ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСАКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

ЕРЕМЕЕВА НАТАЛЬЯ БОРИСОВНА

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭКСТРАКТОВ ИЗ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ С АНТИОКСИДАНТЫМ ДЕЙСТВИЕМ И РАЗРАБОТКА НАПРАВЛЕНИЙ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Специальность 05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:

д.х.н., проф. Макарова Н.В.

Самара – 2018

ПРИНЯТЫЕ В РАБОТЕ СОКРАЩЕНИЯ

м.д. РСВ, % – массовая доля растворимых сухих веществ

м.д. К, % – массовая доля титруемых кислот

м.д. Сах., % – массовая доля редуцирующих сахаров

ФВ – общее содержание фенольных веществ

Фл – общее содержание флавоноидов

Ац – общее содержание антоцианов

АРА – антирадикальная активность (метод DPPH)

ВС – восстанавливающая сила

АОА – антиокислительная активность

ЧС – черная смородина

М – малина

В – вишня

ЧР – черноплодная рябина

УЗ – ультразвуковое облучение

ИК – инфракрасное облучение

МВ – микроволновое облучение

НК – надкритическая экстракция

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 10

1.1 Антиоксиданты как ингибиторы радикально окислительных процессов. 11

1.2Физико-химические свойства плодов и ягод и их действие на организм человека 17

1.3 Экстракция плодово-ягодного сырья и современные методы ее интенсификации 26

1.4 Применение экстрактов в пищевой индустрии 43

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 49

2.1 Организация эксперимента, объекты и схема проведения эксперимента 49

2.2 Методы проведения исследований 52

2.2.1 Проведение органолептических испытаний напитков с плодово-ягодными экстрактами 52

2.2.2 Физико-химические методы исследования 53

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ 57

3.1 Обоснование выбора исходного сырья для получения плодово-ягодных экстрактов 57

3.2 Совершенствование технологии производства плодово-ягодных экстрактов с использованием инновационных технологий 63

3.2.1 Изучение влияния предварительной обработки ферментными препаратами на выход и антиоксидантную активность экстракта 64

3.2.2 Изучение влияния используемого растворителя на химический состав экстрактов 68

3.2.3 Сравнительный анализ различных методов активации процесса экстракции 74

3.2.4 Подбор параметров экстракции при ультразвуковой обработке 95

3.2.5 Исследование свойств полученных экстрактов 105

3.2.6 Сравнительная характеристика физико-химических и антиоксидантных свойств различных видов экстрактов 107

3.2.7 Установление сроков и условий хранения плодово-ягодных экстрактов 109

3.2.8 Технология получения плодово-ягодных экстрактов с применением инновационных технологий 115

3.3 Разработка технологии получения напитков на основе плодово-ягодных экстрактов 116

3.3.1 Разработка технологии получения безалкогольных напитков с плодово-ягодными экстрактами 116

3.3.2 Разработка технологии получения пивного напитка с плодово-ягодными экстрактами 121

3.4 Оценка экономической эффективности разработанных технологий безалкогольных и пивных напитков с плодово-ягодными экстрактами 128

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 133

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 135

ПРИЛОЖЕНИЕ А 156

ПРИЛОЖЕНИЕ Б 158

ПРИЛОЖЕНИЕ В 174

ПРИЛОЖЕНИЕ Г 179

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Использование растительного сырья для создания новых продуктов питания имеет ряд преимуществ за счет высокой биоактивности и биодоступности содержащихся в нем активных компонентов питания.

Плоды и ягоды имеют очень короткие сроки хранения, что определяет необходимость изыскания методов переработки для круглогодичного обеспечения населения указанной продукцией. Благодаря наличию биологически активных веществ растения определяют функциональную направленность получаемого продукта, и придают важные технологические свойства, что позволяет исключить внесения ароматизаторов, красителей, консервантов.

Одним из способов сохранить полезные свойства плодов и ягод, в том числе антиоксидантные, в течение всего года, является производство плодово-ягодных экстрактов и дальнейшее их использование в продуктах питания.

В связи с этим актуальной задачей является получение экстрактов при комплексном и рациональном использовании плодов и ягод в качестве исходного сырья.

Степень разработанности темы исследования. Теоретические и практические основы технологии экстракции обобщены в трудах отечественных и зарубежных ученых: Терлицкой В.А., Палагиной М.В., Касьянова Г.И., Алексеенко Е.В., Домарецкого В.А., Grosso C., Laroze L.E., Karabegovic I.T. и др. Анализ научных литературных данных позволил разработать технологию производства плодово-ягодных экстрактов с применением методов интенсификации процесса экстракции, а также определение возможных направлений их использования. Ныне используемые методы, такие как мацерация, перколяция, позволяют лишь части ценных

компонентов переходить в экстракт, тогда как значительные их количества остаются в отходах.

Цель работы – совершенствование технологии получения и применения экстрактов из плодово-ягодного сырья с антиоксидантным действием в производстве безалкогольных и пивных напитков.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- исследовать содержание фенольных веществ и антиоксидантной активности плодов и ягод, произрастающих в Самарской области, и перспективность их использования в качестве основы экстрактов с повышенным антиоксидантным действием;
- обосновать выбор ферментного препарата для предварительной обработки плодов и ягод;
- обосновать выбор технологических режимов и метода экстрагирования плодов и ягод, которые обеспечивают наибольшую сохранность БАВ;
- разработать технологию производства экстрактов плодов и ягод с высоким антиоксидантным действием;
- установить срок и условия хранения плодово-ягодных экстрактов на основании комплексной оценки свойств;
- разработать комплект технической документации для промышленного производства плодово-ягодных экстрактов с повышенным антиоксидантным действием;
- разработать рецептуру и технологические режимы производства безалкогольных и пивных напитков с добавлением плодово-ягодных экстрактов при обеспечении высоких показателей качества;
- провести производственную апробацию исследования путем выработки опытных партий напитков, оценить экономическую эффективность от внедрения разработанных технологических решений.

Научная новизна. Научно обоснована усовершенствованная технология производства экстрактов из плодово-ягодного сырья, в основу

которой положено применение ферментативного катализа сырья и ультразвуковой активации процесса экстрагирования. Доказана целесообразность использования ферментных препаратов Pectinex BE XXL, Pectinex Yieldmash Extra, Amylase AG 300 L, обеспечивающих полноту экстракции, увеличение выхода (на 49 %) и антиоксидантной активности (на 47 %) экстракта.

Доказано, что использование ультразвуковой экстракции по сравнению с другими методами активации (инфракрасная, микроволновая, надкритическая экстракция) позволяет получить плодово-ягодные экстракты с увеличением массовой концентрации фенольных веществ в 1,83 раз. Научно обоснованы параметры экстракции плодово-ягодного сырья: растворитель 75%-ный этиловый спирт, температура экстракции 40 °С, продолжительность экстракции 90 мин, гидромодуль 1:10.

Установлено, что применение плодово-ягодных экстрактов в технологии безалкогольных и пивных напитков обеспечивает увеличение их антиоксидатной и антирадикальной активности.

Теоретическая и практическая значимость работы. Проанализированы современные методы экстракции плодово-ягодного сырья и способы их интенсификации Предложен способ получения экстрактов из черной смородины, малины, вишни или черноплодной аронии, включающий предварительную обработку плодов и ягод ферментными препаратами, и экстракцию также ультразвуковую активацию процесса. Определены параметры экстракции, обеспечивающие высокий уровень сохранности БАВ. Установлены условия и сроки хранения экстрактов, обеспечивающие безопасность, сохранения антиоксидантных и потребительских свойств.

Разработаны технологические производства безалкогольных и пивных напитков с плодово-ягодными экстрактами, определены дозировки добавок к напиткам.

Разработаны проекты нормативной документации: ТУ, ТИ на экстракты; ТУ, ТИ на безалкогольные и пивные напитки.

Предложенные технологии и рецептуры, апробироаны в производственных условиях предприятия на заводе ООО "Богатое", Самарская область, Красноярский район.

Положения, выносимые на защиту:

1. Результаты научного и экспериментального обоснования технологии плодово-ягодных экстрактов с высоким содержанием антиоксидантов.

2. Разработка направлений применения плодово-ягодных экстрактов в производстве безалкогольных и пивных напитков.

Методология исследований. Для решения поставленной цели применен системно-технический подход, включающий анализ продукции на всех этапах ее жизненного цикла.

Степень достоверности и апробация работы. Основные положения работы и результаты исследований были доложены и обсуждены на научно-практических всероссийских и международных конференциях: III Международной научной конференции с элементами научной школы для молодежи «Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств», (г. Тверь, 2015 г.); Научно-практической конференции «Инновационные тенденции и сорта для устойчивого развития современного садоводства», (Самара, 2015 г.); IV Международной научной конференции «Пищевые инновации и биотехнологии», (Кемерово, 2016 г.).

Личное участие автора. Диссертационная работа является обобщением научных исследований, проведенных в 2014–2017 гг., при личном участии автора.

Публикации. По результатам исследований, изложенных в диссертационной работе, опубликовано 43 печатных работ, в том числе 11 статей, рекомендованных для опубликования основных результатов исследований ВАК Минобрнауки РФ, 1 статья опубликованная в зарубежном журнале, включенном в международную базу цитирования Scopus.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического описания, включающего 168 источников (в том числе 70 на иностранном языке) и 4 приложений; изложена на 155 страницах машинописного текста, содержит 41 рисунок и 41 таблицу.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Обеспечению качественными пищевыми продуктами и увеличению их доли в структуре питания населения уделяется серьезное внимание в государственной политике России. 4 июля 2016 г. принята Стратегия повышения качества пищевой продукции до 2030 года. В рамках принятой стратегии запланировано совершенствование нормативной базы и системы мониторинга продуктов. Кроме того, будет создана единая информационная система, с помощью которой потребители смогут получать данные о составе того или иного продукта и его производстве.

Значительное влияние на здоровье человека, как известно, оказывают продукты питания. Антиоксиданты могут послужить фактором, позволяющим уменьшить окислительный стресс окружающей среды, который является последствием действия свободных радикалов, разрушающих клеточную систему организма. Свободные радикалы могут возникать в клетках организма из-за влияния неблагоприятных факторов таких, как радиация, ультрафиолетовое излучение и химические превращения, проходящие с полициклическими ароматическими углеводородами. В организме человека свободные радикалы частично или полностью разрушают липиды, протеины, вызывая мутацию клеток и генов, вступая во взаимодействие с полиненасыщенными жирными кислотами, ДНК и белками, что ведет к возникновению многих болезней. Антиоксиданты, в свою очередь, препятствуют окислению липидов за счет взаимодействия со свободными радикалами.

Основным источником антиоксидантов является продукты растительного происхождения, в том числе плоды и ягоды, так как только они способны синтезировать биофлавоноиды и другие полифенольные соединения. Особенно перспективно использование местных растительных ресурсов, оказывающих наибольший оздоровительный эффект людям, проживающим на соответствующей территории.

Среди многообразия плодово-ягодных растений, произрастающих на территории Самарской области, можно выделить такие культуры как вишня, смородины, малина, черноплодная рябина, дающие стабильно высокий урожай ягод. Плоды и ягоды являются сезонным продуктом, поэтому актуальна разработка способа извлечения и сохранения из биологически активных веществ. Одним из таких методов является экстракция.

1.1 Антиоксиданты как ингибиторы радикально окислительных процессов

Окисление липидов является одной из основных причин ухудшения качества продуктов питания: изменение запаха и вкуса, снижение срока хранения, изменение текстуры и цвета, уменьшение питательной ценности продуктов питания(AlamedJ.et. al., 2009). Были разработаны многочисленные методы для регулирования скорости и степени окисления липидов в пищевых продуктах. Антиоксиданты стали незаменимой группой пищевых добавок из-за их уникальной способности продления срока годности продуктов питания без какого-либо неблагоприятного влияния на органолептические и питательные качества (ShahidiF., AmbigaipalanP., 2015). Антиоксиданты для возможности использования в пищевых системах должна быть недорогими, нетоксичными и эффективными при низких концентрациях; стабильными и способными выдерживать обработку; иметь хорошую растворимость в изделиях.

Одним из основных путей деградации липидов – это автоокисления (ShahidiF., 2015). Процесс автоокисления полиненасыщенных липидов в пищевых продуктах включает в себя цепную реакцию свободных радикалов, которые, как правило, инициируются воздействием света, тепла, ионизирующего излучение или ионов металлов. Классический процесс автоокисления включает инициирование (образование свободных радикалов липидов), распространение и обрыв (производство радикальных продуктов)

реакции. Общая схема процесса автоокисления полиненасыщенных липидов показана на рис. 1.1.

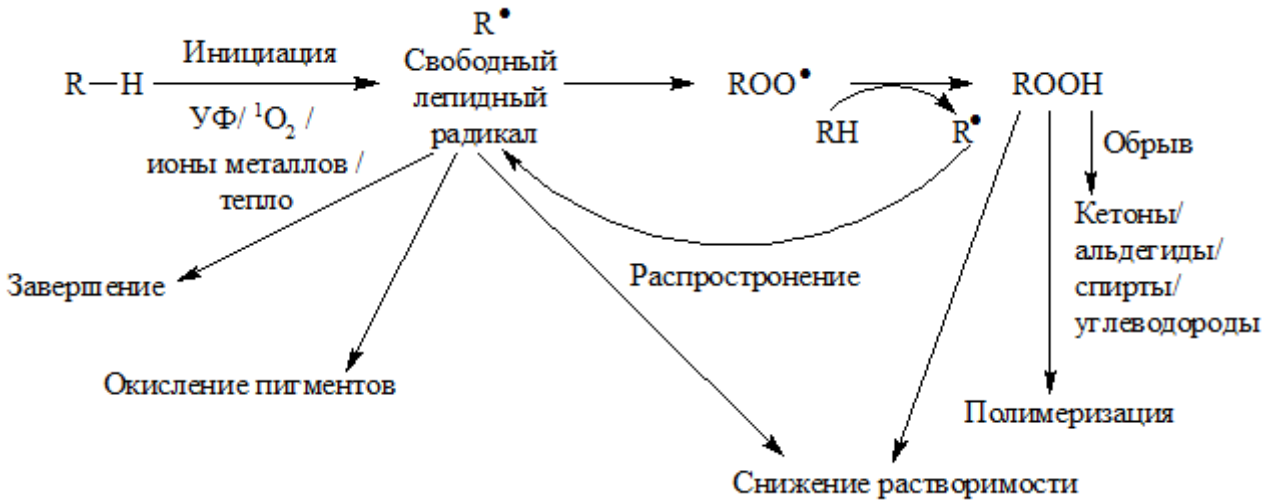


Рисунок 1.1 – Общая схема автоокисления липидов, содержащих полиненасыщенные жирные кислоты (RH)

Антиоксиданты способны уменьшить концентрацию кислорода, улавливать синглетный кислород ($^1O_2$), прерывать цепь на стадии инициирования, очищать от исходных радикалов, таких как гидроксильные радикалы, связывать ионы металлов-катализаторов, первичные продукты разложения окисления в нерадикальные виды и разрывать цепную реакцию для того, чтобы предотвратить дальнейшее отделение водорода от субстратов (Shahidi F.[1], 2000;Shahidi F.[2], 2000).

Инициация $RH \rightarrow R\bullet + H\bullet$ (1)

Распространение $R\bullet + O_2 \rightarrow ROO\bullet$ (2)

$ROO\bullet + RH \rightarrow R\bullet + ROOH$ (3)

Обрыв

$R\bullet + R\bullet$

$R\bullet + ROO\bullet$ } нерадикальные продуты (4)

$ROO\bullet + ROO\bullet$

Гидроперекиси являются первичными продуктами окисления липидов, при этом они, несмотря на их пагубное влияние на здоровье, не изменяют на вкусовые качества продуктов. Однако эти нестабильные молекулы легко

разлагаются с образованием побочных продуктов, таких как альдегиды, кетоны, спирты и углеводороды; они придают неприятный вкус и запах жирам, маслам и липидам в продуктах. Фенольные соединения при низких концентрациях являются антиоксидантами и защищают пищу от окислительного прогоркания (McClements D.J., Decker, E.A., 2007). Широкие исследования фенолов подтверждают, что они обладают разнообразной биологической активностью, которая может быть полезна для здоровья человека. Фенольные соединения, как известно, снижает риск рака, сердечных заболеваний и диабета; ингибируют образование тромбоцитов плазмы, а также оказывать антибактериальное, противовирусное, противовоспалительное и антиаллергическое действие (Oak M.H.et.al., 2005; Shetty K., 2004; Yang C.S. et. al., 2001; Yao L.H. et. al., 2004).

Фенольные соединения могут быть классифицированы как первичные антиоксиданты, которые препятствуют образованию свободных радикалов, задерживают инициацию или прерывают распространение окислительной реакции липидов, тем самым уменьшая образование летучих продуктов разложения (например, альдегидов и кетонов), способствующих прогорканию (Naczk M., Shahidi F., 2000).

Антиоксидантный потенциал фенольных соединений зависит от числа и расположения гидроксильных групп в молекулах. Фенольные антиоксиданты (AH) могут отдавать атомов водорода липидным радикалам и продуктам перекисного окисления (реакция 5), которые более стабильны и менее доступны для активации автоокисления (Jaganath I.B., Crozier A., 2010). Свободные антиоксиданты могут в дальнейшем рвать цепочку распространения реакции (реакции 6 и 7).

$$R•/RO•/ROO• + AH \rightarrow A• + RH/ROH/ROOH \quad (5)$$

$$RO•/ROO• + A• \rightarrow ROA/ROOA \quad (6)$$

$$ROO• + RH \rightarrow ROOH + R• \quad (7)$$

Поскольку энергия связи водорода в поглотителе свободных радикалов уменьшается, перенос водорода в свободный радикал является более

энергетически выгодным и, следовательно, более быстрым (ХасановВ.В. и др., 2004). Любое соединение, которое обладает потенциалом восстановления ниже потенциала восстановления свободного радикала, способно отдать свой атом водорода свободному радикалу, если реакция не является кинетически неосуществимой. Например, поглотители свободных радикалов, включающая α-токоферол (E°'= 500 мВ), которые имеет потенциал восстановления ниже, чем пероксильный радикал (E°' = 1000 мВ), способны отдавать свой водород в пероксильный радикал с образованием гидропероксида (Lim Y.Y., 2007). Феноксильный радикал стабилизируется делокализацией его неспаренного электрона вокруг ароматического кольца (рис. 1.2), который участвует в реакции обрыва.

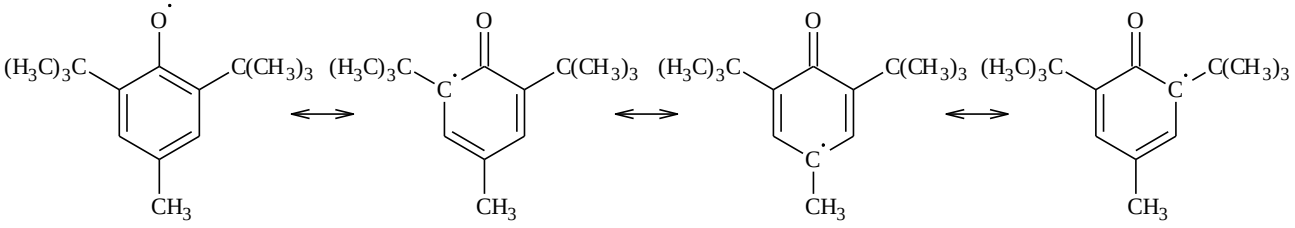


Рисунок 1.2 – Резонансная стабилизация феноксильного радикала

Ранее сообщалось, что замещение в пара-положениеэтильной или *н*-бутильной группой, а не метильной группой улучшает активность антиоксиданта; однако присутствие в этом положении связанных или разветвленных алкильных групп снижает антиоксидантную активность. Стабильность феноксильного радикала дополнительно увеличивается громоздкими группами в положениях 2 и 6, как в 2,6-ди-*трет*-бутил-4-метилфенол (BHT), поскольку эти заместители создают стерическое затруднение в области радикала и, тем самым, еще более уменьшить скорость реакций распространения веществ, включающих антиоксидантный радикал (реакции 8, 9, 10).

$$A\bullet + O_2 \rightarrow AOO\bullet \quad (8)$$

$$AOO\bullet + RH \rightarrow R\bullet + AOOH \quad (9)$$

$A\bullet + RH \rightarrow AH + R\bullet$ (10)

Влияние концентрации антиоксиданта на скорости окисления зависит от многих факторов, в том числе от структуры антиоксиданта, условий окисления и природы окисляемого образца (Shahidi F., Naczk M., 2004). Часто фенольные антиоксиданты теряют свою активность при высоких концентрациях и ведут себя как прооксиданты из-за участия в реакциях инициации (реакции 11, 12). Фенольные антиоксиданты более эффективны в увеличении периода индукции при добавлении к любому маслу, которое не окислились до какой-либо значительной степени. Однако они неэффективны в замедлении разложения уже окисленных липидов. Таким образом, антиоксиданты могут быть добавлены к пищевым продуктам на самых первых этапах обработки и хранения, чтобы достичь максимальной защиты от окисления.

$R\bullet + AH_2 \rightarrow RH + \bullet AH$ (11)

$2\ \bullet AH \rightarrow A\bullet + AH_2$ (12)

Окисление липида традиционно изучается путем определения пероксидного числа, тиобарбитурового числа, анизидинового числа или путем оценки летучих соединений (Kiokias S.et. al., 2008).

Диетическое потребление фенольных соединений сильно зависит от привычек и предпочтений индивидов. Средняя суточная доза биологически активных полифенолов составляет примерно 1 г на человека (Scalbert A., Williamson G., 2000). Основными источниками являются напитки, фрукты и, в меньшей степени, овощи и бобовые. Простые фенольные смолы, такие как гидроксикоричные кислоты и флавоноиды, являются важными составляющими фруктов, овощей и ягод. Эти соединения показывают широкий спектр антиоксидантной активности *in vitro* и, как полагают, оказывают защитное воздействие от серьезных заболеваний, таких как рак и сердечнососудистые заболевания. Окислительный стресс, наличие активных форм кислорода (АФК) действительно играет ключевую роль в патофизиологии, их связывают с неоплазией, атеросклерозом и

нейродегенеративными заболеваниями. Потенциальный механизм защитного воздействия фенольных соединений представляет собой непосредственную очистку от свободных радикалов. Ученые показывают эффективность антиоксидантной терапии на основе фенольных соединений, которые позволяют уменьшать содержание АФК в организме.

Одним из наиболее важных выводов в настоящее время является то, что снижение риска рака может быть тесно связана с диетой, которая богата различными антиоксидантами. Комбинирование антиоксидантов с разными способами действия, как полагают, приводит к увеличению эффективности и уменьшению токсичности. Аддитивнось и синергические эффекты биологически активных фитохимических веществ, полученных из фруктов и овощей, скорее всего, способствует противоопухолевой активности, что является более эффективным, чем употребление пищевых добавок. Обнаружено, что комбинирование фруктов, таких как апельсин, яблоко, виноград и черника, оказывает синергетический эффект на антиоксидантную активность *in vitro*; половина максимальной эффективной концентрации ($ЭК_{50}$) сочетания этих фруктов стала в пять раз меньше, чем для индивидуальных фруктов, что указывает на синергетический эффект за счет сочетания четырех фруктов (García-Alonso M.et. al., 2004).

Плоды и фрукты богаты антиоксидантами, которые способствуют снижению дегенеративных заболеваний, таких как рак, артрит, атеросклероз, болезни сердца, воспаления, дисфункции мозга и ускорению процесса старения (Feskanich D. et. al., 2000). Сообщалось, что наиболее высоким содержанием флаванолов обладают сливы, яблоки, персики, клубника и вишня: концентрация общего содержания флаванолов достигает от 70 до 370 мг/100 г сухого вещества. С другой стороны, наименьшее содержание отмечено в авокадо, бананах и груше со значениями ниже 4 мг/100 г сухого вещества. На основе сырого веса плодов (съедобной части) были выявлены самые высокоактивные фрукты: клубника, слива, апельсин, красный

виноград, киви, розовый грейпфрут, белый виноград, банан, яблоко, помидор, груша, и дыня (Kristinova V., 2009).

Среди коммерческих фруктовых и овощных соков виноградный сок имеет высокую антиоксидантную активность, затем томатный сок, апельсиновый сок и яблочный сок (Alasalvar C., Shahidi F., 2013). Клюквенный сок имел высокое общее содержание фенольных веществ, затем сок из красного винограда. Цитрусовые фрукты имеют очень низкую концентрацию фенольных веществ. Вишня является наиболее эффективной по общему индексу фенольной активности, далее идут красный виноград, черника, клубника, белый виноград, клюква, банан и яблоко (Nanditha B., Prabhasankar P., 2009). Таким образом, маленькие фрукты, такие как ягоды, являются одними из лучших источников антиоксидантов (SkredeG. et. al.. 2004).

1.2Физико-химические свойства плодов и ягод и их действие на организм человека

Анализ фактического питания населения России показывает, что структура питания не соответствует современным представлениям нутрициологии, питания характеризуется повышенной калорийностью, недостаточным или несбалансированным потреблением макро- и микронутриенов.

Основным источником антиоксидантов является продукты растительного происхождения, в том числе плоды и ягоды, так как только они способны синтезировать биофлавоноиды и другие полифенольные соединения (Донченко Г.В. и др., 2001; Пастушкова Е.В. и др., 2016). Особенно перспективно использование местных растительных ресурсов, оказывающих наибольший оздоровительный эффект людям, проживающим на соответствующей территории (Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области, 2017).

Среди многообразия плодово-ягодных растений, произрастающих на территории Самарской области, можно выделить такие культуры как вишня, смородины, малина, черноплодная рябина, дающие стабильно высокий урожай ягод.

Плодово-ягодное сырье представляет собой полноценный источник различных биологически активных веществ, таких как витамины, полифенольные вещества, органические кислоты, сахара, макро- и микроэлементы, пищевые волокна и ряд других, требующиеся для ежедневного синтеза и построения клеток, а также осуществления нормальных метаболических процессов и других функций в организме человека (Нечаев А.П. и др., 2007). Химический состав плодово-ягодного сырья определяет возможность формирования и изменения его вкуса, аромата и особенно цвета в результате технологических операций при изготовлении продуктов питания. Благодаря наличию широкого спектра биологически активных веществ ягоды вишни, смородины, малины, черноплодной рябины и др. обладают способностью укреплять иммунитет и повышать антиоксидантную защиту организма человека (Веретнова О.Ю., 2015; ГудковскийВ.А., 2001).

Черная смородина (*Ribesnigrum* L.)– одна из наиболее ценных ягодных культур. Ягоды черной смородины имеют пищевое и лечебное значение (Поплева Е.А., 2007), так как в них содержаться большое количество пектиновых, дубильных, красящих веществ, различных органических кислот, витаминов С,К и группы В, сахаров, микроэлементов, каротина, азотистых вещества, полифенолов, обладающихР-витаминной активностью (флавонолами, катехинами, лейкоантоцианами и антоцианами), фитонцидов, эфирных масел и других биологически активных веществ(Воронина М.С.[2], Макарова Н.В., 2015;Пастушкова Е.В. и др., 2016; Сазонов Ф.Ф., Никулин А.Ф.,2008).

Полезные свойства черной смородины используют для лечения болезней печени и дыхательных путей. Употребление ягод смородины чрезвычайно

полезно при атеросклерозе. Черную смородину применяют в качестве мочегонного, потогонного, вяжущего и противовоспалительного средства. Она повышает иммунитет и сопротивляемость организма различным заболеваниям. Черная смородина обладает хорошим восстановительным свойством. Отвары из ягод черной смородины помогают при малокровии, гипертонии, кровоточивости десен, язве желудка и двенадцатиперстной кишки, гастритах; используют при кровотечениях и нарушении обмена веществ. Именно с этими важными свойствами черной смородины связано то, что ее часто добавляют в продукты функционального питания, предназначенные для укрепления и оздоровления организма при самых разных заболеваниях (Причко Т.Г., Дрофичева Н.В., 2015).

Пектиновые вещества благотворно влияют на организм человека: обладают антивоспалительным, антибактериальным, кровоостанавливающим, противосклеротическим действием, повышают устойчивость организма к аллергии, являются природными диоксидантами, препятствуют гнилостным и воспалительным процессам в слизистой оболочке кишечника (Мясищева Н.В., Артемова Е.Н., 2011).

Ягоды черной смородины практически не используются для круглогодичного производства продуктов питания вследствие сезонности сырья (МясищеваН.В., АртемовЕ.Н., 2013).

