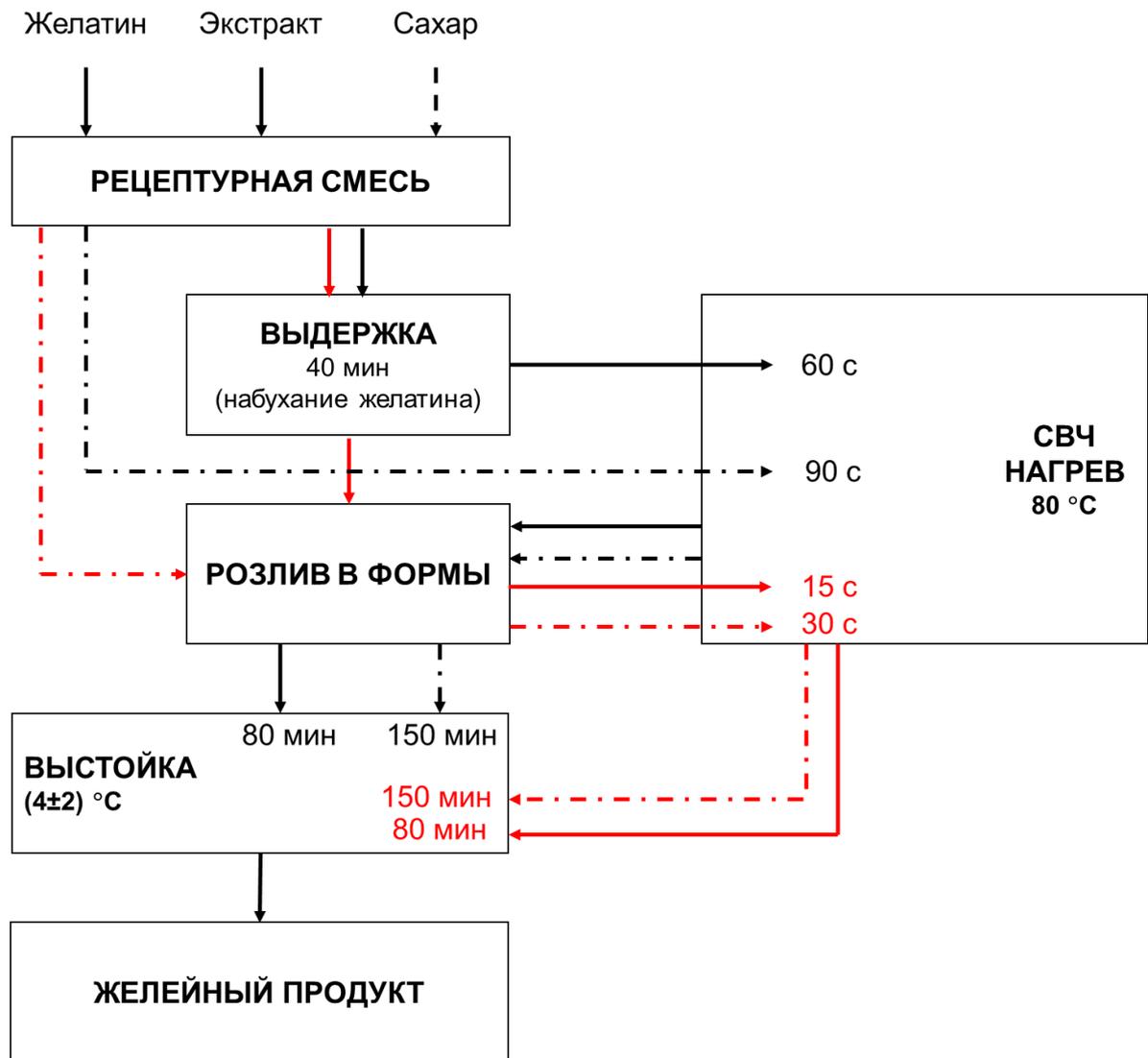


Рисунок 5.5 – Схема производства ПЖ на основе ЭВ различных ягод или их композиций с использованием СВЧ нагрева

Для формирования одинаковых упругих и антиоксидантных свойств формованных ПЖ необходимо изменять продолжительность СВЧ нагрева в зависимости от выбранного способа подготовки. Полученные экспериментальные данные позволяют рассматривать использование СВЧ нагрева в технологии производства ПЖ взамен нагрева на электронагревательном приборе, что позволяет не доводить подготовленную смесь ЭВ и структурообразователя до кипения, сохраняя в большей степени антиоксиданты, формируя ПЖ с более выраженными упругими свойствами. Продолжительность СВЧ нагрева зависит от объема подготовленной для нагрева смеси. При использовании рецептурной смеси

с предварительным набуханием желатина объемом 100 мл СВЧ нагрев осуществляется в течение 60 сек., отсутствие набухания увеличивает нагрев до 90 сек. Розлив рецептурной смеси в формы объемом 12 мл до СВЧ нагрева сокращает время обработки до 30 сек., а предварительно набухшей смеси – до 15 сек.

#### **5.4 Оценка качества жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод и их композиций**

Была проведена оценка органолептических и физико-химических показателей качества (табл. 5.7) и установлены показатели безопасности (табл. 5.8) формованных ПЖ разработанных рецептур, выработанных с использованием СВЧ нагрева.

Все ПЖ представляли собой формованную прозрачную желеобразную массу правильной формы, довольно упругую, без синерезиса, 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 рецептур ПЖ не смогли сформировать выраженный запах. Он был свойственный, но слабовыраженный или невыраженный. Балльная оценка органолептических показателей ПЖ была высокой и находилась в диапазоне от 18,8 до 19,8 баллов из максимально возможных 20 баллов, что позволяет установить уровень качества «отличный», что отражено в соответствующих протоколах дегустаций (приложение М).

Основной составной частью разработанных ПЖ была вода, в результате чего их влажность колебалась от 91,3 до 94,4%. Сухие вещества ПЖ отличались, прежде всего, содержанием суммы сахаров и титруемых кислот в зависимости от вида использованных ЭВ, что и оказывало влияние на их вкус. ПЖ на основе ЭВЧ содержали максимальное количество сахаров, но более высокие значения кислотности обуславливали меньшие значения СКИ, чем у ПЖ на основе ЭВГ. ПЖ на основе ЭВГ содержали меньше, как сахаров на 3,0%, так и значения кислотности были меньше на 5,9%.

Таблица 5.7 – 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, форма правильная, с четким контуром, без деформации							
Вкус	сладковатый с легкой кислинкой		кисло-сладкий		сладковатый с легкой кислинкой		кисло-сладкий	
Запах	свойственный, слабовыраженный		свойственный, невыраженный		свойственный, слабовыраженный			
Цвет	фиолетовый	темно-синий	ярко розовый	бордовый	фиолетовый	фиолетовый	сине- фиолетовый	бордово- фиолетовый
Консистенция	прочная желированная, упругая, без отслаивания жидкости							
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
Сумма сахаров, %	2,06 ± 0,02	2,00 ± 0,02	3,60 ± 0,04	3,55 ± 0,03	1,82 ± 0,02	1,87 ± 0,02	1,72 ± 0,02	1,68 ± 0,02
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 <sup>3</sup>	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

Таблица 5.8 – Микробиологические показатели безопасности свежевывработанных ПЖ

Показатели	Допустимые уровни по ТР ТС 021/2011	ЭВЧ	ЭВГ	ЭВК с сахаром	ЭВБ с сахаром	ЭВЧ/ЭВК	ЭВЧ/ЭВБ	ЭВГ/ЭВК	ЭВГ/ЭВБ
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы	не допускаются в массе продукта 25 г	в 25 г продукта н/о							
КМАФАнМ, КОЕ/г	$1 \times 10^3$	$1,1 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$
БГКП (колиформы)	не допускаются в массе продукта 1,0 г	в 1,0 г продукта н/о							
Плесени, КОЕ/г	100	2	2	1	2	1	1	2	1
Дрожжи КОЕ/г	50	н/о							

Примечание: н/о – не обнаружено

В результате СКИ для ПЖ на основе ЭВЧ составил 4,04, а на основе ЭВГ – 4,16. У ПЖ на основе композиций ЭВ незначительно уменьшилось содержание сахаров, но при этом незначительно увеличились значения кислотности, что привело к снижению СКИ, которые независимо от вида ЭВ находились в пределах от 3,36 до 3,59, обуславливая кисло-сладкий вкус ПЖ. При добавлении сахара в рецептуру ПЖ на основе ЭВК и ЭВБ сумма сахаров в них увеличилась до 3,6 и 3,55%, соответственно, увеличив СКИ. При этом вкус ПЖ был выраженным кисло-сладким, как и ПЖ на основе композиций ЭВ, что, возможно, связано с лучшей экстрагируемостью фруктозы из выжимок ягод в экстракт.

Использование в составе ПЖ сахара снизило их влажность в 100 г продукта, которая уменьшалась и составила 91,3 и 91,4%, соответственно для ПЖ на основе ЭВК и ЭВБ. Это оказало влияние на плотность ПЖ, которая была самой высокой среди всех исследованных образцов. Для ПЖ на основе ЭВЧ, ЭВГ и композиций без использования сахара в рецептуре значения плотности находились в пределах 1,026-1,028 г/см<sup>3</sup>, между которыми статистически значимые различия не установлены. Все ПЖ обладали упругими свойствами. Значения прочности (сила Блюма) находились в пределах 63-78 г.

Все ПЖ содержали антиоксиданты, о чем свидетельствуют значения АОА полученные двумя методами DPPH и FRAP. Колебания значений DPPH ПЖ составляли от 7,0 до 10,8 мкг АК / г с преобладанием в ПЖ на основе ЭВЧ или в их композициях. Колебания значений FRAP составляли от 9,5 до 14,6 мкг АК / г, что также преобладало в ПЖ на основе ЭВЧ или в ее композициях. В пересчете на 100 г ПЖ значения DPPH и FRAP эквивалентны 0,7-1,08 и 0,95-1,46 мг АК, соответственно, что говорит о том, что рассматривать полученные ПЖ как источники антиоксидантов невозможно.

Был проведен расчет содержания основных макронутриентов и флавоноидов в разработанных ПЖ (табл. 5.9).

Таблица 5.9 – Нутриентный профиль ПЖ на основе ЭВ различных ягод и их композиций, г / 100 г

Показатель	Количество в 100 г ПЖ на основе							
	ЭВЧ	ЭВГ	ЭВК	ЭВБ	ЭВЧ/ ЭВК	ЭВЧ/ ЭВБ	ЭВГ/ ЭВК	ЭВГ/ ЭВБ
Белки, г	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62
Жиры, г	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Углеводы, г	0,51	0,45	3,14	3,02	0,55	0,54	0,55	0,51
Флавоноиды, мг	1,38	1,24	1,82	1,71	1,47	1,48	1,47	1,45
Энергетическая ценность, ккал	12,5	12,3	22,3	21,9	12,6	12,6	12,6	12,5
кДж	52,2	51,3	93,5	91,6	52,9	52,9	52,9	52,2

Разработанные ПЖ представляют собой низкокалорийные продукты, калорийность которых составляет всего 12,3-12,6 ккал / 100 г для ПЖ без использования сахара в рецептуре. При использовании сахара в составе ПЖ на основе ЭВК или ЭВБ для достижения необходимых органолептических свойств калорийность продуктов возрастает в 1,75-1,8 раза, но, все равно, остается низкой в пределах 21,9-22,3 ккал.

Калорийность ПЖ, в первую очередь, обусловлена содержанием белков за счет использования желатина. Его количество в разработанных ПЖ не зависит от вида ЭВ, на основе которых они изготовлены. Жиры в ПЖ практически отсутствуют, не превышая 0,01%. Их количество связано только с содержанием в желатине. Отличия в пищевой ценности ПЖ связаны с углеводами при использовании сахара в рецептуре или его отсутствии. В целом количество углеводов не превышает 3,14%.

ПЖ отличаются содержанием флавоноидов, что связано как с видом ЭВ, на основе которых они изготовлены, так и с гидромодулем, используемым при экстрагировании. В результате ПЖ на основе ЭВК и ЭВБ, при получении которых был использован гидромодуль 1,5:10, содержат больше флавоноидов, чем ПЖ на основе ЭВЧ и ЭВГ (содержание флавоноидов было рассчитано теоретически на основе их количества в выжимках и перехода сухих веществ в экстракт). Но,

независимо от использованного гидромодуля для экстрагирования ЭВ, количества флавоноидов в ПЖ, изготовленных на их основе, недостаточно для удовлетворения суточной потребности в 250 мг согласно МР 2.3.1.0253-21. При употреблении 100 г ПЖ степень удовлетворения будет составлять от 0,5 до 0,7%, т.е. разработанные ПЖ нельзя отнести к функциональным пищевым продуктам. Однако, количества растительных пигментов, содержащихся в ПЖ, достаточно для формирования устойчивой окраски, что позволяет исключить в их производстве использование пищевых добавок – красителей.

### 5.5 Оценка качества жележных продуктов в процессе хранения

Формованные ПЖ массой нетто 12 г хранили в закрытых контейнерах по 10 штук, ПЖ массой нетто 100 г в герметично закрытых полимерных стаканах при температуре +4°C и относительной влажности воздуха 70-75%. Продолжительность хранения ПЖ определяли по потере их массы более 5 отн. %. Потерю массы контролировали через каждые 4 часа после остывания ПЖ до температуры. Результаты представлены в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Изменение массы нетто формованных ПЖ в процессе хранения в течение 28 часов

Время хранения, часы	Формованные ПЖ					
	контроль		на основе ЭВ			
			без сахара		с сахаром	
	масса нетто, г	потери, %	масса нетто, г	потери, %	масса нетто, г	потери, %
0	12,00±0,01	-	12,00±0,01	-	12,00±0,01	-
4	12,00±0,03	0	12,00±0,01	0	12,00±0,01	0
8	11,86±0,02	1,17	11,88±0,02	1,0	11,90±0,03	0,83
12	11,66±0,03	2,83	11,67±0,01	2,75	11,69±0,02	2,58
16	11,50±0,01	4,17	11,53±0,01	3,92	11,55±0,03	3,75
20	11,42±0,02	4,83	11,46±0,02	4,50	11,48±0,01	4,33
24	11,39±0,01	5,08	11,42±0,01	4,83	11,44±0,02	4,67
28	11,36±0,01	5,33	11,39±0,03	5,08	11,40±0,03	5,00

Через 4 часа масса нетто всех исследованных образцов ПЖ, как в контроле, так и приготовленных на основе ЭВ с сахаром или без него, не изменилась.

