

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли**

На правах рукописи

**Икрамов Руслан Атхамович**

**ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ  
ЖЕЛЕЙНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ЯГОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ**

Направление подготовки: 19.06.01 Промышленная экология и биотехнологии

Направленность: 05.18.15 Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания

**НАУЧНЫЙ ДОКЛАД**

об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации)

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

Санкт-Петербург – 2019

Научно-квалификационная работа выполнена в Высшей школе сервиса и торговли Института промышленного менеджмента, экономики и торговли федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Директор Высшей школы: *Капустина Ирина Васильевна,  
к.э.н., доцент*

Научный руководитель: *Нилова Людмила Павловна,  
к.т.н., доцент*

Рецензент: *Арсеньева Тамара Павловна,  
д.т.н., профессор, НИУ Университет ИТМО, профессор факультета пищевых биотехнологий и инженерии*

С научным докладом можно ознакомиться в библиотеке ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» и на сайте Электронной библиотеки СПбПУ по адресу: <http://elib.spbstu.ru>

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность работы**

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 БАВ в экстракт при одновременном использовании органических растворителей, что не позволяет их применять в пищевых технологиях без дополнительной обработки. СВЧ нагрев как один из инновационных способов экстрагирования обеспечивает высокое содержание БАВ 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.

### **Цель и задачи исследований.**

Цель работы – формирование потребительских свойств желейных продуктов на основе водных экстрактов из вторичных ягодных ресурсов путем использования СВЧ-нагрева при экстрагировании. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ рынка пищевых продуктов для здорового питания из растительного сырья и потребительских предпочтений для возможности использования экстрактов из выжимок ягод для расширения их ассортимента;
- изучить химический состав, состав индивидуальных антиоксидантов и антиоксидантных свойств дикорастущих ягод и их выжимок после отжима соков;
- оптимизировать процесс водной экстракции с использованием СВЧ нагрева из выжимок дикорастущих ягод для максимального извлечения индивидуальных антиоксидантов;
- разработать композиции на основе экстрактов из выжимок дикорастущих ягод и с добавлением пряностей;
- разработать желейные продукты на основе экстрактов из дикорастущих ягод и их композиций с высокими потребительскими свойствами, провести оценку их качества и опытно-промышленную апробацию.

**Научная новизна.**

Дикорастущие ягоды обладают антиоксидантной активностью благодаря содержанию антиоксидантов фенольного типа, большая часть которых остается в выжимках после отжима соков и связана с переходом в них антоцианов.

Использование СВЧ нагрева способствует переходу растительных пигментов в водные экстракты из выжимок ягод, формируя их окраску и более высокие антиоксидантные свойства по сравнению с водными растворами традиционных способов экстрагирования.

Композиции экстрактов из выжимок различных ягод самостоятельно или с добавлением пряностей позволяют за счет эффекта синергизма повысить их антиоксидантные свойства, минимизировать количество добавленного сахара, сформировать оригинальные сенсорные свойства.

Экстракты из выжимок дикорастущих ягод и их композиций благодаря растительным пигментам при использовании в производстве жележных продуктов формируют их окраску и антиоксидантные свойства, но не оказывают влияние на формирование структуры из-за незначительного содержания сахаров и органических кислот.

**Теоретическая и практическая значимость.**

Антиоксидантные свойства выжимок связаны с переходом в них антиоксидантов фенольного типа, в первую очередь антоцианов. Теснота взаимосвязи между содержанием антоцианов и антиоксидантной активностью, определенных DPPH и FRAP тестами, составила 0,977 и 0,952 соответственно.

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

Разработаны рецептуры жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод, их композиций и композиций с пряностями, регулирующие органолептические свойства без добавления сахара или с минимальным его количеством.

Разработаны и утверждены комплекты нормативно-технической документации на жележные продукты на основе экстрактов из выжимок ягод (ТУ 10.39.22-011-38159944-16, ТИ, РЦ). Проведена промышленная апробация жележных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод и их композиций в ООО «МИП «Биоресурс», г. Санкт-Петербург.

**Апробация работы**

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на международных и всероссийских научно-практических конференциях: «Молодежь и XXI век – 2017» (Курск, 2017); «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).

### **Публикации**

По теме диссертационных исследований опубликовано 14 работ, в том числе 2 работы в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

### **Представление научного доклада: основные положения:**

- анализ рынка пищевых продуктов для здорового питания из растительного сырья и перспективы использования водных экстрактов из выжимок ягод для расширения ассортимента желейных продуктов
- результаты исследований химического состава, состава индивидуальных антиоксидантов, антиоксидантной активности дикорастущих ягод семейства вересковых и их выжимок после отжима соков;
- параметры оптимизации СВЧ экстрагирования индивидуальных антиоксидантов из выжимок дикорастущих ягод в водные экстракты, обеспечивающие формирование их окраски и антиоксидантные свойства;
- формирование качества желейных продуктов на основе экстрактов из выжимок ягод, их композиций и композиций с пряностями.

### **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Во введении обоснована актуальность и степень разработанности проблемы, сформулированы цель и задачи исследований.

### **Объекты, (предмет) и методы исследования**

В качестве объектов на разных этапах исследований являлись: ассортимент пищевых продуктов для здорового питания растительного происхождения в розничной торговле г. Санкт-Петербурга; данные опроса потребителей г. Санкт-Петербурга; ягоды семейства вересковых рода *Vaccinium* – черника, голубика, клюква и брусника, которые были собраны в Ленинградской области в период полного созревания; выжимки из ягод после отжима сока; экстракты из выжимок, полученные с использованием СВЧ энергии; желейные продукты на основе СВЧ экстрактов из выжимок ягод и их композиций.

Схема проведения экспериментальных исследований представлена на рисунке 1.