Описан ряд общих технологических требований к ягодам черной смородины для переработки (Авдеева Ю.В., 2011): вкус типичный кисло-сладкий, аромат – выраженный; окраска интенсивная – темно-фиолетовая или черная; средняя асса – не менее 0,7 г; мякоть плотная или среднеплотная (усилие раздавливания – не менее 390 г/мм^2); содержание сухих растворимых веществ не менее 15 %, сахаров – не менее 8 %, пектиновых веществ – не менее 2 %, органических веществ, влияющих на интенсивность аромата продукта, – не менее 2,5…3,5 %; Р-активных веществ – не менее 450 мг%, витамина С – не менее 150мг%, дубильных и красящих веществ – не менее 0,5 %.

Малина (*Rubusidaeus* L.)– ценный источник биологически активных веществ. В ее составе содержатся такие вещества, как фолиевая и салициловая кислоты, медь, витамины А, B_2, С, Е, РР (Юшков А.Н. и др., 2010). Салициловая кислота входит в состав большинства жаропонижающих веществ, но натурального происхождения, выделенная из ягод малины, усваивается организмом легче, чем синтезированная.

Технологические требования к сортам малины, предназначенным для переработки, включают содержание сухих веществ не менее 11,0 %, сахаров – не менее 7,0 %, кислот 1,2-1,5 %, витамина С не менее 25,0 мг/100 г, Р-активных веществ не менее 85 мг/100 г (Причко Т.Г., Дрофичева Н.В., 2015).

Фракционный состав сахаров представлен в основном моносахарами – фруктозой и глюкозой с небольшим преобладанием фруктозы, а также незначительным содержанием дисахарида – сахарозой, что обеспечивает их высокое диетическое значение (Евдокименко С.Н. и др., 2008).

Сравнительный анализ показал разнообразие химического состава ягод и позволил выделить сорта с максимальным накоплением компонентов важных для пищевой, энергетической и лечебно-профилактической ценности малины. Ягоды малины по содержанию витамина С и Р не уступают многим ягодным культурам (ежевике, шелковице, смородине белой) юга России. Метаболизм полифенольных соединений в определенной степени способствует формированию вкуса и цвета ягод, обусловливая пищевую ценность и привлекательные качества, которые чаще всего и интересуют потребителя. В ягодах малины обнаружены катехины, антоцианы и лейкоантоцианы.

В условиях юга России, так же как и в других регионах, ягоды малины не накапливают значительного количества полифенольных веществ.

В ягодах малины, кроме витамина С и полифенольных веществ, содержится значительное количество веществ, характеризующих их антиоксидантную активность, которая обусловливается содержанием ресвератрола, аскорбиновой, хлорогеновой, никотиновой, оротовой,

кофейной, салициловой кислот (Евдокименко С.Н., Айтжанова С.Д., 2011; Дейнека В.И. и др., 2012).

Анализ кинетики хемилюминесценции показал, что в плодах малины основными антиоксидантами являются антиоксиданты средней силы, в том числе флавоноиды, и слабой силы (токоферол и др.) (Владимиров Г.К., 2016).

Фенолкарбоновые кислоты (оксибензойные кислоты) представляют собой соединения C_6-C_1ряда. Наибольшее количество суммы фенолкарбоновых кислот и флавоноидов, в частности рутина, содержится в плодах малины, что свидетельствует о том, что они обладают терапевтической ценностью при лечении воспалительных процессов (Ширяева О.Ю., Шукшина С.С., 2016). В народной медицине их используют в качестве противомикробного, противовоспалительного и жаропонижающего средства.

Вишня (*Prunussubg. Cerasus*) – одна из наиболее ценных плодовых культур средней полосы Российской Федерации. Благодаря сравнительно высокой морозостойкости, скороспелости и продуктивности, ценности плодов и универсальности из использования эта культура вышла на одно из первых мест наряду с яблоней. Плоды – костянки, шаровидные, темно-красные, сочные, кисло-сладкие, величиной от 8 до 20 мм. Масса плодов от 0,8 до 2,5 г. В мякоти плодов содержится сахаров от 9 до 12 %, кислот от 0,5 до 0,7 %, витамина С от 20 до 37 мг, дубильных веществ до 0,83 %.

Плоды вишни содержат до 20 % сухих веществ, до 15 % сахаров, в том числе глюкозы – 5,5, фруктозы – 4,5, сахарозы – 0,3 и гемицеллюлозы – 0,1 %, клетчатки – 0,5 %, пектина – 0,4 %, из органических кислот: лимонной – 0,1, щавелевой – 0,02 и яблочной – 1,2 %. Из витаминов в плодах содержаться (мг на 100 г мякоти): витамина С – 37, каротина – 0,3, токоферолов – 0,32, пиридоксина – 0,05, фолиевой кислоты – 0,4, ниацина – 0,4, пантотеновой кислоты – 0,08, рибофлавина – 0,03, тиамина – 0,03, а также биотина – 0,4 мкг и фолацина – 6 мг. Установлено содержание микроэлементов в плодах вишни (мг на 100 г мякоти): калия – 256, кальция –

37, магния – 26, натрия – 20, серы – 6, фосфора – 30, хлора – 8(Тыщенко Е.А., Васильева О.В., 2014).

В современной народной медицине плоды вишни применяются как отхаркивающее, общетонизирующее, жаропонижающее средство (Babadjanova Z.N.et. al., 2014). Плоды, сок плодов назначают при диетическом питании как лечебное средство при заболевании почек, печени, как мочегонное, отхаркивающее средство. Наличие кобальта и железа делает ее полезным при анемиях. Определено, что вишневый сок укрепляет капилляры, оказывает противовоспалительное, антисклеротическое воздействие. Антиоксидантные свойства вишни связаны с наличием антоцианов и фенольных веществ (Damar I., Ekşi A., 2012; Liu Y. et. al., 2007). В последние годы большое внимание уделяется исследованию и применению антиоксидантных и противовоспалительных свойств кислых сортов вишни (Blando F. et. al., 2004; McCune L.M. et. al., 2011; Ou B. et. al., 2012; Wang H. et. al., 1999). Плоды вишни обладают иммуномодуляторными свойствами (Abid S.et. al., 2012).

Природные фенольные соединения и антоцианы в частности относятся к важнейшим природным антиоксидантам(Воронина М.С.[3], Макарова Н.В., 2015;Дейнека Л.А. и др., 2011). Биосинтез в плодах вишен значительного количества антоцианов позволяет их рассматривать даже как компоненты функциональной пищи. Антоцианы из плодов вишен обеспечивают плодам высокую антиоксидантную и антивоспалительную активность (Воронина М.С.[1], Макарова Н.В., 2015;Wang H., et. al., 1999), замедляют развитие опухолей, раковых клеток толстой кишки (Blando F. et. al., 2004).

В антоциановом комплексе плодов вишен обычно обнаруживают: цианидин-3-клюкозид, цианидин-3-(2’’-глюкозилрутинозид), цианидин-3-софорозид, цианидин-3-рутинозид и некоторые из аналогичных производных пеонидина, или соединений, в состав которых входят ксизиловый радикал. Однако они присутствуют в небольших количествах (Simunic V. et. al., 2005). По абсолютному накоплению антоцианов вишня относится к

умеренным источникам – содержание антоцианов находится в диапазоне 0,030-0,160 г на 100 г свежих плодов.

Черноплодная рябина, черноплодная арония (*Aroniamitschurinii*) является весьма ценной плодовой культурой. Результаты исследований (Майтаков А.Л., 2012)химического состава плодов аронии представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Химический состав плодов ароniичерноплодной

Показатель	Содержание, %
Массовая доля сухих веществ	19,5±0,5
Массовая доля азотистых веществ	1,6±0,1
Массовая доля клетчатки	1,9±0,1
Массовая доля пектиновых веществ	1,10±0,05
Массовая доля дубильных веществ	0,90±0,03
Массовая доля сахаров	11,5±0,5
Массовая доля органических кислот (в пересчете на яблочную кислоту)	1,3±0,1
Массовая доля минеральных (зольных) веществ	1,20±0,06

В созревших плодах черноплодной рябины содержание сухих веществ составляет 19,5 %. Плоды рябины в пересчете на сырое вещество содержат 16,75 % растворимых веществ. В эту группу сходя сахара, азотистые вещества (белок), минеральные вещества, органические кислоты, пектиновые и дубильные веществ. Наибольший удельный вес среди растворимых органических веществ имеют сахара – 11,5 %. Вкусовые достоинства любой культуры, как известно, определяются не только степенью сладости преобладающего сахара, но и сахарокислотным коэффициентом. В плодах черноплодной рябины показатель достаточно высок уже в начале созревания и постепенно увеличивается до момента их полной зрелости. Для аронии черноплодной сахарокислотный коэффициент составляет 8,1 %.

Вкус плодов также во многом зависит от наличия и соотношения в составе дубильных, пектиновых веществ и клетчатки. Значение содержания

дубильных веществ придает кисло-сладким плодам терпкий и вяжущий вкус. В плодах черноплодной рябины количество дубильных веществ составляет 0,9 %, содержание пектиновый веществ – 1,1 %, клетчатки – 1,9 %.

Минеральных, или зольных веществ в плодах черноплодной рябины содержится 1,2 %, что в 1,4-2,0 раза больше, чем распространенных сортах смородины, малины. Минеральные вещества связаны с ферментной системой клетки и обеспечивают осмотическое давление в тканях живого организма, что характеризует одну из сторон их функциональной направленности. Минеральные состав плодов аронии представлен в таблице1.2.

Таблица 1.2 – Минеральный состав плодов аронии черноплодной

Показатель	Содержание, мг/100 г
Кальций	67,50±0,40
Фосфор	14,20±0,08
Калий	63,10±0,08
Натрий	5,70±0,20
Магний	0,10±0,005
Железо	2,90±0,04

Как видно из табл. 1.2, одним из основных элементов, входящих в состав аронии, является кальций, который составляет основу костной ткани человека, активизирует деятельность ряда важных ферментов и гормонов, влияет на процессы, происходящие в нервно-мышечной и сердечнососудистой системах. Участвует в процессах возбудимости нервной ткани, сократимости мышц и свертывании крови, уменьшает проницаемость сосудов, является составной частью ядра, мембранных клеток, клеточных тканей (Мазнев Н.И., 2004). Следующим по величине содержания является калий – около 60 %. Роль этого элемента состоит в регулировании деятельности ферментов, в обменных процессах организма. Недостаток калия сказывается на различных сторонах обмена веществ. Содержание фосфора в черноплодной рябине находится на уровне 14,2 %. Это

важнейший элемент, входящий в состав белков, нуклеиновых кислот, костной ткани. Соединения фосфора принимают участие в обмене энергии, входя в состав аденозинди- и трифосфата (АДФ, АТФ). С их превращениями связаны мышечная и умственная деятельность, жизнеобеспечение организма энергией. Натрий, содержащийся в аронии, регулирует в организме внутриклеточный и межтканевый обмен веществ, кислотно-щелочное равновесие, осмотическое давление в клетках, тканях, лимфе и крови, участвует в водном обмене, способствует накоплению жидкости в организме, активирует пищеварительные ферменты, участвует в передаче нервных импульсов. Важную роль в жизнедеятельности человека играет железо. В аронии его содержание составляет 2,9 %. Железо входит в состав гемоглобина и участвует в дыхательной функции организма. Остальные микроэлементы представлены в черноплодной рябине в незначительном количестве.

Витамины относятся к группе незаменимых нутриентов органической природы, необходимы для осуществления жизненно важных функций организма. Они должны постоянно поступать с пищей в определенных количествах и соотношениях. Большинство из них не синтезируется в организме человека, поэтому их относят к эссенциальным факторам питания. Дефицит какого-либо витамина в начальный период не вызывает каких-либо серьезных нарушений метаболизма. Хроническая недостаточность приводит к срыву адаптации, возникновению и развитию так называемых алиментарных заболеваний. Последнее отрицательно сказывается на здоровье и трудоспособности. Особыми группами риска являются дети, беременные и кормящие женщины, люди пожилого возраста. Одним из путей коррекции питания и здоровья является включение в рацион натуральных продуктов, богатых витаминами, минеральными веществами, другими незаменимыми нутриентами. В отдельных случаях используют витаминно-минеральные премиксы, сбалансированные по количественному и

качественному составу исходя из задач производства обогащенных продуктов.

Изучено содержание витаминов в плодах аронии (табл. 1.3).

Таблица 1.3 – Содержание витаминов в плодах аронии черноплодной

Показатель	Содержание, мг/100 г
Витамины	
Аскорбиновая кислота (С)	30,1±0,5
Тиамин (B_1)	0,04±0,001
Рибофлавин (B_2)	0,03±0,001
Фолацин (B_9)	0,05±0,001
Токоферол (Е)	1,20±0,05
Ниацин (РР)	0,65±0,05
Филлохинон (К)	0,06±0,05
Витаминоподобные соединения	
β-каротин	1,85±0,01
Биофлавоноиды	2850±50

Показана тенденция(Шишкина Е.Е. и др., 2009) снижения доли легкой степени дефицита и увеличения доли обследований, указывающих на нормальное выделение йода после приема плодов черноплодной рябины. Употребление плодов черноплодной рябины в рекомендованных количествах позволяет ликвидировать или значительно снизить дефицит йода в организме человека, изменив группу дефицита на более легкую.

1.3 Экстракция плодово-ягодного сырья и современные методы ее интенсификации

За последние годы наблюдается рост внимания вопросам извлечения биологически активных веществ (БАВ) из растительного сырья, использование которых перспективно в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности. Создание новых и современных способов извлечения и концентрирования природных биоактивных веществ по сей

день остается актуальной технологической проблемой. Одним из таких методов может выступать экстракция в системе твердое тело – жидкость, которая находит применение в пищевой, химической и других отраслях промышленность.

В настоящее время возрастает количество работ (Carrera C.et. al., 2012; Celli G.B. et. al., 2015; Crego A.L. et. al., 2004; Grosso C. et. al., 2009; Karabegovic I.T. et. al., 2013; Karabegovic I.T. et. al., 2014; Segade S.R. et. al., 2015; Shirsath S.R. et. al., 2012; Tiwari B.K., 2015), посвященных перспективным методам интенсификации технологических процессов экстракции. Известно, что основными факторами, влияющими на скорость и полноту экстракции БАВ из растительного сырья, являются метод экстракции, тип и концентрация экстрагента, температура, продолжительность экстракции и др.

Экстрагирование является одним из основных процессов, применяемых во многих отраслях производства (фармацевтическая, косметическая, химическая и др.). Особую роль экстрагирование играет в пищевой промышленности: в сахарном, маслоэкстракционном, эфирно-масленичном, ликероводочном, ферментном, пивоваренном, консервном, при изготовлении концентратов кофе и чая, вина, безалкогольных напитков и многих других продуктов (Домарецкий В.А., 2007). Поэтому необходимо, чтобы процесс экстрагирования проводился высокоэффективно и экономически целесообразно.

Экстрагирование в системе «твердое тело – жидкость» в пищевой промышленности является основным процессом, определяющим дальнейшие стадии переработки сырья и получения конечных продуктов (Потапов А.Н. и др., 2013). В настоящее время отсутствует научно обоснованный подход как к проведению этих процессов, так и к выбору его аппаратурного оформления.

Промышленное получение красных антоциановых пищевых красителей из природных источников осуществляется обычно путем экстракции

антоцианов в водной среде в присутствии минеральных или органических кислот из свежеотжатых или консервированных выжимок соответствующих плодов при нагревании (Один А.П., 2004). Данный способ извлечения антоцианов из сырья имеет ряд недостатков.

Был предложен способ экстракции антоцианов из плодов рябины черноплодной (Дайнека Л.А. и др., 2012). Установлено, что плоды аронии в измельченном состоянии можно выдерживать на воздухе до начала экстракции в течение 5 часов. Измельченные плоды черноплодной рябины смешивали с водным раствором в различных соотношения. При этом были найдены условия, при которых антоцианы извлекаются из плодов на 90-95 % за одну экстракцию, но они не технологичны из-за высокого разбавления. Поэтому для реальных процессов использовали меньшие объемы экстрагентов, то в таком случае для достижения высокой степени извлечения антоцианов применяли трехкратное экстрагирование, которое позволяло извлекать выше 90 % этих колорантов (в пересчете на цианидин-3-клюкозид).

Водная среда является достаточно агрессивной по отношению к сложным органическим веществам, катализируя разнообразные процессы гидролиза и окисления в присутствии кислорода воздуха. Для веществ полифенольной природы наиболее характерны реакции окислительной поликонденсации, приводящие к образованию коричнево-красного полимерного продукта переменного состава (флобафена). Образование флобафена способствует кислая водная среда при нагревании. При этом в реакцию поликонденсации могут вступать полифенолы различной природы, присутствующие в растительных объектах. Поскольку получение антоциановых красителей проводится с участием органических или минеральных кислот, то перегрев экстракционной смечи приводит к образованию значительного количества флобафена, ухудшающего вид и качество продукта. Кроме того, при гидролизе антоцианов образуются

соответствующие агликоны – антоцианидины, отличающиеся значительно меньшей устойчивость.

Другим недостатком является необходимость применения высоких температур при извлечении красителей в водной среде. Это связано не только с ускорением экстракции при повышении температуры, но и с активностью полифенолоксидазных ферментов: для их достоверной инактивации необходима температура не менее 70 °С. На практике используются еще более высокие температуры – 80-98 °С, при том, что антоцианы остаются стабильными только до 80 °С, а при более высоких температурах наступает заметная их деградация.

Еще один недостаток описываемого способа в том, что удаление избытка растворителя после проведения экстракции требует значительных затрат энергии вследствие большой величины теплоты испарения воды (539,84 ккал/кг при 100 °С при 1 атм.). При этом из-за сильной адсорбции молекул воды на биомолекулах сырья полное удаления растворителя крайне затруднительно и требует либо высоких температур, либо достаточно глубокого вакуума.

Указанные недостатки в какой-то степени могут быть преодолены путем использования в качестве экстрагента этилового спирта, имеющего по сравнению с водой следующие преимущества: этанол как растворитель значительно более инертен, т.е. процессы сольволиза и окисления в нем идут со значительно меньшей скоростью и в ряде случаев их влиянием можно пренебречь; использование этилового спирта позволяет снизить температуру экстракции до 40-50 °С вследствие инактивации полифенолоксидазы и других ферментов в спиртовой среде. Применение более низких температур экстракции из-за значительного увеличения времени экстракции; удаление спирта в процессе концентрирования красителя требует значительно меньших затрат энергии (200,43 ккал/кг при 78 °С при 1 атм.), что позволяет уменьшить расход теплоты на получение экстракта.

Фактором, ограничивающим использование пищевого этилового спирта, его относительно высокая стоимость. Преодоление данного фактора возможно путем регенерации этанола с одновременным направлением его на экстракции из новых порций сырья, что позволяет минимизировать потери экстрагента.

Экстрагирование красящих веществ из выжимок ягод черной смородины ученые проводили 1 %-ным раствором лимонной кислоты в 10 %-ным этаноле путем ступенчато (Супонина Т.А. и др., 1999). Выжимки заливали двукратным количеством горячего экстрагента (90 °С) и экстрагировали в течение 60 мин при температуре 50 °С с периодическим перемешиванием. Затем отделяли экстракт от выжимок, количество экстракта доводили до первоначального объема, нагревали до 90 °С и заливали им свежую порцию выжимок. Провес повторяли два раза. Содержание сухих веществ в экстракте составило 7,7 %.

Регулирующим фактором стабильности антоцианов является pH среды. Наибольшая стабильность отмечается при pH ниже 3. Поэтому при экстрагировании красящих веществ из выжимок авторы использовали 1 %-ный раствор лимонной кислоты, позволяющий проводит процесс экстрагирования при значениях pH 2,95.

Авторы (Бакин И.А. и др., 2014) проводили экстракцию классической мацерацией 40 %-ным водно-спиртовым раствором при соотношении расхода масс сырья и жидкости 1:2 при периодическом перемешивании при комнатной температуре.

Несмотря на то, что при способе мацерации растительное сырье находится в статическом состоянии, а значение коэффициента конвективной диффузии мало, простота технологии и аппаратурного оформления обуславливает его широкое использование.

Количественным показателем эффективности процесса извлечения сухих растворимых веществ является коэффициент массоотдачи. Ученые выявили, что определяющим параметрами при мацерации является размер

частиц. Экстракцию проводили в течение 3, 6, 12 и 24 часов, измельчая ягоды до 1-2 мм, 2-5 мм или оставляя ягоду целой (мятой). Выявлено, что в течение первых трех часов настаивания для частиц размером 1-2 мм в настой перешло 1/3 экстрагируемых веществ, в то время как для частиц с размером 10-15 мм – 1/10. Это дает возможность сделать вывод, что увеличение поверхности сырья за счет его извлечения позволяет сократить продолжительность экстрагирования до 6 часов, после чего увеличение времени настаивания на процесс массопередачи сухих растворимых веществ влияет незначительно.

Предложен следующий способ экстракции БАВ из ягод черной смородины и малины (Магажанов Ж.М., Бектурсунова М.Ж., 2016): свежие ягоды предварительно сортируют, моют, ягоды гомогенизируют в мельнице. Подготовленное таким образом сырье заливают водно-спиртовым раствором, проводят экстракцию, полученные экстракты фильтруют. Наибольшее извлечение наблюдается при гидромодуле 1:5 при всех вариациях концентрации спирта и времени экстракции. Изменение концентрации спирта и продолжительности экстракции на выделение фенольных веществ влияет незначительно. Следовательно, авторы предлагают с точки зрения экономии сырья и времени экстракции применять объемную долю спирта 40 %, гидромодуль 1:5, продолжительность экстракции 30 мин.

Ученые (Саввин П.Н. и др., 2015) изучали влияние строения ряда алифатических спиртов на оптические свойства экстрактов черной смородины. Была предложена следующая методология экстрагирования: температура 60±5 °С, кратность 2, гидромодуль 1:10. Полученные экстракты отфильтровывали, проводили визуальную оценку их окраски, снимали спектральные характеристики и показатели цветности экстрактов черной смородины сканерометрическим методом. Установлено, что с ростом углеродного скелета доля красной окраски в спиртовых экстрактах линейно снижается, что визуально проявляется в переходе цвета от малиново-розового (C_2-C_4) к грязно-желтому (C_5). Окраска экстрактов черной

смородины зависит от длины углеродного скелета и положения гидроксильной группы, что обусловлено различной способностью образовывать водородные связи при выделении полифенольных соединений, а также межмолекулярными взаимодействиями. При этом спирты нормального строения обладают более высокими по сравнению со спиртами изомерного строения значениями оптической плотности и показателями красной компоненты цвета.

Авторы (Бондакова М.В. и др., 2015) определили технологические параметры экстракции красящих веществ винограда: для экстракции флавоноидов необходимо использовать в качестве экстрагента 95 % этанол, экстракцию проводить при температуре 60 °С, pH 5,0-6,0, гидромодуле 1:2 в течение 30 мин. Для повышения выхода биологически активных веществ авторы рекомендуют предварительно заморозить сырье при температуре минус 18 °С.

Немаловажным показателем, который влияет на переход сухих веществ в воду, является гидромодуль. Так как разность концентраций является движущей силой диффузного процесса, ученые исследовали (Терлецкая В.А.и др., 2013) влияние гидромодуля на выход экстрактивных веществ при температуре 90 °С продолжительностью 60 мин. Результаты исследования свидетельствуют о том, что при повышении гидромодуля переход сухих веществ в воду снижается на 9,6 %, при этом относительная плотность и кинетическая вязкость резко снижаются за счет разбавления водой.

По мнению авторов (Левин Б.Д., Федюлин А.С., 2006), наиболее высокую сохранность и выход БАВ можно обеспечить, используя шнековое разделение предварительно замороженных, а затем разогретых до комнатной температуры плодов с получением витаминизированного сока и последующим экстрагированием жома водно-спиртовой смесью с содержанием этанола 60 %об., при температуре 50 °С, гидромодуле 1:5, в активном гидродинамическом режиме.

Разработка нового высокоэффективного оборудования и модернизация уже применяющихся аппаратов в настоящее время является актуальной задачей, поскольку позволяет интенсифицировать процесс, снизить затраты на производство и улучшить качество конечного продукта.

Анализ применяемых экстракторов и методов повышения эффективности процесса экстрагирования позволяет сделать вывод об основных путях совершенствования конструктивного оформления этого процесса. Наиболее значимые методы интенсификации процесса сводятся к увеличению поверхности контакта фаз и применению активных гидромеханических режимов ведения процесса.

Повышение поверхности массообмена традиционно достигается уменьшением размера частиц твердой фазы, участвующей в процессе. Следует отметить, что чрезмерное переизмельчение может привести к ухудшению массообмена (Лысянский В.М., Гребенюк С.М., 1987). Таким образом, первый метод непосредственно связан со вторым способом улучшения эффективности процесса. Применение активных гидродинамических режимов экстрагирования связано в основном с совершенствованием конструкций аппаратов. Традиционные конструкции экстракторов обеспечивают надежную работу, хоть и не отличаются высокой эффективностью и имеют ряд недостатков, к которым относятся большие габариты, высокие продолжительность обработки сырья и энергозатраты, сравнительно низкая степень извлечения компонентов.

Экстракты антоциановых пигментов из растительного сырья используют в пищевой промышленности как натуральные красители для окрашивания продуктов питания (KulkarniS. et.al., 2011). В отличие от многих синтетических красителей они нетоксичны, имеют естественный цвет, характерный для натуральных пищевых продуктов, а также обладают высокой антиоксидантной активностью. Экстрагирование антоцианов обычно проводят подкисленными водными и водно-спиртовыми растворами.

С целью интенсификации процесса экстрагирования красящих веществ в авторы (Переверткина И.В. и др., 2011) в качестве экстрагента был изучен водно-глицериновый растворитель. Выбор трехатомного спирта – глицерина – обусловлен его структурой, способной к сольватации полифенольных соединений за счет образования комплексов посредством водородной связи. Кроме того, глицерин нетоксичен, имеет высокую температуру кипения, поэтому не летуч и менее пожароопасен, чем этанол.

При извлечении антоциановых пигментов из темноокрашенного растительного сырья наиболее эффективен водно-глицериновый экстрагент с массовой долей глицерина 50 %. Так как цвет темноокрашенных плодов вызван пигментами, в структуре которых преобладают антоциановые пигменты, содержащие гидроксилы у соседних атомов углерода, то их экстрагирование возрастает с увеличением содержания в экстрагенте многоатомного спирта со структурой α-гликоля в результате образования хелатных комплексов посредством водородной связи между молекулами растворителя и антоциановыми пигментами.

Разработана технология получения пектинового экстракта путем концентрированя экстракта из плодово-ягодных выжимок до содержания сухих веществ 35-40 %, когда концентрат становится густым, но сохраняет текучесть и вкусовые особенности исходного сырья,. Он представляет собой густую тягучую массу (клюквенный – красного цвета, а яблочный – светло-коричневого) с содержанием пектина 4 %(Марина Н.В. и др., 2010). Кислотность пектинового концентрата достигается за счет органических кислотисходного сырья, что исключает введение в рецептуру других кислот, используемых в качестве консерванта (лимонную, аскорбиновуюи др.). Пектиновый концентрат может быть использован в пищевой промышленности для обогащения изделий (кондитерских, хлебобулочных и др.) пектином.

Ягоды черной смородины и продукты ее переработки содержат водорастворимые и спирторастворимые химические соединения,

обладающее антиоксидантными свойствами. Авторы отмечают (Бакин И.А. и др., 2015), что вид растворителя влияет на эффективность извлечения биологически активных веществ. В водных экстрактах содержание витамина С меньше на 55 %, а фенольных соединений меньше на 5 % по сравнению со спиртовыми извлечениями. Предложено использование 40 %-ного водно-спиртового экстрагента, который позволяет повысить растворение антоциановых веществ.

Проводили исследования по получению экстрактов (Бакин И.А. и др., 2015) на свежих ягодах черной смородины и продуктах переработки черной смородины. Были получены водно-спиртовые и водные экстракты. Экстрагирование проводили при соотношении расхода масс сырья и жидкости 1:2. Данные представлены в табл. 1.4.