Потеря массы ПЖ началась только через 8 часов хранения и имела тенденцию в течение дальнейшего хранения влияния компонентного состава. В результате через 24 часа хранения контрольные образцы ПЖ потеряли более 5% массы нетто за счет испарения свободной воды, находящейся в структурных ячейках желированной массы. Деструкция белков в результате их старения в геле, возможно, происходила, но скорость испарения воды была более выражена. В образцах ПЖ на основе ЭВ потеря массы нетто была менее выражена и превысила 5% только через 28 часов хранения. Возможно разветвленные молекулы полифенолов, участвующие в образовании структурной сетки студня, способствовали вовлечению молекул воды в образование гидратной оболочки, тем самым уменьшая количество свободной воды в структурных ячейках. Добавление сахара в рецептуру ПЖ на основе ЭВ, роль которого в студнеобразовании заключается в дегидратации и понижении сольватации структурных элементов студня, способствовало более медленной отдаче молекул воды с переходом из адсорбционно связанного состояния в свободное [7, 31]. Однако различия между потерей массы ПЖ на основе ЭВ с сахаром или без сахара были незначительны. Статистически значимых различий установлено не было, возможно, из-за короткого периода хранения.

Рассматривая динамику потерь массы нетто (рис. 5.6), видно, что основные изменения происходят, начиная с 8-ми часов хранения до 16 часов, достигая максимума через 12 часов. К 20-му часу хранения они сокращаются, составляя от 0,6 до 0,25%, соответственно на 20 и 28 часов хранения. Испарение воды происходит, в первую очередь, в поверхностных слоях студня за счет свободной воды в структурных ячейках, в результате чего ячейки уплотняются, и, в свою очередь, за счет формирования более плотной структуры, начинают препятствовать испарению воды из внутренних ячеек. В результате на конец хранения синерезис во всех исследованных образцах ПЖ отсутствовал. ПЖ 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 ПЖ не изменился, синерезис отсутствовал.

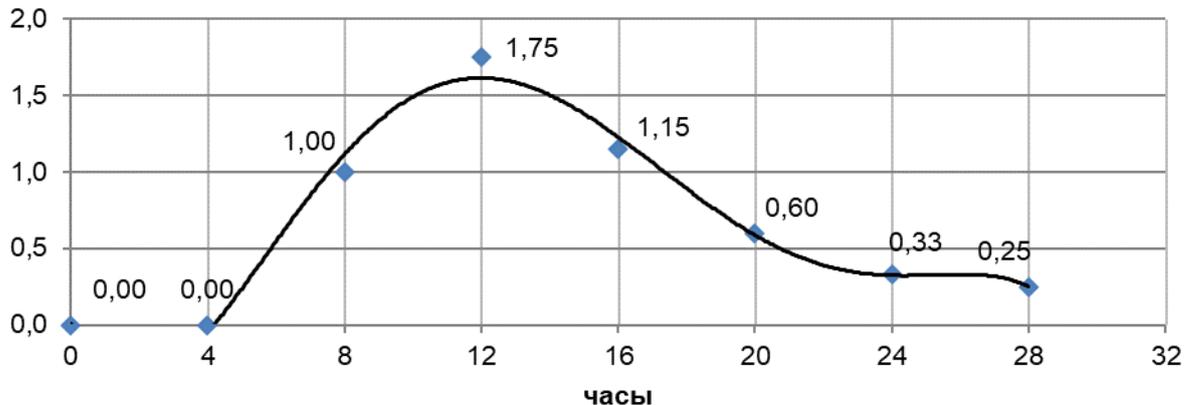


Рисунок 5.6 – Динамика потери массы нетто формованных ПЖ на основе ЭВ через каждые 4 часа хранения, %

На конец хранения ПЖ (формованных – через 24 часа, упакованных в герметично закрытые стаканы – через 30 суток) наблюдались незначительные изменения в дегустационных оценках органолептических показателей, однако значительного снижения качества отмечено не было (приложение М).

АОА формованных ПЖ не изменилась на конец хранения. ПЖ в герметично закрытых стаканах имели тенденцию снижения АОА, но статистически значимых результатов обнаружено не было.

Возможность хранения готовой пищевой продукции с использованием фруктово-ягодного сырья предполагает использование не только современных методов ее хранения, но и обязательный контроль установленных нормативной документацией показателей безопасности [26]. Главным фактором в установлении сроков хранения ПЖ является соответствие микробиологических показателей их безопасности на конец срока хранения требованиям Технического регламента Таможенного Союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Результаты исследований представлены в табл. 5.11 и 5.12.

Таблица 5.11 – Микробиологические показатели безопасности ПЖ на конец хранения (24 часа)

Показатели	Допустимые уровни по ТР ТС 021/2011	ЭВЧ	ЭВГ	ЭВК с сахаром	ЭВБ с сахаром	ЭВЧ/ЭВК	ЭВЧ/ЭВБ	ЭВГ/ЭВК	ЭВГ/ЭВБ
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы	не допускаются в массе продукта 25 г	в 25 г продукта н/о							
КМАФАнМ, КОЕ/г	$1 \times 10^3$	$1,4 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$
БГКП (колиформы)	не допускаются в массе продукта 1,0 г	в 1,0 г продукта н/о							
Плесени, КОЕ/г	100	4	2	1	2	4	3	4	3
Дрожжи КОЕ/г	50	н/о							

Таблица 5.12 – Микробиологические показатели безопасности ПЖ на конец хранения (30 суток)

Показатели	Допустимые уровни по ТР ТС 021/2011	ЭВЧ	ЭВГ	ЭВК с сахаром	ЭВБ с сахаром	ЭВЧ/ЭВК	ЭВЧ/ЭВБ	ЭВГ/ЭВК	ЭВГ/ЭВБ
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы	не допускаются в массе продукта 25 г	в 25 г продукта н/о							
КМАФАнМ, КОЕ/г	$1 \times 10^3$	$1,8 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$
БГКП (колиформы)	не допускаются в массе продукта 1,0 г	в 1,0 г продукта н/о							
Плесени, КОЕ/г	100	7	6	3	5	7	7	6	7
Дрожжи КОЕ/г	50	н/о							

Примечание: н/о – не обнаружено

На конец срока хранения (24 часа) в формованных ПЖ массой 12 г не были обнаружены патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в зависимости от вида изделий находилось в пределах  $1,3 \times 10^2 - 1,6 \times 10^2$  КОЕ/г, а бактерии группы кишечной палочки обнаружены не были. Также не были обнаружены дрожжи. Количество плесеней было на 96-99% ниже допустимого уровня.

На конец срока хранения (30 суток) в ПЖ массой 100 г в герметично закрытых стаканах патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы, бактерии группы кишечной палочки и дрожжи не были обнаружены. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в зависимости от вида изделий находилось в пределах  $1,6 \times 10^2 - 1,8 \times 10^2$  КОЕ/г. Количество плесеней было на 93-97% ниже допустимого уровня. Из этого следует, что микробиологические показатели безопасности жележных продуктов не превышают допустимых уровней на конец хранения.

Таким образом, ЭВ из различных дикорастущих ягод – черники, голубики, клюквы и брусники можно использовать в качестве основы для производства ПЖ, в том числе формованных, со структурообразователем желатином в количестве 3%, что обеспечивает необходимую окраску, консистенцию и извлечение их из форм без нарушения внешнего вида.

Использование ЭВЧ и ЭВГ или их комбинаций с ЭВК и ЭВБ позволяет формировать оптимальные вкусовые качества при самостоятельном использовании в качестве основы ПЖ, а при использовании ЭВК или ЭВБ необходимо добавлять сахар в количестве 2,5%.

Формирование упругих свойств ПЖ зависит от вида ЭВ ягод или их композиций и их антиоксидантной активности, повышаясь в ряду: ЭВЧ < ЭВЧ/ЭВК < ЭВЧ/ЭВБ < ЭВГ/ЭВК < ЭВГ < ЭВГ/ЭВБ < ЭВБ < ЭВК.

СВЧ нагрев в производстве ПЖ позволяет проводить термическую обработку без предварительного набухания желатина и розливом подготовленной смеси до или после СВЧ нагрева, что оказывает влияние на продолжительность операции и

время формирования структуры ПЖ при остывании. 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.

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). ПЖ обладают АОА, мкг АК /г: DPPH – от 7 до 10,8; FRAP – 9,5-15,6, но количества антиоксидантов недостаточно для отнесения разработанных ПЖ к функциональным.

При хранении формованных ПЖ массой нетто 12 г происходит потеря массы, которая начинается после 4 часов хранения с максимальной потерей на 12 часов и дальнейшим постепенным затуханием процесса. В упакованных в герметично закрытые стаканы ПЖ в процессе хранения в течение месяца потеря массы не происходит. Установлено, что ПЖ можно хранить при температуре  $(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха не более 75%, при этом срок хранения формованных ПЖ был 24 часа, герметично упакованных ПЖ массой нетто 100 г – 30 суток. Установлено, что микробиологические показатели безопасности разработанных ПЖ не превышают допустимых уровней по истечении сроков хранения.

## **ГЛАВА 6. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЙНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ВЫЖИМОК ЯГОД**

Расчет эффективности является важнейшей частью совокупной программы внедрения новшеств в производство того или иного продукта. При этом следует разделять экономическую и социальную эффективность.

В наиболее общем виде под экономической эффективностью понимается сопоставление эффекта с затратами, связанными с производством и реализацией продукции. В качестве эффекта выступает финансовый (прибыль) и/или валовой (оборот) результат деятельности предприятия по производству и доведению данной продукции до потребителей. Затратами выступают текущие производственные, общехозяйственные, административно-управленческие и коммерческие расходы предприятия, перенесенные на данную продукцию.

Экономическая эффективность измеряется такими показателями как рентабельность затрат, рентабельность капитала, рентабельность инвестиций, затратноотдача и другими.

Для измерения и оценки социальной эффективности от внедрения в производство нового продукта используются показатели и эффекты, напрямую влияющие на улучшение качества жизни населения страны. При внедрении в производство новых ПЖ на основе ЭВ в качестве социальной эффективности следует рассматривать улучшение качества питания отдельных групп населения вследствие снижения потребления сахара и сокращения калорийности позиций рациона, представленных кондитерскими изделиями, экономию общественных затрат в результате снижения заболеваемости отдельных категорий населения, реализацию принципов реверсивной экономики вследствие максимального использования вторичных ресурсов ягодного сырья для дальнейшего применения в производстве ПЖ.

Для определения сравнительной экономической эффективности внедрения новых ПЖ на основе ЭВ и присутствующих на рынке схожих продуктовых

предложений проведены расчеты их полной нормативной себестоимости. Расчеты проведены в действующих оптовых ценах без налога на добавленную стоимость в расчете на 1 т готовой продукции.

Полная себестоимость рассчитывается с учетом всех понесенных предприятием затрат на производство и реализацию продукции и включает в себя:

- прямые затраты, которые можно непосредственно отнести на себестоимость выпускаемой продукции. К ним относятся стоимость сырья, материалов, полуфабрикатов, топлива и энергии, затраты на оплату труда основного производственного персонала, отчисление страховых взносов;
- косвенные затраты (накладные расходы) относятся на объект калькулирования путем распределения. К таким затратам относятся общепроизводственные, общехозяйственные и коммерческие издержки.

Результаты расчетов прямых затрат нормативным методом в части стоимости сырья приведены в таблицах 6.1, 6.2 и 6.3.

Таблица 6.1 – Расчет стоимости сырья для производства контрольного образца желе из экстракта ягодного (стандартная рецептура)

Наименование	Ед. изм.	Кол-во сырья на 1 т готового продукта	Цена за ед. без НДС, руб.	Сумма, руб.
Экстракт ягодный	кг	20	4166,50	83330,00
Вода питьевая	л	850	0,09	76,50
Сахар	кг	160	22,73	3636,80
Желатин	кг	30	500,00	15000,00
Итого	–	–	–	102043,00

По итоговым данным таблицы 6.1 сумма затрат на сырье и материалы при производстве 1 т контрольного образца желе из экстракта ягодного (по стандартной рецептуре) составляет 102043,00 рублей.

Цена выжимок из дикорастущих ягод определена на основе рыночного предложения свежих ягод и усреднена для всех разновидностей рассматриваемого сырья в силу низкого уровня ценовой вариации.

Таблица 6.2 – Стоимость сырья для производства новых ПЖ на основе ЭВ

Наименование	Ед. изм.	Кол-во сырья на 1 т готового продукта	Цена за ед. без НДС, в руб.	Сумма, руб.
Выжимки				
– гидромодуль 1,5:10	кг	150	100,00	15000,00
– гидромодуль 1:10	кг	100	100,00	10000,00
Вода питьевая	л	1000	0,09	90,00
Структурообразователь				
– желатин	кг	30	500,00	15000,00
Сахар	кг	25	22,73	568,25

Используя данные таблицы 6.2, рассчитана стоимость сырья для каждого вида новых ПЖ (табл. 6.3).

Таблица 6.3 – Расчет стоимости сырья для производства различных видов новых ПЖ на основе экстрактов из выжимок ягод

ПЖ на основе	Стоимость сырья на 1 т готового продукта без НДС, руб.
ЭВЧ	25090,00
ЭВГ	25090,00
ЭВК	30658,25
ЭВБ	30658,25
ЭВЧ/ЭВК	28590,00
ЭВЧ/ЭВБ	29090,00
ЭВГ/ЭВК	28090,00
ЭВГ/ЭВБ	27840,00

Вторым элементом прямых затрат являются затраты энергии, которая идет на технологические цели. В основе нормативного метода калькулирования заложены нормы потребления электроэнергии и воды в расчете на производство 1 т готового продукта и стоимости единицы потребляемой энергии и воды. Расчеты приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Расчет затрат на электроэнергию и воду для технологических целей

Технология	Статья затрат, ед. изм.	Расход на 1 т продукта	Цена, руб.	Сумма, руб.
Контроль	Электроэнергия, кВт/ч	200	4,4	880
	Вода, м <sup>3</sup>	0,5	30	15
	<i>Итого</i>	–	–	895
СВЧ	Электроэнергия, кВт/ч	160	4,4	704
	Вода, м <sup>3</sup>	0,5	30	15
	<i>Итого</i>	–	–	719

Расходы на оплату труда основного производственного персонала также включаются в сумму прямых затрат. Они складываются из часовой ставки работника и нормативных трудозатрат персонала на производство 1 т продукта в условиях предприятия индустрии питания. При производстве экспериментальных образцов расходы на оплату труда будут одинаковыми и составят 22050 руб.

От расходов на оплату труда прямым образом зависят страховые отчисления. Совокупный платеж таких отчислений для работников предприятий общественного питания составляет 30,2% от величины расходов на оплату труда, в том числе:

- отчисления в пенсионный фонд – 22,0%;
- отчисления на обязательное медицинское страхование – 5,1%;

- отчисления на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством – 2,9%;
- взносы для защиты при наступлении несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний – 0,2%.