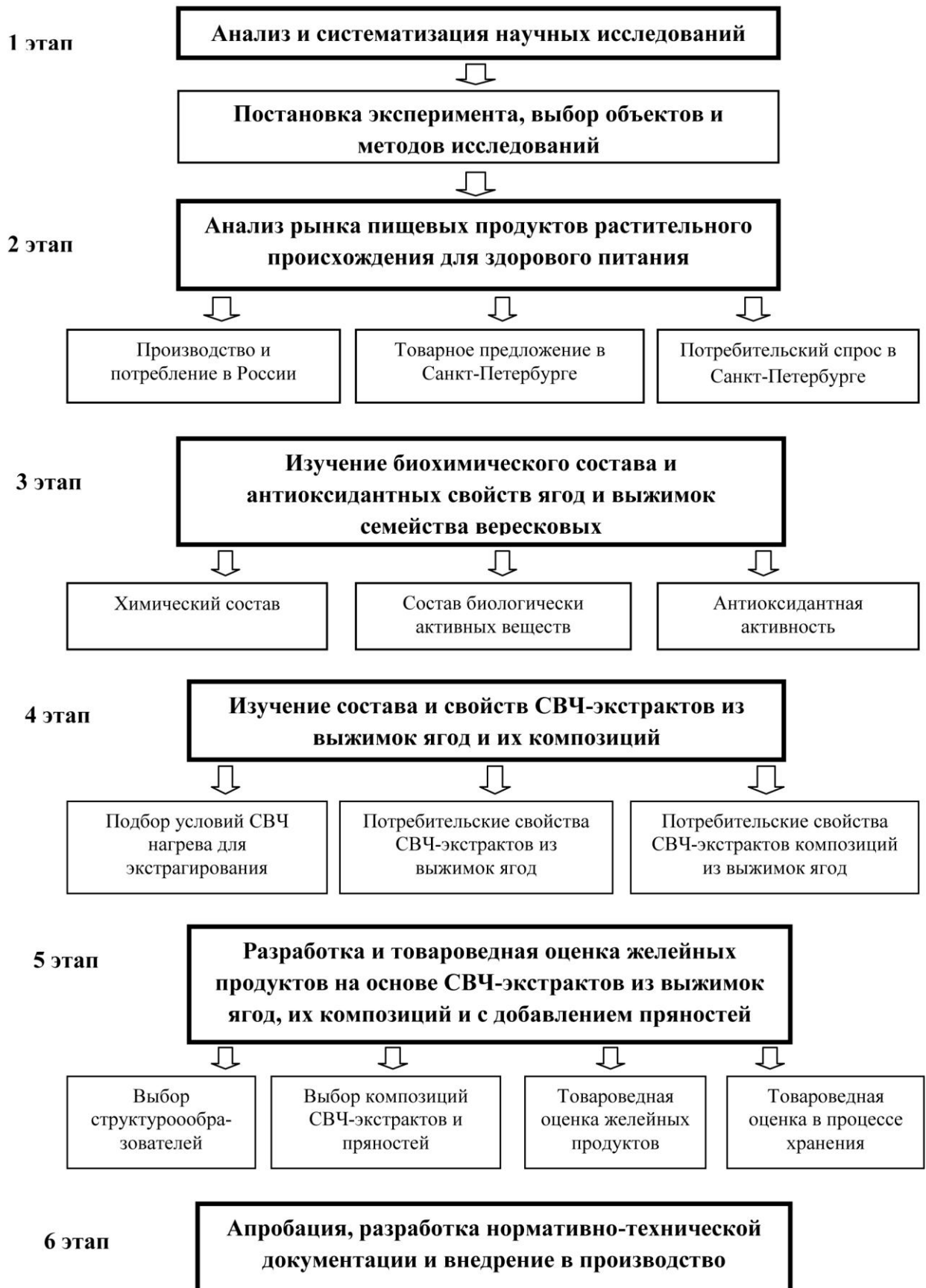


Рисунок 1 – Схема проведения экспериментальных исследований

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

## Результаты и их обсуждение

### Глава 3. Формирование рынка пищевых продуктов растительного происхождения для здорового питания

Структура рынка пищевых продуктов для здорового питания включает продукты растительного происхождения. Анализ структуры ассортимента проводили в основных сетевых гипермаркетах г. Санкт-Петербурга на примере пищевых продуктов растительного происхождения, с разным отношением к ним потребителей с точки зрения пользы для здоровья – соковая продукция и фруктово-ягодные кондитерские изделия. На рынке соковой продукции преобладают восстановленные соки и нектары, в группе фруктово-ягодных кондитерских изделий – мармелад с пищевыми добавками – консервантами, красителями и ароматизаторами (рис. 1).

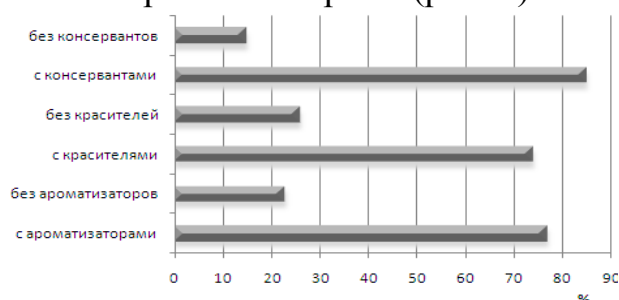


Рисунок 1 – Структура ассортимента мармелада в зависимости от используемых пищевых добавок

В сегменте соковой продукты пищевые добавки (регуляторы кислотности) используют в составе всех нектаров, а в некоторых – ароматизаторы и антиокислители. Обогащают нектары экстрактами мяты, лавра, кориандра, базилика, но их ассортимент ограничен. Ягоды используют в составе смешанных соков или нектаров. Нектары из ягод морозники, черники, облепихи не содержат регуляторов кислотности, но выработаны с добавлением сахара.