Таблица 1.4 – Химический состав ягод черной смородины и продуктов переработки

Показатель	Свежая ягода	Экстракт водный	Экстракт водно-спиртовой
Массовая доля влаги, %	85,2	-	-
Массовая доля сухих веществ, % - общие	14,8	-	-
- растворимые	13,6±0,2	4,2±0,2	5,3±0,2
Массовая доля титруемых кислот (в пересчете на лимонную кислоту), %	6,75±0,20	0,92±0,20	1,40±0,20
Массовая доля сахаров, % - общие	8,62±0,30	6,20±0,30	5,90±0,30
- редуцирующие	6,97±0,10	3,80±0,02	4,90±0,02
Сумма фенольных соединений, мг/%	691±5	320±5	336±5
Антоцианы, мг/100 г	359,0±7,5	248,6±3,5	274,8±4,5
Витамин С, мг/100 г	253,27±0,50	39,60±1,05	88,42±3,50

В настоящее время особую актуальность приобретает поиск технологии «холодных»экстрактов, которые в отличии от «горячих»экстрактов, содержат

полный спектр биологически активных веществ в неразрушенном состоянии, при этом вместо нагрева для повышения диффузии могут использоваться различные физические приемы воздействия (Потороко И.Ю., Калинина И.В., 2014).

В качестве такого приема можно рассматривать ультразвуковое воздействие. На основании результатов существующих исследований в области ультразвука можно предположить, что применение активационных процессов позволит интенсифицировать процесс экстракции (Galvand'Al.L.et. al,. 2012).

В литературе вопросы использования ультразвукового воздействия для ускорения процессов экстракции освещены достаточно скудно, при этом перспективы такого воздействия очевидны.

Эффективность использования ультразвука может быть объяснена воздействием ряда специфических факторов, присущих ультразвуковым колебаниям.

Исследования показывают, что при использовании ультразвука наблюдается не только значительное ускорение производственного процесса, но и увеличение выхода по сравнению с другими способами экстрагирования основного продукта. Повышение эффективности экстракции обусловлено увеличением коэффициента массопереноса и величины межфазной поверхности.

При воздействии на процесс экстракции ультразвуком в жидкой среде возникают знакопеременное звуковое давление, способствующее проникновению жидкости в трещины и капилляры экстрагируемого вещества, а также быстрые течения: звуковой ветер, кавитация. Интенсификация процесса экстракции и коэффициента диффузии зависят от значений амплитуды и частоты вынужденных колебаний жидкости.

При воздействии на среду ультразвука уменьшается динамическая вязкость полярных жидкостей; микротрещины и поры, имеющиеся в твердой фазе, разветвляются, увеличиваются их размеры и глубина. Рассматривая

гидродинамику среды в одиночном капилляре (трещине), можно различить три зоны: с турбулентным движением жидкости, с вязким подслоем и с диффузионным подслоем.

У кромки открытой микротрещины при интенсивном движении жидкости происходят турбулизация микропотоков, а затем и срыв вихрей. Здесь процесс растворения твердой фазы лимитируется коэффициентом турбулентной диффузии. Поступающие из первой во вторую зону турбулентные пульсации осуществляют перенос основной массы экстрагируемого вещества.

В третьей зоне массообмен обусловлен хаотическим молекулярным движением. Продольные и поперечные размеры микротрещин являются важным фактором в процессе растворения.

При возникновении ультразвукового переменного давления ($\pm 5 \cdot 10^5$ Па) в жидкости, находящейся в трещине, создаются колебательные тангенциальные смещения микрообъемов растворителя вдоль стенок, которые переходят в однонаправленное движение раствора. Молекулярная диффузия практически сменяется достаточно быстрым конвективным массопереносом.

Мощные ультразвуковые волны значительно увеличивают скорость пропитки различных материалов, имеющих капиллярную структуру. Это объясняется тем, что высота подъема жидкости под действием ультразвука увеличивается и находится в прямой зависимости от диаметра капилляра и избыточного звукового давления. Звукокапиллярное давление независимо от положения источника ультразвука всегда направлено по нормали к срезу капилляра.

Время проникновения экстрагента зависит от скорости вытеснения воздуха из клетки, т. е. от значения капилляропроводности сырья. Однако многие капилляры заканчиваются в пачках и фибриллах, не выходя наружу. Здесь воздух удерживается до тех пор, пока не растворится в экстрагенте.

Кроме того, часть воздуха в виде воздушных пузырьков различной конфигурации остается внутри клетки.

Ультразвук, создавая звукокапиллярный эффект, не только ускоряет вытеснение таких пузырьков воздуха, но и создает условия для растворения его в жидкостях. Образуется вакуум, т. е. возникает так называемый эффект губки. В результате время замачивания сырья под действием ультразвука значительно сокращается. С помощью ультразвука при обычной температуре (0-25 °С) увеличивается предел растворимости в диапазоне трудно и практически нерастворимых веществ, причем концентрация насыщения может превышать известные константы в 5-30 раз.

Авторами (Родионова Н.С. и др., 2016)был получен напиток с применением ультразвукового экстрагирования, который по ряду показателей превосходит морс, приготовленный по традиционной технологии, а именно увеличился выход биологически активных веществ, количество антоцианов и сахаров, также стал более насыщенный вкус, цвет напитка и аромат стал более яркий.

В работе (Бакин И.А. и др., 2015) показано, что обработка ягодного сырья ультразвуковым облучением оказывает эффективное воздействие на процесс экстрагирования, позволяет повысить выход сухих растворимых веществ и экстрактивных, значительно сокращает время экстрагирования. Установлены оптимальные режимы УЗ обработки экстрактов при мощности 160 ВА, частоте 22 кГц и продолжительности 10 мин исходя из условия максимальной сохранности БАВ сырья. Для водно-спиртовых растворов при продолжительности экстрагирования 10 мин под воздействием УЗ обработки увеличивается выход сухих веществ, редуцирующих сахаров, фенольных соединений, лейкоантоцианов ягод в среднем на 41 % по сравнению с экстрагированием водным растворителем при тех же параметрах.

Описано (Апаева А.В. и др., 2016)сравнение эффективности различных вариантов экстракции флавоноидов из надземной части гречихи. Выявлено, что проведение экстракции флавоноидов из зеленой массы гречихи 70 %-ным

водным этанолом в соотношении «сырье/экстрагент» 1:30 при облучении ультразвуком в течение двух минут позволяет повысить выход в 1,5-3,0 раза и в 100 раз сократить время обработки.

Был получен экстракт из штора шиповника (Матасова С.А. и др., 1997) ультразвуковой водной экстракцией при температуре 45-50 °С и соотношении сырье/реагент – 1:10 в течение 45 мин. Удаление свободной и адсорбционной воды проводилось с помощью ротационной сушки до постоянного веса с выходом сухих веществ 13,7 % в пересчете на сырье.

В работе (Шубенкова Е.Г. и др., 2013) установлено, что использование ультразвука приводит к увеличению содержания сумм антиоксидантов в растительных экстрактах и тем самым к повышению эффективности процесса экстракции. Определено оптимальное время ультразвукового воздействия, которое в данной работе составило 7-10 мин. В этом случае биохимическая активность исследованных экстрактов биологически активных веществ достигает максимального значения. Полученные экстракты стабильны и сохраняют свои антиокислительные свойства в течение длительного времени (более 60 суток).

При экстракции биологически активных соединений из семян томатов (Думитраш П.Г. и др., 2016) использование ультразвуковой кавитации обеспечивает уменьшение продолжительности экстракции биологически активных веществ в 8-9 раз и температуры обработки до 35-40 °С. В условиях капиллярно-звукового воздействия значительно ускоряется набухание оболочек семян, клетки разрушаются и происходит интенсивное высвобождение биологически активных веществ, которые переходят в растворитель, в данном случае в воду. Экстракция БАВ из семян томатов ультразвуковым кавитационным методом позволяет увеличить выход томатозида с антивирусным действием.

Исследованы закономерности извлечения биологически активных веществ из древесной зелени пихты сибирской и можжевельника сибирского Эвенкии с использованием этилового спирта (Нарчуганов А.Н. и др., 2010).

Установлено, что этанол извлекает до 25 %экстрактивных веществ при использовании ультразвуковой обработки. Изучена динамика процесса извлечения и показано, что наиболее эффективным соотношением сырье/экстрагент является 1:20. Исследован компонентный состав полученных экстрактов.

Ученые описали (Фефелова И.А. и др., 2012) способ получения масляных экстрактов с применением ультразвука с целью интенсификации процесса массообмена. Время смачивания зависит от скорости вытеснения воздуха из клетки, удерживаемого до тех пор, пока не пройдет его растворение в экстрагенте. Использование ультразвука приводит к звукокапиллярному эффекту, который ускоряет вытеснение пузырьков воздуха и создает условия для их растворения. В результате процесс смачивания резко ускоряется и, собственно, процесс экстракции тоже. При выборе времени проведения процесса авторы учитывали то, что ультразвук значительно улучшает гидродинамические показатели процессов экстракции. Установлены оптимальные параметры проведения экстракции: гидромодуль – 1:5, температура процесса – 50...55 °С, время 3 ч.

В результате исследований (Калинина И.В., Фаткуллин Р.И., 2016), направленных на установление возможности использования ультразвукового воздействия в технологии экстракционных процессов и извлечения физиологически ценных веществ из ягод клюквы при частоте ультразвука 22±1,65 кГц, мощности 180 Вт и различном времени воздействия (1, 3 и 5 мин), установлено, что антиоксидантная активность составляет 15,3 % по отношению к контрольному образцу при 5 мин воздействия и 13,6 % – при 3 мин.

Авторами (Кондратьев Д.В., Щелгов Н.Г., 2009) предложен способ получения экстракта виноградных выжимок с использованием СВЧ-аппаратов, который оптимизирован при помощи математической модели. Получаемый экстракт виноградных выжимок в дальнейшем используют в

технологии выпечки хлебобулочных изделий, что позволит снизить липидную нагрузку на организм человека.

Установлено (Гусейнова Б.М. и др., 2011), что СВЧ-обработка плодов шиповника позволяет повысить выход биокомпонентов в экстракт и значительно сократить длительность экстракции. Полученные экстракты находят применение в многокомпонентных пищевых продуктах функционального назначения.

При использовании экстрагента с хорошо подобранной концентрацией этанола в воде (Гусейнова Б.М., 2016), с применением предварительной микроволновой обработки плодов можно получать экстракты с достаточным содержанием питательно ценных компонентов. Применение СВЧ-энергии приводит к значительному сокращению времени настаивания. Это позволяет считать, что определенные режимы микроволнового воздействия на плоды, использованные для получения экстрактов, вызывают интенсификацию процесса экстракции, ускоряя получение высококачественных продуктов.

Описано получение экстракта из плодов рябины сибирской (Рыжова Г.Л. и др., 1997), которое проводили при комнатной температуре с помощью ультразвука и воды в качестве экстрагента. Экстракцию проводили при соотношении сырье/экстрагент 1:5 (по весу). Выход экстракционных веществ для классической мацерации составляет 39,7 % через три часа, для ультразвуковой экстракции – 43,6 % через 40 мин.

Установлено (Шепелева Н.С., Кареткин Б.А., 2007), что использование ультразвука при экстракции инулина из клубней топинамбура позволяет проводить процесс в более мягких условиях и с меньшей степенью измельчения сырья. В работе подобран оптимальный гидромодуль, который составляет 1:12 на сухие вещества топинамбура при оптимальной температуре 60 °С.

Нагрев микроволновым излучением отличается высокой скоростью и большой эффективностью (Молодцова М.А., Севастьянова Ю.В., 2017). Применение энергии микроволн вместо используемой в настоящее время

тепловой энергии теплоносителей в промышленных установкахпозволяет значительно упростить технологическую схему, исключив процессы и аппараты, связанные с подготовкой теплоносителя, а также вредные выбросы в атмосферу (Michel T. et. al., 2011).Ограничения для применения микроволнового излучения в промышленности связаны главным образом с отсутствием оборудования промышленного назначения. Все опытно-конструкторские работы заканчиваются на этапе, проводимом на лабораторном оборудовании СВЧ-диапазона. Более широкое внедрение СВЧ-оборудования в различные отрасли возможно при совершенствовании данного класса техники в направлении создания промышленных образцов.

Использование суб- и сверхкритических экстракционных процессов не способствуют развитию парникового эффекта и потеплению климата на Земле (ЦихмейстрЕ.В., ГумеровФ.М., 2012). Также метод является энергосберегающим за счет зависимости растворяющей способности сверхкритических флюидов от параметров состояния. При этом можно осуществлять полную регенерацию экстрагента путем изменения температуры и давления без необходимости использования реагентов или дистилляции (Laroze L.E.et. al., 2010).

Одной из альтернатив существующим способам экстракции может стать сверхкритическая флюидная экстракция (Габитов Ф.Р. и др., 2012; Ивахнов А.Д. и др., 2013). Уникальные свойства (низкие значения критических параметров – $T_{кр}$ 304 K,$P_{кр}$ 7,4 МПа, негорючесть и нетоксичность, хорошая растворяющая способность по отношению ко многим веществам) диоксида углерода позволяет считать его одним из основных растворителей для сверхкритических флюидных технологий.

Исследование зависимости выхода экстракционных веществ от температуры, давления и продолжительности процесса Ar-CO_2-экстракции показало (Кизим И.Е. и др., 2000), что наибольший выход суммы экстрактивных веществ – при температуре 293,15 K и давлении 4,8 МПа; при дальнейшем повышении температуры, особенно при приближении к

критической точке, скорость извлечения ценных компонентов резко падает. Такой характер извлечения объясняется существованием ряда ингредиентов растительного сырья в твердом состоянии при низких плюсовых температурах и давлении, а при приближении к критической точке происходит падение химического потенциала.

1.4 Применение экстрактов в пищевой индустрии

В последнее время широкое распространение получили экстракционные способы извлечения ароматических и вкусовых веществ из растительного сырья. Использование экстрактов эффективно при производстве широкого ассортимента пищевых продуктов (Потишук Л.Н. и др., 2007). Введение экстрактов, являющихся концентратами биологически активных веществ, позволит увеличить предприятиям пищевой и перерабатывающей промышленности выпуск продукции функционального и профилактического направления (Кравченко С.Н.и др., 2011).

Ранее учеными проводились работы по изучению изменения свойств пищевых продуктов, в которые были введены плодово-ягодные, фруктовые и экстракты из растительного сырья (Кравченко С.Н.и др., 2012; Кричман Е.С. и др., 2001).

Анализ результатов исследования сосисок с добавлением экстрактов смородины, винограда и вишни свидетельствует о том, что эти колбасы имеют более привлекательный внешний вид и цвет на разрезе, устойчиво сохраняющийся в течение регламентируемого срока годности (Kozlova T., 2012). Снижение количества вводимого нитрата в 2 раза не ухудшает качественные характеристики готового продукта и его санитарно-гигиенического состояния. Использование экстракта смородины и винограда в качестве красителей позволяет получить привычную для потребителя окраску вареных изделий из мяса традиционной рецептуры при пониженном уровне введения нитрита натрия или даже при полном его исключении, что является одним из перспективных путей решения проблемы создания

безопасных продуктов питания, а также повышения цветовых характеристик вареных колбасных изделий.

Экстракт сливы добавляли в количестве 1,2 или 3 % к рулету из грудинки индейки, упакованному под вакуумом. Окисление липидов по методу TBARS, профиль летучих соединений (гексаналя, гептаналя, октаналя, нонаналя), окраска, текстура и органолептические характеристики рулета были определены на 7-й день хранения. Добавление экстракта сливы не изменило органолептические показатели, при этом снизило окисление липидов. Использование около 3 % экстракта сливы в качестве антиоксиданта перспективно для мясных продуктов (Макарова Н.В., 2011;Lee E.J., Ahn D.U., 2005).

Добавление метанольного экстракта плодов японского абрикоса к кулинарно обработанному куриному мясу (Jo S.-C.et. al., 2006) не изменяет органолептических свойств, но при этом количество веществ, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (метод TBARS), на 3-й день хранения снизилось почти на 50 %, количество гексаналя – на 26 %.

В работе (Гореликова Г.А., Скубаев П.С., 2009) ученых было проведено исследование возможности включения в состав майонеза растительного экстракта антиоксидантного действия. Было изучено количество добавляемого экстракта в майонез: вносили экстракты растительного сырья в количестве 2, 3, 5, 10, 20, 30 и 50 % от водной фазы. Готовые образцы рассматривали по органолептическим показателям, стойкости эмульсии, перекисному числу и т.д. Результаты исследования позволили установить, что наиболее рациональной концентрацией экстракта будет 5 % от водной фазы майонеза. Срок хранения майонеза с растительными экстрактами достигает 30 суток.

Поликомпонентные мясорастительные полуфабрикаты являются перспективной основой для создания продуктов геродиетического питания (Ковтун Т.В., Запорожский А.А., 2012). Мясорастительные полуфабрикаты, разработанные по новой технологии с применением добавок из плодов и

ягод, удовлетворяют восьмую часть суточных физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для пожилого возраста (Габдукаева Л.З., Никитина Е.В., 2013).

Был разработан БАД «Растивит» (Тихонов С.Л., Улитин Е.В., 2011) – экстракт растений и плодово-ягодного сырья (в том числе малины), полученный в результате гидробаротермической обработке и обогащенный витаминами и янтарной кислотой. С учетом фармакологических свойств действующих начал растительного и плодово-ягодного сырья определена функциональная направленность БАД «Растивит»: рекомендуется принимать при повышенной физической нагрузке (в том числе в период активных занятий спортом), при нерегулярном, однообразном рационе для коррекции питания и здоровья.

БАД «Health&Body control 1», который содержит экстракт малины, разработан учеными (Челнакова Н.Г., Комольцева Е.О., 2009). Его использование рекомендовано для коррекции веса, он позволяет сорбировать и выводить токсины, регулировать водно-солевой баланс, снижать нагрузку на печень. Комплекс обладает желчегонным, мягким слабительным и потогонным действием. Потогонный эффект способствует регуляции термогенеза.

Предложен быстрорастворимый гранулированный завтрак, содержащий экстракт черноплодной рябины. Концентрирование экстракта для производства сухого гранулированного завтрака осуществлялось совместно с молочной сывороткой (в соотношении 3:1 по сухому веществу) до содержания сухих веществ 55–60 % на вакуумном роторно-пленочном испарителе при температуре 48–50 ºС (Майтаков А.Л., 2012). Это позволяет уменьшить кислотность сыворотки, уменьшить пенообразование (за счет пектиновых веществ, содержащихся в экстракте), повысить эффективность процесса упаривания. Рецептурный состав быстрорастворимого гранулированного завтрака подбирался с учетом количественного и качественного содержания в сырье биологически активных веществ и их

действующих начал, определяющих функциональные свойства продукта. В качестве основного сырья использовали следующие ингредиенты: овсяную муку, сухую молочную и творожную сыворотки, экстракт аронии черноплодной. Пищевая ценность завтрака приобретает специализированный характер при включении в рецептуру витаминно-минерального премикса. Использование плодов аронии черноплодной в производстве быстрорастворимых гранулированных завтраков позволяет получить продукт с относительно высоким содержанием витаминов и минеральных веществ, сахаров, органических кислот, клетчатки, дубильных и пектиновых веществ, что характеризует пищевую ценность завтрака и позволяет отнести его к специализированным продуктам питания.

В работе (Ермакова Ю.А., Бессмертная И.А., 2014) авторы предлагают использование CO_2-экстрактов пряностей для ароматизации сушено-вяленых филе-кусочков речного окуня, которые способно сохранять свои органолептические, физико-химические и микробиологические свойства после 24 месяцев хранения.

В процессе проведения исследований (Бибик И.В., Гужель Ю.А., 2013)определена оптимальная дозировка внесения хвойного экстракта в напиток (3 %) и выбран способ дозировки, предусматривающий совместное брожение свежеприготовленного экстракта с неохмеленным пивным и квасным суслом.

Исследования авторов по разработке технологии пива специального с добавлением экстрактов из аралии маньчжурской (Палагина М.В., Зимба А.Г., 2011) позволяют определить стадию, на которой необходимо добавлять экстракт: стадия дображивания, на которой возможно получить напиток с наилучшими органолептическими и микробиологическими показателями и максимально сохранить ароматические вещества экстракта.

Аналогично была разработана технология производства пива специального с добавлением экстрактов из дальневосточных дикоросов (Палагина М.В. и др., 2008).

Разработана (Толмачев В.О. и др., 2016) рецептура и технология безалкогольного напитка, в состав которого входит сахар-песок, экстракт люцерны посевной, кислота лимонная пищевая, натрия бензоат, сорбат калия, двуокись углерода и вода. Предложенный напиток обладает высокими органолептическими показателями с антиоксидантной направленностью 17,6 моль экв./дм^3 и соответствует требованием технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011.

Использование растительных CO_2-экстрактов может позволить исключить применение сухих пряно-ароматических веществ за счет чего производимые продукты однородной консистенции без вкраплений сухих пряностей (Малашенко Н.Л., 2012).

Предложено получение ароматобразующих CO_2-экстрактов из распространенных видов вторичного пищевого и эфиромасличного растительного сырья и применение его при получении ароматизированного объемного табака для производства табачных изделий повышенной безопасности для организма (Каширина О.Ю., и др., 2008).

Экстракт топинамбура использовали для приготовления лечебно-профилактического напитка на основе концентрата квасного сусла при полной замене сахарозы на стадии брожения и аспартамом на стадии купажирования (Шуваева Г.П. и др., 2003).

В работе авторов (Окара А.И., Жебо А.В., 2010) была разработана технология экстрагирования полезных веществ из плодово-ягодного сырья сывороткой в поле СВЧ, которая позволила получить серию полуфабрикатов для производства напитков, молокосодержащих, кондитерских, хлебобулочных продуктов, получении эмульсионных масложировых продуктов.

Разработаны рецептуры завтраков и напитков на основе плодово-ягодных экстрактов из высушенных ягод и/или выжимок с целенаправленным подбором рецептурных компонентов для усиления

положительного действия друг друга на организм (Кравченко С.Н. и др., 2010).

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Организация эксперимента, объекты и схема проведения эксперимента

Теоретические и экспериментальные исследования проводились автором в научно-исследовательской лаборатории кафедры «Технология и организации общественного питания» Самарского государственного технического университета. Испытания по получению экстрактов в надкритических условиях проводилось совместно с кафедрой химии Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет) (г. Самара). Определения микробиологических показателей безопасности, проводились совместно с испытательной лабораторией ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Самарской области» (г. Самара), лабораторией ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области» (г. Самара).

В качестве объектов исследования были выбраны ягоды и плоды, наиболее широко распространенные на территории Самарской области:

- черная смородина сортов Монисто, Лентяй, Вера, Нара, Чародей, Брянский агат, Мрия, Партизанка брянская, Селеченская-2, Стрелец, Черная вуаль, 6-26-130 из коллекции ГБУ СО НИИ ЖС (государственное бюджетное учреждение Самарской области «Научно-исследовательский институт садоводства и лекарственных растений «Жигулёвские сады»);

- малина сортов Скромница, Любетовская, Колокольчик, Новость Кузьмина, Ранний сюрприз, Награда из коллекции ГБУ СО НИИ ЖС (государственное бюджетное учреждение Самарской области «Научно-исследовательский институт садоводства и лекарственных растений «Жигулёвские сады»);

- вишня сортов Аморель розовая, Низкорослая кустовая, Владимирская, Войлочная Огонёк, Войлочная Детская и Растунья (г. Самара);

- черноплодная арония(г. Самара);

- экспериментально полученные образцы из плодов и ягод:

Образец № 1 – экстракт из плодов и ягод (черная смородина, малина, вишня, черноплодная арония).

Образец № 2 – безалкогольный напиток с добавлением экстрактов из плодов и ягод (черная смородина, малина, вишня, черноплодная арония).

Образец № 3 – пиво с добавлением экстрактов из плодов и ягод (черная смородина, малина, вишня, черноплодная арония).

В качестве экстрактов сравнения использовали вишневые экстракты, которые были предоставлены фирмой Tereza-Inter (г. Москва)– вишня 7510/21, вишня 2214/21 и вишня 6510/21.

В работе применяли ферментные препараты пектолитического действия: Pectinex BE XXL, Pectinex Yieldmash Extra, Amylase AG 300 L(производство Novozymes, Дания). Активность ферментов представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Активность ферментных препаратов

Ферментный препарат	Содержащийся фермент	Ферментная активность	Описание фермента
Pectinex BE XXL	Пектинлиаза	16000 PECTU/мл	Коричневая жидкость, имеет слабый запах брожения, плотностью приблизительно 1,18 г/мл
Pectinex Yieldmash Extra	Пектинметилэстераза	3,7 PEU/г	Желтая жидкость, имеет слабый запах брожения, плотностью приблизительно 1,15 г/мл
Amylase AG 300 L	Глюкоамилаза	300 AGU/мл	Светно- или темно-коричневая жидкость, имеет слабый запах брожения, плотностью приблизительно 1,17 г/мл

Схема теоретических и экспериментальных исследований представлена на рисунке 2.1.

Рисунок 2.1 – Схема проведения эксперимента

Весь цикл исследований состоял из нескольких логически взаимосвязанных этапов.

На первом этапе были изучены механизмы действия антиокисдантов на процесс радикального окисления, химический состав и полезные свойства черной смородины, малины, вишни и черноплодной аронии, проанализированы современные методы экстракции плодово-ягодного сырья

и способы их интенсификации, существующие пути применения экстрактов в пищевой промышленности, а также намечены основные направления работы.

Вторым этапом работы было проведено экспериментальное обоснование выбора основного сырья по наивысшей антиоксидантной активности выбранного плодово-ягодного сырья (черной смородины, малины, вишни и черноплодной аронии).

Третий этап представлял собой совершенствование технологии получения экстракта из ягод и плодов с высокой антиоксидантностью. Определены параметры предварительной обработки плодов и ягод. Установлены основные параметры экстракции с использованием инновационных методов, сроки и условия хранения полученных экстрактов. Также проведен анализ полученных коммерческих образцов экстрактов.

Четвертый этап работы посвящен разработке технологии получения безалкогольных напитков и пива с добавлением плодово-ягодных экстрактов. Для пива и напитков определены органолептические физико-химические, антиоксидантные и микробиологические показатели.

Пятый этап был направлен на практическую реализацию результатов исследования. Разработаны технико-технологические карты и проекты технической документации. Осуществлена передача технической документации на производство пива с экстрактами на ООО «Богатое» (Самарская область), проведена опытно-промышленная апробация, оценена экономическая эффективность от внедрения разработанных технологических решений.

2.2 Методы проведения исследований

2.2.1 Проведение органолептических испытаний напитков с плодово-ягодными экстрактами

Определение органолептических показателей экстрактов проводили по ГОСТ 18078-72 «Экстракты плодовые и ягодные. Технические условия» и ГОСТ 8756.1-79 «Продукты пищевые консервированные». Проведение

микробиологических исследований экстрактов проводили по ГОСТ Р 52814-2007, ГОСТ 30712-2001, ГОСТ 30712-2001. Для определения органолептического качества разработанных безалкогольных напитков и пива с добавлением плодово-ягодных экстрактов работала комиссия дегустаторов, созданная на базе кафедры «Технология и организация общественного питания» Самарского государственного технического университета в количестве 10 человек. У исследуемых образцов безалкогольных напитков были определяемы, цвет, вкус и аромат и прозрачность согласно ГОСТ 28188-2014. Каждому показателю качества безалкогольных напитков присваивалась оценка по пятибалльной шкале. Максимальная оценка образца безалкогольного напитка по всем органолептическим показателям равнялась 20 баллам. У исследуемых образцов пива были определяемы, цвет, вкус и аромат, хмельная горечь и прозрачность согласно ГОСТ 31711-2012. Каждому показателю качества безалкогольных напитков присваивалась оценка по пятибалльной шкале. Максимальная оценка образца безалкогольного напитка по всем органолептическим показателям равнялась 25 баллам.