Таким образом отчисления составят 6659,10 рублей.

Совокупные прямые затраты на производство продукта рассчитываются по формуле:

$$ПЗ = C_{с,м} + C_э + РОТ + СПН \quad (7)$$

где ПЗ – прямые затраты, руб.;

$C_{с,м}$  – стоимость сырья и материалов, руб.;

$C_э$  – стоимость энергии и воды, руб.;

РОТ – расходы на оплату труда основных производственных рабочих, руб.;

СПН – страховые и пенсионные отчисления, руб.

Для контрольного образца желе из экстракта ягодного (по стандартной рецептуре) совокупные прямые затраты составляют 131647,40 рублей; для производства новых ПЖ на основе ЭВ с желатином – в среднем 57288,73 рублей.

Косвенные затраты, которые включают общепроизводственные, общехозяйственные и коммерческие издержки, распределяются на производство конкретного продукта по процентной доле от соответствующей базы распределения. Коммерческие расходы составляют 10% от стоимости сырья и материалов. Общепроизводственные расходы составляют 3% от суммы прямых и коммерческих затрат. Общехозяйственные расходы традиционно составляют 3% от суммы прямых затрат, коммерческих и общепроизводственных расходов.

Полная нормативная себестоимость представлена в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Полная нормативная себестоимость

Продукт	Себестоимость 1 т готового продукта без НДС, руб.
Контрольный образец	139772,98
ПЖ на основе ЭВЧ	57864,87

Окончание табл. 6.5

ПЖ на основе ЭВГ	57864,87
ПЖ на основе ЭВК	63778,13
ПЖ на основе ЭВБ	63778,13
ПЖ на основе ЭВЧ/ЭВК	61581,73
ПЖ на основе ЭВЧ/ЭВБ	62112,71
ПЖ на основе ЭВГ/ЭВК	61050,75
ПЖ на основе ЭВГ/ЭВБ	60785,26

В связи с минимальной вариативностью полученных данных в таблице 6.6. рассчитана средняя нормативная себестоимость для новых ПЖ, которая составила 61102,06 руб.

Основываясь на соответствующих средних нормативной себестоимости и розничной цене контрольного образца и новых ПЖ на основе ЭВ, рассчитывается прибыль от реализации, рентабельность продаж и рентабельность затрат контрольного образца и двух укрупненных групп новых ПЖ на основе ЭВ (с желатином). На этой основе проведен анализ экономической эффективности новой продукции, разработанной автором. Расчеты представлены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Сравнительная экономическая эффективность контрольного образца и разработанных ПЖ на основе ЭВ ягод и их композиций в расчете на 1 т

Показатели	Контрольный образец	ПЖ на основе ЭВ
Розничная цена с НДС, руб.	200000,00	200000,00
Розничная цена без НДС, руб.	166666,67	166666,67
Прибыль от реализации, руб.	26893,68	105564,61
Рентабельность продаж, %	16,14	63,34
Рентабельность затрат, %	19,24	172,77

Сравнительный анализ экономической эффективности позволяет сделать вывод о значительном превышении эффективности разработанных автором ПЖ на основе ЭВ ягод семейства вересковых и их композиций над контрольным образцом по исследуемым показателям рентабельности, прибыль от реализации 1 тонны новых ПЖ может составить 105564,61 руб., рентабельность продаж возрастет 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 СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

АК	Аскорбиновая кислота
АОА	Антиоксидантная активность
АРА	Антирадикальная активность
БАВ	Биологически активные вещества
ПЖ	Продукты желейные
СВ	Сухие вещества
СВЧ	Сверхвысокие частоты
УЗ	Ультразвук
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

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Аверьянова, Е.В. Исследование процесса извлечения БАВ из растительного сырья в условиях ультразвуковой экстракции [Электронный ресурс] / Е.В. Аверьянова, В.Н. Хмелев, S. Member, С.Н. Цыганок, В.А. Шакура // 18 международная конференция – семинар молодых специалистов по микро- и нанотехнологиям и электронным устройствам EDM. Новосибирск. – 2017. – Режим доступа: <https://db11722e50454fbfe88a0c74da681000.pdf> (Дата обращения 16.04.2019).
2. Алексеенко, Е.В. Инновационные технологии переработки ягодного сырья: научные и прикладные аспекты [Текст]: дис. ... д-р техн. наук: 05.18.01 / Алексеенко Елена Викторовна. – М., 2013. – 473 с.
3. Астафьева, А.Н. Физико-химические свойства экстрактов ягод брусники [Текст] / А.Н. Астафьева, В.В. Сорокопуд // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 2. – С. 11–14.
4. Атрощенко, Г.П. Хозяйственно-биологическая оценка сортов голубики высокорослой в условиях Ленинградской области [Текст] / Г.П. Атрощенко, Г.В. Щербакова, М.Е. Кошман // Современное садоводство. – 2016. – № 2. – С. 1–7.
5. Бадмацыренов, Б.В. Разработка оборудования и процесса экстракции кедрового масла в электромагнитном поле СВЧ [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 03.00.23 / Б.В. Бадмацыренов. – Улан-Удэ, 2004. – 24 с.
6. Базарнова, Ю.Г. Фитоэкстракты – природные ингибиторы порчи пищевых продуктов [Текст] / Ю.Г. Базарнова // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2010. – №2. – С. 32–42.
7. Бекешева, А.А. Разработка технологии и товароведная оценка сладких железированных блюд с использованием рыбного желатина [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Бекешева Аделя Адлеровна. – Екатеринбург, 2018. – 181 с.
8. Бибик, И.В. Исследование факторов, оказывающих влияние на процесс экстрагирования полифенольных соединений из плодово-ягодного сырья [Текст] /

И.В. Бибик, Е.В. Лоскутова // В мире научных открытий. – 2013. – №11.2 (47). – С.65–75.

9. Бодякова А.В., Христюк В.Т. Содержание биологически активных веществ в различных частях виноградной грозди [Текст] / А.В. Бодякова, В.Т. Христюк // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. – №2-3. – С.81.

10. Борисенко, А. А. Термодинамический анализ процесса структурирования гидроколлоидных систем пищевых биополимеров [Текст] / А. А. Борисенко, А. А. Брацихин, А. А. Борисенко, Л. А. Борисенко // Известия вузов. Пищевая технология. – 2020. – № 5-6. – С. 57-61.

11. Будаева, В.В. Переработка ягод брусники и водяники черной [Текст] / В.В. Будаева, А.А. Лобанова, Е.Ю. Егорова // Пиво и напитки. – 2005. – № 3. – С. 34–38.

12. Быстрова, Е.А. Совершенствование технологии порошкового концентрата ягод брусники и его применение для создания продуктов повышенной пищевой ценности [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Быстрова Екатерина Александровна. – М., 2018. – 188 с.

13. Васяряров, Г.Г. Кластерный анализ антоцианов черники методом ВЭЖХ [Текст] / Г.Г. Васяряров, А.А. Дробь, Е.В. Титова, С.М. Староверов // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2016. – Т.16. – № 4. – С. 488–495.

14. Величко, Н.А. Исследование химического состава ягод голубики обыкновенной и разработка рецептур напитков на ее основе [Текст] / Н.А. Величко, З.Н. Берикашвили // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 7. – С. 126–131.

15. Витковский, В.Л. Плодовые растения мира [Текст] / В.Л. Витковский. – СПб: Издательство «Лань». – 2003. – 592 с.

16. Воронина, М.С. Антиоксидантная активность свежих ягод и продуктов их переработки на примере черники [Текст] / М.С. Воронина, Макарова Н.В. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – № 3. – С. 33–36.

17. Воронина, М.С. Совершенствование рецептур и оптимизация технологий тортов и пирожных с применением натуральных антиокислителей из

продуктов переработки плодов и ягод [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Воронина Марианна Сергеевна. – Самара, 2017. – 190 с.

18. Гержикова, В.Г. Методы технохимического контроля в виноделии. [Текст] / В.Г. Гержикова. – Симферополь: Таврида, 2009. – 304 с.

19. Грибова, Н.А. Изучение структурообразователей и разработка желейного мармелада на основе отработанного осмотического агента / Н.А. Грибова, Л.Г. Елисеева // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2021. – Т. 83. – № 3 (89). – С. 98-105.

20. Гусейнова, Б.М. Интенсификация процесса экстракции нутриентов из плодов и ягод действием микроволн [Текст] / Б.М. Гусейнова, Э.Ш. Исмаилов, Т.И. Даудова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2011. – № 4. – С. 50–53.

21. Гусейнова, Б.М. Интенсификация экстракции витаминов и фенолов из плодов дикоросов [Текст] / Б.М. Гусейнова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. – № 2. – С. 75–79.

22. Гусейнова, Б.М. Экстракты, полученные из плодов дикорастущих растений с использованием СВЧ-энергии, и их применение при изготовлении наливок [Текст] / Б.М. Гусейнова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2015. – № 1(343). – С. 45–48.

23. Деева, А.М. Влияние способа сушки на содержание фенольных соединений в плодах голубики [Текст] / А.М. Деева, А.Г. Шутова, Е.В. Спиридович, В.Н. Решетников // Опыт и перспективы возделывания голубики на территории Беларуси и сопредельных стран: материалы международной научно-практической конференции, г. Минск, 17-18 июля 2014. – Минск: Конфидо. – 2014. – С. 40-44.

24. Джабоева, А.С. Натуральные антиоксиданты в производстве пищевых продуктов [Текст] / А.С. Джабоева, З.С. Думанишечева, Л.Г. Шаова, З.М. Ганиева // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2014. – № 3–4. – С. 39-41.

25. Домарецкий, В.А. Технология экстрактов, концентратов и напитков из растительного сырья: учебное пособие [Текст] / В.А. Домарецкий. – М.: Форум. – 2010. – 443 с.
26. Елисеева, Л.Г. Концепция обеспечения безопасности плодово-ягодной продукции / Л.Г. Елисеева, Н.А. Грибова, Л.В. Беркетова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2017. – № 4 (45). – С. 80-87.
27. Еремеева, Н.Б. Влияние технологии экстракции на антиоксидантную активность экстрактов плодов черноплодной рябины [Текст] / Н.Б. Еремеева, Н.В. Макарова // Вестник Мурманского государственного технического университета. – 2017. – Т.20. – №3. – С. 600–608.
28. Еремеева, Н.Б. Совершенствование технологии производства экстрактов из плодово-ягодного сырья с антиоксидантным действием и разработка направлений их использования [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Н.Б. Еремеева. – Краснодар, 2018. – 24 с.
29. Жамсаранова, С.Д. Анализ и оптимизация технологического процесса извлечения фенольных соединений из выжимок ягод дикоросов [Текст] / С.Д. Жамсаранова, Н.Д. Замбулаева // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. – 2015. – № 4 (55). – С. 61–67.
30. Замдулаева, Н.Д. Исследование антиоксидантных и антимикробных свойств биопротекторов из отходов соковых производств как ингредиентов для обогащения продуктов питания [Текст] / Н.Д. Замдулаева, С.Д. Жамсаранова // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2018. – Т. 8. – №1. – С. 51–58.
31. Зимон, А.Д. Коллоидная химия: учебник [Текст] // А.Д. Зимон – М.: Агар, 2003. – 320 с.
32. Измайлова, В. Н. Гелеобразование в желатине и многокомпонентных системах на ее основе [Текст] / В. Н. Измайлова, С. Р. Деркач, М. А. Сакварелидзе, С. М. Левачев, Н. Г. Воронько, Г. П. Ямпольская // Высокомолекулярные соединения. – 2004. – Т. 46. – № 12. – С. 2216-2240.

33. Калинина, И.В. Разработка продуктов с антиоксидантными свойствами на основе ягодного сырья [Текст] / И.В. Калинина, А.Е. Быков, А.О. Устинович, Е.В. Понятенко // Вестник ЮУрГУ. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2018. – Т. 6. – № 3. – С. 33–41.
34. Ковач, Н.М. Научно-практическое обоснование применения продуктов из овса и ячменя при производстве жележных масс [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Н.М. Ковач – Орел, 2017. – 21 с.
35. Коденцова, В.М. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности ее коррекции. Состояние проблемы. [Текст] / В.М. Коденцова, О.А. Вржесинская, Д.В. Рисник, Д.Б. Никитюк, В.А. Тутельян // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86. – № 4. – С. 113–124
36. Кожухарь, Е.Н. Совершенствование технологии производства пищевых порошков из дикорастущих ягод брусники [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Е.Н. Кожухарь. – Красноярск, 2016. – 19 с.
37. Колдина, Т.В. Исследование фруктово-железных масс, изготовленных с использованием сахарозаменителей [Текст] / Т.В. Колдина, А.А. Вытовтов, Л.И. Кузнецова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2014. – № 3. – С. 87–98.
38. Кондратьев, Д.В. Разработка способов получения экстрактов из виноградных выжимок и их применение в технологии хлебобулочных изделий профилактического назначения [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Д.В. Кондратьев. – М., 2009. – 23 с.
39. Коничев, А.С. Традиционные и современные методы экстракции биологически активных веществ из растительного сырья: перспективы, достоинства, недостатки [Текст] / А.С. Коничев, П.В. Баурин, Н.Н. Федоровский, А.И. Марахова, Л.М. Якубович, М.А. Черникова // Вестник МГОУ. Серия: Естественные науки. – 2011. № 3. – С. 49-54.
40. Коптелова, Е.Н. Извлечение экстрактивных веществ и бетулина из бересты при воздействии СВЧ-поля [Текст] / Е.Н. Коптелова, Н.А. Кутакова, С.И. Третьяков // Химия растительного сырья. – 2013. – № 4. – С. 159–164.

41. Копысова, Т.С. Разработка технологии СВЧ-экстрагирования компонентов растительного сырья [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02 / Т.С. Копысова. – СПб-Пушкин, 2017. – 17 с.

42. Кравченко, С.Н. Научное обоснование разработки технологических потоков и оценки качества быстрорастворимых гранулированных продуктов [Текст]: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.18.15 / С.Н. Кравченко. – Кемерово, 2011. – 37 с.

43. Кузнецова, Е.А. Оптимизация процесса получения водного экстракта из солодовых ростков и анализ его состава [Текст] / Е.А. Кузнецова, Т.И. Сизова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2013. – № 3(20). – С. 37–41.

44. Кустова, И.А. Получение экстракта из вторичного виноградного сырья [Текст] / И.А. Кустова, Н.В. Макарова, А.М. Гудкова // Химия растительного сырья. – 2017. № 3. – С. 175-184.

45. Кушнерева, Е.В. Способы переработки мезги клюквы для производства плодовых вин [Текст] / Е.В. Кушнерева // Виноградарство и виноделие. – 2011. – Т. 41. - № 1. – С. 85-87.