В ассортименте железных продуктов 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 только пищевых добавок. Потребители по-разному относятся к этим продуктам. Большинство считает, что соки и нектары полезны для здоровья, и не обращают внимание на способ их производства – прямого отжима или восстанов-

ленные. Не смущает их добавление сахара в нектары, т.к. их приобретает сегмент потребителей с более низкими доходами.



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

Фруктово-ягодные кондитерские изделия потребители не относят к полезным для здоровья. Основные причины отказа – пищевые добавки и много сахара. 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

Дикорастущие ягоды – черника, голубика, клюква и брусника представляют собой настоящие ягоды, поэтому незначительно отличаются содержанием клетчатки и пектиновых веществ, за исключением голубики (табл.1). Более значительные отличия в содержании сахаров и титруемых кислот оказывают влияние на вкус, черника и голубика имеют более сладкий вкус, чем клюква и брусника.

Таблица 1 – Химический состав дикорастущих ягод

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

Прямой отжим сока из исследуемых ягод позволяет получить практически одинаковое количество сока с мякотью и выжимок, количество последних составляет 19,8-22,1%. Но при этом происходит перераспределение основных химических веществ с концентрацией клетчатки и преимущественным переходом фруктозы в выжимки (рис.3). Преобладание глюкозы в клюкве снижает ее содержание в выжимках, хотя количество фруктозы при этом увеличивается, но в целом ее содержание незначительно. В составе органических кислот ягод и выжимок преобладает лимонная кислота, хотя в клюкве содержание яблочной



кислоты идентично. При отжиме сока органические кислоты распределяются неравномерно в зависимости от вида ягод.

В чернике и бруснике они преимущественно концентрируются в выжимках, а в голубике и клюкве в большей степени переходят в сок. Изменения в основном связаны с лимонной кислотой. Бензойная кислота, содержащаяся в клюкве и бруснике, увеличивается только в выжимках брусники и составляет 1,84 мг/г. 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.

Ценность ягод заключается в высоком содержании биологически активных веществ, обладающих антиоксидантными свойствами – фенольные соединения, флавоноиды и антоцианы (табл. 2).

Таблица 2 – Состав индивидуальных антиоксидантов в ягодах и выжимках

Ягоды	Часть	Антиоксиданты, мг/100г			
		фенольные соединения	флавоноиды	антоцианы	витамин С
Черника	ягода	588,9±15,2	465,0±14,0	313,0±10,5	18,34±0,56
	выжимки	682,4±17,0	550,2±15,0	514,8±9,5	6,88±0,60
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
Клюкva	ягода	452,5±11,0	388,5±9,5	175,9±5,0	21,20±0,56
	выжимки	497,7±12,0	419,1±10,4	201,7±8,2	7,50±0,35
Брусника	ягода	425,5±8,8	371,2±8,8	182,5±8,0	22,10±0,80
	выжимки	508,1±12,2	450,4±10,1	207,4±8,1	7,25±0,30

В составе индивидуальных антиоксидантов наблюдалась общая тенденция зависимости от их количественного содержания: фенольные соединения > флавоноиды > антоцианы > витамин С. В сине-окрашенных ягодах преобладают антоцианы. В клюкве и бруснике их меньше на 40-45%, чем в чернике и голубике. Ягоды содержат витамин С, но его количество незначительно и составляет только 26-37% от суточной нормы потребления. Выжимки ягод по сравнению с целыми ягодами содержали больше индивидуальных антиоксидантов,

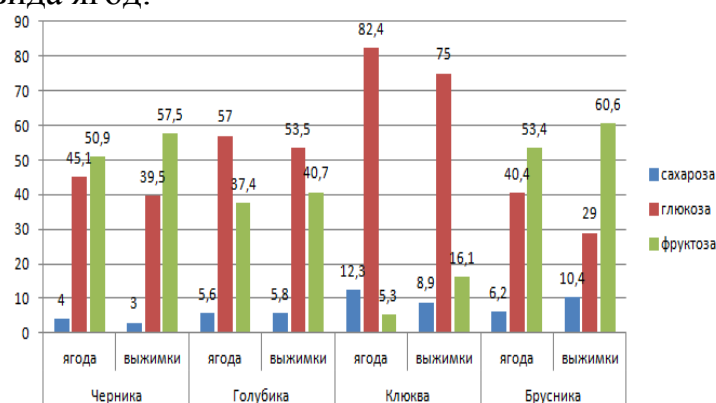


Рисунок 3 – Соотношение отдельных сахаров в сухих веществах ягод и выжимок, отн. %

кроме витамина С, количество последнего было меньше в 2,66 (черника) – 3 (брусника) раза. Выжимки клюквы содержат в 2,5 раза больше фенольных соединений, чем ягоды, а выжимки черники – в 2,1 раза; содержание флавоноидов во всех выжимках больше в 2-2,3 раза. Антоцианов в выжимках черники и голубики больше, чем в целых ягодах почти в 3 раза, а у брусники и клюквы – в 2,2 раза (рис.4)..