2.2.2 Физико-химические методы исследования

Химический состав и физико-химические характеристики образцов свежих ягод и плодов, ягодных и плодовых экстрактов определяли по стандартным методикам, приведенным в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Методика определения физико-химических показателей

Наименование определяемых показателей	Наименование методов испытаний	Определяющее методы испытаний
1	2	3
Свежие плоды и ягоды		
Массовая доля растворимых сухих веществ (м.д. РСВ, %)	Рефрактометрический метод	ГОСТ Р 51433
Массовая доля титруемых кислот (м.д. К, %)	Потенциометрический метод	ГОСТ Р 51434
Массовая доля редуцируемых сахаров (м.д. Сах., %)	Фотоколориметрический метод	ГОСТ 8756.13

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
Плодово-ягодный экстракт		
Массовая доля растворимых сухих веществ (м.д. РСВ, %)	Рефрактометрический метод	ГОСТ Р 51433
Массовая доля титруемых кислот (м.д. К, %)	Потенциометрический метод	ГОСТ Р 51434
Содержание витамина С	Титриметрический с визуальным титрованием	ГОСТ 24556
Безалкогольные напитки с плодово-ягодными экстрактами		
Массовая доля растворимых сухих веществ (м.д. РСВ, %)	Рефрактометрический метод	ГОСТ Р 51433
Массовая доля титруемых кислот (м.д. К, %)	Потенциометрический метод	ГОСТ Р 51434
Содержание витамина С	Титриметрический с визуальным титрованием	ГОСТ 24556
Пиво с плодово-ягодными экстрактами		
Содержание спирта, % (не менее)	Дистилляционный метод	ГОСТ 12787-81
Экстрактивность начального сусла, %	Рефрактометрический метод	ГОСТ 12787-81
Кислотность, к.е.	Метод прямого титрования	ГОСТ 12788-87
Цвет, ц.е.	Колориметрический метод	ГОСТ 12789-87
Прогнозируемая стойкость, сут.	Метод визуального наблюдения	ГОСТ Р 51154-98
Пеностойкость, мин	Метод визуального наблюдения	ГОСТ 30060-93

Общее содержание фенольных веществ, общее содержание флавоноидов, общее содержание антоцианов, антирадикальную, антиокислительную и восстанавливающую активности определяли по специальным методикам, описанным ниже.

Общее содержание фенольных соединений. Содержание общих фенолов в водно-этанольных плодово-ягодных экстрактах оценивали с помощью модифицированной версии метода Фолин-Чеколтеу (AlessandroL.G.et. al., 2012). В мерную пробирку объемом 10 мл добавляли 0,5 мл водно-этанольного плодового экстракта или стандарта галловой кислоты, 4 мл дистиллированной воды, 0,25 мл реактива Фолин-Чеколтеу и 0,25 мл насыщенного водного раствора карбоната натрия. Образцы тщательно смешали и выдержали без доступа света 30 мин при комнатной температуре.

Коэффициент поглощения определяли при 725 нм на спектрофотометре. Общее содержание фенолов определяли по калибровочному графику, результаты выражали в мг эквивалента галловой кислоты в 100 г сухого веса (обозначено далее – ФВ, мг ГК / 100 г ИС).

Общее содержание флавоноидов. Содержание флаваноидов в водно-этанольных экстрактах измеряли с использованием модифицированного метода (RuginaD.et. al., 2012). В мерную пробирку объемом 10 мл добавляли экстракт или стандартный раствор катехина в объеме 0,5 мл и 2,5 мл дистиллированной воды. В нулевой момент времени добавляли 0,15 мл 5 %-ного нитрита натрия, через 5 мин добавили 0,30 мл 10 %-ного хлорида алюминия и выдержали еще 5 мин. Коэффициент поглощения измеряли при 510 нм. Содержание флавоноидов выражали в мг эквивалентов катехина в 100 г сухого веса (далее – Фл, мг К / 100 г ИС).

Определение антоцианов. Определение общего содержания антоцианов, присутствующих в анализируемом экстракте, проводили путем измерения коэффициента поглощения при двух различных pH (1,0 и 4,5) при 515 и 700 нм (ГОСТ Р 53773-2010). Содержание антоцианов выражали в мг эквивалент цианидин-3-гликозида в 100 г сухого вещества (далее Ац мг ЦГ/100 мг ИС).

Антиоксидантная активность в системе линолевой кислоты. Антиоксидантную активность в системе линолевой кислоты определяли следующим образом (Oszmianski J., Wojdylo A., 2005): к 1,0 мл анализируемого экстракта добавляли 0,5 мл этилового спирта, 0,5 мл дистиллированной воды, 1 мл линолевой кислоты и 2 мл фосфатного буфера (pH 7,0). Смесь выдержали при 40 °С 120 ч. Затем от полученной смеси взяли аликвотную часть (0,1 мл). К аликвоте добавляли 9,7 мл 75 % этилового спирта, 0,1 мл 30 %-ного раствора роданида аммония, выдержали 4 мин и добавили 0,1 мл раствора хлорида железа (II) (0,2 М в 3,5 % HCl). Измеряют оптическую плотность при 500 нм на спектрофотометре. Контрольная проба должна содержать все реагенты за исключением исследуемого экстракта.

Антиоксидантная активность выражается в процентах ингибирования окисления линолевой кислоты (далее – АОА, % инг.).

Антиоксидантная активность по методу DPPH. Антиоксидантнаяя активность образцов измерялась в соответствии с методом (Демидова А.В., Макарова Н.В., 2016). Методика основана на способности антиоксидантов исходного сырья связывать стабильный хромоген-радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидрозил (DPPH). DPPH (4 мг) растворяли в 100 мл этанола.Аликвоты исследуемого экстракта (0,05, 0,10, 0,40, 0,80, 1,00 и 5,00 мл) растворяли в 100 мл дистиллированной воды. Затем 2,0 мл каждого раствора добавляли к 2,0 мл раствора DPPH при 20 °C и выдержали в темноте в течение 30 мин. Определяли коэффициент пропускания при 517 нм. Антирадикальную активность выражали в виде концентрации исходного экстракта в мг / мл, при которой происходило связывание 50 % радикалов (далее – АРА, EC50, мг / мл).

Метод FRAP. Восстанавливающую силу исследуемого экстракта определяли по методу FRAP (Стрюкова А.Д., Макарова Н.В., 2013). Для анализа использовали свежеприготовленный раствор FRAP: смешали 10 мл ацетатного буфера (pH 3,6), 1 мл 10 % раствора хлорида железа (III) и 1 мл раствора TPTZ (10 ммоль/л TPTZ в 40 ммоль/л HCl) и выдержали 10 мин при температуре 37 °C. К анализируемому экстракту (0,1 мл) добавляли 3,0 мл дистиллированной воды и 1 мл раствора FRAP. Смесь выдержали в течение 4 мин при температуре 37 °C. Измеряли оптическую плотность при 593 нм. Восстанавливающую силу определяли по калибровочному графику и выражали в ммоль Fe^{2+} / 1 кг исходного сырья (далее – ВС, ммоль Fe^{2+} / 1 кг ИС).

Опыты проводились в трехкратной повторяемости. Статистическую обработку данных анализа осуществляли с помощью программы MS Excel 2007.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ

3.1 Обоснование выбора исходного сырья для получения плодово-ягодных экстрактов

Проделанный анализ литературы позволяет определить наиболее перспективное сырье для обогащения напитков антиоксидантами. Таким перспективным сырьем могут быть плоды и ягоды, а именно черная смородина, малина, вишня и черноплодная арония. Выбор данного сырья обусловлен богатым химических составом, широким спектром полезных свойств, а также широкой распространенностью на территории Самарской области (Производство валового регионального продукта, 2016).

Химический состав, технологические свойства и антиоксидантная активность будут значительно варьироваться от сорта плодов и ягод, условий и места произрастания, а также условий хранения. В работе автор исследовал и сравнил химический состав и антиоксидантные свойства черной смородины сортов Монисто, Лентяй, Вера, Нара, Чародей, Брянский агат, Мрия, Партизанка брянская, Селеченская-2, Стрелец, Черная вуаль, 6-26-130, малины сортов Скромница, Любетовская, Колокольчик, Новость Кузьмина, Ранний сюрприз, Награда, выращенные на территории Самарской области в 2014 году, вишни сортов Аморель розовая, Низкорослая кустовая, Владимирская и Растунья и черноплодной аронии, выращенные на территории Самарской области в 2014 и 2015 годах. На основании полученных результатов был осуществлен выбор исходного сырья для получения плодово-ягодных экстрактов с повышенным антиоксидантым действием.

Приемку плодово-ягодного сырья осуществляли при соответствии их органолептических показателей требованиям ГОСТ 6829-2015 «Смородина черная свежая. Технические условия»; ГОСТ 33801-2016 «Вишня и черешня свежие. Технические условия»; ГОСТ 33915-2016 Малина и ежевика свежие.

Технические условия» и ГОСТ Р 56637-2015 «Рябина черноплодная свежая. Технические условия».

Плоды и ягоды хранили в условиях регулируемой температуры 0-1 °С в холодильных камерах не более 120 часов до переработки.

В таблице 3.1 представлены физико-химические показатели различных сортов плодов и ягод (черная смородина, малина, вишня, черноплодная арония).

Таблица 3.1 – Физико-химические показатели сортовых плодов и ягод

Сорт	м.д. РСВ, %	м.д. К, %	м.д. Сах., %
Черная смородина			
Лентяй	16,3	3,4	11,6
Монисто	12,2	3,0	15,5
6-26-130	16,2	2,0	9,8
Селеченская-2	13,1	3,2	15,4
Чародей	11,4	1,9	15,5
Брянский агат	12,3	1,2	15,6
Нара	13,1	2,5	15,6
Стрелец	12,1	2,4	15,5
Черная вуаль	11,2	3,1	14,5
Мрия	14,2	3,4	15,5
Вера	11,4	3,8	14,8
Партизанка брянская	12,2	3,5	13,6
Малина			
Скромница	12,1	2,3	14,5
Любетовская	10,1	2,3	15,5
Колокольчик	12,4	1,9	15,6
Новость Кузьмина	13,9	1,9	13,9
Награда	11,8	1,3	14,4
Ранний сюрприз	9,3	1,5	14,9
Вишня			
Аморель розовая	13,6	8,8	11,2
Низкорослая кустовая	13,6	1,6	9,7
Владимирская	13,8	6,8	14,4
Растунья	13,6	12,7	11,4
Черноплодная арония			
Черноплодная арония	19,5	1,1	11,3

Одним из показателей, по которому судят о качестве перерабатываемого растительного сырья, является содержание в нем сухих веществ. Исходы из данных таблицы 3.1, можно проследить следующие закономерности. Самым высоким показателем массовой доли растворимых сухих веществ из смородины обладает сорт Газель (16,8 %), среди малины – сорт Колокольчик (12,4 %), среди вишни – сорт Владимировская (13,8 %). Наименьшими показателями обладают сорт черной смородины Черная вуаль (11,2 %) и малины Ранний сюрприз (9,3 %). Следует отметить, что черноплодная арония обладает довольно высоким содержанием растворимых сухих веществ (19,5 %).

Лидирующие позиции по массовой доле редуцирующих сахаров среди плодов и ягод занимают черная смородина сорта Нара (15,6 %), малина сорта Колокольчик (15,6 %), вишня сорта Владимирская (14,4 %).

Важнейшей составной частью ягод являются органические кислоты, которые имеют не только вкусовое значение, но и играют важную роль в некоторых процессах обмена веществ и в процессах пищеварения. Рассматривая данные массовой доли титруемых кислот в пересчете на яблочную можно, можно отметить, что наибольшее содержание отмечается у черной смородины сорта Голландская розовая (4,6 %), малины сортов Скромница и Любетовская (2,3 % и 2,3 %) и вишни сорта Растунья (12,6 %).

Подготовка проб для проведения анализа содержания антиоксидантов и измерения антиоксидантной активности проводили по ГОСТ 26671-2014 «Продукты переработки фруктов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Подготовка проб для лабораторных анализов». Навеску тщательно измельченного плодово-ягодного сырья 2 г помещают в колбу емкостью 50 $см^3$ с плотной крышкой. Экстрагирование исследуемого плодово-ягодного сырья осуществлялось смесью спирт/вода в соотношении 1:1. Объем экстрагируемой смеси составляет 20 $см^3$. Экстрагирование проводят при температуре 40 °С в термостате в течение 2 часов. Затем полученный экстракт фильтруют.

Основными соединениями, определяющими уровень антиоксидантной активности ягод, считается фенольные вещества (Nurhanani R. et. al., 2008). Среди исследуемых образцов наибольшим содержанием фенольных веществ обладает черная смородина сорта Вера (816мг ГК / 100 г ИС), малина сорта Скромница (614 мг ГК / 100 г ИС), вишня сорта Растунья и Владимирская (934 и 710 мг ГК / 100 г ИС, соответственно).

Флавоноиды также обладают мощными антиокислительными свойствами, позволяющими сократить в человеческом организме переизбыток свободных радикалов (Garcia-Alonso M..et. al. 2004). Лидирующую позицию по содержанию флавоноидов занимает смородина сорта Брянский агат с содержанием 231мг К/ 100 г ИС, малина Награда и Ранний сюрприз (130 и 133 мг К/ 100 г ИС, соответственно) и вишня сортов Владимировская (211 мг К/ 100 г ИС) и Растунья (173 мг К/ 100 г ИС).

Антоцианы, как известно, являются основным пигментом ягод и фруктов, придающий окрас фруктам и ягодам в зависимости от pH. Кроме того, антоцианы проявляют антиоксидантные свойства (D'Abrosca B. et. al., 2007). Проведенный анализ на содержание антоцианов показал, что черная смородина сорта Лентяй превышает остальные сорта более чем в два раза – 267,68 мг ЦГ/ 100 г ИС, среди сортов малины наилучшими показателями обладает сорт Колокольчик (104,37 мг ЦГ/ 100 г ИС), среди вишни – сорт Владимирская (255,39 мг ЦГ/ 100 г ИС).Полученные данные сведены по содержанию фенолов и флавоноидов в плодов и ягод в таблицу 3.2.

Одним из способов оценки антиоксидантной активности (MathewS., AbrahamT.E., 2006) является колориметрия свободных радикалов, основанная на реакции DPPH, растворенного в этаноле, с образцом антиоксиданта. В результате восстановления DPPH антиоксидантом снижается пурпурно-синяя окраска DPPH в этаноле, а реакция контролируется по изменению оптической плотности при 517 нм методами спектрофотометрии. Анализируя показатели антирадикальной активности можно отметить, что среди

Таблица 3.2 – Химический состав и антиоксидантная активность различных сортов плодов и ягод

Сорт	ФВ,мг ГК / 100 г ИС	Фл, мг К/ 100 г ИС	Ац, мг ЦГ/ 100 г ИС	АРА, EC_{50}, мг/мл	ВС, ммоль Fe^{2+} / 1 кг ИС	АОА % инг.
Черная смородина						
Лентяй	440	98	267,68	18,5	11,16	53,4
Монисто	397	83	91,90	16,5	9,36	79,0
6-26-130	277	65	55,61	22,5	9,45	60,2
Селеченская-2	446	39	41,58	59,5	7,11	-*
Чародей	522	54	123,74	50,0	12,96	72,5
Брянский агат	502	231	114,55	24,5	11,16	63,9
Нара	480	57	128,58	31,0	13,68	29,2
Стрелец	173	35	120,57	22,5	10,89	59,8
Черная вуаль	355	89	124,24	9,5	8,01	55,9
Мрия	461	89	40,70	13,0	19,44	79,6
Вера	816	121	51,23	27,5	7,56	63,8
Партизанка брянская	336	128	94,20	26,0	17,28	64,5
Малина						
Скромница	614	76	67,13	12,5	9,99	81,3
Любетовская	507	56	96,35	23,5	12,24	64,5
Колокольчик	566	78	104,37	15,5	8,46	59,8
Новость Кузьмина	477	64	80,16	15,0	5,04	81,6
Награда	544	130	-	21,5	10,71	80,4
Ранний сюрприз	458	133	30,22	3,0	6,84	87,6
Вишня						
Аморель розовая	483	72	68,78	45,5	9,09	28,1
Низкорослая кустовая	486	84	111,48	43,0	10,98	21,7
Владимирская	710	211	255,39	7,5	17,82	-
Растунья	934	173	116,39	9,5	16,20	38,2
Черноплодная арония						
Черноплодная арония	1013	434	790,89	18,4	1,20	27,6

* не обнаружено

исследуемых ягод и плодов можно выделить черную смородину сорта Черная вуаль (9,5 E_{c50}, мг/мл), обладающий наибольшей антирадикальной активностью и имеющей минимальный показатель E_{C50}, определяющий начальную концентрацию антиоксидантов в реакционной системе, которая соответствует 50 %-ному падению концентрации свободных радикалов DPPH. В случае малины наилучшие показателями обладает сорт Ранний сюрприз (3,0 E_{c50}, мг/мл), для вишни – сорт Владимировская (7,5 E_{c50}, мг/мл). В таблице 3.2 представлены данные антиоксидантной активности по методу DPPH для исследуемых сортов черной смородины, малины, вишни и черноплодной аронии.

Метод FRAP (ferric reducing antioxidant power) основан на реакции восстановления комплекса Fe (III) 1,2,4-трипиридил-5-триазила (Wong Sh.P.et. al., 2006). Согласно данным таблицы 3.2 самые лучшие результаты показала черная смородина сорта Мрия (19,44 ммоль Fe^{2+}/1 кг) и Партизанка брянская (17,28 ммоль Fe^{2+}/1 кг), малина сорта Любетовская (12,24 ммоль Fe^{2+}/1 кг) и вишня сорта Владимировская (17,82 ммоль Fe^{2+}/1 кг).

Линолевая кислота является мощным антиоксидантом, антиканцерогенном и стимулятором иммунной системы, а также оказывает содействие в сжигании жира, построении и сохранении сухих мышц и в борьбе с раком (Li, Y. et. al., 2008). Высокие показатели ингибирования окисления линолевой кислоты проявила черная смородина сортов Мрия (79,6 %) и Монисто (79,0 %), малина сорта Ранний сюрприз (87,6 %) и вишня сорта Растунья (38,2 %). В таблице 3.2 представлены данные анализа антиокислительной активности в системе линолевой кислоты.

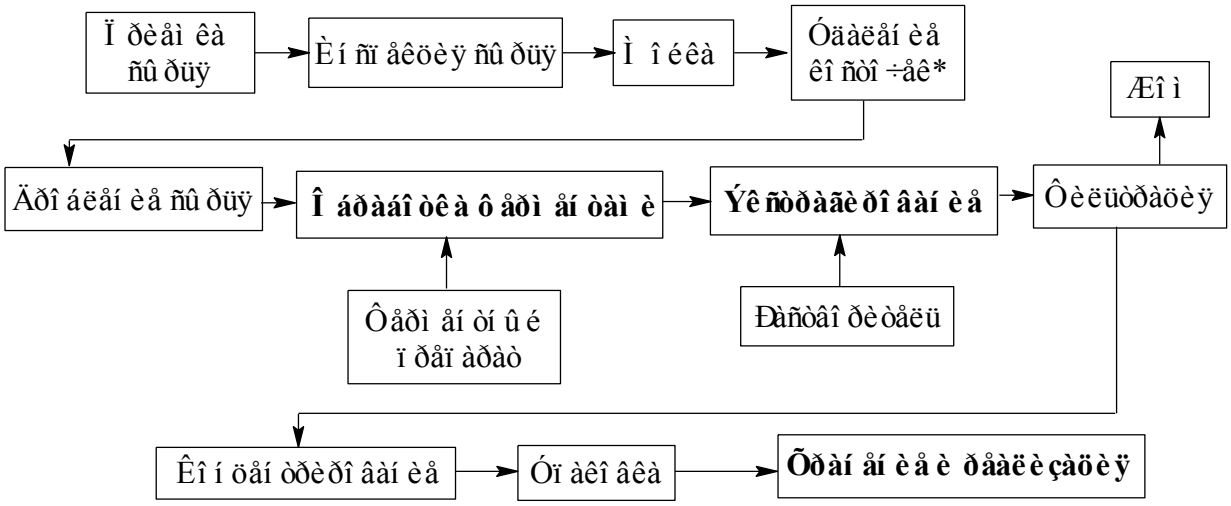
Анализ исходного сырья показывает принципиальную возможность использования плодов и ягод в качестве источника антиоксидантов. Перспективными сортами для получения экстрактов с высоким антиоксидантным действием среди черной смородины является сорт Брянский агат, Мрия, Нара, Вера, Лентяй, среди вишни – сорт Владимировка,

Растунья, среди малины – сорт Любетовская, Скромница, Колокольчик. Очень перспективны по всем показателям плоды черноплодной аронии.

3.2 Совершенствование технологии производства плодово-ягодных экстрактов с использованием инновационных технологий

Вторым этапом исследования является совершенствование процессуальной схемы производства плодово-ягодных экстрактов. Исходная схема заключается в следующем: ягоды и плоды предварительно сортируют, моют, из плодов вишни вынимаются косточки, затем ягоды гомогенизируют, подготовленное таким образом сырье заливают растворителем (водой, этиловым спиртом или их смесью) и проводят экстракцию, полученные экстракты фильтруют, концентрируют, разливают и хранят.

В данной работе более детально было изучены следующие этапы: обработка ферментами, экстракция и условия хранения готовых экстрактов, выделенные на рисунке 3.1.



*äëÿ âèø í è

Рисунок 3.1 – Блок-схема производства плодово-ягодных экстрактов

Предварительная обработка плодов и ягод ферментными препаратами способна приводить к увеличению выхода получаемого экстракта, а также позволяет упростить процедуру концентрирования экстракта за счет

уменьшения вязкости затора. Кроме того ранее отмечалось (Валиулина Д.Ф., 2015), что использование ферментных препаратов приводит к увеличению антиоксидантной активности получаемых продуктов.

Стадия экстрагирования является ключевой в процессе получения экстрактов. Правильно подобранный режим, температура, растворитель позволят обеспечить наиболее полноценное извлечение биологически активных веществ из плодов и ягод, а время и гидромодуль позволяют сэкономить энергоресурсы и дорогостоящий растворитель без потерь выхода экстракта. Этот этап исследования можно разделить на следующие подэтапы: подбор «рабочего» растворителя для дальнейших исследований, выбор метода активации процесса экстрагирования и подбор и оптимизация параметров экстрагирования с использованием инновационного метода.

Определение условий и сроков хранения позволит найти наиболее благоприятные параметры, за счет которых экстракты будут максимально долго сохранить свои органолептические, физико-химические и антиоксидантные свойства.

3.2.1 Изучение влияния предварительной обработки ферментными препаратами на выход и антиоксидантную активность экстракта

Фрукты и ягоды состоят из кожицы, мякоти и семян или косточек. Клетки мякоти удерживаются жесткой клеточной стенкой, придающей им строго определенную форму и позволяющей выдержать внутреннее давление и внешние воздействие. Темные ягоды – черная смородина, черноплодная арония, вишня, малина – имеют общие свойства: темный цвет им придает пигмент антоциан, являющийся эффективным антиокисдантом. Многие из таких ягод обладают приятным вкусом и запахом, благодаря чему они являются важным сырьем для производства соков

Одним из приоритетных направлений развития аграрной науки является разработка инновационных технологий переработки плодово-ягодного сырья на основе создания и применения высокоэффективных биотехнологических методов обработки сырья, интенсифицирующих производственные

процессы, снижающих энергоемкость и обеспечивающих высокое качество пищевой продукции (Алексеенко Е.В., Быстрова Е.А., 2015).

При получении экстрактов не обязательно полностью разрушать клеточные стенки мякоти фруктов и ягод. Для ускорения экстракции необходимо уменьшить вязкость затора. Пектин присутствует во всех фруктах и ягодах и образует после отжима гели, удерживая сок в заторе, снижая прессуемость и выход сока и делает невозможным выпаривание воды. Эти задачи способно решить успешно развивающееся направление – использование ферментных препаратов (Тимофеева В.Н. и др., 2009). Применение ферментных препаратов является лучшим стимулятором роста продуктивности любого процесса, условием улучшения качества конечного продукта и повышения его выхода из единицы перерабатываемого сырья (Овсянникова Е.А. и др., 2012). Использование ферментных препаратов может позволить перерабатывать фрукты и ягоды при относительно невысоких температурах (до 50 °С), что способствует сохранению их антиоксидантой активности (Алексеенко Е.В. и др., 2017).

При создании эффективной технологии переработки плодов и ягод для получения экстракта требуется знание специфики сырья и действия ферментов. Дозы ферментных препаратов, вносимых в обрабатываемую мезгу, зависят от вида сырья, комплекса и активность ферментов, представленных в ферментных препаратах, а эффективность их применения обуславливается целым рядом факторов, в том числе, температурой, pH, длительностью обработки.

В данной работе исследуется влияние ферментных препаратов на химический состав и выход плодово-ягодных экстрактов. Была проведена серия экспериментов, в которых перед получением экстракта плоды и ягоды были предварительно обработаны ферментами. В ходе эксперимента было использовано три ферментных препарата: Pectinex BE XXL, Pectinex Yieldmash Extra, Amylase AG 300 L. Плоды и ягоды в соответствии с инструкцией предварительно были обработаны ферментными препаратами

(2 % от массы плодов и ягод) в течение 120 мин, температура варьировалась в зависимости от используемого фермента: Pectinex BE XXLрекомендовано использовать при комнатной температуре (20-25 °С), Pectinex Yieldmash Extraи Amylase AG 300 L– при 50 °С. Далее обработанные плоды и ягоды подвергаются экстракции 50 %-ным водно-спиртовым раствором при гидромодуле 1:10 в течение 2 ч при температуре 40 °С, отфильтровываются. Жидкую часть анализирую на антиокисдантную активность и выход экстракта. В качестве контроля использовали экстракты плодов и ягод без предварительной обработки ферментами.

Результаты анализа на антиоксидантную активность плодов и ягод представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Изменение антиоксидантной активности в зависимости от используемого ферментного препарата

Показатель	Контроль				Pectinex BE XXL				Pectinex Yieldmash Extra				Amylase AG 300 L			
	ЧС	М	В	ЧР	ЧС	М	В	ЧР	ЧС	М	В	ЧР	ЧС	М	В	ЧР
ФВ, мг ГК / 100 г ИС	797	570	547	1013	947	758	451	967	963	835	461	918	931	787	403	870
Фл, мг К/ 100 г ИС	64	28	97	434	129	162	94	409	129	132	54	418	78	124	73	397
Ац, мг ЦГ/ 100 г ИС	108,21	93,51	99,95	790,89	120,00	107,14	60,50	424,53	104,96	84,07	76,88	413,83	120,67	100,62	59,60	539,85
АРА, EC_{50}, мг/мл	15,5	12,5	22	1,2	49	21	43	3,8	44	19	39	5,6	36	18	36	6,3
ВС, ммоль Fe^{2+} / 1 кг ИС	6,48	11,88	11,88	18,36	14,04	12,06	7,11	26,46	15,3	12,87	8,19	26,46	12,42	13,32	8,01	27,72
АОА, % инг.	38,4	3,4	18,8	27,6	14,4	-*	9,2	5,3	-	-	28	8,7	20,6	24,2	23,5	7,5

* не обнаружено

Как видно из таблицы 3.3, наблюдается тенденция роста содержания фенольных веществ в экстрактах с предварительной обработкой

ферментными препаратами от 20,8 % (черная смородина, Pectinex Yieldmash Extra) до 46,5 % (малина, Pectinex BE XXL) по сравнению с контрольным образцом. Содержание флавоноидов в анализируемых экстрактах для черной смородины и малины также увеличивается в 2,02 (Pectinex Yieldmash Extra) и 5,78 (Pectinex BE XXL) раз, соответственно. Для вишни и черноплодной аронии не наблюдается увеличения фенольных веществ и флавоноидов в экстрактах после обработки ферментными препаратами, однако это не приводит и к их сокращению. Общее содержание антоцианов при обработке плодов и ягод ферментными препаратами практически не изменяется. По значению антирадикальной активности для всех плодов и ягод наблюдается отрицательная тенденция, однако наименьшее влияние из всех ферментных препаратов оказывает Amylase AG 300 L. Восстанавливающая сила у всех плодов и ягод после применения ферментных препаратов увеличивается: наибольший эффект происходит после применения Pectinex Yieldmash Extra. Антиокислительная активность в системе линолевой кислоты не имеет какой-либо общей тенденции. Наиболее благоприятным для всех плодов и ягод будет использование ферментного препарата Pectinex Yieldmash Extra.

Целесообразность использования ферментных препаратов в технологии производства будет определять также выходом готового экстракта (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Влияние применения ферментных препаратов на содержание сухих веществ в экстракте и выход продукта

Ферментный препарат	Содержание сухих веществ, %, после ферментативной обработки сырья				Выход экстракта, %			
	ЧС	М	В	ЧР	ЧС	М	В	ЧР
Контроль	13,6	12,5	14,3	15,4	23,5	20,7	22,2	23,2
Pectinex BE XXL	19,8	17,8	19,3	20,5	32,7	24,7	30,3	30,7
Pectinex Yieldmash Extra	17,4	15,6	19,7	21,3	32,4	28,2	33,1	32,4
Amylase AG 300 L	16,8	14,9	18,9	20,4	31,1	24,0	31,2	30,4

Наибольшее увеличение выхода для всех плодов и ягод происходит при использовании ферментного препарата Pectinex Yieldmash Extra: для черной смородины увеличение произошло в 1,37 раз, длямалины – 1,36 раз, для вишни – 1,49 раз, для черноплодной аронии – 1,40 раза. Можно предположить, что именно рост массовой доли сухих веществ в экстрактах при использовании Pectinex Yieldmash Extra способствуют повышению антиоксидантной активности.