46. Лисовой, В.В. Применение ЭМП СВЧ в технологиях переработки растительного сырья из вторичных ресурсов [Текст] / В.В. Лисовой, Т.В. Першакова, Н.Н. Корнен, А.Д. Ачмиз, Е.П. Викторова // Научный журнал КубГАУ. – 2016. –№ 118 (04). – С. 1-13.

47. Лоскутова, Е.В. Товароведная характеристика дикорастущих ягод семейства вересковых и продуктов их переработки [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Лоскутова Елена Викторовна. – Кемерово, 2014. – 166 с.

48. Макаревич, А.М. Антиоксидантная активность плодов *Vaccinium Corymbosum L.* и *Vaccinium Uliginosum L.* [Текст] / А.М. Макаревич, В.Н. Решетников // Доклады национальной академии наук Беларуси. – 2011. – Т. 55. – №5. – С. 76–80.

49. Макаревич, А.М. Функции и свойства антоцианов растительного сырья [Текст] / А.М. Макаревич, А.Г. Шутова, Е.В. Спиридович, В.Н. Решетников // Труды БГУ. – 2010. – Т.4. – № 2. – С. 1–11.

50. Макаров, С.С. Влияние различных способов мацерации ягодной мезги на состав биологически активных веществ суслу [Текст] / С.С. Макаров, А.Л. Панасюк // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2019. – №1 (54). – С. 59–64.

51. Маркова, И.К. Обоснование выбора плодово-ягодного сырья и способов его переработки в желе [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 03.00.23 / И.К. Маркова. – Улан-Удэ, 2007. – 21 с.

52. Милевская, В.В. Определение биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье антидепрессантного и противовоспалительного действия: дис. ... канд. хим. наук [Текст] / Милевская Виктория Васильевна. – Краснодар, 2017. – 160 с.

53. Моргунова, Е.М. Использование натуральных экстрактов повышенной биологической ценности – основа формирования потребительских свойств новых напитков брожения [Текст] / Е.М. Моргунова, Н.А. Шелегова, С.Л. Масанский, Н.В. Саманкова // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2013. – № 2 (20). – С. 10–14.

54. Мясищева, Н.В. Товароведно-технологическая оценка новых помологических сортов красной смородины и жележных продуктов на их основе [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Н.В. Мясищева. – М., 2009. – 28 с.

55. Нилова, Л.П. Антиоксидантные свойства хлебобулочных изделий с плодово-ягодными порошками [Текст] / Л.П. Нилова // Хлебопродукты. – 2018. – №11. – С. 48–50.

56. Овсянникова, Е.А. Разработка комплексного подхода к переработке дикорастущих ягод клюквы и брусники [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Е.А. Овсянникова. – Кемерово, 2014. – 17 с.

57. Осипова, Л.А. Влияние обработки ягод черной смородины токами СВЧ на физико-химические и микробиологические показатели соков [Текст] / Л.А. Осипова, О.Г. Бурдо, Т.С. Лозовская, Е.Ф. Терземан // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2013. – № 2 (20). – С. 5–10.

58. Панченко, С.С. Влияние СВЧ-обработки пищевых продуктов на содержание свободных радикалов [Текст] / С.С. Панченко, А.И. Кашлинский // Известия вузов. Пищевая технология. – 1991. – № 1-3. – С. 145-148.

59. Пастушкова, Е.В. Применение процесса обработки высоким давлением в пищевой отрасли [Текст] / Е.В. Пастушкова, О.В. Чугунова, А.Ю. Волков, Н.И. Кругликов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2018. – Т. 7. – № 3(43). – С. 54-60.

60. Пат. 2357440 РФ. А 23L 1/06 Способ производства жележного мармелада [Текст] / В.М. Болотов, П.Н. Саввин.; Воронежская гос. технологическая академия. - № 2007140921/13; заявл. 02.11.2007; Опубл. 19.06.2009

61. Перфилова, О.В. Изменение биологически активной ценности вторичного сырья в процессе СВЧ-нагрева [Текст] / О.В. Перфилова // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 2. – С. 123–128.

62. Перфилова, О.В. Технологические особенности производства фруктового полуфабриката из вторичного сырья сокового производства [Текст] / О.В. Перфилова // Вестник МичГАУ. – 2017. – № 4. – С. 56–60.

63. Платов, Ю.Т. Колориметрическая идентификация апельсиновой соковой продукции [Текст] / Ю.Т. Платов, Р.А. Платова, Г.А. Бобожонова // Пиво и напитки. – 2016. – №6. – С. 14–16.

64. Полина, С.А. Состав антоцианов плодов черники обыкновенной, брусники обыкновенной и клюквы обыкновенной Красноярского края по данным ВЭЖХ [Текст] / С.А. Полина, А.А. Ефремов // Химия растительного сырья. – 2014. – № 2. – С. 103–110.

65. Полякова, И.В. Разработка рациональной технологии переработки плодово-ягодного сырья в ликеро-водочном производстве [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / И.В. Полякова. – М., 2009. – 26 с.

66. Попов, В.Г. Использование функциональных напитков из растительного сырья для лечения больных подростков с воспалительной реакцией (СВР-I) [Текст] / В.Г. Попов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2011. - № 6. – С. 51-56.

67. Попов, В.Г. Разработка технологии производства порошкообразных быстрорастворимых концентратов на основе дикорастущего лекарственного растительного сырья [Текст] / В.Г. Попов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. сырьё – № 2-3. – С.56–59.

68. Попова, Н.В. Повышение эффективности экстракции биологически активных веществ из растительного сырья методом ультразвукового воздействия [Текст] / Н.В. Попова, И.Ю. Потороко // Вестник ЮУрГУ. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2018. – Т. 6. – № 1. – С. 14-22.

69. Потороко, И.Ю. Результаты влияния кавитационных эффектов ультразвука на степень экстракции биологически активных веществ из растительного сырья [Текст] / И.Ю. Потороко, И.В. Калинина, Р.И. Фаткуллин, Д. Иванова, И.Д. Киселова-Канева // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 10 (164). – С. 30–35.

70. Присухина, Н.В. Клюквенные полуфабрикаты из отходов клюквенного производства [Текст] / Н.В. Присухина, Н.Н. Типсина, А.Е. Туманова // Пищевая промышленность. – 2014. – №4. – С.44–45.

71. Прокопчук, Д.И. Сравнение качественного состава экстрактов листьев лавра, полученными методами сверхкритической флюидной экстракции и СВЧ-экстракции [Текст] / Д.И. Прокопчук, О.И. Покровский, О.О. Паренаго, С.А. Багателия, А.А. Марколия, С.А. Покрышкин, В.В. Лунин // Химия растительного сырья. – 2018. – № 3. – С. 169–177.

72. Решетников, В.Н. Антоцианы плодов представителей растений семейства *Rosaceae* и *Ericaceae* и их АОА [Текст] / В.Н. Решетников, Н.Ю. Колбас, О.В. Чижик, А.М. Деева, Е.А. Войцеховская // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразного растительного мира: материалы международной научной конференции,

посвященной 85-летию Центрального ботанического сада НАН Беларуси, г. Минск. – 2017. – Минск: Медисонт. – С. 106-108.

73. Рогожин, В.В. Практикум по биохимии сельскохозяйственной продукции [Текст] / В.В. Рогожин, Т.В. Рогожина. – СПб: ГИОРД, – 2016. – 480 с.

74. Россия в цифрах. 2021: краткий статистический сборник [Текст] / Росстат. – М.: Росстат. – 2021. – 275 с.

75. Румянцева, В.В. Исследование технологических свойств порошков выжимок плодовоовощного сырья [Текст] / В.В. Румянцева, А.Ю. Гурова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. – № 1(12). – С. 10–14.

76. Рупасова, Ж.А. Антиоксидантная активность плодов таксонов сем. *Ericaceae* при выращивании на торфяных выработках в южной части Припятского Полесья [Текст] / Ж.А. Рупасова, А.М. Бубнова, Т.И. Василевская, А.П. Яковлев, В.Н. Решетников, И.И. Лиштван // Веснік ВДУ. – 2013. – №5 (77). – С. 50–57.

77. Рупасова, Ж.А. Особенности биохимического состава плодов новых интродуцированных сортов клюквы крупноплодной и голубики высокорослой в Беларуси [Текст] / Ж.А. Русапова, В.Н. Решетников, Н.Б. Павловский, Т.И. Василевская, Н.Б. Криницкая, О.В. Дрозд, Т.И. Ленковец, Л.В. Гончарова // Бюллетень главного Ботанического сада. – 2018. – № 3 (204). – С. 58–67.

78. Рупасова, Ж.А. Трансформация биохимического состава плодов *Vaccinium Corymbosum* L. в процессе хранения при низких положительных температурах в зависимости от генотипа и гидротермического режима сезона [Текст] / Ж.А. Русапова, В.Н. Решетников, Т.И. Василевская, Н.Б. Криницкая, А.М. Бубнова, Н.Б. Павловский, А.Г. Павловская, Т.В. Курлович, Ю.М. Пинчуков // Плодоводство. – 2015. – Т. 27. – С. 306–326.

79. Рушиц, А.А. Применение СВЧ-нагрева в пищевой промышленности и общественном питании [Текст] / А.А. Рушиц, Е.И. Щербакова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: пищевые и биотехнологии. – 2014. – Т.2. – №1. – С. 9–15.

80. Рынок ягод - ключевые тенденции в 2017-2018 гг. Исследования рынка фруктов и ягод «АБ-Центр». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news/rynok-yagod---klyuchevye-tendencii-v-2017-2018-gg> (Дата обращения 16.04.2019).

81. Сайт РБК [Электронный ресурс] // URL: <https://www.rbc.ru/> (дата обращения: 18.06.2021).

82. Сафронова, И.В. Особенности химического состава брусники обыкновенной и перспективы ее применения в медицине и здоровом питании [Текст] / И. В. Сафронова, И.А. Гольдина, К.В. Гайдунь, В.А. Козлов // Инновации и продовольственная безопасность. – 2015. – № 4. – С. 63–73.

83. Сизова, Т.И. Совершенствование технологии и товароведная оценка желеино-фруктового мармелада повышенной пищевой ценности [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Сизова Тамара Игоревна. – Орел, 2017. – 230 с.

84. Скаковский, Е.Д. Изучение состава сока и масла ягод голубики методом ЯМР [Текст] / Е.Д. Скаковский, Л.Ю. Тычинская, В.Н. Решетников, А.М. Деева, А.Г. Шутова // Опыт и перспективы возделывания ягодных растений семейства Брусничные на территории Беларуси и сопредельных стран: материалы международного научно-практического семинара. г. Минск. 18-19 июля 2017. – Минск: Медисонт. – 2017. – С. 109–115.

85. Сорокопуд, А.Ф. Исследование физико-химических свойств водных и водно-спиртовых экстрактов ирги и шиповника [Текст] / А.Ф. Сорокопуд, П.П. Иванов // Химия растительного сырья. – 2002. - № 2. – С. 111-116.

86. Сорокопуд, А.Ф. Особенности переработки замороженных плодов жимолости в аппарате с вибрационной тарелкой [Текст] / А.Ф. Сорокопуд, Н.В. Игушов // Вестник международной академии холода. – 2017. – № 3. – С. 3–9.

87. Сорокопуд, А.Ф. Физико-химические свойства водных и водно-спиртовых экстрактов голубики [Текст] / А.Ф. Сорокопуд, И.Б. Плотников // Пиво и напитки. – 2010. – № 6. – С. 38–40.

88. Сосюра, Е.А. Разработка технологии напитков функционального назначения на основе виноградного сока [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Е.А. Сосюра. – Краснодар, 2014. – 24 с.
89. Структурообразование в белковых системах [Текст] / В.Н. Измайлова, П.А. Ребиндер. – М.: Наука, 1974. – 268 с.
90. Таланов А.А. Хромато-масс-спектрометрический анализ плодов черники кавказской [Текст] / А.А. Таланов // Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты: сборник статей. – 2016. – С. 235–237.
91. Тараховский, Ю.С. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина [Текст] / Ю.С. Тараховский, Ю.А. Ким, Б.С. Абдрасилов, Е.Н. Музафарова. – Пушино: Synchronobook. 2013. – 306 с.
92. Тесленко, Н.Ф. Ягоды ирги как сырье для производства мармелада [Текст] / Н.Ф. Тесленко, И.Б. Красина, О.А. Богданов, А.А. Фадеева // Фундаментальные исследования. – 2015. – №8. – С. 333–337.
93. Трапезникова С.В. Сравнение методов экстракционного извлечения биологически активных веществ из плодов боярышника [Текст] / С.В. Трапезникова // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2016. – Т. 11. – С. 3266–3270.
94. Траутенберг, С.Е. Исследование пищевой ценности и антиоксидантной активности ферментализатов из ягод брусники [Текст] / С.Е. Траутенберг, Н.В. Осташенкова, Е.В. Алексеенко, А.В. Никитин, А.С. Кошечкина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – №8. – С. 44-46.
95. Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://petrostat.gks.ru/> (Дата обращения 31.05.2021).
96. Ушакова, Н.Ф. Опыт применения СВЧ энергии при производстве пищевых продуктов [Текст] / Н.Ф. Ушакова, Т.С. Копысова, В.В. Касаткин, А.Г. Кудряшова // Пищевая промышленность. – 2013. – №10. – С. 30–32.
97. Фаткуллин, Р.И. Формирование качества и обеспечение потребительских свойств морсов на основе интенсификации процессов их

производства [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Фаткуллин Ренат Ильгидарович. – Орел, 2013. – 148 с.

98. Фролова, И.Н. Разработка и товароведная оценка желе фруктовых с добавлением масла зародышей пшеницы [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Фролова Ирина Николаевна. – М., 2009. – 147 с.

99. Хведелидзе, В.Г. Оптимизация процесса экстрагирования биологически активных гидрофильных веществ из ягод черники горного Кавказа [Текст] / В.Г. Хведелидзе, Д.Р. Тавдидишвили // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2013. – № 1(4). – С. 38-42.

100. Червяк, С.Н. Исследование физико-химических показателей подлинных и фальсифицированных красных вин [Текст] / С.Н. Червяк, Д.Ю. Погорелов, М.В. Ермихина, Л.А. Михеева // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2018. – № 49 (1). – С. 152–161.

101. Червяк, С.Н. Исследование физико-химических показателей природных и синтетических красителей [Текст] / С.Н. Червяк, Д.Ю. Погорелов, М.В. Ермихина, Л.А. Михеева // Магарач. Виноградарство и виноделие. – 2017. – №3. – С. 31–33.