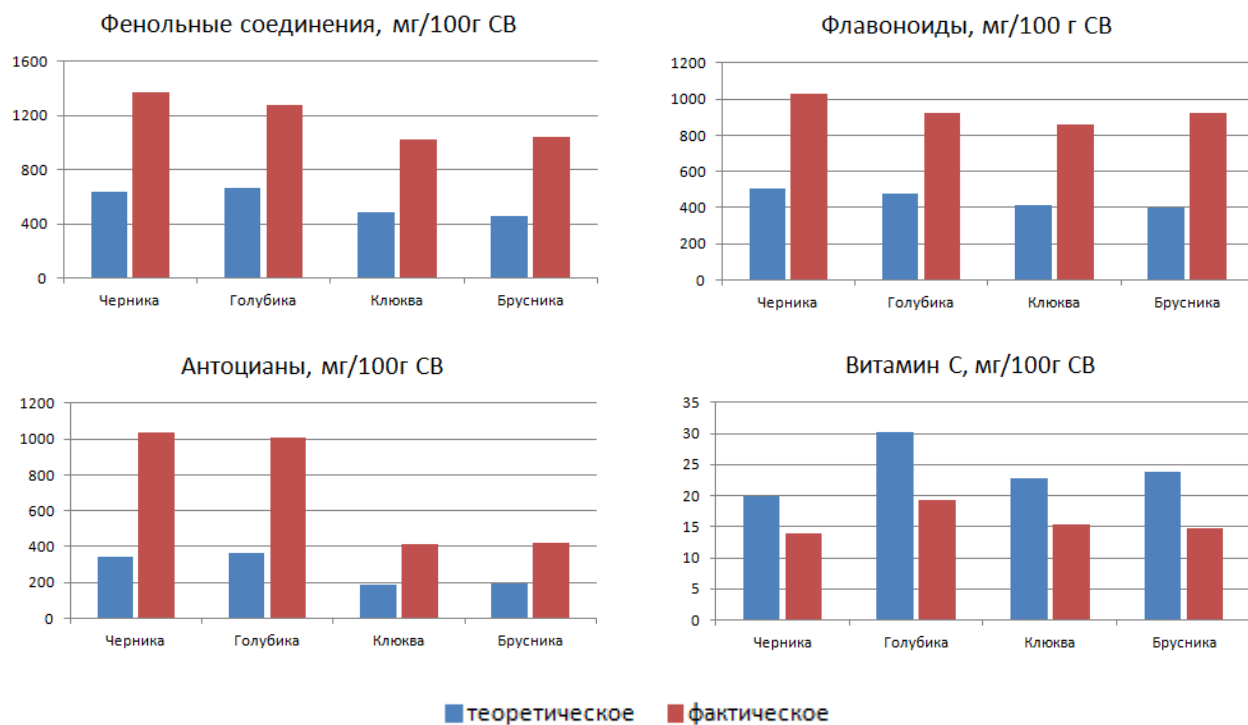


Рисунок 4 – Фактический и теоретически рассчитанный состав индивидуальных антиоксидантов в выжимках ягод

Антоцианы выжимок в зависимости от вида ягод отличались не только количественно, но и качественным составом. Методом капиллярного электрофореза был установлен качественный состав антоцианов выжимок (рис. 5), преобладание тех или иных фракций могло оказать влияние не только на цвет ягод, но и их антиоксидантные свойства.

Самый широкий спектр антоцианов – 10 гликозидов антоцианов установлен в выжимках черники с преобладанием цианидин-3-галактозида, цианидин-3-глюкозида и цианидин-3-арабинозида. В выжимках голубики идентифицировано 9 гликозидов антоцианов с преобладанием дельфинидин-3-галактозида, который также преобладает в вы-

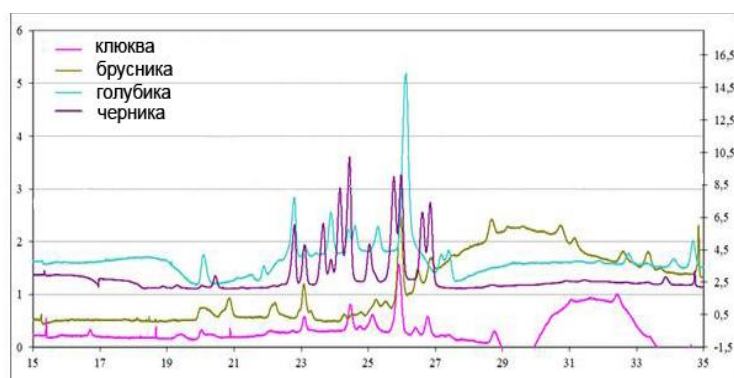


Рисунок 5 – Электрофореграммы антоцианов выжимок ягод

жимках клюквы и брусники, но интенсивность пиков на электрофореграмме значительно ниже, что позволяет говорить об их меньшем содержании.

Для исследования антиоксидантных свойств ягод и выжимок были использованы два метода – метод DPPH, определяющий антирадикальную активность по отношению к свободному 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 6.

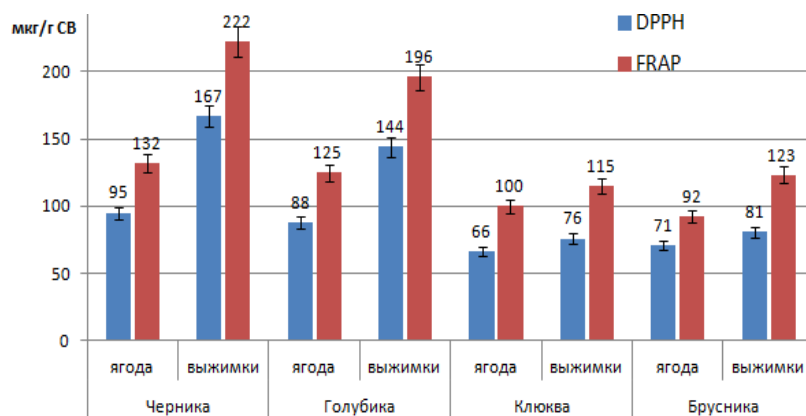


Рисунок 6 – Результаты определения антиоксидантной активности ягод и выжимок, мкг АК/г СВ

Независимо от используемого метода определения антиоксидантных свойств и вида ягод выжимки характеризовались большими значениями антиоксидантной активности, которые превысили в 1,15-1,76 раз и 1,15-1,68 раз, соответственно для методов DPPH и FRAP. Хелатирующая способ-

ность ягод и выжимок была больше, чем антирадикальная активность. По антирадикальной активности (метод DPPH) ягоды и выжимки имели один вид: 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 антиоксидантной активности 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. Теснота взаимосвязи ( $R^2$ ) была очень высокой и составила 0,997 и 0,952, соответственно для методов DPPH и FRAP (табл. 3).