Таким образом, по данному этапу работы можно сделать следующие выводы:

1) Применение ферментных препаратов способно приводить к увеличению антиоксилантной активности плодово-ягодных экстрактов. Наиболее предпочтительнее использование ферментного препарата PectinexExtra, после применения которого наблюдается наибольший эффект;

2) Количественный выход экстракта такжевозрастает после применения ферментных препаратов. Как и при исследовании антиоксидантной активности, наибольший эффект на увеличения выхода конечного продукта происходит при применении ферментного препарата Pectinex Yieldmash Extra. Поэтому наиболее целесообразно использование именно его в технологии производства плодово-ягодных экстрактов с высоким антиоксидантным действием.

3.2.2 Изучение влияния используемого растворителя на химический состав экстрактов

Любое вещество может быть растворителем для какого-либо другого вещества. Однако на практике к растворителям относят только такие вещества, которые отвечают определённым требованиям. Так, растворители должны обладать хорошей активной растворяющей способностью и быть достаточно химически инертными по отношению к растворяемому веществу. Растворители, применяемые в промышленности, должны быть доступными, дешёвыми и относительно безопасными; устойчивыми при хранении, химически и фармакологически индифферентными; обладать высокой

растворяющей способностью; быть дешевыми, общедоступными и иметь простой способ получения; не должны обладать неприятным вкусом и запахом; не быть огнеопасными и летучими; не должны служить средой для развития микроорганизмов (Zlotek U. et. al., 2016).

Существуют определённые принципы классификации растворителей для экстракции (Tuberoso C.I.G. et. al., 2010). Очевидна качественная классификация, основанная на природе растворителя, выделяет органические и неорганические растворители. Очень часто возникает необходимость сравнить несколько растворителей для получения концентрированного раствора. При этом пользуются принципами «подобное растворяется в подобном», а также понятием о «полярности» растворителя. Абсолютного количественного показателя, характеризующего полярность нет. Часто его оценивают при помощи диэлектрической проницаемостирастворителя, его дипольному моменту.

К числу неорганических растворителей относятся вода – самый распространённый растворитель в природе. Большое значение имеют многочисленные органические растворители. Это, прежде всего, углеводороды и их галогенопроизводные, спирты, простые и сложные эфиры, кетоны, нитросоединения.

Можно выделить группы растворителей в зависимости от других характеристик: температуры кипения – низкокипящие растворители (например, этиловый спирт, этилацетат) и высококипящие растворители (например, ксилол); полярности – неполярные (углеводороды, сероуглерод) и полярные (например, вода, спирты, ацетон); токсичности.

Работа (Majhenic L.et. al., 2007) показывает, что при использовании обычного органического растворителя полученные растительные экстракты способствуют значительному росту пищевых отравлений, из-за присутствия бактерий порчи, таких как *E. Coli, B. Cereus, P. Fluorescens*, и грибов порчи, таких как *A. Niger, T. Virideand P. Cyclopium*. В работе (BasileA.et. al., 2005) описано, что этанольные экстракты из семян гуараны обладают

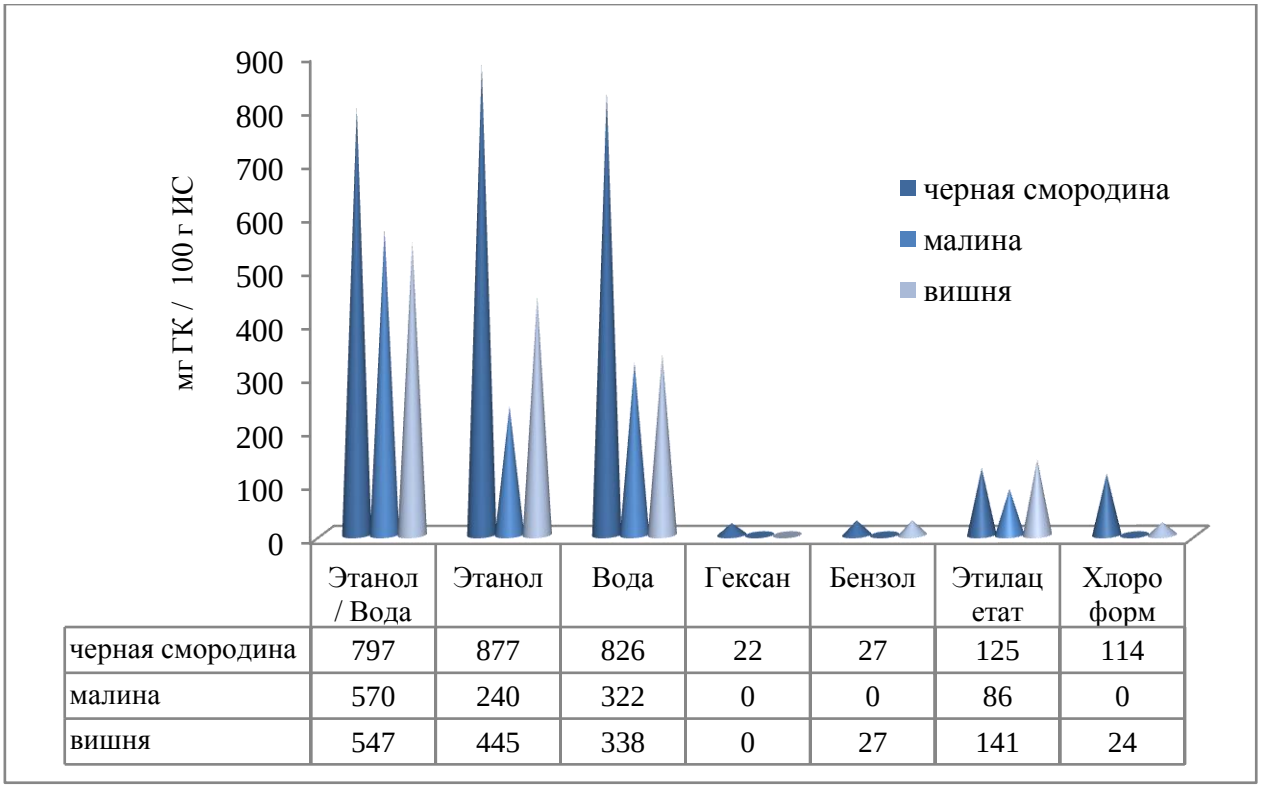
антиоксидантной активностью и ингибирующей активностьюпротив грамотрицательных и грамположительных бактерий.

Таким образом, подбор наиболее оптимального растворителя для получения экстракта из плодов и ягод позволит получать экстракты, которые будут обладать наиболее возможной антиоксидантой активностью. В качестве были подобраны 98 % этиловый спирт, вода, *н*-гексан, бензол, этилацетат, хлороформ и смесь воды и этанола (1 : 1). Подбор растворителей обусловлен их высокой экстрагирующей способностью.

По полярности растворители можно распределить следующим образом: *н*-гексан< бензол < хлороформ < этанол < этилацетат < вода.

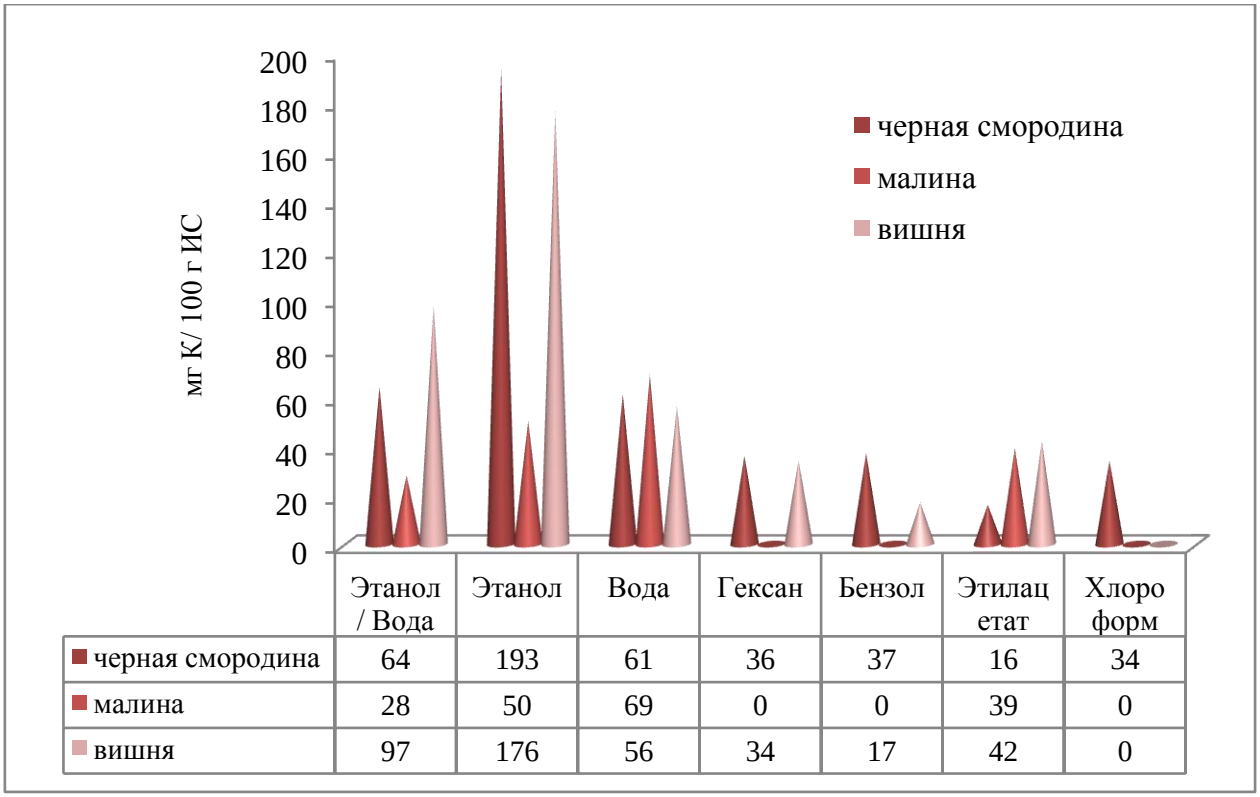
Используемый растворитель значительно влияет на химический состав получаемого экстракта. Из рисунка 3.2 видно, что наибольшими экстрагирующими свойствами по отношению к фенольным соединениям в случае черной смородины обладают чистый этиловый спирт (877 мг/100 г) и вода (826 мг/100 г). В случае малины и вишни лидирующие позиции по экстрактивной активности полифенолов занимает смесь спирта и воды (570 и 547 мг/100 г). Наименьшие показатели для всех плодов и ягод проявили неполярные, гидрофобные растворители *н*-гексан и бензол.

В случае флавоноидов (рис. 3.3) лидирующую позицию для черной смородины также занимает этиловый спирт (193 мг/100 г), аналогичная ситуация для вишни – 176 мг/100 г. Для малины наибольшие показатели наблюдались при экстракции водой – 69 мг/100 г. Минимальный показатели по содержанию флавоноидов для всех плодов и ягод наблюдается у экстрактов, полученных при использовании у *н*-гексана, бензола, этилацетата и хлороформа.



	Этанол / Вода	Этанол	Вода	Гексан	Бензол	Этилацетат	Хлороформ
черная смородина	797	877	826	22	27	125	114
малина	570	240	322	0	0	86	0
вишня	547	445	338	0	27	141	24

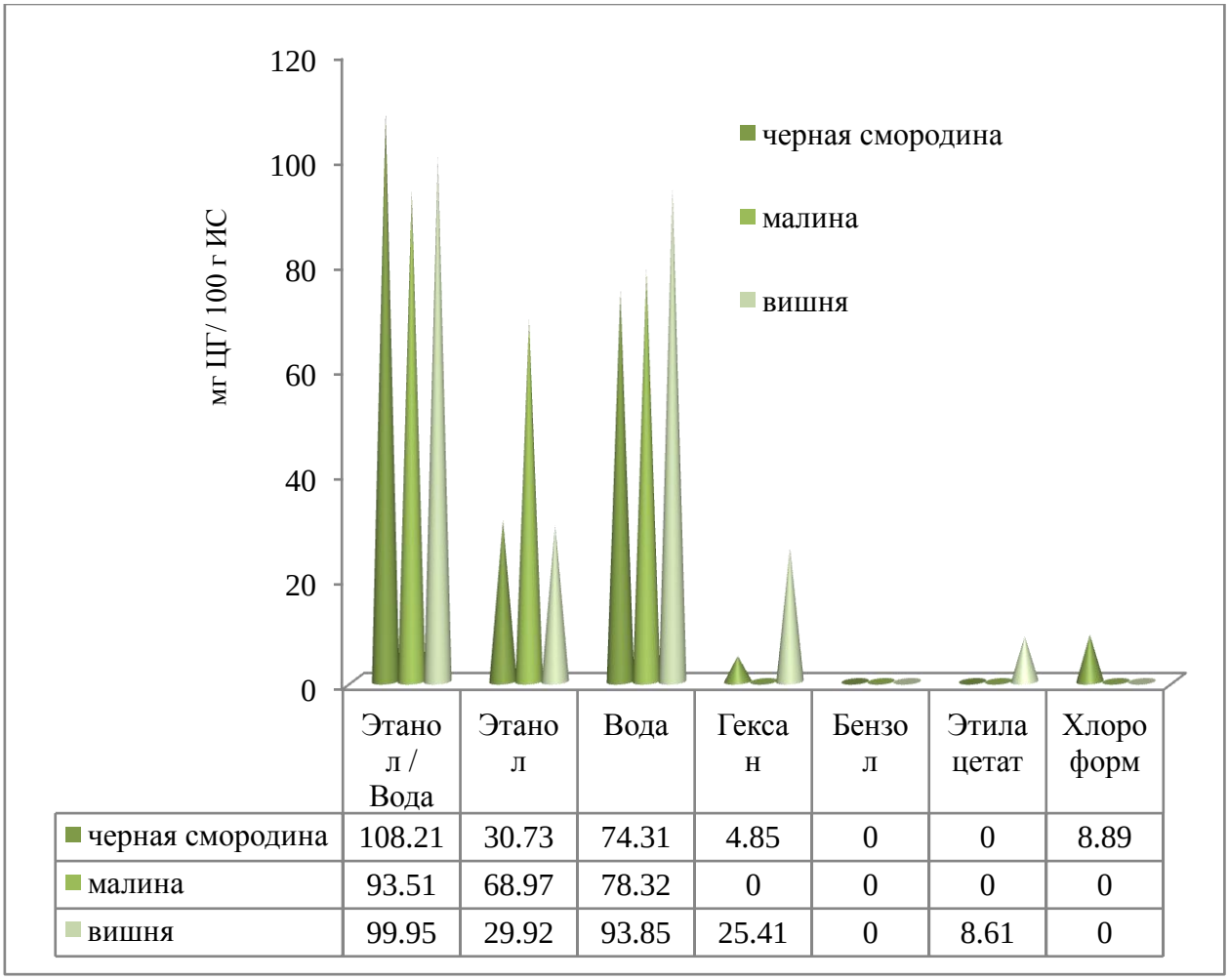
Рисунок 3.2 – Влияние используемого растворителя на общее содержание фенольных веществ в экстрактах



	Этанол / Вода	Этанол	Вода	Гексан	Бензол	Этилацетат	Хлороформ
черная смородина	64	193	61	36	37	16	34
малина	28	50	69	0	0	39	0
вишня	97	176	56	34	17	42	0

Рисунок 3.3 – Влияние используемого растворителя на содержание флавоноидов в экстрактах

Наибольшее количество антоцианов для всех плодов и ягод обнаружено при экстракции водно-спиртовым раствором:108,21 мг/100 г – черная смородина, 93,51 мг/100 г – малина, 99,95 – вишня. На втором месте по экстрагирующей способности оказалась вода, при ее использовании содержание антоцианов падает не более чем в 1,5 раза. В экстрактах бензола, этилацетата, хлороформа антоцианты не были обнаружены. Результаты представлены на рисунке 3.4.



	Этанол / Вода	Этанол	Вода	Гексан	Бензол	Этилацетат	Хлороформ
черная смородина	108.21	30.73	74.31	4.85	0	0	8.89
малина	93.51	68.97	78.32	0	0	0	0
вишня	99.95	29.92	93.85	25.41	0	8.61	0

Рисунок 3.4 – Влияние используемого растворителя на содержание антоцианов в экстрактах

По показателям восстанавливающей силы также лидирующие позиции занимают три растворителя: вода(для черной смородины – 11,25 ммоль Fe^{2+}/1 кг), этанол и водно-этанольная смесь (малина – 11,32 ммоль Fe^{2+}/1 кг и вишня – 11,88 ммоль Fe^{2+}/1 кг). На последних местах, как и по предыдущим

показателям, располагаются *н*-гексановый, бензольный, этилацетатный и хлорофомный экстракты (табл. 3.5).

Аналогичная тенденция наблюдается по показателям антиокислительной активности в системе линолевой кислоты и антирадикальной активности в системе DPPH (табл. 3.5).

Таблица 3.5 – Результаты исследования антиоксидантной активности экстрактов черной смородины, малины и вишни при использовании различных растворителей

Растворитель	Объект	ВС, ммоль Fe^{2+} / 1 кг ИС	АОА, % инг.	АРА, EC_{50}, мг/мл
Этанол / Вода	ЧС	6,48	38,4	15,5
	М	11,32	3,4	12,5
	В	11,88	18,8	22,3
Этанол	ЧС	8,28	41,4	8,5
	М	9,09	55,5	33,0
	В	9,72	23,9	51,2
Вода	ЧС	11,25	5,6	29,5
	М	3,87	не обнаружено	24,5
	В	7,83	36,6	49,6
н-Гексан	ЧС	0,54	не обнаружено	не обнаружено
	М	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
	В	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Бензол	ЧС	0,63	не обнаружено	не обнаружено
	М	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
	В	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Этилацетат	ЧС	0,81	не обнаружено	138,0
	М	1,98	не обнаружено	не обнаружено
	В	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Хлороформ	ЧС	2,25	не обнаружено	не обнаружено
	М	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
	В	0,36	не обнаружено	не обнаружено

Таким образом, в зависимости от природы исходного растворителя для производства экстрактов из одного и того же сырья – ягод черной смородины – получают экстракты с резко различающимися показателям; только 2 вида

растворителей (этиловый спирт и вода) и их смесь обеспечивают получение экстрактов с высокими показателями: химического состава; аналогичная тенденция характерна и для показателей антиоксидантной активности.

Именно вода обеспечивает экстракцию гидрофильных веществ, а этанол – липофильных веществ. Вероятно, именно по этой причине они являются лучшими из изучаемых растворителей. Выбор обоснован не только наибольшей экстрагирующей способностью, но и их безопасностью.

3.2.3 Сравнительный анализ различных методов активации процесса экстракции

Экстракция растворителем является хорошим методом извлечения полифенолов (Терлецкая В.А. и др., 2013), однако имеет несколько недостатков, таких как использование большого количества органических растворителей, длительное время экстракции, ограничение в выборе растворителя из-за влияния на здоровье человека и способности деградации целевых соединений. Есть много альтернативных методов, которые способны либо устранить, либо уменьшить эти недостатки (Шишацкий Ю.И., Яковлев Н.Н., 2009).

Современный темп научно-технического прогресса и генерация новых идей постоянно изменяет их будущее практическое применение. Результаты научных исследований в различных областях знаний, в том числе в пищевой промышленности, получают применение в новых технологиях (Khramtsov A.G.et. al., 2014).

Эффективность экстракции биологически активных компонентов из растительных материалов зависит от различных факторов, таких как технология экстракции, природа растворителя, время, температура, модуль, т.е. соотношение растительного материала и растворителя и многие другие. Тем не менее, оптимальная технология извлечения имеет решающее значение для обеспечения эффективного извлечения целевых компонентов из растительного материала. Обычные технологии экстракции, такие как экстракция в аппарате Сокслета и мацерация, являются, несмотря на

большой расход растворителя, затратность по времени и энергии, до сих пор широко используются. В течение последних десятилетий активно внедряются некоторые новые технологии экстракции, в том числе ультразвуковая, микроволновая, инфракрасная, флюидная надкритическая экстракция, которые являются энергосберегающими и экологически чистыми с получением высококачественных экстрактов. Теоретически, оптимальная технология экстракции должна быть простой, безопасной, воспроизводимой, недорогой и должна подходить для промышленного применения (Vongsak B. et. al.,2013).

1. *Ультразвуковая экстракция (УЗ)*. Экстракция при использовании ультразвуковой обработки является достаточно дешевым методом, требующим минимального аппаратурного оформления (Rostagno M.A.et. al., 2003). Увеличение выхода экстракта за счет использования ультразвука, связано в первую очередь с разрушением клеточных структур (лизисом) или с распадом клетки. Ультразвук оказывает механическое воздействие, что приводит к проникновению растворителя в матрицу ягод, увеличивая площадь контактной поверхности между твердой и жидкой фазой (Wang J.et. al., 2008). Увеличение массопереноса и значительное нарушение клеточных стенок приводят в конечном итоге к увеличению выхода экстракта. Ультразвуковые волны также могут вызывать некоторые химические процессы, которые нежелательны из-за изменения химического состава, возможной деградации целевых соединений и возникновения свободных радикалов в пузырьках газа (Paniwnyk L.et. al., 2001). Следовательно, условия экстракции, такие как время, температура, мощность и ультразвуковая частота должна быть точно определены за счет экспериментальных исследований.

Использование местного растительного сырья для производства экстрактов является экономически обоснованным. В представленной работе УЗ используется для извлечения антиоксидантных соединений из ягод черноплодной аронии, черной смородины, малины и вишни. Все ягодное

сырье было взято из нескольких местных источников. В качестве растворителя использовали 50 % этиловый спирт, поскольку он является доступным, получаемым из возобновляемого источника и является экологически безопасным. Экстракты были получены с использованием ультразвукового прибора ПСБ-2835-05 при частоте 35 кГц при 40 °С в течение 2 часа. В качестве контрольной группы были получены экстракты при 40 °С в течение 2 часов без использования УЗ.

Из рисунка 3.5 можно увидеть, что использование ультразвуковой обработки приводит к увеличению содержания фенольных веществ в экстракте до 1,5 раз.

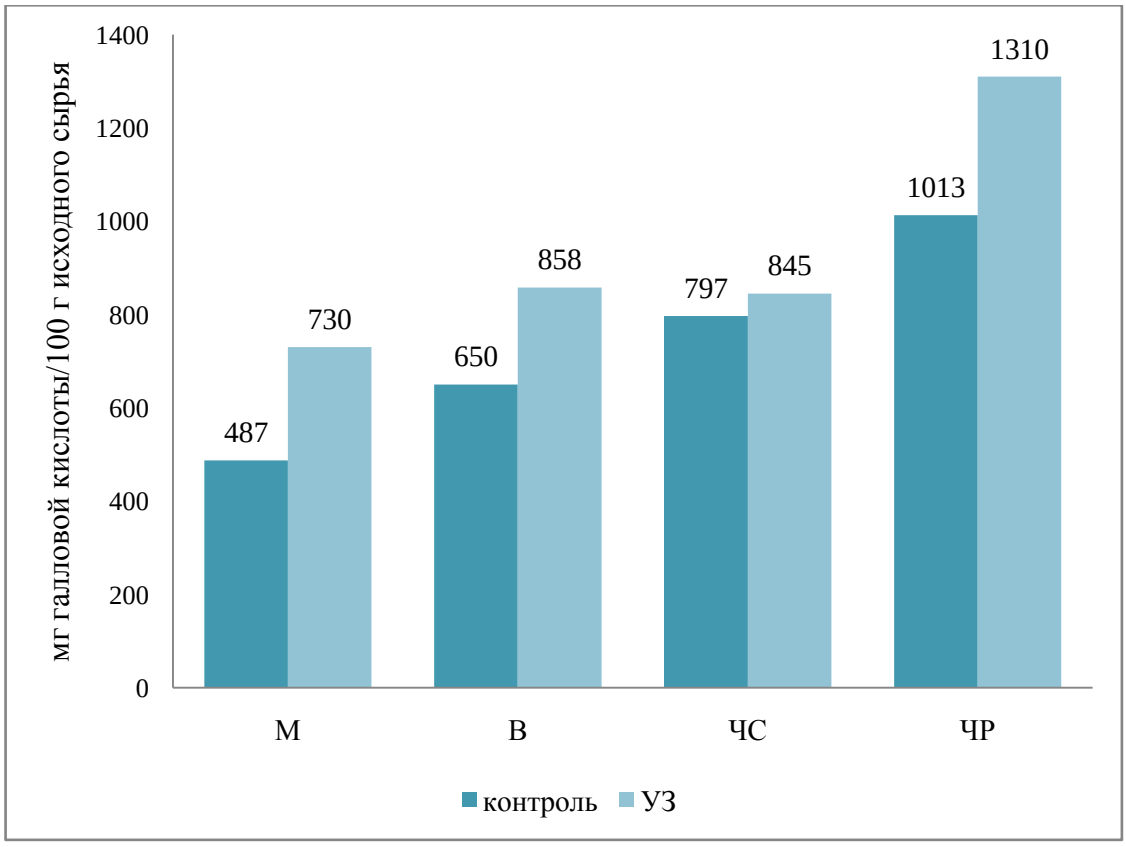


Рисунок 3.5– Общее содержание фенольных веществ в экстрактах контрольной группы и экстрактах, полученных при УЗ обработке

Использование УЗ позволяет незначительно увеличить содержание флавоноидов во всех получаемых экстрактов (рис. 3.6).

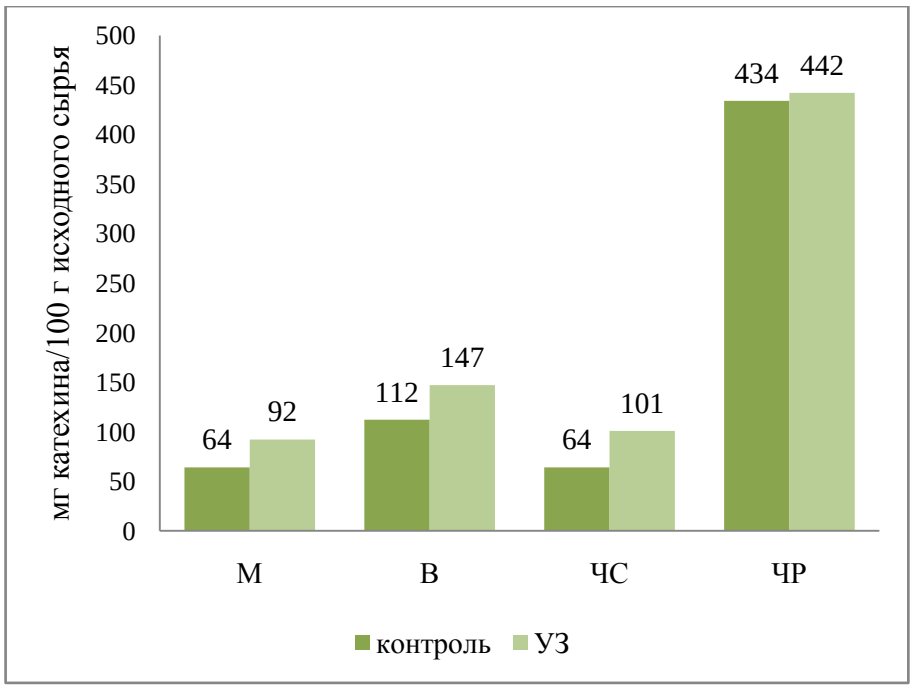


Рисунок 3.6 – Общее содержание флавоноидовв экстрактах контрольной группы и экстрактах, полученных при УЗ обработке

Аналогично фенолам и флавоноидам, общее содержание антоцианов увеличивается при обработке получаемых экстрактов ультразвуковым излучением.