102. Шаповалов, К.Н. Разработка и товароведная оценка обогащенной соковой продукции с использованием растительных экстрактов [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / К.Н. Шаповалов – Орел, 2017. – 20 с.

103. Шарова, Е.И. Антиоксиданты растений: учебное пособие [Текст] / Е.И. Шарова – СПб: изд-во Санкт-Петербургского университета. – 2016. – 140 с.

104. Шеленга, Т.В. Анализ биохимического состава плодово-ягодных порошков [Текст] / Т.В. Шеленга, Л.П. Нилова, Н.О. Дубровская, К.Ю. Маркова // Аграрная Россия. – 2015. – № 2. – С. 2–9.

105. Шелепина, Н.В. Маркетинговые исследования рынка желейных продуктов [Текст] / Н.В. Шелепина, Н.У. Гусейнова // Научные записки ОрелГИЭТ. – № 1(3). – 2011. – С.223–226.

106. Школьников, М.Н. Оптимизация процессов получения экстрактов фитобиотических фармсубстанций ягодного сырья [Текст] / М.Н. Школьников,

И.А. Бакин, А.С. Мустафина, Л.А. Алексенко // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 49. – №4. – С.121–130.

107. Шубенкова, Е.Г. Исследование влияние условий экстракции на извлечение биологически активных веществ с антиоксидантными свойствами [Текст] / Е.Г. Шубенкова, О.П. Чжу, Ю.Ю. Лобова, И.А. Лутаева // Электронный журнал «Вестник Новосибирского государственного педагогического университета». – 2013. – №5 (15). – С. 144-148.

108. Юсупова, Г.Г. Применение энергии СВЧ-поля для обеспечения безопасности и улучшения качества продуктов растительного происхождения / Г.Г. Юсупова, Ю.И. Зданович, Э.И. Черкасова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – № 7. – С. 27–29.

109. Яшин, Я.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека [Текст] / Я.И. Яшин, В.Ю. Рыжнев, А.Я. Яшин, Н.И. Черноусова. – М.: Изд-во «ТрансЛит». – 2009. – 192 с.

110. Aaby, K. Extraction of phenolic compounds from bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) press residue: Effects on phenolic composition and cell proliferation [Text] / K. Aaby, S. Grimmer, L. Holtung // LWT – Food Science and Technology. – 2013. – №54. – P.257–264.

111. Albuquerque, B.R. Recovery of bioactive compounds from *Arbutus unedo* L. fruits: Comparative optimization study of maceration/microwave/ultrasound extraction techniques [Text] / B.R. Albuquerque, M.A. Prieto, J.A. Vazquezd, M.F. Barreiro, L. Barros, I.C.F.R. Ferreira // Food Research International. – 2018. – №109. – P.455–471.

112. Ancillotti, C. Polyphenolic profiles and antioxidant and antiradical activity of Italian berries from *Vaccinium myrtillus* L. and *Vaccinium uliginosum* L. subsp. *gaultherioides* (Bigelow) S.B. Young [Text] / C. Ancillotti, L. Ciofi, D. Pucci, E. Sagona, E. Giordani, S. Biricolli, M. Gori, W.A. Petrucci, F. Giardi, R. Bartoletti, U. Chiuminatto, S. Orlandini, S. Mosti, M. Del Bubba // Food Chemistry. – 2016. – №204. – P.176–184.

113. Babova, O. Extraction of bilberry (*Vaccinium myrtillus*) antioxidants using supercritical/subcritical CO<sub>2</sub> and ethanol as co-solvent [Text] / O. Babova, A.

Occhipintia, A. Capuzzo, M.E. Maffei // *The Journal of Supercritical Fluids*. – 2016. – №107. – P.358–363.

114. Bazinet, L. Evolution of cranberry juice physico-chemical parameters during phenolic antioxidant enrichment by electro dialysis with filtration membrane [Text] / L. Bazinet, S. Brianceau, P. Dubé, Y. Desjardins // *Separation and Purification Technology*. – 2012. – №87 – P.31–39.

115. Benvenuti, S. High-performance liquid chromatography for the analytical characterization of anthocyanins in *Vaccinium myrtillus* L. (bilberry) fruit and food products [Text] / S. Benvenuti, V. Brighenti, F. Pellati // *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. – 2018. – №410. – P.3559–3571.

116. Betz, M. Antioxidant capacity of bilberry extract microencapsulated in whey protein hydrogels [Text] / M. Betz, B. Steiner, M. Schantz, J. Oidtmann, K. Mäder, E. Richling, U. Kulozik // *Food Research International*. – 2012. – №47. – P.51–57.

117. Borges, G. Identification of Flavonoid and Phenolic Antioxidants in Black Currants, Blueberries, Raspberries, Red Currants, and Cranberries [Text] / G. Borges, A. Degeneve, W. Mullen, A. Crozier // *J. Agric. Food Chem.* – 2010. – № 58. – P. 3901–3909.

118. Bornšek, Š.M. Effects of industrial and home-made spread processing on bilberry phenolics [Text] / Š.M. Bornšek, T. Polak, M. Skrt, L. Demšar, N.P. Ulrih, V. Abram // *Food Chemistry*. – 2015. – №173. – P.61–69.

119. Bujor, O.-C. Phenolic compounds and antioxidant activity of lingonberry (*Vaccinium vitisidaea* L.) leaf, stem and fruit at different harvest periods [Text] / O.-C. Bujor, Ch. Ginies, V. I. Popa, C. Dufour // *Food Chemistry*. –2018. – № 252. – P. 356–365.

120. Bujor, O.-C. Seasonal variations of the phenolic constituents in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) leaves, stems and fruits, and their antioxidant activity [Text] / O.-C. Bujor, C. Le Bourvellec, I. Volf, V.I. Popa, C. Dufour // *Food Chemistry*. – 2016. – №213. – P.58–68.

121. Caillet, S. Antioxidant and antiradical properties of cranberry juice and extracts [Text] / S. Caillet, J. Côté, G. Doyon, J.-F. Sylvain, M. Lacroix // *Food Research International*. – 2011. – №44. – P.1408–1413.

122. Caldas, T.W. Phenolic compounds recovery from grape skin using conventional and nonconventional extraction methods [Text] / T.W. Caldas, K.E.L. Mazza, A.S.C. Teles, G.N. Mattos, A.I.S. Brígida, C.A. Conte-Junior, R.G. Borguini, R.L.O. Godoy, L.M.C. Cabral, R.V. Tonon // *Industrial Crops & Products*. – 2018. – №111. – P. 86–91.

123. Cásedas, G. Regulation of redox status in neuronal SH-SY5Y cells by blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) juice, cranberry (*Vaccinium macrocarpon* A.) juice and cyanidin [Text] / G. Cásedas, E. González-Burgos, C. Smith, V. López // *Food and Chemical Toxicology* – 2018. – № 118. – P. 572–580.

124. Choi, I. Effect of oxidized phenolic compounds on cross-linking and properties of biodegradable active packaging film composed of turmeric and gelatin [Text] / I. Choi, S.E. Lee, Y. Chang, M. Lacroix, J. Han // *LWT - Food Science and Technology* – 2018. – №93. – P. 427–433.

125. Choi, Yun H. Measurement of dynamic rheology during ageing of gelatine–sugar composites [Text] / Yun H. Choi, S. T. Lim, B. Yoo // *Food Science and Technology*. – 2004. – V. 39. – № 9. – P. 935-945.

126. Colak, N. Bog bilberry phenolics, antioxidant capacity and nutrient profile [Text] / N. Colak, H. Torun, J. Gruz, M. Strnad, I. Hermosín-Gutiérrez, S. Hayirlioglu-Ayaz, F. Ayaz // *Food Chemistry*. – 2016. – № 201. – P.339–349.

127. Colak, N. Phenolic compounds and antioxidant capacity in different-colored and non-pigmented berries of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) [Text] / N. Colak, A.K. Primetta, K.R. Riihinen, L. Jaakola, J. Grúz, M. Strnad, H. Torun, F.A. Ayaz // *Food Bioscience*. – 2017. – №20. – P.67–78.

128. Côté, J. Effects of juice processing on cranberry antioxidant properties [Text] / J. Côté, S. Caillet, G. Doyon, D. Dussault, S. Salmieri, G. Lorenzo, J.-F. Sylvain, M. Lacroix // *Food Research International*. – 2011. – №44. – P.2907–2914.

129. Cvetanović, A. Comparative in vitro studies of the biological potential and chemical composition of stems, leaves and berries *Aronia melanocarpa*'s extracts obtained by subcritical water extraction [Text] / A. Cvetanović, G. Zengin, Z. Zeković, J. Švarc-Gajić, S. Ražić, A. Damjanović, P. Mašković, M. Mitić // *Food and Chemical Toxicology*. – 2018. – №121. – P.458–466.
130. Das, Q. Potential of berry extracts to control foodborne pathogens [Text] / Q. Das, Md R. Islam, M.F. Marcone, K. Warriner, M.S. Diarra // *Food Control*. – 2017. – №73. – P.650–662.
131. Debnath, S.C. Antioxidant properties and structured biodiversity in a diverse set of wild cranberry clones [Text] / S.C. Debnath, Dong An. // *Heliyon*. 2019. № 5. – 01493.
132. Fan, Z.-L. Cold-field fruit extracts exert different antioxidant and antiproliferative activities in vitro [Text] / Z.-L. Fan, Z.-Y. Wang, J.-R. Liu // *Food Chemistry*. – 2011. – №129. – P.402–407.
133. Feng, C. Antioxidant capacities and anthocyanin characteristics of the black–red wild berries obtained in Northeast China [Text] / C. Feng, S. Su, L. Wang, J. Wu, Z. Tang, Y. Xu, Q. Shu, L. Wang // *Food Chemistry*. – 2016. – №204. – P.150–158.
134. Ghendov-Mosanu, A. Synthetic dye's substitution with chokeberry extract in jelly candies [Text] / A. Ghendov-Mosanu, E. Cristea, R. Sturza, M. Niculaua, A. Patras // *J Food Sci Technol*. – 2020. – № 57(12). – P. 4383–4394.
135. Gómez-Mascaraque, L.G. Development of gelatin-coated ι-carrageenan hydrogel capsules by electric field-aided extrusion. Impact of phenolic compounds on their performance. [Text] / L.G. Gómez-Mascaraque, M. Martínez-Sanz, M.J. Fabra, A. López-Rubio // *Food Hydrocolloids* – 2019. – №90. – P.523–533.
136. Goncalves, Ch. Evaluation of Bioactive Phenols in Blueberries from Different Cultivars [Text] / Ch. Goncalves, R.P.F. Guine, D. Teixeira, F.J. // *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*. – 2015. – V. 9 – № 4. – P. 356–359.
137. Gustinelli, G. Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) seed oil: Fatty acid composition and antioxidant activity [Text] / G. Gustinelli, L.

Eliasson, C. Svelander, M. Alminger, L. Ahrné // *The Journal of Supercritical Fluids*. – 2018. – №135. – P.91–97.

138. Hajazimi, E. Simultaneous determination of flavonols and phenolic acids by HPLC-CoulArray in berries common in the Nordic diet [Text] / E. Hajazimi, R. Landberg, G. Zamaratskaia // *LWT – Food Science and Technology*. – 2016. – №74. – P.128–134.

139. Häkkinen, S. Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries [Text] / S. Häkkinen, M. Heinonen, S. Kärenlampi, H. Mykkänen, J. Ruuskanen, R. Törrönen // *Food Research International*. – 1999. – № 32. – P. 345-353.

140. Ichiyanagi, T. Comparison of anthocyanin distribution in different blueberry sources by capillary zone electrophoresis [Text] / T. Ichiyanagi, C. Tateyama, K. Oikawa, T. Konishi // *Biol. Pharm. Bull.* – 2000. – № 23 (4). – P. 492-497.

141. Jiao, G. Extraction of anthocyanins from haskap berry pulp using supercritical carbon dioxide: Influence of co-solvent composition and pretreatment [Text] / G. Jiao, A. Kermanshahi pour // *LWT – Food Science and Technology*. – 2018. – №98. – P.237–244.

142. Kan, J. Development of active packaging based on chitosan-gelatin blend films functionalized with Chinese hawthorn (*Crataegus pinnatifida*) fruit extract [Text] / J. Kan, J. Liu, H. Yong, Y. Liu, Y. Qin, J. Liu // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2019. – №140. – P.384–392.

143. Karacabey, E. Optimisation of antioxidant activity of grape cane extracts using response surface methodology [Text] / E. Karacabey, G. Mazza // *Food Chemistry*. – 2010. – №119(1) – P. 343-348.

144. Khan, M.K. Effect of novel technologies on polyphenols during food processing [Text] / M.K. Khan, K. Ahmad, S. Hassan, M. Imran, N. Ahmad, C. Xu // *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. – 2018. – №45. – P.361–381.

145. Kivimäki, A.S. Lingonberry juice improves endothelium-dependent vasodilatation of mesenteric arteries in spontaneously hypertensive rats in a long-term intervention [Text] / A.S. Kivimäki, P.I. Ehlers, A.M. Turpeinen, H. Vapaatalo, R. Korpela // *Journal of functional foods*. – 2011. – №3. – P.267–274.

146. Kivimäki, A.S. Lingonberry juice negates the effects of a high salt diet on vascular function and low-grade inflammation [Text] / A.S. Kivimäki, A. Siltari, P.I. Ehlers, R. Korpela, H. Vapaatalo // *Journal of functional foods*. – 2014. – №7. – P.238–245.
147. Kivimäki, A.S. Lingonberry, cranberry and blackcurrant juices affect mRNA expressions of inflammatory and atherothrombotic markers of SHR in a long-term treatment [Text] / A. S. Kivimäki, P.I. Ehlersa, A. Siltaria, A.M. Turpeinenb, H. Vapaataloa, R. Korpela // *Journal of functional foods*. – 2012. – №4. – P.496–503.
148. Klavins, L. Berry press residues as a valuable source of polyphenolics: Extraction optimisation and analysis [Text] / L. Klavins, J. Kviesis, I. Nakurte, M. Klavins // *LWT – Food Science and Technology*. – 2018. – №93. – P.583–591.
149. Klavins, L. Comparison of methods of extraction of phenolic compounds from American cranberry (*Vaccinium macrocarpon* L.,) pres residues [Text] / L. Klavins, J. Kviesis, M. Klavins // *Agronomy Research*. – 2017. – № 15 (SII). – P.1316–1329.
150. Kosseva, M.R. Functional Food and Nutraceuticals Derived from Food Industry Wastes [Text] / M.R. Kosseva // *Food Industry Wastes. Assessment and Recuperation of Commodities*. – 2013. – P.103-120.
151. Lee, J. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants and wines by the pH differential method: collaborative study [Text] / J. Lee, R. Durst, R. Wrolstad // *J. of AOAC International*. – 2005. – V. 88. – № 5. – P. 1269–1278.
152. Lee, J. Lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) grown in the Pacific Northwest of North America: Anthocyanin and free amino acid composition [Text] / J. Lee, C.E. Finn // *Journal of functional foods*. – 2012. – №4. – P.213–218.
153. Lehtonen, H.-M. <sup>1</sup>H NMR-based metabolic fingerprinting of urine metabolites after consumption of lingonberries (*Vaccinium vitis-idaea*) with a high-fat meal [Text] / H.-M. Lehtonen, A. Lindsted, R. Järvinen, J. Sinkkonen, G. Graça, M. Viitanen, H. Kallio, A.M. Gil // *Food Chemistry*. – 2013. – №138. – P.982–990.
154. León-González, A.J. Anthocyanin-rich bilberry extract induces apoptosis in acute lymphoblastic leukemia cells via redox-sensitive epigenetic modifications [Text] /

A.J. León-González, T. Sharif, C. Auger, M. Abbas, G. Fuhrmann, V.B. Schini-Kerth // *Journal of Functional Foods*. – 2018. – №44. – P.227–234.