Таблица 3 – Теснота взаимосвязи ( $R^2$ ) между содержанием фенольных соединений, флавоноидов, антоцианов и значениями антиоксидантной активности

АОА	Фенольные соединения	Флавоноиды	Антоцианы	Достоверность
DPPH	0,829	0,682	0,977	< 0,05
FRAP	0,869	0,777	0,952	< 0,05

Выжимки ягод черники, голубики, клюквы и брусники использовали для получения водных экстрактов. Для экстрагирования использовали энергию СВЧ частотой генерации 2450 МГц и мощностью 800 Вт. СВЧ воздействие осуществляли при разных режимах, что соответствовало мощности излучения магнетрона, Вт: 144; 288; 464; 648; 800. Продолжительность воздействия изме-

няли от 60 до 180 сек. Контролем служили экстракты, полученные экстрагированием водой с температурой 80°C и настаиванием в течение 10 минут.

Выход экстрактов и содержание в них ЭСВ зависело от условий СВЧ нагрева. Повышение энергии и продолжительности СВЧ воздействия приводило к увеличению ЭСВ в водном экстракте. При воздействии СВЧ в течение 60 сек. при мощности 648 Вт количество ЭСВ превысило данные контроля, в котором экстрагирование производилось только при воздействии высокой температуры. При воздействии максимальной мощностью СВЧ 800 Вт за 60 сек. количество ЭСВ в экстракте превышало контрольный образец в 1,4 раза (рис.7).

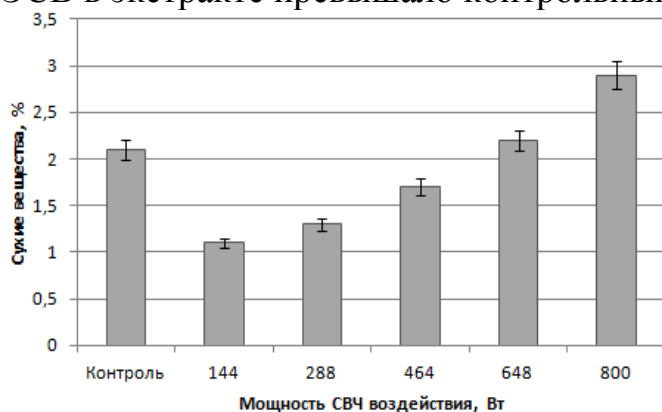


Рисунок 7 – Влияние мощности СВЧ на количество ЭСВ, %, гидромодуль 1:10

Увеличение продолжительности воздействия приводило к большей концентрации ЭСВ при одновременном уменьшении объема получаемого экстракта, связанного с его испарением при более высокой температуре. В зависимости от мощности энергии СВЧ температура экстракта за 60 сек. поднималась максимально до 74°C, за 120 сек. – до 85°C, а 180 сек. достигла 95°C. Объем экс-

тракта по сравнению с первоначальным объемом не изменялся при воздействии 60 сек., а при более длительном воздействии уменьшался на 2-21%. При доведении полученного объема экстракта до 100 мл водой ЭСВ соответствовали значениям, полученным при воздействии мощностью 800 Вт в течение 1 минуты. Увеличение массы выжимок ягод для экстрагирования приводило к повышенному переходу ЭСВ в экстракт, изменяя 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. Отличия заключались только во вкусе, который был выраженным, характерным для ягод, но не очень интенсивным и менее кислым на вкус.

Эффективность экстрагирования и переход БАВ в водный экстракт определяли спектрофотометрически в диапазоне длин волн 410-630 нм по оптическим спектрам экстрактов с гидромодулем 1:10. Полученные оптические спектры для всех экстрактов имели одинаковый вид с максимумом при  $D_{520}$ , что подтверждает влияние антоцианов на формирование окраски экстрактов (рис. 8).

Максимальные значения оптической плотности  $D_{420}$  и  $D_{520}$  имели экстракты из выжимок ягод черники при всех режимах экстракции. Подбор гидромодуля приводил к меньшим различиям в интенсивности экстрактов в зависимости от вида ягод и максимуму оптической плотности при 520 нм, характерном для антоцианов. Экстракты голубики имели большую интенсивность окраски, чем экстракты черники, но меньшие значения оттенка при одинаковом

гидромодуле и мощности СВЧ воздействия. Экстракты из выжимок брусники и клюквы имели меньшие значения оптических характеристик в спектре.

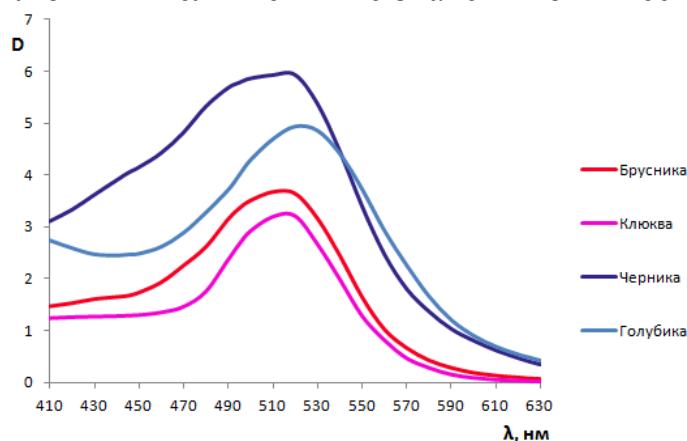


Рисунок 8 – Оптические спектры экстрактов из выжимок ягод, полученных при СВЧ нагреве мощностью 800 Вт