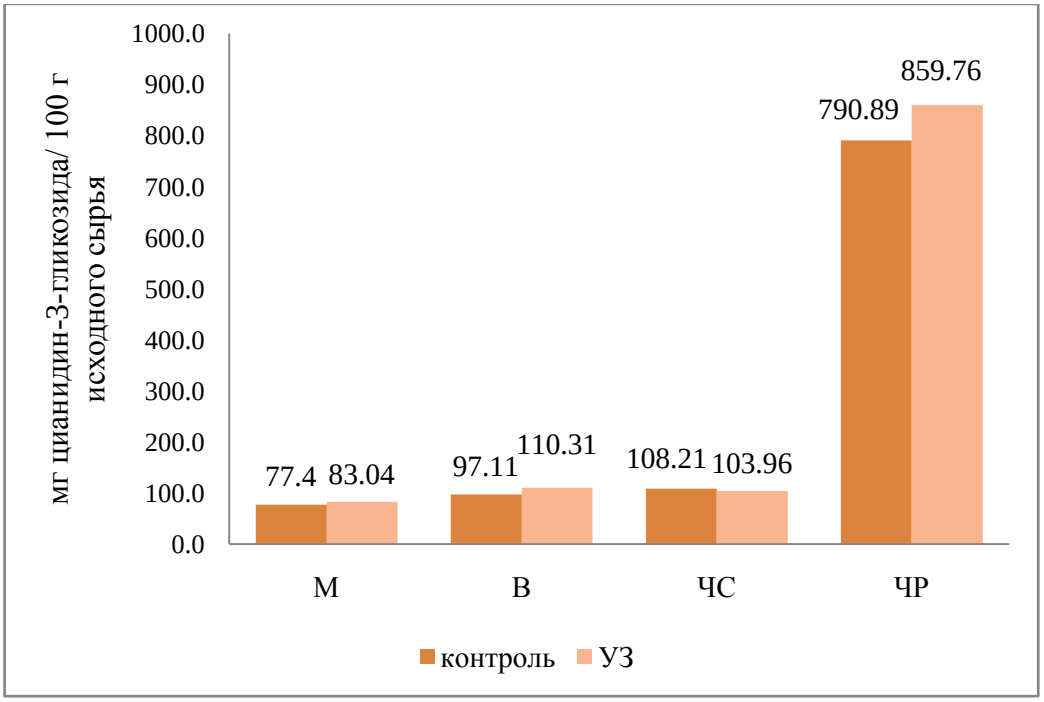


Рисунок 3.7 – Общее содержание антоцианов в экстрактах контрольной группы и экстрактах, полученных при УЗ обработке

Из рисунка 3.8 видно, что способность тормозить действие свободных радикалов DPPH при экстракции в условиях ультразвуковой обработки для малины, вишни и черной смородины резко увеличивается.

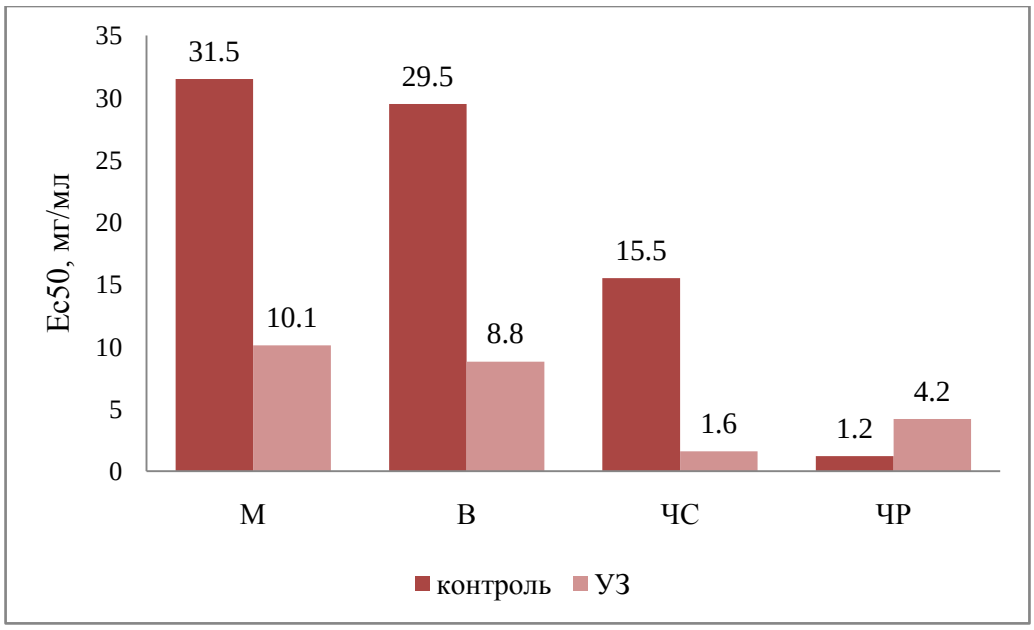


Рисунок 3.8 – Антирадикальная активность по методу DPPH в экстрактах контрольной группы и экстрактах, полученных при УЗ обработке

Анализ экстрактов, полученных при действии УЗ обработки, на восстанавливающую силу показывает, что антиоксидантность растет по сравнению с контрольной группой образцов, что отмечено в таблице 3.6.

Антиоксидантная активность выражается в процентах ингибирования окисления линолевой кислоты. Для черной смородины и черноплодной аронии обработка УЗ позволила увеличить способность ингибирования линолевой кислоты (табл. 3.6).

Таблица 3.6 – Антиоксидантная активность экстрактов ягод, полученных в условиях ультразвукового излучения

Объект	ВС, ммоль Fe^{2+} / 1 кг ИС	АОА, % инг.
1	2	3
Малина Контроль/УЗ	7,92/10,08	57,5/54,1

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3
Вишня Контроль/УЗ	11,97/12,87	68,3/50,7
Черная смородина Контроль/УЗ	6,48/8,01	38,4/51,7
Черноплодная аронии Контроль/УЗ	18,36/19,98	27,6/69,9

Таким образом, использование ультразвуковой излучения при получении экстракта ягод позволяет увеличить содержание фенольных соединений и антиокисдантную активность в целом. УЗ обработка позволила увеличить выход антиоксидантов за меньшее время при той же температуре, которая оптимальна для экстракции термически нестабильных компонентов из ягод.

2. *Инфракрасная экстракция (ИК)*. Инфракрасная обработка становится все более популярным в перерабатывающих отраслях промышленности в качестве эффективного и экологически чистого способа активации процессов. Это обусловлено высокой тепловой эффективностью и более быстрой скоростью нагрева по сравнению с конвективным нагревом. Метод также удобен из-за легкого контроля температуры нагрева, простоты применения, а также значительной экономии пространства и потребления энергии. ИК-аппараты работают по принципу прямого нагрева, где тепло передается непосредственно в центр материала в виде электромагнитных волн без нагрева окружающей среды. Применение энергии инфракрасного излучения для нагрева растворителя при контакте с растительным сырьем в большинстве случаев может улучшить эффективность экстракции по сравнению с обычными методами. Кроме того, по сравнению с другими современными методами экстракции ИК обработка проще в использовании, дешевле и экологически чище (Cai Y. et. al, 2011).

Таким образом, ИК обработка может непосредственно нагревать смесь растворителя с растительным сырьем без нагрева окружающего воздуха, в то время как при обычном нагревании необходимо время для нагрева сосуда перед тем, как тепло передается к раствору. ИК обработка используется для повышения эффективности экстракции растворителем биоактивных компонентов растительного сырья (Мищенко Е.В.,2015). Время экстракции с использованием ИК облучения при этом значительно снижется по сравнению с обычной экстракцией (с нескольких часов до нескольких минут).

Экстракция при инфракрасной обработке проводилась следующим образом: измельченные свежие плоды или ягоды (2 г) с 10 мл этанола и 10 мл дистиллированной воды поместили в круглодонную колбу и выдержали в течение 2 часов под ИК-лампой мощностью 275 Вт (Anndesum IR lamp) при температуре 40±1 °C. По окончании экстракции жидкая фаза была отделена от твердого остатка фильтрацией. В качестве контрольной группы были получены экстракты при 40 °C в течение 2 часов без использования ИК облучения.

Использование ИК обработки, как показано на рисунке 3.10, способно приводить к увеличению общего содержания фенольных веществ по сравнению с контрольной группой экстрактов.

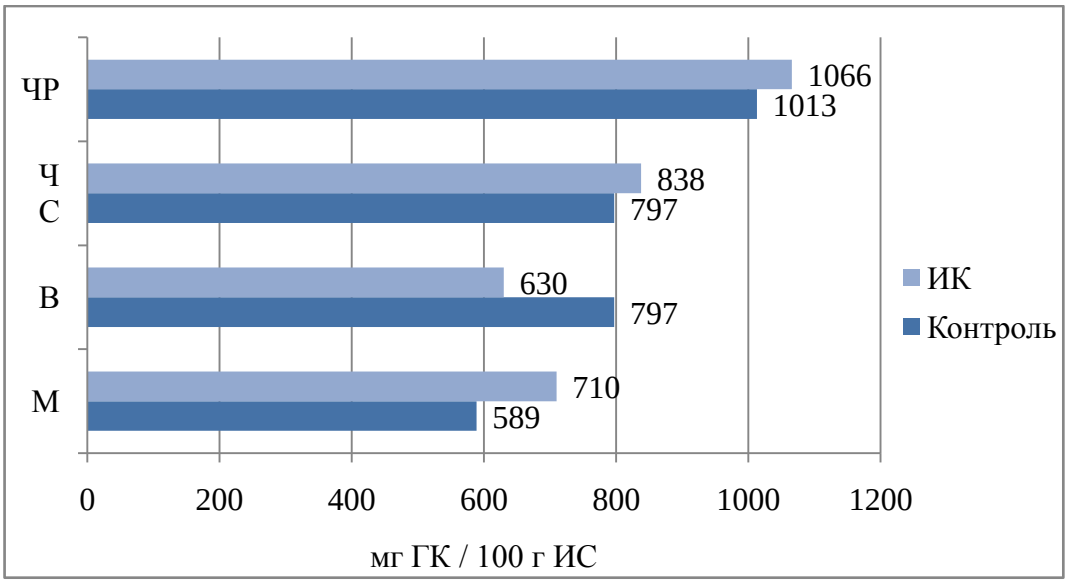


Рисунок 3.10 – Общее содержание фенольных веществ в экстрактах контрольной группы и экстрактах, полученных при ИК обработке

Аналогично общему содержанию фенолов, использование инфракрасной обработки приводит к увеличению содержания флавоноидов в исследуемых экстрактах (рис. 3.11).

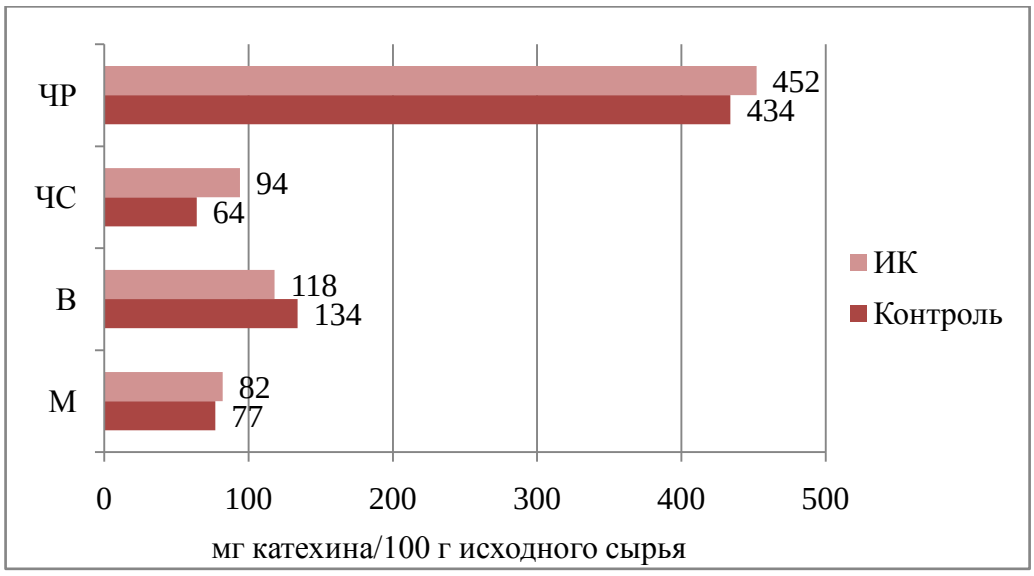


Рисунок 3.11 – Общее содержание флавоноидов в экстрактах контрольной группы и экстрактах, полученных при ИК обработке

Однако по показателю общего содержанию антоцианов в экстрактах наблюдается следующая картина: для вишни и малины содержание антоцианов практически не изменилось по сравнению с контрольной группой, для черной смородины содержание антоцианов увеличилось в 2,07 раза, а для черноплодной аронии – уменьшилось в 2,09 раза (рис. 3.12).

Восстанавливающая сила по методу FRAP для плодов и ягод при активации ИК облучением увеличивается до 2,2 раз, что видно из рисунка 3.13.

Антирадикальная активность по методу DPPH в экстрактах при активации ИК облучением остается примерно на том же уровне для всех плодов и ягод, кроме черной смородины: антирадикальная активность увеличивается в 1,9 раз (рис. 3.14).

Рисунок 3.12 – Общее содержание антоцианов в экстрактах контрольной группы и экстрактах, полученных при ИК обработке

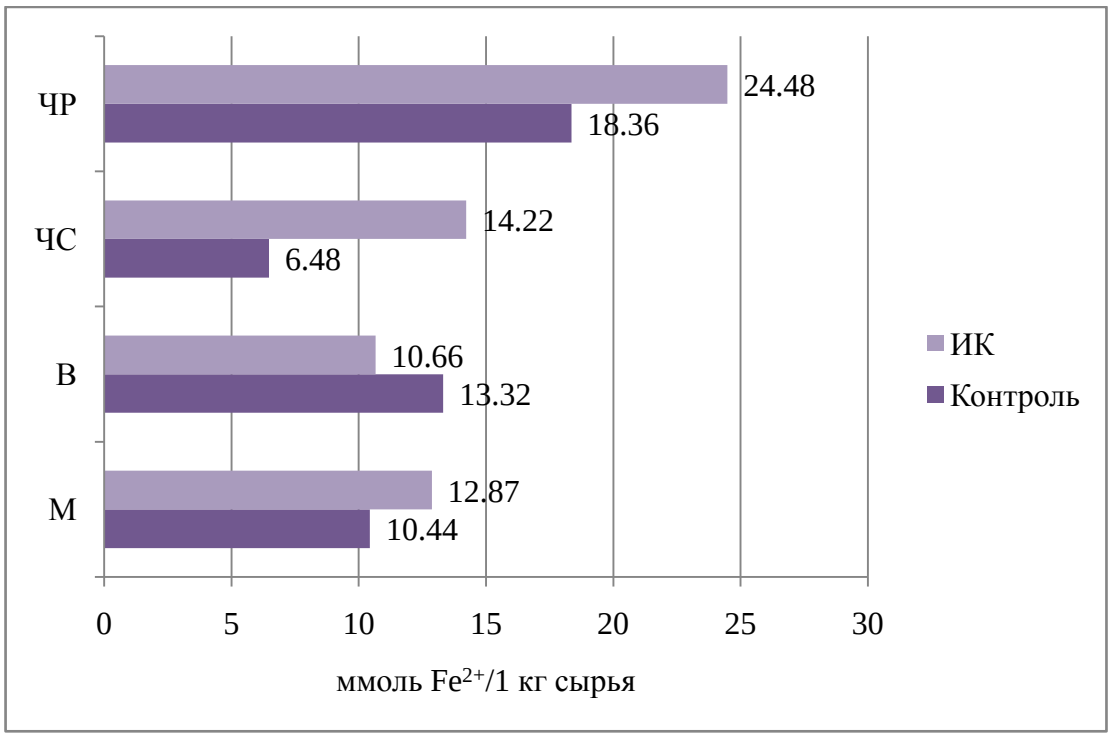


Рисунок 3.13 – Восстанавливающая сила по методу FRAP в экстрактах контрольной группы и экстрактах, полученных при ИК обработке

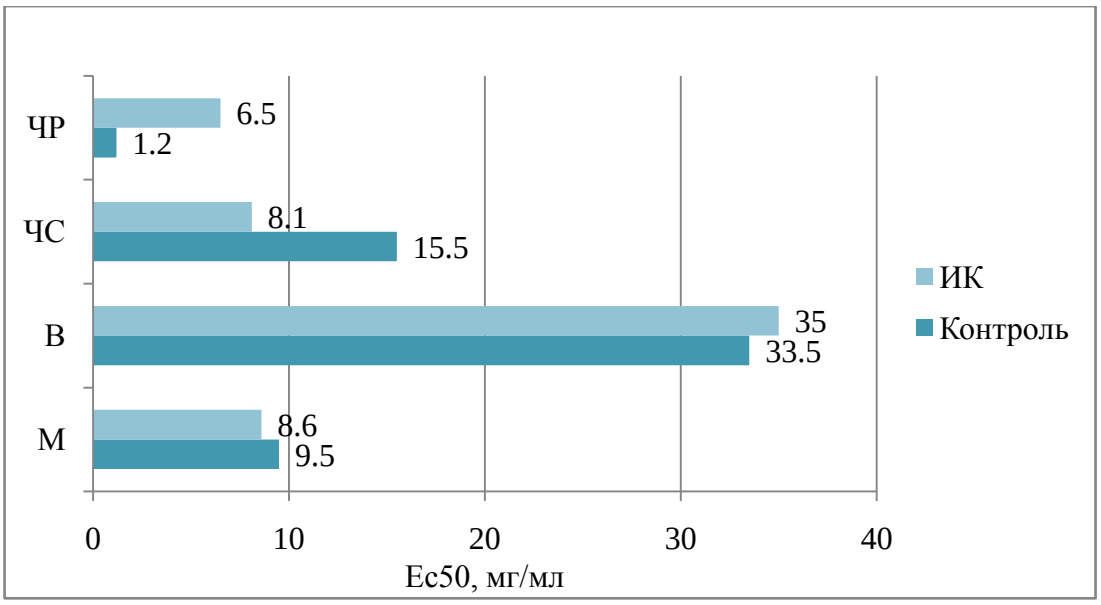


Рисунок 3.14 – Антирадикальная активность по методу DPPH в экстрактах контрольной группы и экстрактах, полученных при ИК обработке

Для показателей антиоксидантной активности в системе линолевой кислоты не наблюдается какой-либо общей зависимости: она как увеличивается (малина), так и уменьшается (черноплодная арония, черная смородина и вишня), что отмечено на рисунке 3.15.

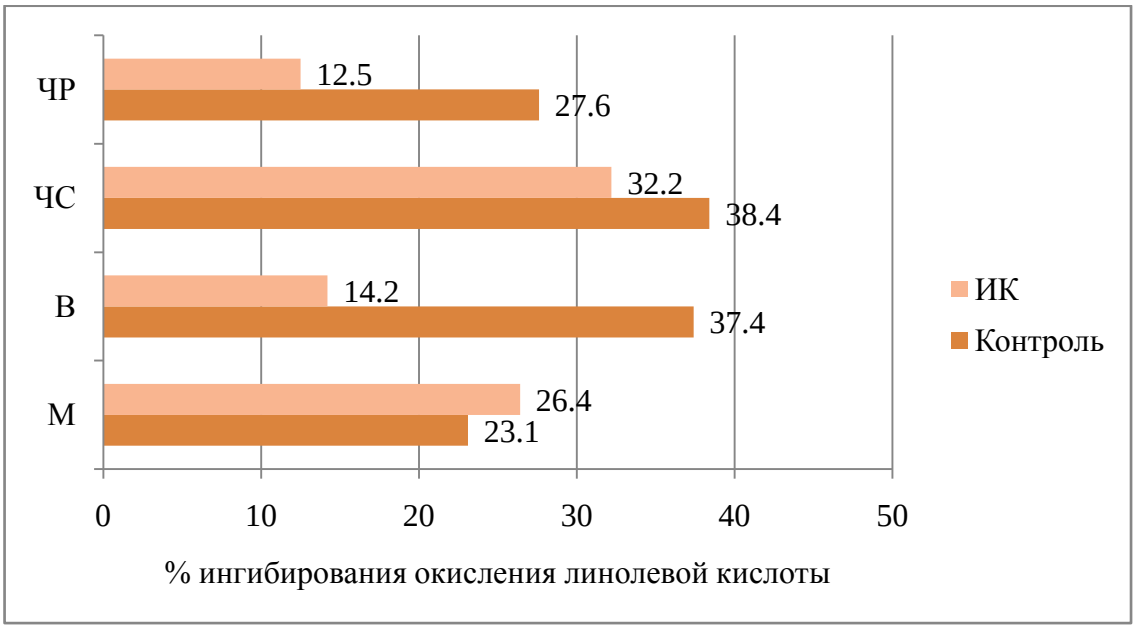


Рисунок 3.15 –Антиокислительная активность в системе линолевой кислоты в экстрактах контрольной группы и экстрактах, полученных при ИК обработке

Таким образом, для большего числа показателей наблюдается положительная тенденция по показателям антиоксидантной активности при активации процесса экстракции ИК облучением, что позволяет рекомендовать его как возможный способ интенсификации процесса.

3. Микроволновая экстракция (МВ). Еще одним из возможных путей активации экстракции является микроволновое излучение (Маркин В.И. и др., 2014). Микроволновое излучение достаточно активно используются при экстракции различных низкомолекулярных соединений из природного органического сырья, и прежде всего растительного. Известны примеры выделения групп веществ и отдельных соединений, в том числе фенольных веществ и флавоноидов.

Экстракты были получены с использованием микроволнового облучения при мощности 90 и 700 Вт в течение 1 и 5 мин (1мин 90 Вт, 1 мин 700 Вт, 5 мин 70 Вт). В качестве растворителя использовали смесь этилового спирта и воды (1:1), поскольку они является доступными и экологически безопасными. В качестве контрольной группы были получены мацерацией экстракты при 40°С в течение 120 мин без использования МВ обработки (контроль).

Как видно из рисунка 3.16 наиболее благоприятными условиями для экстракции антиоксидантов из черноплодной аронии будет экстракция при микроволновом излучении при 90 Вт в течение 5 мин. В случае черной смородины и малины наиболее благоприятными условиями будет является экстракция в течение 1 мин при 90 Вт. Из вишни были получены наиболее эффективные экстракты при классической мацерации без использования микроволнового излучения. Результаты анализа всех экстрактов, полученных при 700 Вт в течение 1 мин, показывают, что такие условия отрицательно влияют на фенольные вещества, сокращая их выход.

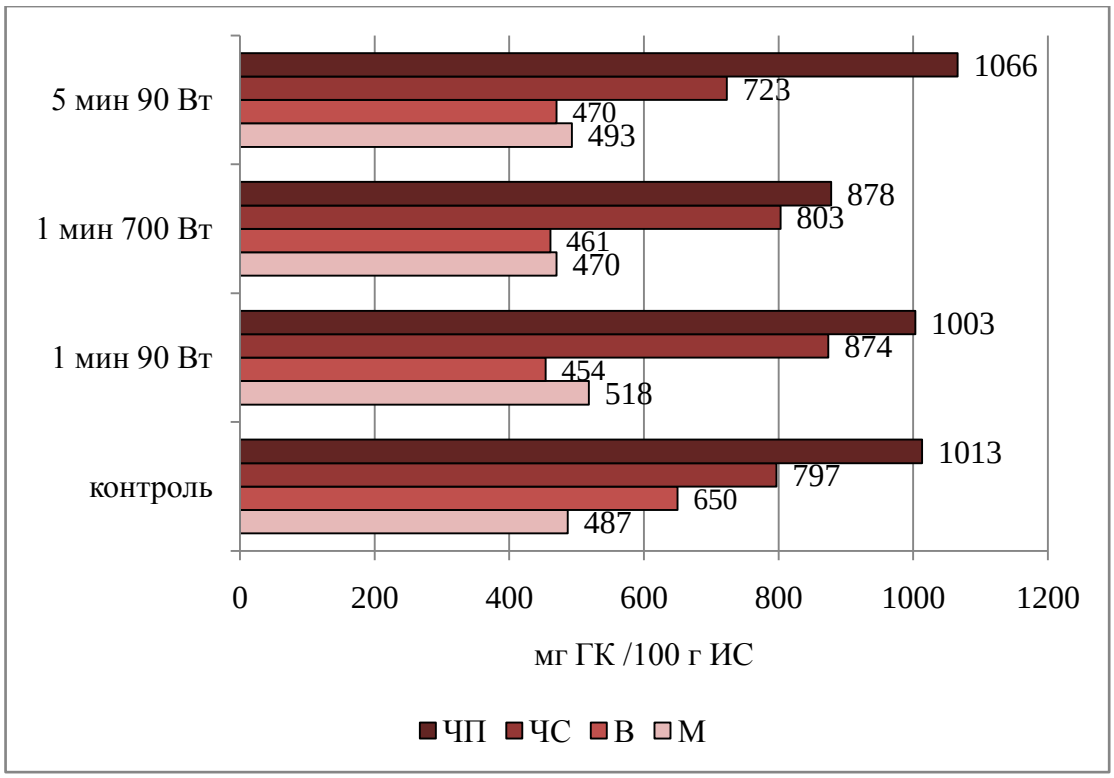


Рисунок 3.16 – Общее содержание фенольных веществ в экстрактах, полученных при МВ обработке

Аналогично фенольным веществам при анализе экстрактов на содержание флавоноидов для черной смородины и малины наиболее благоприятными условиями является экстракция при микроволновом излучении в течение 1 мин (90 Вт). В случае черноплодной аронии и вишни лидирующие позиции занимает мацерация без воздействия микроволновой обработки (табл. 3.7).

При анализе экстрактов черноплодной аронии, полученных при МВ излучении, на содержание антоцианов наблюдается, предположительно, деструкция антоцианов и, как следствие, меньшее их содержание в экстрактах по сравнению с экстрактами, полученными методом мацерации. Экстрагирование при микроволновой обработке (90 Вт) в течение 1 мин для черной смородины и малины, как и для показателей, рассмотренных выше, проявляет себя наилучшим образом при анализе на общее содержание антоцианов (табл. 3.7).

Таблица 3.7 – Общее содержание флавоноидов и антоцианов в экстрактах, полученных при МВ обработке

Объект		Фл, мг К/ 100 г ИС	Ац, мг ЦГ/ 100 г ИС
М	контроль	64	77,40
	1 мин, 90 Вт	72	91,59
	1 мин, 700 Вт	61	76,88
	5 мин, 90 Вт	58	81,23
В	контроль	112	97,11
	1 мин, 90 Вт	105	70,37
	1 мин, 700 Вт	101	57,83
	5 мин, 90 Вт	102	61,17
ЧС	контроль	64	108,21
	1 мин, 90 Вт	82	112,15
	1 мин, 700 Вт	79	110,98
	5 мин, 90 Вт	69	109,48
ЧП	контроль	434	790,89
	1 мин, 90 Вт	336	287,81
	1 мин, 700 Вт	331	289,82
	5 мин, 90 Вт	311	299,34

Наиболее оптимальными условиями экстракции по антирадикальной активности являлась классическая мацерация, что видно из рисунка 3.17. При использовании МВ обработки показатели антирадикальной активности падают.

Аналогично предыдущим опытам, анализ на восстанавливающую силу по методу FRAP показал (табл. 3.8), что наиболее оптимальными условиями для экстракции является экстракция при микроволновой обработке в течение 1 мин (90 Вт).

По показателю антиокислительной активности (табл. 3.8) наилучшие результаты показывают экстракты, полученные методом мацерации без воздействия микроволнового излучения.