155. Li, D. Polyphenols, anthocyanins, and flavonoids contents and the antioxidant capacity of various cultivars of highbush and half-high blueberries [Text] / D. Li, B. Li, Y. Ma, X. Sun, Y. Lin, X. Meng // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2017. – №62. – P.84–93.

156. Li, F. Current applications and new opportunities for the thermal and non-thermal processing technologies to generate berry product or extracts with high nutraceutical contents [Text] / F. Li, G. Chen, B. Zhang, X. Fu // *Food Research International*. – 2017. – №100. – P.19–30.

157. Li, X. Effects of sucrose, glucose and fructose on the large deformation behaviors of fish skin gelatin gels [Text] / X. Li, X. Liu, K. Lai, Y. Fan, Y. Liu, Y. Huang // *Food Hydrocolloids*. – 2020. – V. 101 – 105537.

158. Lorenzo, J.M. Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review [Text] / J.M. Lorenzo, M. Pateiro, R. Domínguez, F.J. Barba, P. Putnik, D.B. Kovačević, A. Shpigelman, D. Granato, D. Franco // *Food Research International*. – 2018. – №106. – P.1095–1104.

159. Marles R.J. Mineral nutrient composition of vegetables, fruits and grains: The context of reports of apparent historical declines [Text] / R.J. Marles // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2017. – V. 56. – P.93-103.

160. Mayer-Miebach, E. Stability of Chokeberry Bioactive Polyphenols during Juice Processing and Stabilization of a Polyphenol-Rich Material from the By-Product [Text] / E. Mayer-Miebach, M. Adamiuk, D. Behsnilian // *Agriculture*. – 2012. – №2 (3). – P. 244–258.

161. McKay, D.L. Flavonoids and phenolic acids from cranberry juice are bioavailable and bioactive in healthy older adults [Text] / D.L. McKay, C.-Y. Oliver Chen, C.A. Zampariello, J.B. Blumberg // *Food Chemistry*. – 2015. – №168. – P.233–240.

162. Michalska, A. Drying-induced physico-chemical changes in cranberry products [Text] / A. Michalska, A. Wojdyło, J. Honke, E. Ciska, W. Andlauer // *Food Chemistry*. – 2018. – №240. – P.448–455.
163. Michel, T. Evaluation of a simple and promising method for extraction of antioxidants from sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries: Pressurised solvent-free microwave assisted extraction [Text] / T. Michel, E. Destandau, C. Elfakir // *Food Chemistry*. – 2011. – №126. – P.1380–1386.
164. Miletić, N. Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Dried and Candied Fruits Commonly Consumed in Serbia [Text] / N. Miletić, B. Popović, O. Mitrović, M. Kandićand, A. Leposavić // *Czech J. Food Sci.* – 2014. – V. 32. – № 4. – P. 360–368.
165. Mushtaq, M. Novel extraction technologies [Text] / M. Mushtaq, S. Akram, A. Adnan // *Fruit Juices. Extraction, Composition, Quality and Analysis*. – 2018. – P.161–181.
166. Nemzer, B. Phytochemical and physical properties of blueberries, tart cherries, strawberries, and cranberries as affected by different drying methods [Text] / B. Nemzer, L. Vargas, X. Xia, M. Sintara, H. Feng // *Food Chemistry*. – 2018. – №262. – P.242–250.
167. Nilova, L.P. High-speed infrared photography in the study of thermophysical processes in the manufacture of jelly products [Text] / L.P. Nilova, R.A. Ikramov, S.M. Malyutenkova, S.A. Chunin, W. Lu, J. Jing // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. – 2020. – №940 – 012083.
168. Nilsuwan, K. Properties and antioxidative activity of fish gelatin-based film incorporated with epigallocatechin gallate [Text] / K. Nilsuwan, S. Benjakul, T. Prodpran // *Food Hydrocolloids*. – 2018. – №80. – P. 212–221.
169. Nistor, O.V. Three Types of Red Beetroot and Sour Cherry Based Marmalades with Enhanced Functional Properties [Text] / O.V. Nistor, L. Seremet, G.D. Mocanu, V. Barbu, D.G. Andronoiu, N. Stanciuc. // *Molecules*. – 2020. – №25. – P. 5090–5103.

170. Nohynek, L. Plant cell cultures of Nordic berry species: Phenolic and carotenoid profiling and biological assessments [Text] / L. Nohynek, H. Rischer, R. Puupponen-Pimiä, Jo. Aguiar, G. Rocchetti, L. Lucini, Jo.S. Câmara, Th. M. Cruz, M. B. Marques, D. Granato // *Food Chemistry*. – 2022. – №366. – 130571.

171. Nowacka, M. Effect of ultrasound treatment during osmotic dehydration on bioactive compounds of cranberries [Text] / M. Nowacka, A. Fijalkowska, M. Dadan, K. Rybak, A. Wiktor, D. Witrowa-Rajchert // *Ultrasonics*. 2018. №83. P.18–25.

172. Oszmianski, J. Effect of dried powder preparation process on polyphenolic content and antioxidant capacity of cranberry (*Vaccinium macrocarpon* L.) [Text] / J. Oszmianski, J. Kolniak-Ostek, S. Lachowicz, J. Gorzelany, N. Matłok // *Industrial Crops and Products*. – 2015. – №77. – P.658–665.

173. Özbek, T. Quality and Nutritional Value of Functional Strawberry Marmalade Enriched with Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) / T. Özbek, N. Sahin-Yesilçubuk, B. Demire // *Journal of Food Quality*. – 2019. – 2391931.

174. Pertuzatti, P.B. Quantification of Several Bioactive Compounds and Antioxidant Activities of Six Cultivars of Brazilian Blueberry [Text] / P.B Pertuzatti., M.T. Barcia, A.C. Jacques, M. Vizzotto, H.T. Godoy, R.C. Zambiasi // *The Natural Products Journal*. – 2012. – №2. – P. 188–195.

175. Pina-Pérez, M.C. Effect of thermal treatment, microwave, and pulsed electric field processing on the antimicrobial potential of açai (*Euterpe oleracea*), stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), and ginseng (*Panax quinquefolius* L.) extracts [Text] / M.C. Pina-Pérez, A. Rivas, A. Martínez, D. Rodrigo // *Food Control*. – 2018. – №90. – P.98–104.

176. Pintać, D. Solvent selection for efficient extraction of bioactive compounds from grape pomace [Text] / D. Pintać, T. Majkić, L. Torović, D. Orčić, I. Beara, N. Simin, N. Mimica-Dukić, M. Lesjak // *Industrial Crops & Products*. – 2018. – №111. – P.379–390.

177. Popović, D. Antioxidant and proapoptotic effects of anthocyanins from bilberry extract in rats exposed to hepatotoxic effects of carbon tetrachloride [Text] / D. Popović, D. Đukić, V. Katić, Z. Jović, M. Jović, J. Lalić, I. Golubović, S. Stojanović, N.P. Ulrih, M. Stanković, D. Sokolović // *Life Sciences*. – 2016. – №157. – P.168–177.

178. Potoroko, I.U. Possibilities of regulating antioxidant activity of medical plant extract [Text] / I.U. Potoroko, I.V. Kalinina, N.V. Naumenko, R.I. Fatkullin, S. Shaik, S.H. Sonawane, D. Ivanova, Y. Kiseleva-Kaneva, O. Tolstykh, A.V. Paymulina // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – Т. 17. – № 4. – P. 77–90.
179. Przygodzka, M. Comparison of methods for evaluation of the antioxidant capacity and phenolic compounds in common spices [Text] / M. Przygodzka, D. Zielinska, Z. Ciesarová, K. Kukurová, H. Zielinski // *LWT - Food Science and Technology*. – 2014. – № 58. – P. 321–326.
180. Puišo, Ju. Biosynthesis of silver nanoparticles using lingonberry and cranberryjuices and their antimicrobial activity [Text] / Ju. Puišo, D. Jonkuvienė, I. Mačionienė, J. Šalomskienė // *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. – 2014. – № 121. – P. 214–221.
181. Riboli, E. Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetables on cancer risk [Text] / E. Riboli, T. Norat // *The American Journal of Clinical Nutrition*. – 2003. – № 78(3). – P. 56–98.
182. Roidoung, S. Gallic acid as a protective antioxidant against anthocyanin degradation and color loss in vitamin-C fortified cranberry juice [Text] / S. Roidoung, K. D. Dolan, M. Siddiq // *Food Chemistry*. – 2016. – №210. – P.422–427.
183. Ruiz-Torralba, A. Antioxidant capacity, polyphenol content and contribution to dietary intake of 52 fruits sold in Spain [Text] / A. Ruiz-Torralba, E.J. Guerra-Hernández, B. García-Villanova // *CyTA - Journal of Food*. – № 16 (1). – P. 1131-1138.
184. Salaheen, S. Bioactive extracts from berry byproducts on the pathogenicity of Salmonella Typhimurium [Text] / S. Salaheen, E. Jaiswal, J. Joo, M. Peng, R. Hoa, D. OConnor, K. Adlerz, J.H. Aranda-Espinoza, D. Biswas // *International Journal of Food Microbiology*. – 2016. – №237. – P.128–135.
185. Salaheen, S. Cheap extraction of antibacterial compounds of berry pomace and their mode of action against the pathogen *Campylobacter jejuni* [Text] / S. Salaheen, C. Nguyen, D. Hewes, D. Biswas // *Food Control*. – 2014. – №46. – P.174–181.
186. Samira, S. Effect of ribose-induced Maillard reaction on physical and mechanical properties of bovine gelatin films prepared by oven drying [Text] / S. Samira,

T. C. Thuan-Chew Tan, M. E. Azhar // *International Food Research Journal*. – 2014. – № 21(1). – P. 269-276.

187. Saponjac, V.T. Dried bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) extract fractions as antioxidants and cancer cell growth inhibitors [Text] / V.T. Saponjac, J. Canadanovic-Brunet, G. Cetkovic, S. Djilas, D. Cetojevic-Simin // *LWT – Food Science and Technology*. – 2015. – №61. – P.615–621.

188. Stajčić, S.M. Chemical composition and antioxidant activity of berry fruits [Text] / S.M. Stajčić, A.N. Tepić, S.M. Djilas, Z.M. Šumić, J.M. Čanadanović-Brunet, G. S. Četković, J.J. Vulić, V.T. Tumbas // *APTEFF* – 2012. – №43. – P.93-105.

189. Staroszczyk, H. Fish gelatin films containing aqueous extracts from phenolic-rich fruit pomace [Text] / H. Staroszczyk, B. Kusznierevich, E. Malinowska-Pańczyk, I. Sinkiewicz, K. Gottfried, I. Kołodziejaska // *LWT - Food Science and Technology*. – 2020. – №117. – 108613.

190. Stevenson, D. Anthocyanin composition and content of blueberries from around the world [Text] / D. Stevenson, J. Scalzo // *Journal of Berry Research*. – 2012. – № 2– P. 179–189.

191. Tian, Y. Phenolic compounds extracted by acidic aqueous ethanol from berries and leaves of different berry plants [Text] / Y. Tian, J. Liimatainen, A.-L. Alanne, A. Lindstedt, P. Liu, J. Sinkkonen, H. Kallio, B. Yang // *Food Chemistry*. – 2017. – №220. – P.266–281.

192. Tian, Y. Sephadex LH-20 fractionation and bioactivities of phenolic compounds from extracts of Finnish berry plants [Text] / Y. Tian, J. Liimatainen, A. Paganen, H.-L. Alakomi, J. Sinkkonen, B. Yang // *Food Research International*. – 2018. – №113. – P.115–130.

193. Uranga, J. Development of active fish gelatin films with anthocyanins by compression molding [Text] / J. Uranga, A. Etxabide, P. Guerrero, K. Caba // *Food Hydrocolloids*. – 2018. – №84. – P. 313–320.

194. Viljanen, K. Relation of sensory perception with chemical composition of bioprocessed lingonberry [Text] / K. Viljanen, R.-L. Heiniö, R. Juvonen, T. Kössö, R. Puupponen-Pimiä // *Food Chemistry*. – 2014. – №157. – P.148–156.

195. Vulić, J.J. Polyphenolic content and antioxidant activity of the four berry fruits pomace extracts [Text] / J.J. Vulić, V.T. Tumbas, S.M. Savatović, S.M. Đilas, G.S. Četković, J.M. Čanadanović-Brunet // *Acta Periodica Technologica*. – 2011. – № 42. – P.271-279.
196. Wang, L.J. Variation of anthocyanins and flavonols in *Vaccinium uliginosum* berry in Lesser Khingan Mountains and its antioxidant activity [Text] / L.-J. Wang, S. Su, J. Wu, H. Du, S.-S. Li, J.-W. Huo, Y. Zhang, L.-S. Wang // *Food Chemistry*. – 2014. – №160. – P.357–364.
197. Wang, S. Can phytochemical antioxidant rich foods act as anti-cancer agents? [Text] / S. Wang, K.A. Meckling, M.F. Marcone, Y. Kakuda, R. Tsao // *Food Research International*. – 2011. – №44. – P.2545–2554.
198. Wang, S. How natural dietary antioxidants in fruits, vegetables and legumes promote vascular health [Text] / S. Wang, J. P. Melnyk, R. Tsao, M. F. Marcone // *Food Research International*. – 2011. – №44. – V. 1 – P. 14-22.
199. Wani, M. Optimization of antioxidant activity and total polyphenols of dried apricot fruit extracts (*Prunus armeniaca* L.) using response surface methodology [Text] / M. Wani, N. Jan, T.A. Wani, M. Ahmad, F.A. Masoodi, A. Gani // *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. – 2017. – №16. – P. 119–126.
200. Wei, E. Microwave-assisted extraction releases the antioxidant polysaccharides from seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries [Text] / E. Wei, R. Yang, H. Zhao, P. Wang, S. Zhao, W. Zhai, Y. Zhang, H. Zhou // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2019. – №123. – P.280–290.
201. White, B.L. Proximate and Polyphenolic Characterization of Cranberry Pomace [Text] / B.L. White, L.R. Howard, R.L. Prior // *J. Agric. Food Chem.* – 2010. – №58 (7). – P. 4030–4036.
202. Williams, M.T. The role of dietary factors in cancer prevention: Beyond fruits and vegetables [Text] / M.T. Williams, N.G. Hord // *Nutrition in Clinical Practice* – 2005. – № 20(4). – P. 451– 459.
203. Wu, J. Preparation, properties and antioxidant activity of an active film from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) skin gelatin incorporated with green tea extract

[Text] / J. Wu, Sh. Chen, Sh. Ge, J. Miao, J. Li, Q. Zhang // Food Hydrocolloids. – 2013. – №32. – P. 42–51.