Антиоксидантные свойства экстрактов из выжимок ягод зависели от режимов экстрагирования, и возрастали при увеличении мощности за время воздействия 60 сек. Увеличение времени воздействия до 120 сек. повышало антиоксидантную активность до мощности 648 Вт, а при мощности 800 Вт не изменяло. 180 сек. воздействия энергией СВЧ повышало антиоксидантную активность только до мощности 464 Вт, а при 800 Вт ее

значения снизились на 12%. Увеличение гидромодуля для экстракции приводило к возрастанию значений антиоксидантной активности, полученных методами DPPH и FRAP (рис. 9).

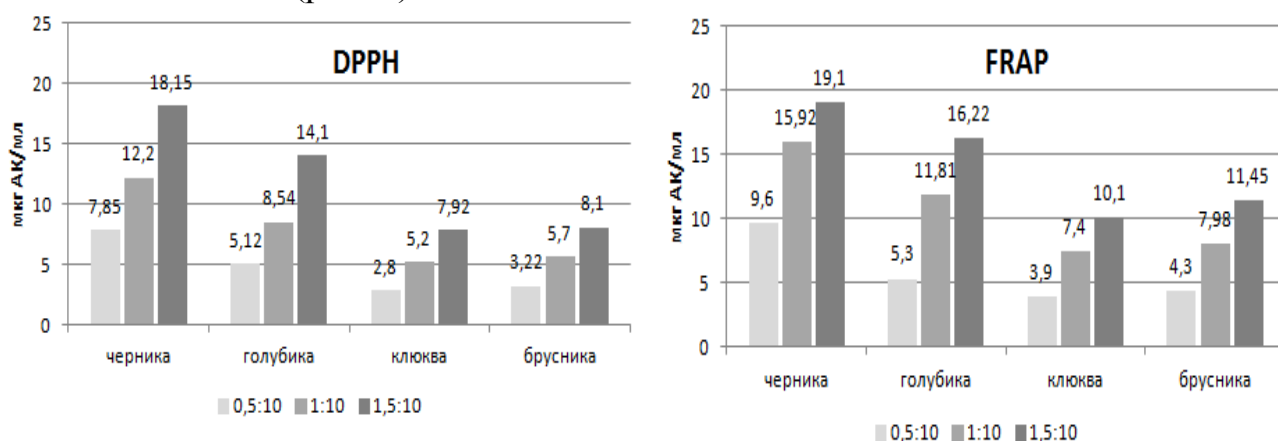


Рисунок 9 – Влияние гидромодуля на антиоксидантную активность экстрактов из выжимок

Таким образом, для получения СВЧ-экстрактов с оптимальными потребительскими свойствами можно использовать гидромодуль для черники 0,5:10, голубики – 1:10, клюквы и брусники – 1,5:10 с продолжительностью нагрева при максимальной мощности 800 Вт, обеспечивающий нагрев экстракта до температуры не более 75°C.

### Глава 5. Разработка и товароведная оценка желейных продуктов на основе ягодных экстрактов

СВЧ экстракты использовали в качестве основы для получения желейных продуктов формованных и желе. В качестве структурообразователей были выбраны агар-агар и желатин, позволяющие формировать структуру продукта без использования сахара и регуляторов кислотности.

Для формирования плотной консистенции желейных продуктов с агар-агаром оптимальное количество структурообразователя составило 1,5%, время образования сгустка – 15-20 минут. Увеличение количества агар-агара приводило к формированию излишне плотной консистенции переходящей в грубую. Меньшее количество агар-агара формировало более нежную консистенцию, в результате чего желейные продукты невозможно было достать из формы. Преимуществом использования агар-агара было то, что желейный продукт мог быть получен без сахара, с добавлением сахара 2,5% или фруктозы 1,5%. Менее кислый вкус экстрактов черники и голубики позволил уменьшить количество сахара до 2% или фруктозы до 1%. Желейный продукт имел непрозрачный внешний вид.

Для формирования желейных продуктов с использованием желатина его количество составляло 5%, которое позволяло получить желейный продукт без отслаивания жидкости, как без добавленного сахара, так и с добавлением сахара 2,5% или фруктозы 1,5% в ягодных экстрактах брусники и клюквы и с меньшим их количеством в ягодных экстрактах черники и голубики. Желейные продукты с желатином отличались по рецептуре от желейных продуктов с агар-агаром только видом студнеобразователя. При этом конечный желейный продукт имел совершенно другую консистенцию в виде прозрачной желированной массы, типичную для желе. Обесцвечивания желейного продукта не происходило. Отличия цветовых характеристик между желейными продуктами из экстрактов голубики и черники не зафиксированы. Продолжительность студнеобразования составляла 150-180 минут.

Вид выжимок, используемый для экстрагирования, оказал влияние на цвет и вкус желейных продуктов, а структурообразователь – на прозрачность и консистенцию (табл. 4).