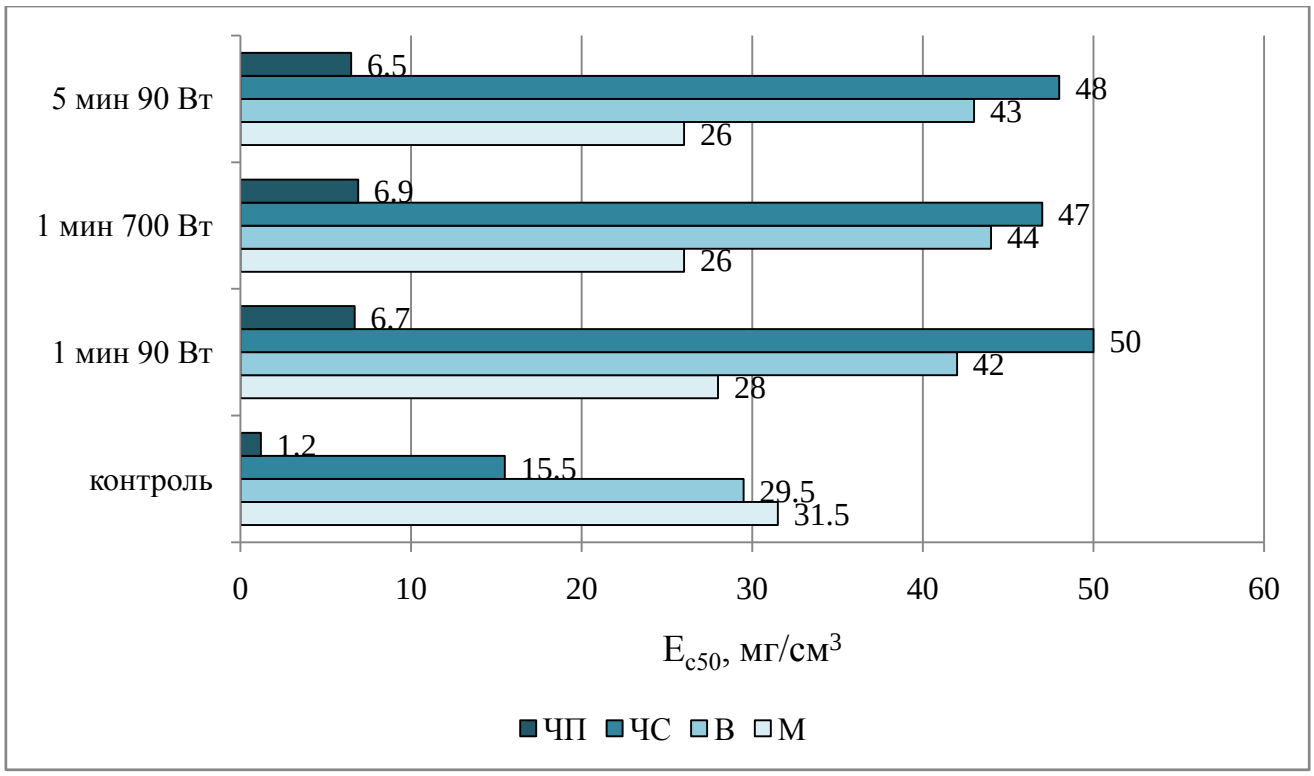


Рисунок 3.17 – Антирадикальная активность по методу DPPHв экстрактах, полученных при МВ обработке

Таблица 3.8 – Восстанавливающая сила по методу FRAP и антиоксидантная активность в системе линолевой кислоты экстрактов, полученных при МВ обработке

Объект		ВС, ммоль Fe^{2+} / 1 кг ИС	АОА, % инг.
1	2	3	4
М	контроль	7,92	57,5
	1 мин, 90 Вт	9,09	16,6
	1 мин, 700 Вт	7,83	29,6
	5 мин, 90 Вт	7,82	12,8
В	контроль	11,97	68,3
	1 мин, 90 Вт	9,36	25,0
	1 мин, 700 Вт	8,82	24,7
	5 мин, 90 Вт	9,32	32,3
ЧС	контроль	6,48	38,4
	1 мин, 90 Вт	11,16	29,3
	1 мин, 700 Вт	9,36	25,8
	5 мин, 90 Вт	8,46	19,3

Продолжение таблицы 3.8

1	2	3	4
ЧП	контроль	18,36	27,6
	1 мин, 90 Вт	20,7	28
	1 мин, 700 Вт	18,18	32,6
	5 мин, 90 Вт	18,72	19,0

Таким образом, по результатам исследования можно сделать выводы, наиболее оптимальными условиями экстракции при микроволновой обработке будут: экстракция в течение 1 мин при 90 Вт. Несмотря на то, что по некоторым показателям лидирующие позиции занимает классическая мацерация, сокращение временных параметров со 120 мин до 1 мин позволяет остановить выбор на микроволновой экстракции. Длительное время и высокая мощность при экстрагировании приводят к деструкции целевых соединений, что говорит о невозможности использования этих условий.

4. *Надкритическая экстракция (НК)*. Надкритическая экстракция и экстракция под давлением находит все большее применение в пищевой промышленности и родственных индустриях. Надкритические жидкости обладают полезными физическими свойствами, такими как низкая вязкость и высокий коэффициент диффузии в матрице образца (Mendiola J.A.et. al., 2007). Это позволяет значительно быстрее протекать процессам экстракции, чем в обычных органических растворителях. Кроме того, надкритическая флюидная экстракция способна работать при низких температурах, что делает ее возможной для экстракции термолабильных соединений, таких как антиоксиданты. Сообщалось (CaveroS. et. al., 2005), что экстракты, полученные методом надкритической флюидной экстракцией, как правило, обладают более высоким уровнем антиокислительной силы, чем те, которые получены путем экстракции растворителем, вероятно, вследствие меньшей деструкции соединений.

Самым экологически чистым растворителем, который может быть использован для извлечения антиоксидантов является вода. Однако, поскольку чистая вода при нормальных условиях является полярным растворителем, для хорошего извлечения антиоксидантов диэлектрическую постоянную воды можно значительно уменьшить, это происходит вследствие того, что температура воды в надкритических условиях выше температуры кипения при атмосферном давлении (AliakbarianB. et. al., 2012).Малополярные соединения, такие как антиоксидантные соединения, могут быть успешно извлечены из различных растительных образцов с использованием надкритической воды при температуре между 100 и 374 °C (TurnerCh. et. al., 2006).

Надкритическая экстракция проводилась при давлении 40 МПа и температурах 120, 150 и 200 °C при использовании в качестве воды и спирта. Несмотря на то, что в промышленных условиях часто используется метанол, нами этот растворитель не был рассмотрен из-за его высокой токсичности, которая представляет собой резкую опасность для окружающей среды. Контрольная проба была приготовлена аналогично вышеописанным методам.

Эксперименты по изучению процесса жидкостной экстракции под давлением в динамическом (проточном) режиме проводили с использованием установки, схема которой представлена на рисунке 3.18.

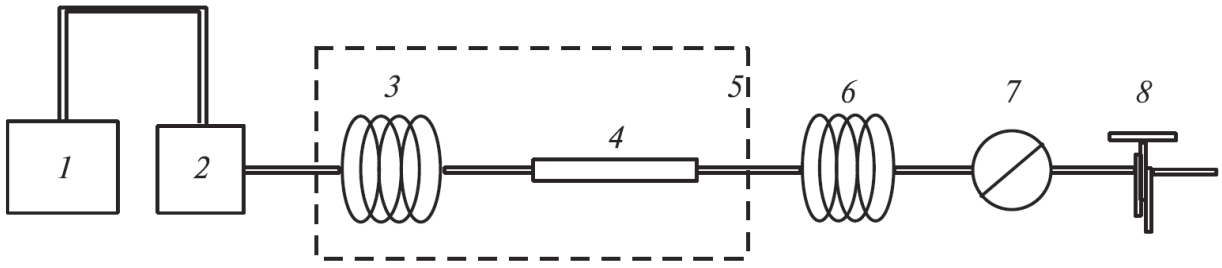
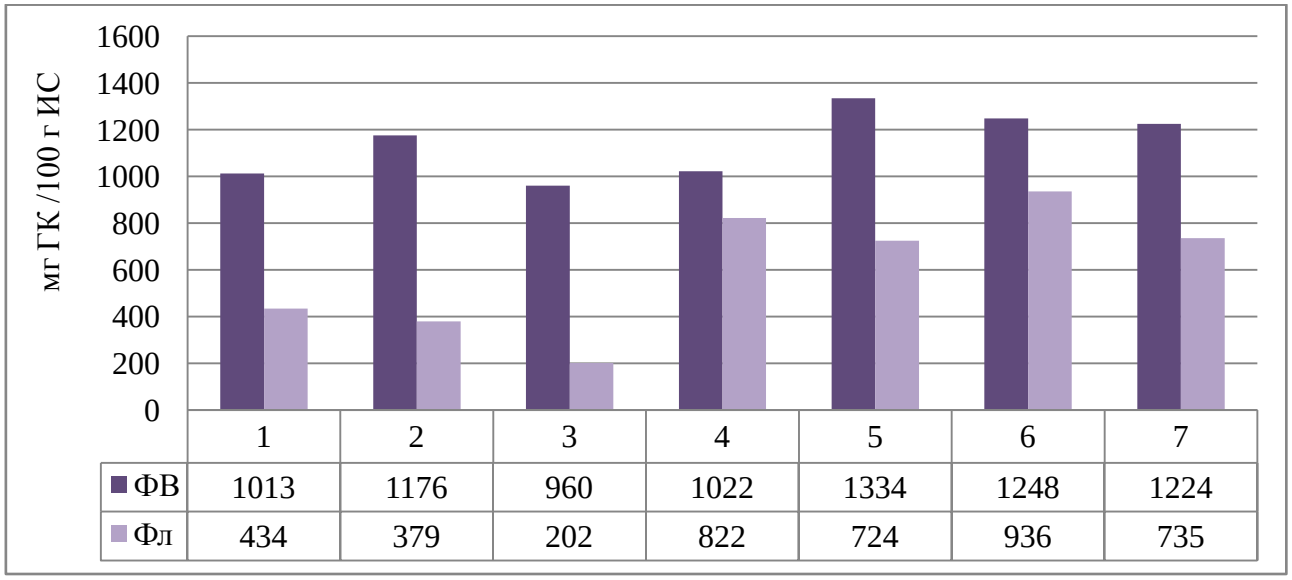


Рисунок 3.18 – Схема установки для жидкостной экстракции под давлением: 1 – сосуд с экстрагентом; 2 – насос высокого давления; 3 – капилляр предварительного нагрева экстрагента; 4 – экстрактор; 5 – термостат; 6 – охлаждаемый капилляр; 7 – манометр; 8 – регулятор давления

В данной установке экстрагент из сосуда 1 подаётся в насос высокого давления 2, обеспечивающий расход F_c в системе от 0,1 до 10,0 $см^3$/мин при давлении Р до 40,0 МПа. Из насоса 2 экстрагент поступает в капилляр предварительного нагрева экстрагента 3 и экстрактор 4, помещённые в термостат 5. Экстрактор 4 выполнен в виде колонки из нержавеющей стали длиной 250 мм и внутренним диаметром 10 мм. На выходе из экстрактора 4 установлен капилляр 6, охлаждаемый до температуры 20 °С. Для контроля давления в системе установлен образцовый манометр 7 и регулятор давления 8.

Как видно из рисунка 3.19, наибольшим содержанием фенольных соединений обладает водный экстракт, полученный в надкритических условиях при 150 °С, что превышает содержание фенолов в контрольном образце почти в 1,5 раза. При температуре 200 °С содержание фенольных веществ низкое, что свидетельствует о деструкции соединений.



	1	2	3	4	5	6	7
ФВ	1013	1176	960	1022	1334	1248	1224
Фл	434	379	202	822	724	936	735

Рисунок 3.19 – Общее содержание фенольных соединений и флавоноидов в экстрактах черноплодной аронии, полученных в надкритических условиях: 1 – спирт/вода (контроль), 2 – спирт (контроль), 3 – вода (контроль), 4 – надкритическая вода 120 °С, 5 – надкритическая вода 150 °С, 6 - надкритическая вода 200 °С, 7 – надкритический спирт 10 %-ный 120 °С

Как и фенольные соединения, флавоноиды обладают хорошим антиоксидантным действием. Определение содержание флавоноидов показало (рис. 3.19), что наилучшими условиями для экстракции этих соединений является надкритическая экстракция водой при 200 °С (936 мг/100 г), что в 4,6 раз превышает контрольную группу.

Основным пигментом черноплодной аронии являются антоцианы, которые, как известно, проявляют антиоксидантные свойства. Однако применение надкритической экстракции для получения экстракта с высоким содержанием антоцианов оказалось неприменимым, так как при увеличении температуры происходит их уменьшение по сравнению с контрольными образцами, связанное с нестабильностью структуры антоцианов при высоких температурах, что видно из таблицы3.9.

Таблица 3.9 – Общее содержание антоцианов в экстрактах черноплодной аронии, полученных в надкритических условиях

Объект	Ац, мг ЦГ/ 100 г ИС
спирт/вода - контроль	790,89
спирт - контроль	510,6
вода - контроль	353,99
вода, 120 °С	567,43
вода, 150 °С	194,88
вода, 200 °С	103,29
спирт 10%, 120 °С	270,76

Из рисунка 3.20 видно, что среди исследуемых экстрактов наилучшую антирадикальную активность проявляют спиртовой и водно-спиртовой контрольные экстракты (1,3 и 1,2 E_{c50}, мг/см^3). Для водных экстрактов антирадикальная активность при применении надкритических условиях вне зависимости от температуры в 2 раза выше, чем в спиртовых.

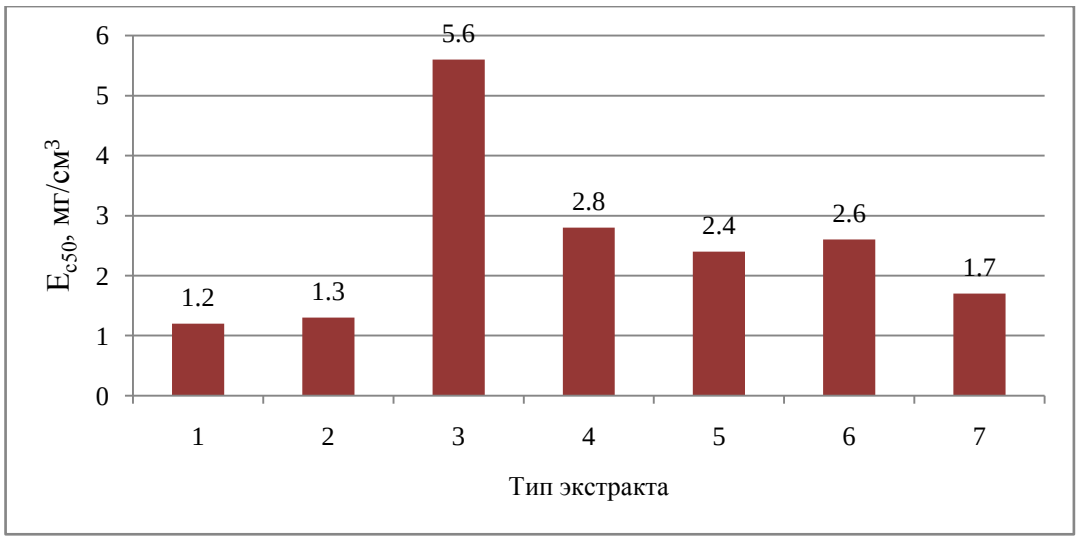


Рисунок 3.20 – Антирадикальная активность экстрактах черноплодной аронии, полученных в надкритических условиях, E_{c50}: 1 – спирт/вода (контроль), 2 – спирт (контроль), 3 – вода (контроль), 4 – надкритическая вода 120 °С, 5 – надкритическая вода 150 °С, 6 - надкритическая вода 200 °С, 7 – надкритический спирт 10 %-ный 120 °С

По восстанавливающей силе по методу FRAP (ferric reducing antioxidant power) согласно данным таблицы 3.10 наилучшие результаты показала контрольная группа экстрактов. Восстанавливающая сила для водного экстракта, полученного в надкритических условиях при 120 °С равна антиоксидантной активности водного экстракта из контрольной группы, а при увеличении температуры этот показатель падает с 17,46 ммоль Fe^{2+}/1 кг до 10,44 ммоль Fe^{2+}/1 кг.

Как видно из таблицы 3.10, наибольшей ингибирующей силой в системе линолевой кислоты обладает водный экстракт, полученный при 200 °С (50,8 %), превышающий ингибирование контрольной группы более чем в 1,5 раза. Наблюдается следующая тенденция: при увеличении температуры экстракции увеличивается и процент ингибирования окисления линолевой кислоты для рассмотренных экстрактов.

Таблица 3.10 – Восстанавливающая сила по методу FRAP и антиоксидантная активность экстрактах черноплодной аронии, полученных в надкритических условиях

Объект	ВС, ммоль Fe^{2+} / 1 кг ИС	АОА, % инг.
спирт/вода - контроль	18,36	27,60
спирт - контроль	19,08	не обнаружено
вода - контроль	17,28	37,5
вода, 120 °С	17,46	29,4
вода, 150 °С	10,44	40,4
вода, 200 °С	10,89	50,8
спирт 10 %, 120 °С	16,02	26,3

Таким образом, из полученных из полученных результатов можно сделать выводы:

1) использование экстрактах черноплодной аронии, полученных в надкритических условиях при температуре 150 °С (вода) позволяет увеличить содержание фенольных веществ в 1,5 раза по сравнению с контрольной группой; для флавоноидов наиболее оптимальными условиями являются 200 °С (вода), однако такая высокая температура приводит к деструкции антоцианов;

2) антирадикальная активность по методу DPPH наиболее высокая в спиртовом и водно-спиртовом экстрактах контрольной группы, при экстрагировании водой надкритические условия (150 °С) позволяют увеличить антирадикальную активность по методу DPPH в 2,3 раза; восстанавливающая сила по методу FRAP при использовании надкритической экстракции падает, наиболее щадящими условиями будут 120 °С (вода); антиоксидантная активность в системе линолевая кислота напротив увеличивается с увеличением температуры экстракции.

Поэтому по совокупности результатов можно рекомендовать условия надкритической экстракции со следующими параметрами: вода, 150 °С.

Таким образом, было определено, что каждый из анализируемых методов приводит к увеличению антиоксидантной активности экстрактов. Поэтому, чтобы выбрать метод активации, который будет применен в технологии получения плодово-ягодных экстрактов как самый эффективный из всех, необходимо провести сравнение этих методов между собой – рисунок 3.21.

Для малины и вишни этим методом будет является УЗ обработка, для черной смородины – МВ и УЗ будут практически на одном уровне, для черноплодной рябины – УЗ и НК также будут примерно на одном уровне с небольшим перевесом в пользу НК. Однако, чтобы минимизировать техническое оформление производства экстрактов, было принято, что для всех видов плодов и ягод будет применяться экстракция при УЗ обработке.

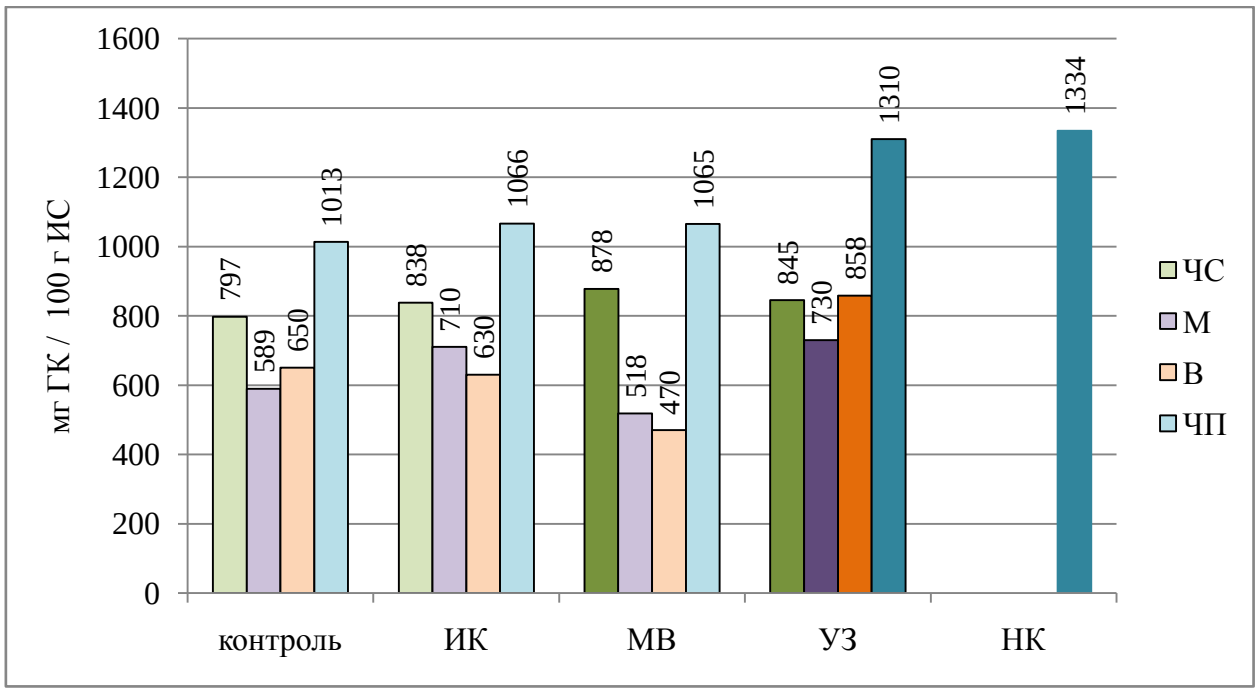


Рисунок 3.21 – Сравнение общего содержания фенольных веществ в экстрактах при использовании различных инновационных методов

3.2.4 Подбор параметров экстракции при ультразвуковой обработке

Основнем этапом, от которого будут зависить характеристики конечного продукта, является сам процесс экстрагиования. От правильного подбора технологических параметоров напрямую завивит химический состав и антиоксидантая активность получаемых экстрактов. Для разработки технологии получение биологически активных экстрактов важен учет влияния на процесс экстракции следующих параметров: подбор растворителя, температура экстракции, время экстракции, модуль сырье/растворитель.

На первом этпае было необходимо провести подбор оптимального растворителя для производства экстракта из ягоного сырья. Для достижения этой цели были побобраны наиболее безопасные и экологически безвредные растворители – этиловый спирт, вода и их смеси в следующих соотношениях: 96 % C_2H_5OH, 75 % C_2H_5OH, 50 % C_2H_5OH, 25 % C_2H_5OH, H_2O. Экстракцию проводили при 40 °С в течение 120 мин с модулем сырье: экстрагент 1:10. В полученном экстракте определялось общее содержание фенольных веществ. Наибольшей экстрактивной способностью фенольных веществ для всех плодов и ягод обладает 75 % этиловый спирт: 998 мг ГК/100 г ИС в экстрактах черноплодной аронии, 907 мг ГК/100 г ИС – черной смородины, 810 мг ГК/100 г ИС – вишни и 630 мг ГК/100 г ИС – малины (рис. 3.22). Наблюдается, ято при уменьшении содержания этилового спирта в смеси спирт/вода уменьшается экстрактивная способность растворителя, и у чистой вода она будет наимельшей.

На втором эпапе эксперимента было определено влияние температуры на процесс экстракции. Чтобы определить оптимальную температуру экстракции были подобран следующие диапозоны температур: 25-27 °С, 40-42 °С, 55-57 °Си 70-72 °С. При этих температурах процесс экстракции должен протекать протекать активно, а биологически активные вещества не должны разрушаться. Экстракцию проводили в течение 120 мин, модуль

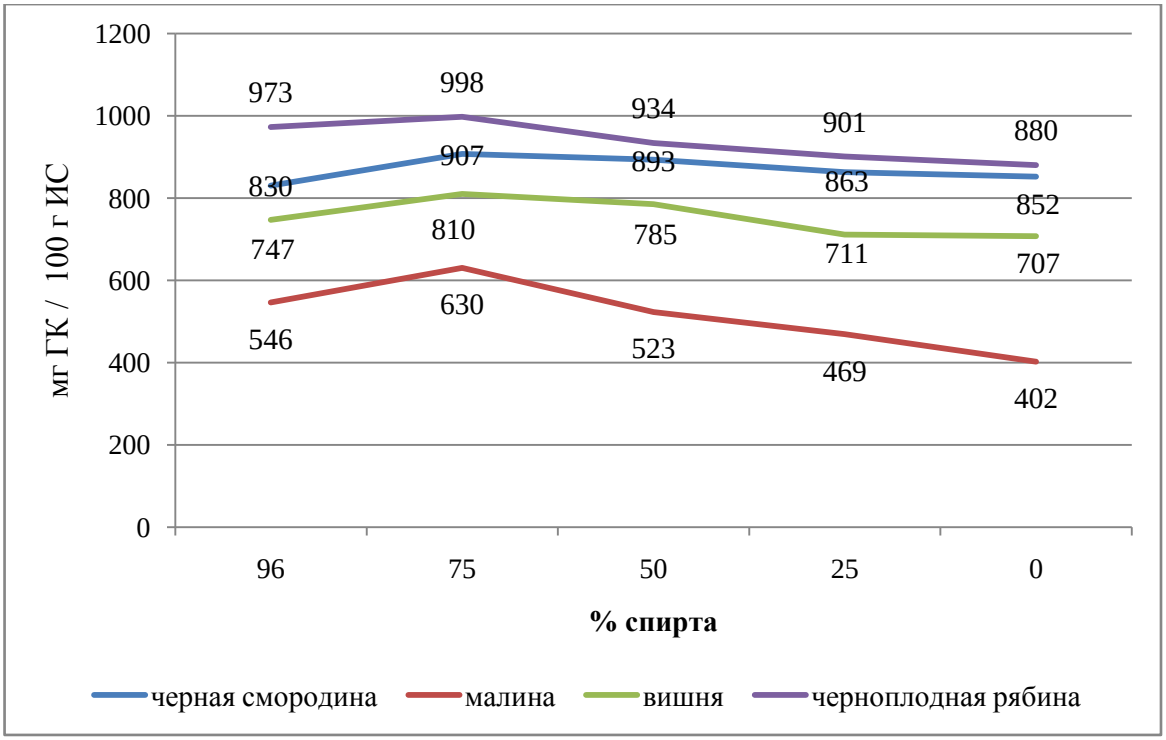


Рисунок 3.22 – Изменение общего содержания фенольных веществ в экстрактах в зависимости от используемого растворителя

сырье/растворитель 1:10, в качесвте экстрагента использовани 75 % этиловый спирт как наиболее оптимальный. Анализ экстрактов на общее содержание фенольных веществ показывает (рис. 3.23), что оптимальной температурой экстракции для ягод малины и вишни является температурный диапозон 40-42 °С. При температуре 25-27 °С экстракция идет медлено, поэтому наблюдаются низкие показатели общего содержания фенольных веществ, а при более высоких температурах (55-57 °Си 70-72 °С) наблюдается, по видимому, разрушение термонестабильных соединений, что приводит к уменьшению содержания фенольных веществ в экстрактах по сравнению с более низкими температурами.

Время экстракции определяет полноту прохождения процесса: более длительный процесс будет способствовать более полному извлечению целевых соединений. С другой стороны более длительный процесс экстрагирпования требует больших энергозатрат. Поэтому важно найти

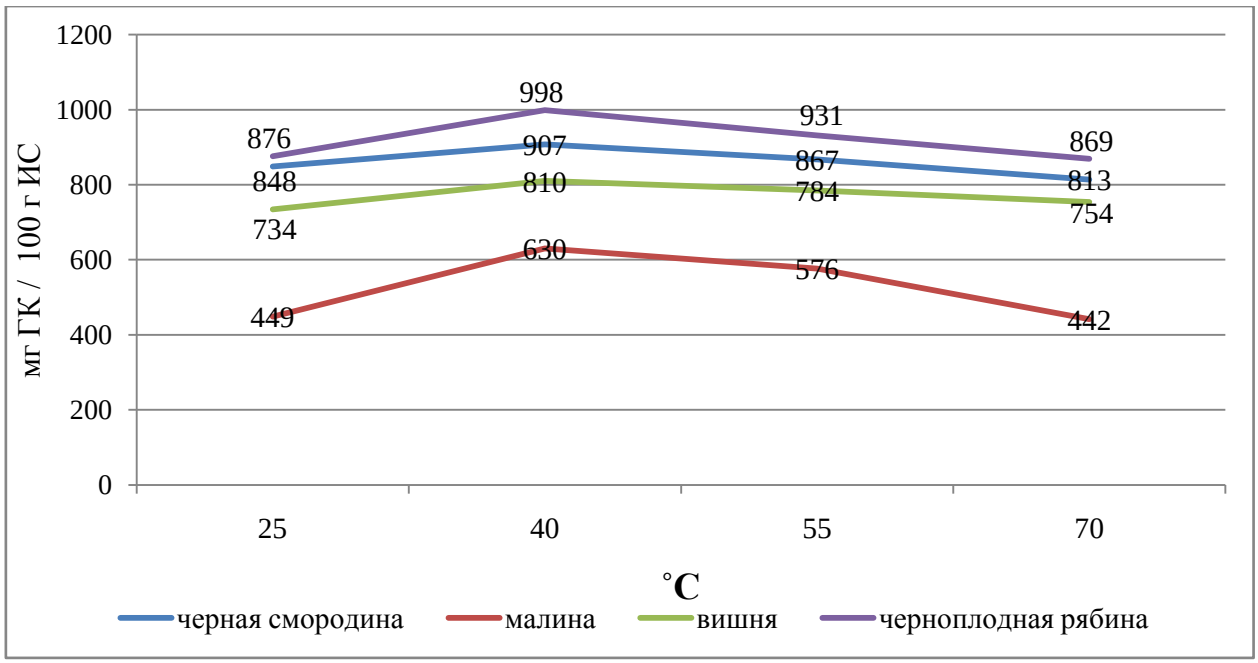


Рисунок 3.23 – Изменение общего содержания фенольных веществ в экстрактах в зависимости от температуры экстракции

баланс, при котором за выбранный наименьший промежуток времени будет достигнуто наибольшее извлечение экстрактивных веществ. Для определения оптимальной продолжительности процесса экстракцию проводили в течение 30, 60, 90, 120 и 150 мин в этиловом спирте, при темепературе 40-42 °С и модуле сырье/растворитель 1:10. Полученные результаты (рис. 3.24) позволяют сделать вывод, что наиболее оптимальной длительностью экстракции будет являтеся 90 мин. За это время процесс экстракции практически приходит в равновесие, а при увеличении длительности экстракции содержание фенольныех веществ в анализируемых экстрактах увеличивется незначительно.