204. Xu, C.-C. Advances in extraction and analysis of phenolic compounds from plant materials [Text] / C.-C. Xu, B. Wang, Y.-Q. Pu, J.-S. Tao, T. Zhang // Chinese Journal of Natural Medicines. – 2017. – №15 (10), P.721–731.

205. Zhao, G. Different thermal drying methods affect the phenolic profiles, their bioaccessibility and antioxidant activity in *Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk berries [Text] / G. Zhao, R. Zhang, L. Liu, Y. Deng, Z. Wei, Y. Zhang, Y. Ma, M. Zhang // LWT – Food Science and Technology. – 2017. – №79. – P.260–266.

206. Zielinska, M. Effects of freezing and hot air drying on the physical, morphological and thermal properties of cranberries (*Vaccinium macrocarpon*) [Text] / M. Zielinska, E. Ropelewska, P. Zapotoczny // Food and Bioproducts Processing. – 2018. – №110. – P.40–49.

207. Zielinska, M. Effects of freezing, convective and microwave-vacuum drying on the content of bioactive compounds and color of cranberries [Text] / M. Zielinska, D. Zielinska // LWT – Food Science and Technology. – 2019. – №104. – P.202–209.

208. Zuo, Y. Separation, characterization, and quantitation of benzoic and phenolic antioxidants in American cranberry fruit by GC-MS [Text] / Y. Zuo, C. Wang, J. Zhan // J. Agric. Food Chem. – 2002. – 50. – P. 3789–3794.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**Справка ООО «МИП «БИОРЕСУРС»**  
**о проведении производственных испытаний технологии**  
**желейных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод**

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«МАЛОЕ ИННОВАЦИОННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «БИОРЕСУРС»  
(ООО «МИП «БИОРЕСУРС»)  
Новороссийская ул., д.48, Санкт-Петербург, 194021  
Тел.: (812)297-97-94, (812)297-78-06, факс: (812)297-43-42  
e-mail: mip-bioresurs@yandex.ru  
ИНН 7802786102 КПП 780201001 ОГРН 1127847220577  
Ф-Л ПТР ПАО «ХАНТЫ-МАНСКИЙ БАНК ОТКРЫТИЕ»  
р/с 40702810403180000056 БИК 044030809  
к/с 30101810740300000809 Северо-Западное ГУ Банка России, г. Санкт-Петербург  
ОКПО 38159944 ОКТМО 40315000

---

**СПРАВКА**

дана Икрамову Руслану Атхамовичу, аспиранту федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», в том, что на базе ООО «МИП «БИОРЕСУРС» были проведены производственные испытания технологии желейных продуктов на основе экстрактов с использованием оборудования предприятия без его модернизации. Полученные желейные продукты были выработаны из экстрактов выжимок ягод черники, голубики, клюквы, брусники, композиций экстрактов из разных выжимок ягод в количестве 10 кг каждого наименования. Проведена дегустация образцов желейных продуктов и анализ физико-химических показателей.

Опытные образцы желейных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод характеризовались высоким уровнем качества и рекомендованы к внедрению в производство.

Генеральный директор  
ООО «МИП «Биоресурс»,  
к.т.н., доцент



 О.Г. Котоменкова

20 июня 2016 г.  
№5-С

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**Технические условия ТУ 10.39.22-001-27480695-19**  
**Продукты желейные на основе экстрактов из выжимок ягод**

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «РУСЬ»  
(ООО «РУСЬ»)

ОКПД2 10.39.22.110  
ОКП 91 6322

ОКС 67.080.10 (Группа Н54)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ООО «Русь»  
  
Г. Г. Чаргазия  
22 июля 2019 г.  


**ПРОДУКТЫ ЖЕЛЕЙНЫЕ**  
**НА ОСНОВЕ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ВЫЖИМОК ЯГОД**

Технические условия

ТУ 10.39.22-001-27480695-19  
(вводятся впервые)

Дата введения в действие – 01.08.2019

РАЗРАБОТАНО

ФГАОУ ВО «СПбПУ»

Доцент Высшей школы сервиса и  
торговли, канд. техн. наук, доцент

  
Л. П. Нилова  
22 июля 2019 г.

Ассистент Высшей школы  
сервиса и торговли

  
Р. А. Икрамов  
22 июля 2019 г.

Санкт-Петербург  
2019

**ПРИЛОЖЕНИЕ В****Технологическая инструкция ТИ ТУ 10.39.22-001-27480695-19  
к техническим условиям ТУ 10.39.22-001-27480695-19**

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «РУСЬ»  
(ООО «РУСЬ»)

ОКПД2 10.39.22.110  
ОКП 91 6322

ОКС 67.080.10 (Группа Н54)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ООО «Русь»  
  
Г. Г. Чаргазия  
22 июля 2019 г.  


**ПРОДУКТЫ ЖЕЛЕЙНЫЕ  
НА ОСНОВЕ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ВЫЖИМОК ЯГОД**

Технологическая инструкция

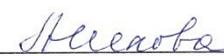
ТИ ТУ 10.39.22-001-27480695-19  
(вводятся впервые)

Дата введения в действие – 01.08.2019

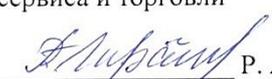
РАЗРАБОТАНО

ФГАОУ ВО «СПбПУ»

Доцент Высшей школы сервиса и  
торговли, канд. техн. наук, доцент

  
Л. П. Нилова  
22 июля 2019 г.

Ассистент Высшей школы  
сервиса и торговли

  
Р. А. Икрамов  
22 июля 2019 г.

Санкт-Петербург  
2019

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
**Рецептура РЦ 001-27480695-19**  
**по ТУ 10.39.22-001-27480695-19**

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «РУСЬ»  
(ООО «РУСЬ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ООО «Русь»  
  
Г. Г. Чаргазия  
22 июля 2019 г.



**РЕЦЕПТУРА**

**Продукты желейные на экстрактов из выжимок ягод РЦ 001-27480695-19**

по ТУ 10.39.22-001-27480695-19

Производятся по технологической инструкции  
ТИ ТУ 10.39.22-001-27480695-19

Дата введения в действие – 01.08.2019

Санкт-Петербург  
2019

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**  
**Акт производственных испытаний**  
**продуктов жележных на основе экстрактов из выжимок ягод**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Русь»



Г. Г. Чаргазия

09 августа 2019 г.

**А К Т**  
**производственных испытаний**  
**продуктов жележных на основе экстрактов из выжимок ягод**

Мы, нижеподписавшиеся представители федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» – доцент Высшей школы сервиса и торговли Нилова Л. П., ассистент Высшей школы сервиса и торговли Икрамов Р. А., и представители Общества с ограниченной ответственностью «Русь» – заведующий производством Бугаев В. А., технолог Васильева К. С., в период с 06 августа 2019 г. по 08 августа 2019 г. провели производственные испытания разработанной Икрамовым Р. А. технологии производства продуктов жележных на основе ягодных экстрактов.

Выработку изделий проводили по рецептурам и технологиям производства продуктов жележных на основе экстрактов из выжимок дикорастущих ягод брусники, голубики, клюквы, черники и их композиций при соотношении компонентов, приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Рецептуры продуктов желейных

Наименование	Расход сырья на 100 кг готовой продукции, кг							
	для продуктов желейных на основе							
	ЭВЧ	ЭВГ	ЭВК	ЭВБ	ЭВЧ / ЭВК	ЭВЧ / ЭВБ	ЭВГ / ЭВК	ЭВГ / ЭВБ
ЭВЧ (1:10)	102,7	–	–	–	71,9	82,2	–	–
ЭВГ (1:10)	–	102,7	–	–	–	–	61,6	56,5
ЭВК (1,5:10)	–	–	100,4	–	30,8	–	41,1	–
ЭВБ (1,5:10)	–	–	–	100,4	–	20,5	–	46,2
Желатин	3,1	3,1	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1
Сахар	–	–	2,5	2,5	–	–	–	–
Итого	105,8	105,8	105,9	105,9	105,8	105,8	105,8	105,8
Выход, кг	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

*Примечание:*

ЭВБ – Экстракт из выжимок брусники  
 ЭВГ – Экстракт из выжимок голубики  
 ЭВК – Экстракт из выжимок клюквы  
 ЭВЧ – Экстракт из выжимок черники  
 ЭВЧ/ЭВК – Композиция экстрактов из  
 выжимок черники и клюквы

ЭВЧ/ЭВБ – Композиция экстрактов из  
 выжимок черники и брусники  
 ЭВГ/ЭВК – Композиция экстрактов из  
 выжимок голубики и клюквы  
 ЭВГ/ЭВБ – Композиция экстрактов из  
 выжимок голубики и брусники

Проводилась выработка формованных изделий по двум технологиям: СВЧ нагрев с предварительным набуханием желатина и СВЧ нагрев без предварительного набухания желатина.

Набухание желатина (для технологии СВЧ нагрева с предварительным набуханием желатина): для этого в емкости смешивали весь желатин и экстракт (композиции экстрактов) в соответствии с рецептурой и оставляли для набухания в течение 40 минут. Добавление сахара осуществлялось в соответствии с рецептурой. Подготовленную по соответствующей рецептуре смесь разливали в формы и нагревали в СВЧ печи при мощности 800 Вт: по технологии без набухания желатина в течение 30 с, по технологии с набуханием желатина – 15 с. Далее происходили охлаждение массы и выстойка при температуре  $+(4\pm 2)^\circ\text{C}$  в течение 80 минут для изделий, полученных по технологии СВЧ нагрева с предварительным набуханием желатина, и 150 минут для изделий, полученных по технологии СВЧ нагрева без предварительного набухания желатина.

Готовые изделия оценивали по разработанной Р. А. Икрамовым 20-балльной шкале оценки органолептических показателей продуктов жележных. Результаты оценки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты органолептической оценки

Показатель	Продукты жележные на основе							
	ЭВЧ	ЭВГ	ЭВК	ЭВБ	ЭВЧ / ЭВК	ЭВЧ / ЭВБ	ЭВГ / ЭВК	ЭВГ / ЭВБ
<i>СВЧ технология с предварительным набуханием желатина</i>								
Внешний вид	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Вкус	3,75	3,75	3,75	3,75	4,00	3,75	4,00	3,75
Запах	3,75	3,75	3,50	3,50	3,75	3,75	3,75	3,25
Цвет	4,00	3,75	4,00	3,50	4,00	4,00	3,75	3,75
Консистенция	4,00	4,00	3,75	3,75	4,00	4,00	4,00	4,00
Сумма баллов	19,50	19,25	19,00	18,50	19,75	19,50	19,50	18,75
<i>СВЧ технология без предварительного набухания желатина</i>								
Внешний вид	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Вкус	3,75	4,00	3,75	3,75	4,00	4,00	4,00	3,75
Запах	3,75	3,75	3,75	3,50	3,75	3,75	3,75	3,75
Цвет	4,00	3,75	4,00	3,75	4,00	4,00	3,75	3,75
Консистенция	3,75	4,00	3,75	3,75	4,00	4,00	4,00	3,75
Сумма баллов	19,25	19,50	19,25	18,75	19,75	19,75	19,50	19,00

Проведенные производственные испытания показали, что выработанные изделия – продукты жележные на основе экстрактов из выжимок ягод – соответствовали требованиям ТУ 10.39.22-001-27480695-19, имели оптимальные органолептические свойства, подтверждающиеся высокими баллами органолептической оценки дегустаторами.

По результатам проведенных испытаний продуктов жележных на основе экстрактов из выжимок ягод и их композиций рекомендуется внедрение разработанной продукции в производство.

**От ФГАОУ ВО «СПбПУ»:**

Доцент  
Высшей школы сервиса и торговли

 Д. П. Нилова

Ассистент  
Высшей школы сервиса и торговли

 Р. А. Икрамов

**От ООО «Русь»:**

Заведующий производством

 В. А. Бугаев

Технолог

 К. С. Васильева

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е****Справка ООО «Март» о производственных испытаниях и  
внедрении в производство разработанных жележных продуктов  
на основе экстрактов из выжимок ягод**

Общество с ограниченной ответственностью  
«МАРТ»  
(ООО «Март»)

ОГРН 1137847347692 ИНН 7801611533

Большой проспект В.О., дом 52/15,  
Санкт-Петербург, 199034, Россия

16 сентября 2019 г. № 30-спр

**Справка о производственных испытаниях и  
внедрении в производство жележных  
продуктов на основе экстрактов из  
выжимок дикорастущих ягод**

Настоящая справка выдана в том, что 12 сентября 2019 года в ООО «Март» были проведены производственные испытания жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок дикорастущих ягод, разработанных Икрамовым Русланом Атхамовичем (ФГАОУ ВО «СПбПУ»). Проведенные испытания в условиях ООО «Март» показали возможность производства разработанных жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок дикорастущих ягод для целей розничной торговли и общественного питания. Выработанные продукты имели приятные органолептические свойства.

Руководством ООО «Март» принято решение о внедрении в производство жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок дикорастущих ягод брусники, голубики, клюквы, черники и их композиций с 14 сентября 2019 года.

Справка выдана для предъявления по месту требования.

Генеральный директор



Т. В. Тарабанова

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Патент на изобретение №2714839 (Российская Федерация)  
Способ производства жележных продуктов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2714839

## Способ производства жележных продуктов

Патентообладатель: *федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого" (ФГАОУ ВО "СПбПУ") (RU)*

Авторы: *Икрамов Руслан Атхамович (RU), Нилова Людмила Павловна (RU), Капустина Ирина Васильевна (RU), Малютенкова Светлана Михайловна (RU), Бахарев Владимир Васильевич (RU)*

Заявка № 2019125134

Приоритет изобретения 07 августа 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 19 февраля 2020 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 07 августа 2039 г.



Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

*Г.П. Ивлиев* Г.П. Ивлиев

**ПРИЛОЖЕНИЕ И**  
**Справка ФГАОУ ВО «СПбПУ» о внедрении результатов**  
**диссертационного исследования в образовательный процесс**



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Санкт-Петербургский политехнический  
 университет Петра Великого»  
 (ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

ИНН 7804040077, ОГРН 1027802505279,  
 ОКПО 02068574  
 Политехническая ул., 29, Санкт-Петербург, 195251  
 тел.: +7(812)297 2095, факс: +7(812)552 6080  
 office@spbstu.ru

25.05.2021 № 52п/1/37

**СПРАВКА**  
**о внедрении результатов диссертационного исследования**  
**Икрамова Руслана Атхамовича**  
**«Формирование потребительских свойств жележных продуктов**  
**на основе экстрактов из выжимок ягод»**

Материалы диссертационного исследования Икрамова Руслана Атхамовича «Формирование потребительских свойств жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод» внедрены в образовательный процесс Института промышленного менеджмента, экономики и торговли федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

Результаты исследований Икрамова Р. А. используются при подготовке и проведении лекционных, практических и лабораторных занятий по дисциплинам «Товароведение и экспертиза кондитерских и вкусовых товаров», «Товароведение и экспертиза продуктов функционального назначения» и «Теория и методология проектирования новых товаров» в рамках основных образовательных программ по направлениям подготовки 38.03.07 Товароведение и 38.04.07 Товароведение.

Директор Института промышленного менеджмента, экономики и торговли



В. Э. Щепинин

**ПРИЛОЖЕНИЕ К**  
**Шкала балльной оценки органолептических показателей качества жележных продуктов**  
**на основе экстрактов из выжимок ягод и их композиций**

Таблица К.1 – Шкала балльной оценки органолептических показателей качества жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод и их композиций

Показатели качества	Характеристика показателей по уровням качества			
	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Внешний вид	Однородная железированная прозрачная масса. Форма правильная, с четким контуром, без деформации, поверхность без трещин, раковин	Однородная железированная прозрачная масса, допускаются слабозаметные вкрапления частиц ягод. Форма правильная, допускается небольшая деформация. Поверхность без трещин, допускаются единичные раковины, не ухудшающие внешний вид	Однородная железированная масса, допускается слабое помутнение. Форма правильная допускается деформация изделий, не ухудшающая внешнего вида. Поверхность без трещин, с единичными раковинами	Неоднородная железированная непрозрачная масса. Форма неправильная. Поверхность с трещинами, более чем с двумя раковинами
Вкус	Вкус выраженный, натуральный, свойственный ягодам, из выжимок которых изготовлены экстракты, без посторонних привкусов	Вкус слабовыраженный, натуральный, свойственный ягодам, из выжимок которых изготовлены экстракты, без посторонних привкусов	Вкус невыраженный, натуральный, свойственный ягодам, из выжимок которых изготовлены экстракты, без посторонних привкусов	Вкус негармоничный, неприятный, присутствуют посторонние привкусы

Окончание табл. К.1

Показатели качества	Характеристика показателей по уровням качества			
	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
Запах	Запах слабовыраженный, натуральный, свойственный ягодам, из выжимок которых изготовлены экстракты, без посторонних запахов	Запах невыраженный, натуральный, свойственный ягодам, из выжимок которых изготовлены экстракты, без посторонних запахов	Запах отсутствует	Запах затхлый, несвойственный данному виду продукта, наличие постороннего запаха
Цвет	Цвет равномерный, яркий, в полной мере свойственный экстрактам из выжимок ягод, из которых изготовлен продукт	Цвет равномерный, свойственный экстрактам из выжимок ягод, из которых изготовлен продукт	Цвет неравномерный, свойственный экстрактам из выжимок ягод, из которых изготовлен продукт	Цвет неравномерный, свойственный экстрактам из выжимок ягод, из которых изготовлен продукт, наблюдается обесцвечивание
Консистенция	Прочная желированная, упругая, без отслаивания жидкости	Прочная желированная, допускается слегка плотная консистенция, без отслаивания жидкости	Желированная, допускается слегка затяжистая, без отслаивания жидкости	Слабожелированная, с отслаиванием жидкости





**ПРИЛОЖЕНИЕ М**  
**Протоколы заседаний дегустационной комиссии**  
**Высшей школы сервиса и торговли ФГАОУ ВО «СПбПУ»**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И  
 федеральное государственное  
 автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Санкт-Петербургский политехнический  
 университет Петра Великого»  
 Институт  
 промышленного менеджмента,  
 экономики и торговли

**ВЫСШАЯ ШКОЛА  
 СЕРВИСА И ТОРГОВЛИ**

297-93-96

23 мая 2019 г. № 1-ДК/37-37

УТВЕРЖДАЮ

Директор  
 Высшей школы сервиса и торговли  
 кандидат экономических наук, доцент



И. В. Капустина

\_\_\_\_\_ 2019 г.

**Протокол заседания  
 дегустационной комиссии  
 Высшей школы сервиса и торговли**

Присутствовали:

Председатель комиссии – Малютенкова С. М., доцент Высшей школы сервиса и торговли  
 Члены комиссии: Бахарев В. В., доцент Высшей школы сервиса и торговли  
 Виноградова А. В., доцент Высшей школы сервиса и торговли  
 Икрамов Р. А., аспирант, ассистент Высшей школы сервиса и торговли  
 Нилова Л. П., доцент Высшей школы сервиса и торговли

**Проведение органолептической оценки жележных продуктов на основе экстрактов  
 из выжимок дикорастущих ягод брусники, голубики, клюквы, черники**

На дегустацию были представлены жележные продукты на основе экстрактов из выжимок дикорастущих ягод брусники, голубики, клюквы, черники свежесыработанные, после 24 часов и 30 суток хранения при температуре (4±2) °С и относительной влажности воздуха 70-75%. Формованные жележные продукты массой нетто 12 г были представлены в закрытых контейнерах по 10 штук, жележные продукты массой нетто 100 г были представлены в герметично закрытых полимерных стаканах.

Дегустация проводилась по разработанной Р. А. Икрамовым 20-балльной шкале оценки органолептических показателей качества жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод и их композиций.

Результаты дегустационной оценки жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок дикорастущих ягод брусники, голубики, клюквы, черники на основании дегустационных листов членов комиссии представлены в таблицах 1–2.

Используемые в таблицах сокращения:

ПЖ ЭВЧ – продукт жележный на основе экстракта из выжимок черники;  
 ПЖ ЭВГ – продукт жележный на основе экстракта из выжимок голубики;  
 ПЖ ЭВК – продукт жележный на основе экстракта из выжимок клюквы с сахаром 2,5%;  
 ПЖ ЭВБ – продукт жележный на основе экстракта из выжимок брусники с сахаром 2,5%.

Протокол заседания дегустационной комиссии Высшей школы сервиса и торговли  
от 23 мая 2019 г. № 1-ДК/37-37

Таблица 1 – Результаты дегустационной оценки формованных жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок дикорастущих ягод

Органолептические показатели качества	Образцы			
	ПЖ ЭВЧ	ПЖ ЭВГ	ПЖ ЭВК	ПЖ ЭВБ
<b>Свежевыработанные изделия</b>				
Внешний вид	4,0	3,8	4,0	4,0
Вкус	3,8	4,0	3,8	3,6
Запах	3,6	4,0	3,4	3,6
Цвет	4,0	3,8	4,0	3,6
Консистенция	4,0	4,0	3,8	4,0
Сумма баллов	19,4	19,6	19,0	18,8
<b>Изделия после 24 часов хранения</b>				
Внешний вид	3,8	3,8	3,8	4,0
Вкус	3,8	4,0	3,8	3,6
Запах	3,6	3,8	3,6	3,6
Цвет	4,0	4,0	3,8	3,6
Консистенция	3,8	3,8	4,0	4,0
Сумма баллов	19,4	19,4	19,0	18,8

Таблица 2 – Результаты дегустационной оценки упакованных в герметично закрытые стаканы жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок дикорастущих ягод

Органолептические показатели качества	Образцы			
	ПЖ ЭВЧ	ПЖ ЭВГ	ПЖ ЭВК	ПЖ ЭВБ
<b>Свежевыработанные изделия</b>				
Внешний вид	4,0	4,0	4,0	4,0
Вкус	4,0	4,0	3,8	3,6
Запах	3,6	3,8	3,6	3,6
Цвет	4,0	3,8	4,0	4,0
Консистенция	4,0	4,0	4,0	4,0
Сумма баллов	19,6	19,6	19,4	19,2
<b>Изделия после 24 часов хранения</b>				
Внешний вид	4,0	4,0	4,0	4,0
Вкус	3,8	4,0	3,8	3,8
Запах	3,6	3,8	3,6	3,6
Цвет	3,8	4,0	3,8	3,6
Консистенция	4,0	4,0	4,0	4,0
Сумма баллов	19,2	19,8	19,2	19,0
<b>Изделия после 30 суток хранения</b>				
Внешний вид	3,8	3,6	3,8	3,6
Вкус	3,4	3,6	3,8	3,6
Запах	3,6	3,6	3,6	3,6
Цвет	3,4	3,6	3,8	3,6
Консистенция	3,8	3,8	3,6	3,4
Сумма баллов	18,0	18,2	18,6	17,8

Председатель дегустационной комиссии  
Высшей школы сервиса и торговли



С. М. Малютенкова

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное  
автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого»  
Институт  
промышленного менеджмента,  
экономики и торговли

**ВЫСШАЯ ШКОЛА  
СЕРВИСА И ТОРГОВЛИ**

297-93-96

28 мая 2019 г. № 2-ДК/37-37

УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Высшей школы сервиса и торговли  
кандидат экономических наук, доцент



*И. В. Капустина*  
И. В. Капустина  
2019 г.

**Протокол заседания  
дегустационной комиссии  
Высшей школы сервиса и торговли**

Присутствовали:

Председатель комиссии – Малютенкова С. М., доцент Высшей школы сервиса и торговли  
Члены комиссии: Бахарев В. В., доцент Высшей школы сервиса и торговли  
Виноградова А. В., доцент Высшей школы сервиса и торговли  
Икрамов Р. А., аспирант, ассистент Высшей школы сервиса и торговли  
Нилова Л. П., доцент Высшей школы сервиса и торговли

**Проведение органолептической оценки жележных продуктов на основе композиций  
экстрактов из выжимок дикорастущих ягод брусники, голубики, клюквы, черники**

На дегустацию были представлены жележные продукты на основе композиций экстрактов из выжимок дикорастущих ягод брусники, голубики, клюквы, черники свежеработанные, после 24 часов и 30 суток хранения при температуре  $(4 \pm 2)$  °С и относительной влажности воздуха 70-75%.

Формованные жележные продукты массой нетто 12 г были представлены в закрытых контейнерах по 10 штук, жележные продукты массой нетто 100 г были представлены в герметично закрытых полимерных стаканах.

Дегустация проводилась по разработанной Р. А. Икрамовым 20-балльной шкале оценки органолептических показателей качества жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод и их композиций.

Результаты дегустационной оценки жележных продуктов на основе композиций экстрактов из выжимок дикорастущих ягод брусники, голубики, клюквы, черники на основании дегустационных листов членов комиссии представлены в таблицах 1–2.

Используемые в таблицах сокращения:

ПЖ ЭВЧ/ЭВК – продукт жележный на основе композиций экстрактов из выжимок черники и клюквы;  
ПЖ ЭВЧ/ЭВБ – продукт жележный на основе композиций экстрактов из выжимок черники и брусники;  
ПЖ ЭВГ/ЭВК – продукт жележный на основе композиций экстрактов из выжимок голубики и клюквы;  
ПЖ ЭВГ/ЭВБ – продукт жележный на основе композиций экстрактов из выжимок голубики и брусники.

Протокол заседания дегустационной комиссии Высшей школы сервиса и торговли  
от 28 мая 2019 г. № 2-ДК/37-37

Таблица 1 – Результаты дегустационной оценки формованных жележных продуктов на основе композиций экстрактов из выжимок дикорастущих ягод

Органолептические показатели качества	Образцы			
	ПЖ ЭВЧ/ЭВК	ПЖ ЭВЧ/ЭВБ	ПЖ ЭВГ/ЭВК	ПЖ ЭВГ/ЭВБ
<b>Свежевыработанные изделия</b>				
Внешний вид	4,0	3,8	4,0	4,0
Вкус	4,0	3,8	4,0	3,8
Запах	3,8	4,0	4,0	3,6
Цвет	4,0	4,0	3,8	3,8
Консистенция	4,0	4,0	3,8	4,0
Сумма баллов	19,8	19,6	19,6	19,2
<b>Изделия после 24 часов хранения</b>				
Внешний вид	3,8	3,8	3,8	4,0
Вкус	4,0	3,8	3,8	3,8
Запах	3,8	4,0	4,0	3,4
Цвет	4,0	4,0	4,0	3,8
Консистенция	4,0	4,0	3,8	4,0
Сумма баллов	19,6	19,6	19,4	19,0

Таблица 2 – Результаты дегустационной оценки упакованных в герметично закрытые стаканы жележных продуктов на основе композиций экстрактов из выжимок дикорастущих ягод

Органолептические показатели качества	Образцы			
	ПЖ ЭВЧ/ЭВК	ПЖ ЭВЧ/ЭВБ	ПЖ ЭВГ/ЭВК	ПЖ ЭВГ/ЭВБ
<b>Свежевыработанные изделия</b>				
Внешний вид	4,0	4,0	4,0	3,8
Вкус	4,0	3,8	4,0	3,8
Запах	3,8	4,0	4,0	3,4
Цвет	3,8	4,0	4,0	3,8
Консистенция	4,0	4,0	3,8	4,0
Сумма баллов	19,6	19,8	19,8	18,8
<b>Изделия после 24 часов хранения</b>				
Внешний вид	4,0	4,0	4,0	3,8
Вкус	4,0	3,8	4,0	3,8
Запах	3,8	3,8	3,6	3,2
Цвет	3,8	4,0	4,0	3,8
Консистенция	4,0	4,0	3,8	4,0
Сумма баллов	19,6	19,6	19,4	18,6
<b>Изделия после 30 суток хранения</b>				
Внешний вид	3,8	3,8	3,6	3,6
Вкус	3,8	3,8	3,6	3,6
Запах	3,6	3,8	3,4	3,0
Цвет	3,6	3,8	3,8	3,8
Консистенция	3,8	3,8	3,6	3,8
Сумма баллов	18,6	19,0	18,0	17,8

Председатель дегустационной комиссии  
Высшей школы сервиса и торговли



С. М. Малютенкова