Таблица 4 – Характеристика желейных продуктов

Показатели	Экстракты из выжимок ягод			
	черника	голубика	клюква	брусника
	гидромодуль			
	0,5:10	1:10	1,5:10	1,5:10
Структурообразователь – агар-агар 1,5%				
Цвет	фиолетовый	темно-синий	ярко розовый	бордовый
Прозрачность	непрозрачный			
Консистенция	нежная			
Вкус	сладковатый	с легкой кислинкой	кислый	кислый
Запах	отсутствует			
Влажность, %	97,29	97,31	97,26	97,28
Кислотность, %	1,8	2,2	3,5	3,3
Прочность, г	1400	1425	1426	1426
Синерезис	отсутствует			
DPPH, мкг/мл	7,85	8,54	7,92	8,10
FRAP, мкг/мл	9,60	11,81	10,1	11,45

## Окончание таблицы 4

Структурообразователь – желатин 5%				
Цвет	фиолетовый	темно-синий	ярко розовый	бордовый
Прозрачность	прозрачный			
Консистенция	упругая			
Вкус	сладковатый	с легкой кис- линкой	кислый	кислый
Запах	отсутствует			
Влажность, %	93,83	93,85	93,75	93,78
Кислотность, %	1,8	2,2	3,5	3,3
Прочность, г	850	852	856	855
Синерезис	отсутствует			
DPPH, мкг/мл	7,87	8,54	7,90	8,12
FRAP, мкг/мл	9,61	11,80	10,10	11,45

Цвет изделий менялся в зависимости от вида экстракта от фиолетового для экстракта черники до ярко розового – для экстракта клюквы. Полученные желейные продукты с использованием агар-агара были слегка мутными, а в зависимости от его количества консистенция менялась от слабой до нежной, легкой. При максимальном количестве – грубой, слегка колющейся. Желейные продукты на основе экстрактов клюквы и брусники имели выраженный кислый вкус, поэтому без добавления сахара, хотя бы в минимальном количестве, их производство невозможно. Антиоксидантная активность желейных продуктов зависела от вида экстрактов (рис. 10).

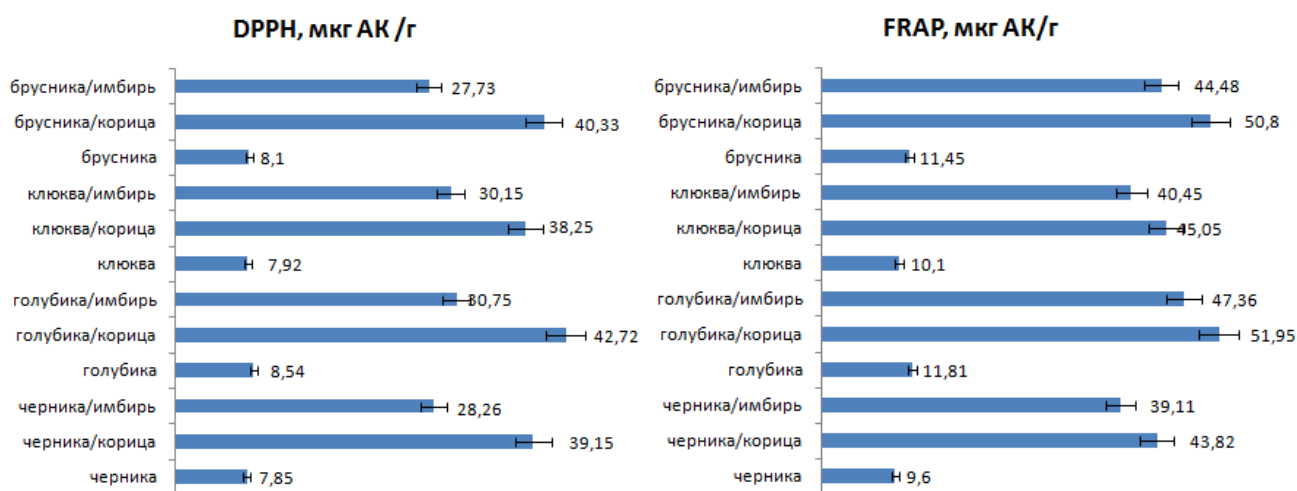


Рисунок 10 – Антиоксидантная активность желейных продуктов из ягодных экстрактов и их комбинаций с добавлением пряностей и без

Для регулирования вкусовых качеств желейных продуктов с использованием экстрактов клюквы и брусники использовали сахар и фруктозу. Установлено, что минимальное количество сахара в рецептурах может составлять 2,5%, который можно заменить фруктозой с более низким количеством 1,8%. Регулирование кисло-сладкого вкуса можно осуществлять за счет использования композиций экстрактов, например к экстракту черники с более выраженным слад-

коватым вкусом добавлять экстракт клюквы или брусники с более кислым вкусом. Установлено оптимальное соотношение экстрактов черники/клюквы – 70 к 30; черники/брусники – 80 к 20; голубики/клюквы – 60 к 40; голубики/брусники – 55/45, которое обеспечивает кисло-сладкий вкус.

Комбинация растительных экстрактов приводит к повышению их антиоксидантных свойств, что видно по увеличению значений DPPH и FRAP. Добавление в рецептуру экстрактов пряностей, особенно корицы в количестве 0,1%, как сильного антиоксиданта, приводит к увеличению антиоксидантной активности практически в 5 раз, и создает оригинальный оттенок во вкусе и аромате. Имбирь и мускатный орех оказывают меньшее влияние на антиоксидантную активность, но обуславливают резкое послевкусие при употреблении готового продукта. В связи с тем, что жележный продукт с использованием желатина имеет прозрачную консистенцию, то использование порошкообразных пряностей не рекомендуется. Корицу можно использовать в виде палочек корицы. В жележных продуктах с использованием агар-агара изменения внешнего вида не происходит, т.к. он позволяет получать продукты мутной консистенции.

Желейные продукты хранили в течение месяца при температуре  $+18\pm 3^{\circ}\text{C}$  во влагонепроницаемой упаковке. Изменений в органолептических показателях не установлено, синерезис отсутствовал. Массовая доля влаги изменялась в пределах 4,5-4,8%.

#### **Выводы:**

- Ассортимент фруктово-ягодных изделий включает изделия с большим количеством сахара и пищевых добавок, что ограничивает его спрос и не позволяет отнести к категории пищевых продуктов для здорового питания.
- Дикорастущие ягоды семейства вересковых, произрастающие в Ленинградской области, содержат комплекс БАВ, обладающих антиоксидантными свойствами, что обуславливает их высокую антиоксидантную активность.
- При отжиме сока происходит перераспределение основных веществ ягод. В сок переходят в большей степени сахара и минеральные вещества, а в выжимки – органические кислоты, фенольные соединения, флавоноиды и антоцианы. Содержание витамина С в выжимках по сравнению с целыми ягодами уменьшается в среднем в 1,5 раза.
- Использование СВЧ нагрева позволяет увеличить экстракцию индивидуальных антиоксидантов, но зависит от гидромодуля, продолжительности нагрева и мощности излучения. Установлено, что для экстрагирования выжимок черники необходимо использовать гидромодуль 0,5:10; голубики – 1:10; клюквы и брусники – 1,5:10. Продолжительность нагрева зависит как от мощности излучения, так и от количества воды, взятой для экстрагирования.
- Экстракты из выжимок ягод можно использовать для производства жележных продуктов при использовании в качестве стабилизаторов структуры агар-агара и желатина. Экстракты из выжимок черники и голубики позволяют получать жележные продукты без сахара. При использовании экстрактов брусники и клюквы минимальное количество сахара 2,5% или фруктозы 1,8% формируют кисло-сладкий вкус без изменения структурных свойств.



- Регулирование вкусовых качеств желейных продуктов можно осуществлять за счет комбинирования экстрактов из выжимок различных ягод черники/клюквы – 70 к 30; черники/брусники – 80 к 20; голубики/клюквы – 60 к 40; голубики/брусники – 55/45.

- Моделирование композиций экстрактов из выжимок и сочетание их с экстрактами пряностей позволяет увеличить значения их антиоксидантной активности.

### Список работ, опубликованных по теме научно-квалификационной работы (диссертации)

#### Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ

1. Нилова, Л.П. Исследование минерального состава в процессе переработки дикорастущих ягод / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов**, С.М. Малютенкова, А.С. Веряскина // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2018. – Т. 80. – № 1 (75). – С. 151-156.
2. Нилова, Л.П. Влияние СВЧ нагрева на оптические характеристики ягодных экстрактов / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов**, С.М. Малютенкова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т. 81. – № 1. – С. 218-224.

#### Статьи и материалы конференций

1. Нилова, Л.П. Антиоксидантная активность соков и экстрактов из ягод / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов**, С.М. Малютенкова // Новая наука: Проблемы и перспективы. – 2016. – № 10-2. – С. 140-143.
2. Икрамов, Р.А. Перспективы использования пряностей для повышения антиоксидантной активности соковой продукции / Р.А. Икрамов, Л.П. Нилова // Молодежь и XXI век – 2017: материалы VII Международной молодежной научной конференции. – 2017. – С. 116-119.
3. Нилова, Л.П. Региональный мониторинг антиоксидантной активности дикорастущих ягод / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов** // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 181-184.
4. Нилова, Л.П. Использование дикорастущих ягод для моделирования антиоксидантных свойств растительного сырья / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов**, С.М. Малютенкова // «Трансляционная медицина»: сборник статей международной научно-практической конференции – Орел: ФГБОУ ВО «ОГУ имени И. С. Тургенева», 2017 – С. 410-417.
5. Икрамов, Р.А. Анализ химического состава дикорастущих ягод Северо-Запада России / **Р.А. Икрамов**, Л.П. Нилова // Технология производства пищевых продуктов питания и экспертиза товаров: сборник научных статей 4-й межд. научно-практ. конф. – Курск: 2018 – С. 87-89.

6. Нилова, Л.П. Моделирование сенсорных свойств соковой продукции с использованием дикорастущих ягод / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов**, С.М. Малютенкова // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Курган, КГСХА им. Т.С. Мальцева – 2018. – С. 469-472.
7. Икрамов, Р.А. Проблемы рынка соковой продукции / **Р.А. Икрамов**, Л.П. Нилова // Неделя науки СПбПУ: материалы научной конференции с международным участием. Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли – 2018. – Т. 3. – С. 28–31.
8. Икрамов, Р.А. Конкурентоспособность соковой продукции с позиции потребителей / **Р.А. Икрамов**, Л.П. Нилова, С.М. Малютенкова // Качество и безопасность товаров от производства до потребления: сборник материалов между. научно-практ. конф., г. Мытищи, РУК. 08.02.2019. – С. 213-217
9. Икрамов, Р.А. Использование СВЧ нагрева для получения ягодных экстрактов / **Р.А. Икрамов**, Л.П. Нилова // Биотехнологические аспекты управления технологиями пищевых продуктов в условиях международной конкуренции: сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практ. конф., 19.03.2019. Курган, Курганская ГСХА им. Т.С. Мальцева. – С. 20-24.
10. Нилова, Л.П. Желейные продукты на основе ягодных экстрактов / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов** // Цереветиновские чтения, Москва. 11.03.2019.
11. Икрамов, Р.А. Анализ товарного предложения желейных продуктов с натуральными ингредиентами/ **Р.А. Икрамов**, Л.П. Нилова // Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг: сборник материалов национальной научно-практ. конф., Рязань, РГАУ им. П.А. Костычева. – С. 45-49.
12. Нилова, Л.П. Фрукты и ягоды как сегмент рынка пищевых продуктов для здорового питания / Л.П. Нилова, **Р.А. Икрамов** // Инновационные вопросы товароведения, безопасности товаров и экономики: материалы Всероссийской научно-практ. конф., г. Коломна, Московская обл., ГСГУ. 22-23.03.2019. – С. 62-67.

Аспирант



Р. А. Икрамов