На заключительном этапе эксперимента проводился подбор оптимального модуля сырье/растворитель. Полнота извлечения активных веществ будет прямопропорционально зависеть от количества используемого растворителя. Однако очень большое количество растворителя будет являтся экономически невыгодым. Экстракт ягод получен при соотношении сырье/растворитель

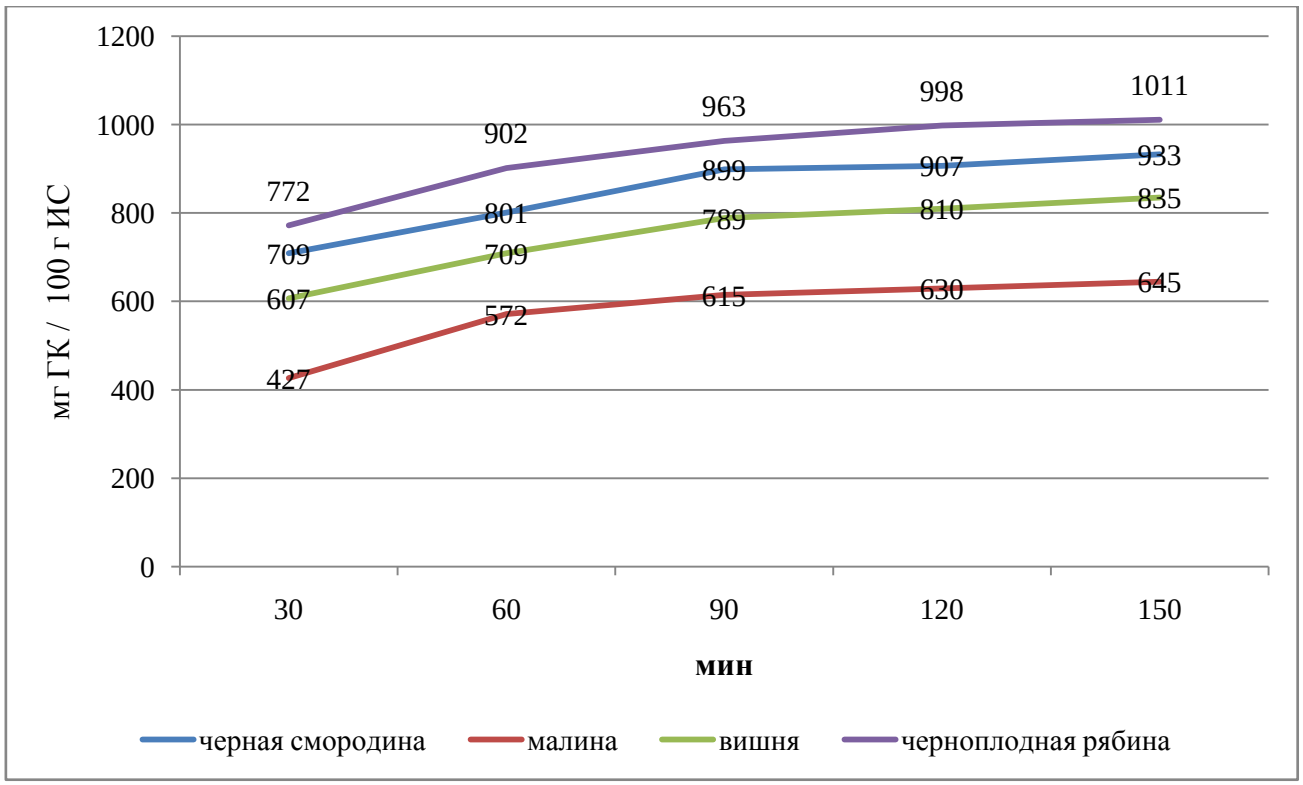


Рисунок 3.24 – Изменение общего содержания фенольных веществ в экстрактах в зависимости от времени экстрации

1:5, 1:10 и 1:20 при оптимальных параметрах растворителя, температуры и времени (75 % C_2H_5OH,40-42 °С, 90 мин).Экстракты, полученные при гидромодуле 1:5, имеют наибольшие показатели содерждания фенольных веществ (рис. 3.25). Однако это происходит из-за того, что экстракт получается очень насыщенным сухими веществами, и, как следствие, система приходит в равновесие еще до того, как все биологически активные вещества перешли в экстракт. При гидромодуле 1:20 содержание фенольных веществ резко падает, что свидетельствует о резком разбавлении биологически активных веществ в экстрактах, т.е. для полного перехода биологически активных веществ в экстракт необходимо меньшее количество растворителя. Поэтому был сделан вывод о том, что наиболее оптимальным показателем гидромодуля будет являтся 1:10.

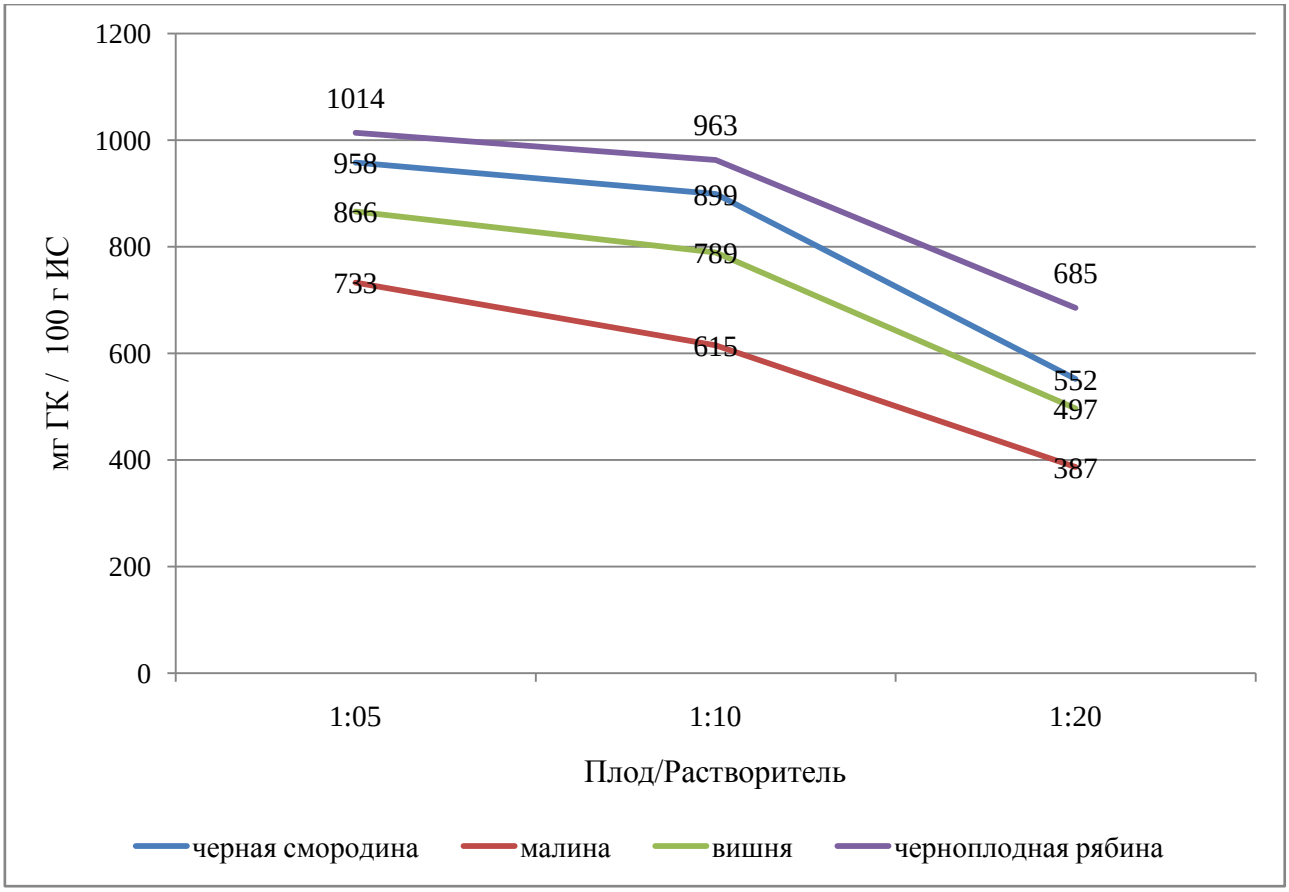


Рисунок 3.25 – Изменение общего содержания фенольных веществ в экстрактах в зависимости от гидромодуля

Остальные показатели по антиоксидантной активности сведены в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 – Изменение общего содержания флавоноидов, антоцианов, восстанавливающей силы по методу FRAP и антирадикальной активности по методу DPPH в зависимости от условий экстракции

Сырье	Условия экстракции	Перемен-ный по-казатель	Фл, мг К/ 100 г ИС	Ац, мг ЦГ/ 100 г ИС	ВС, ммоль Fe^{2+} / 1 кг ИС	АРА, EC_{50}, мг/мл
1	2	3	4	5	6	7
Концентрация C_2H_5OH, %						
Черная смородина	40 °С, 120 мин, 1:10	96	162	82,40	21,48	31,5
		75	178	134,21	23,62	20,0
		50	147	173,55	20,83	23,6
		25	139	159,36	18,11	27,5

Продолжение таблицы 3.11

1	2	3	4	5	6	7
		0	132	129,20	15,67	31,2
Малина		96	64	57,16	17,82	18
		75	77	109,64	18,36	11
		50	61	92,68	15,12	22
		25	53	87,25	9,90	23
		0	49	88,58	8,01	26
Вишня		96	127	53,15	10,89	72,5
		75	139	64,52	13,68	37,7
		50	112	58,33	11,52	78,3
		25	107	57,83	11,25	85,2
		0	97	46,97	10,52	102,4
Черноплодная арония		96	218	199,61	15,84	11,3
		75	228	221,34	16,20	9,7
		50	202	220,01	16,07	10,5
		25	189	214,35	15,30	12,2
		0	177	206,13	13,68	13,1
Температура, °С						
Черная смородина	75 % C_2H_5OH, 120 мин, 1:10	25	146	165,03	16,02	24,7
		40	178	173,55	23,62	20,0
		55	152	157,29	18,28	25,1
		70	149	133,78	15,44	36,3
Малина		25	62	74,21	14,94	10
		40	77	109,64	18,36	11
		55	68	88,69	10,53	43
		70	50	70,10	8,37	55
Вишня		25	125	47,13	10,80	110,9
		40	139	64,52	13,68	37,7
		55	111	51,31	12,54	77,8
		70	107	50,31	8,64	92,1
Черноплодная арония		25	204	199,67	12,96	10,6
		40	228	221,34	16,20	9,7
		55	209	201,79	15,34	11,2
		70	195	196,51	14,28	12,7
Время, мин						
Черная смородина	75 % C_2H_5OH, 40 °С, 1:10	30	149	124,12	15,66	33,1
		60	151	133,82	18,01	30,9
		90	169	157,84	19,93	23,4
		120	178	173,55	23,62	20,0
		150	184	186,14	24,57	19,6
Малина		30	61	83,93	9,63	25
		60	62	92,76	16,56	14

Продолжение таблицы 3.11

1	2	3	4	5	6	7
		90	71	108,81	17,28	13
		120	77	109,64	18,36	11
		150	79	111,31	18,55	10
Вишня		30	108	46,13	9,36	87,2
		60	118	50,14	9,90	76,4
		90	133	52,31	12,15	59,4
		120	139	64,52	13,68	37,7
		150	147	65,12	13,95	62,1
Черноплодная арония		30	188	201,16	12,21	13,2
		60	191	210,75	13,44	12,0
		90	211	219,51	15,62	10,6
		120	228	221,34	16,20	9,7
		150	231	230,62	16,74	8,9
Модуль плод/сырье						
Черная смородина		1:5	168	246,32	21,06	17,4
		1:10	133	173,55	19,93	23,4
		1:20	116	126,24	14,34	35,2
Малина		1:5	88	113,65	19,98	10
		1:10	71	108,81	17,28	13
		1:20	54	73,42	10,26	19
Вишня		1:5	151	62,33	13,59	25,0
		1:10	133	52,31	12,15	37,7
		1:20	87	40,3	9,12	94,1
Черноплодная арония		1:5	277	262,44	19,11	8,3
		1:10	211	219,51	15,62	9,7
		1:20	150	182,64	10,32	14,2

Проанализировав таблицу 3.11 видно, что для остальных показателей антиоксидатной активности наблюдаются те же закономерности, что и для общего содержания фенольных веществ.

Таким образом, определены параметры экстракции: ультразвуковое облучение 35 кГц, растворитель 75 % этанол, 40 °С, 90 мин, гидромодуль 1:10.

Концентрирование экстрактов проводилось до содержания сухих веществ 65 %.

По исходным данным рассчитываем среднее содержание фенольных веществ в зависимости от переменного показателя в целом по чёрной смородине, малине, вишне, черноплодной рябине (табл. 3.12).

Таблица 3.12 – Расчёт среднего содержания фенольных веществ

Условия экстракции	Переменный показатель	Содержание фенольных веществ, мг ГК / 100 г ИС				
		Чёрная смородина	Мали-на	Виш-ня	Черно-плод-ная рябина	В среднем
40 °С, 120 мин, 1:10	96	973	546	973	810	825,5
	75	998	630	998	913	884,75
	50	934	523	934	883	818,5
	25	931	469	901	858	789,75
	0	880	402	880	829	747,75
75 % C_2H_5OH, 120 мин, 1:10	25	848	449	848	851	749
	40	998	630	998	913	884,75
	55	906	515	906	797	781
	70	813	442	813	758	706,5
75 % C_2H_5OH, 40 °С, 1:10	30	838	427	838	810	728,25
	60	874	467	874	870	771,25
	90	899	611	953	902	841,25
	120	998	630	998	913	884,75
	150	1011	630	1011	973	906,25
	150	838	427	838	810	728,25
75 % C_2H_5OH, 40 °С, 90 мин	1:5	1018	877	1018	1014	981,75
	1:10	899	611	899	902	827,75
	1:20	886	446	886	845	765,75

1) Сначала рассматриваем первые условия экстракции: 40 °С, 120 мин, 1:10. Обозначим через x – переменный показатель, а через y_1 – среднее содержание фенольных веществ при условиях экстракции 40°С, 120 мин., 1:10.

По расположению точек на корреляционном поле можно сделать вывод о квадратичной зависимости показателя y_1 от x. Поэтому ищем зависимость в виде: $\widehat{y}_1 = ax^2 + bx + c.$

Таким образом, искомое уравнение тренда:

$$\hat{y}_1 = -0{,}0184x^2 + 2{,}8279x + 740{,}24. \quad (1)$$

Средняя ошибка аппроксимации: $\overline{A}_1 = \frac{1}{n}\sum\left|\frac{y_1 - \hat{y}_1}{y_1}\right| \times 100 = 2{,}080\%.$

Максимальное значение для (1) на рассматриваемом промежутке значений переменного фактора:

$$x_{max} = -\frac{b}{2a} = -\frac{2{,}8279}{2\cdot(-0{,}0184)} = 76{,}85;$$

$$\hat{y}_{1max} = \hat{y}_1(76{,}85) = 848{,}9.$$

Индекс детерминации: $R^2 = 0{,}8015$.

Индекс корреляции: $R = \sqrt{0{,}8015} = 0{,}8953.$

Полученное уравнение (1) хорошо аппроксимирует исходные данные, так как индекс детерминации близок к единице (значение $R^2 = 0{,}8015$ указывает на то, что 80,15% вариации среднего содержания фенольных веществ при первых условиях экстракции обусловлены вариацией переменного фактора x, а лишь остальные 19,85% вариации среднего содержания фенольных веществ обусловлены влиянием прочих неучтённых факторов), а средняя ошибка аппроксимации (2,080%) меньше 7%.

2) Рассматриваем 2-е условия экстракции: 75 % C_2H_5OH, 120 мин, 1:10. Обозначим через x – переменный показатель, а через y_2 – среднее содержание фенольных веществ при условиях экстракции 75 % C_2H_5OH, 120 мин, 1:10.

Таким образом, искомое уравнение тренда:

$$\hat{y}_2 = -0{,}2336x^2 + 20{,}651x + 392{,}16. \quad (2)$$

Средняя ошибка аппроксимации: $\overline{A}_2 = \frac{1}{n}\sum\left|\frac{y_2 - \hat{y}_2}{y_2}\right| \times 100 = 3{,}353\%.$

Максимальное значение для (2) на рассматриваемом промежутке значений переменного фактора:

$$x_{max} = -\frac{b}{2a} = -\frac{20{,}651}{2\cdot(-0{,}2336)} = 44{,}20;$$

$$\hat{y}_{2max} = \hat{y}_2(44{,}20) = 848{,}6.$$

Индекс детерминации: $R^2 = 0{,}7917$.

Индекс корреляции: $R = \sqrt{0{,}7917} = 0{,}8898$.

Полученное уравнение (2) хорошо аппроксимирует исходные данные, так как индекс детерминации близок к единице (значение $R^2 = 0{,}7917$ указывает на то, что 79,17% вариации среднего содержания фенольных веществ при 2-х условиях экстракции обусловлены вариацией переменного фактора x, а лишь остальные 20,83% вариации среднего содержания фенольных веществ обусловлены влиянием прочих неучтённых факторов), а средняя ошибка аппроксимации (3,353%) меньше 7%.

3) Рассматриваем 3-и условия экстракции: 75 % C_2H_5OH, 40 °C, 1:10. Обозначим через x – переменный показатель, а через y_3 – среднее содержание фенольных веществ при условиях экстракции 75 % C_2H_5OH, 40 °C, 1:10.

Таким образом, искомое уравнение тренда:

$$\hat{y}_3 = -0{,}0208x^2 + 4{,}6728x + 592{,}82. \quad (3)$$

Средняя ошибка аппроксимации: $\overline{A}_3 = \frac{1}{n}\sum\left|\frac{y_3 - \hat{y}_3}{y_3}\right| \times 100 = 5{,}267\%$.

Максимальное значение для (3) на рассматриваемом промежутке значений переменного фактора:

$$x_{max} = -\frac{b}{2a} = -\frac{4{,}6728}{2\cdot(-0{,}0208)} = 112{,}3;$$

$$\hat{y}_{3max} = \hat{y}_3(112{,}3) = 855{,}3.$$

Индекс детерминации: $R^2 = 0{,}4179$.

Индекс корреляции: $R = \sqrt{0{,}4179} = 0{,}6465$.

Полученное уравнение (3) довольно неплохо аппроксимирует исходные данные, так как индекс детерминации хотя и не очень близок к единице (значение $R^2 = 0{,}4179$ указывает на то, что 41,79% вариации среднего содержания фенольных веществ при 3-х условиях экстракции обусловлены вариацией переменного фактора x, а остальные 58,21% вариации среднего содержания фенольных веществ обусловлены влиянием

прочих неучтённых факторов), но всё же средняя ошибка аппроксимации (5,267%) меньше 7%.

4) Рассматриваем 4-е условия экстракции: 75 % C_2H_5OH, 40 °С, 90 мин. Обозначим через x – переменный показатель, а через y_4 – среднее содержание фенольных веществ при условиях экстракции 75 % C_2H_5OH, 40 °С, 90 мин.

Таким образом, искомое уравнение тренда:

$$\hat{y}_4 = 2000x^2 + 940x + 713{,}75. \quad (4)$$

Так как имеем лишь три экспериментальные точки, а искали квадратичное уравнение зависимости, то в данном случае получили функциональную зависимость y_4 от x. Поэтому коэффициент детерминации (и корреляции) равен единице: $R^2 = 1$, $R = 1$.

Средняя ошибка аппроксимации в данном случае будет равна нулю, так как кривая (4) проходит через все три экспериментальные точки.

Максимальное значение для (4) на рассматриваемом промежутке значений переменного фактора:

$$x_{max} = 0{,}2; \quad \hat{y}_{4max} = \hat{y}_4(0{,}2) = 981{,}75.$$

3.2.5 Исследование свойств полученных экстрактов

Полученные экстракты проанализированы по органолептическим, физико-химическим, антиоксидантным свойствам, что отмечено в таблицах 3.13-3.14.

Таблица 3.13 – Органолептические показатели плодово-ягодных экстрактов

Показатели	Вид сырья			
	Черная смородина	Малина	Вишня	Черноплодная арония
1	2	3	4	5
Внешний вид	Темная непрозрачная жидкость без осадка	Прозрачная жидкость без осадка	Прозрачная жидкость без осадка	Темная непрозрачная жидкость без осадка

Продолжение таблицы 3.1.3

1	2	3	4	5
Вкус и запах	Кисло-сладкий, свойственный соку черной смородины	Кисло-сладкий, свойственный соку малины	Кисло-сладкий, свойственный соку вишни	Кисло-сладкий, свойственный соку черноплодной аронии
Цвет	Темный, свойственный черной смородине	Ярко-малиновый	Ярко-вишневый	Темный, свойственный черноплодной аронии

Таблица 3.14 – Физико-химические и антиоксидантные свойства плодово-ягодных экстрактов

Показатель	Черная смородина	Малина	Вишня	Черноплодная арония
м.д. РСВ, %	65	65	65	65
м.д. К, %	9,2	5,5	7,1	5,0
ФВ,мг ГК / 100 г ИС	870	654	966	1315
Фл, мг К/ 100 г ИС	224	194	199	411
Ац, мг ЦГ/ 100 г ИС	255,72	50,81	197,22	508,10
АРА, EC_{50}, мг/мл	1,6	2,0	3,1	1,0
ВС, ммоль Fe^{2+} /1 кг ИС	22,1	22,3	14,4	18,2
АОА, % инг	70,3	68,3	65,3	72,8
Витамин С, мг/100 г ИС	90,1	25,8	22,5	14,4

Полученные экстракты по органолептическим и физико-химическим показателям соответствуют ГОСТу 18078-72 «Экстракты плодовые и ягодные. Технические условия». Кроме того, полученные экстракты обладают высокой антиоксидантной активностью, содержат большое количество фенольных веществ, флавоноидов и антоцианов.

Микробиологические показатели плодоягодных экстрактов отмечены в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Микробиологические показатели плодово-ягодных экстрактов

Показатели	Вид сырья			
	Черная смородина	Малина	Вишня	Черноплодная арония
КМАФАнМ, КОЕ/г	Нет	Нет	Нет	Нет
БГКП, КОЕ/г	Нет	Нет	Нет	Нет
Дрожжи и плесени, КОЕ/г	Нет	Нет	Нет	Нет

3.2.6 Сравнительная характеристика физико-химических и антиоксидантных свойств различных видов экстрактов

Следующим этапом проводился сравнительный анализ экстракта вишни, полученного нами (вишня 1), и трех видов вишневых экстрактов фирмы Tereza-Inter, заявленные как натуральные экстракты, – вишня 7510/21, вишня 2214/21 и вишня 6510/21 – по показателям антиоксидантной активности. Экстракты вишня 7510/21 и вишня 2214/21 на водной основе, экстракт вишня 6510/21 – на масляной.

Физико-химические показатели экстрактов представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Физико-химические показатели различных показателей вишни

Объект	м.д. РСВ, %	м.д. К, %
Вишня 1	65	7,1
Вишня 7510/21	60	5,5
Вишня 2214/21	60	5,0
Вишня 6510/21	62	5,2
ГОСТ 18078-72	≥57	≥5,0

Общее содержание фенолов в экстрактах вишни определено с помощью колориметрической окислительно-восстановительной реакции по методу Фолина-Чиокалтеу. Было определено, что наибольшее количество

фенольных соединений содержится в экстрактах вишня 1 и вишня 6510/21 (846 и 979 мг/100 г, соответственно). В экстрактах вишня 7510/21 и вишня 2214/21 содержание фенольных соединений значительно ниже – 459 и 29 мг/100.

Как и фенольные соединения, флавоноиды принимают участие в окислительно-восстановительных процессах, происходящих в растениях. Наилучшим экстрактом по содержанию флавоноидов так же оказались экстракты вишня 1 и вишня 6510/21 – 173 и 186 мг/100 г.

Из всех исследуемых образцов антоцианы содержит только вишня 1 в количестве 173 мг/100 г. Остальные экстракты представляют из себя бесцветные прозрачные жидкости.

Метод FRAP (ferric reducing antioxidant power) основан на реакции восстановления комплекса Fe (III) 1,2,4-трипиридил-*s*-триазина. По прежнему лидирующие места по показателям восстанавливающей силы занимают экстракты вишня 1 и вишня 6510/21 (17,88 и 12,42 ммоль Fe^{2+}/1 кг), практически к два раза меньше у вишня 7510/21 – 8,55 ммоль Fe^{2+}/1 кг.

По методу DPPH наибольшей антиоксидантной активностью обладает экстракт вишня 1 – 23 E_{c50}, мг/мл. Так же неплохие показатели обнаружены для экстракта вишня 6510/21 (35 E_{c50}, мг/мл).

Результаты по изучению антоксидантной активности различных экстрактов вишни сведены в таблицу 3.17.

Таблица 3.17 – Изучение антиоксидантной активности полученного вишневого экстракта и коммерческих экстрактов

Объект	ФВ,мг ГК / 100 г ИС	Фл, мг К/ 100 г ИС	Ац, мг ЦГ/ 100 г ИС	АРА, EC_{50}, мг/мл	ВС, ммоль Fe^{2+} / 1 кг ИС	АОА % инг.
Вишня 1	846	173	173	23	17,88	42,2
Вишня 7510/21	459	66	-	39	8,55	31,1
Вишня 2214/21	29	13	-	-	1,89	-
Вишня 6510/21	979	186	-	35	12,42	-

Подводя итоги, можно сделать вывод, что наибольшими показателями по всем параметрами обладают экстракт вишни (вишня 1), полученный из плодов, которые произрастают на территории Самарской области, и экстракт вишня 6510/21 фирмы Tereza-Inter. Однако в экстракте вишня 6510/21 не обнаружено антоцианов. Также этот экстракт на масляной основе, что ограничивает область его применения. Поэтому по сумме показателей определено, что предпочтительным экстрактом, который можно рекомендовать, будет экстракт вишня 1.

3.2.7 Установление сроков и условий хранения плодово-ягодных экстрактов

Прежде чем порекомендовать экстракты к использованию в пищевых продуктах, необходимо изучить его устойчивость в процессе хранения и определить оптимальные условия хранения. В эксперименте для экстрактов вишни и черноплодной аронии было изучено изменение свойств экстракта в течение года при стандартных условиях (с.у. – 4-5 °С, без доступа воздуха и света), а также при введении провоцирующих факторов, таких как температура (темп – 20-25 °С, без доступа воздуха и света), постоянный источник света (свет – 4-5 °С, без доступа воздуха, в условиях освещенности электрическим и дневным светом) и доступ кислорода (воздух – 4-5 °С, без доступа света, при постоянном доступе атмосферного воздуха). Контрольными точками для измерения изменения показателей антиоксидантной и микробиологической активности экстрактов являются 0 (свежеприготовленный экстракт), 3, 6, 9 и 12 месяцев.

Была определена динамика снижения общего содержания фенольных веществ в экстрактах вишни (рис. 3.26) и черноплодной аронии (рис. 3.27).

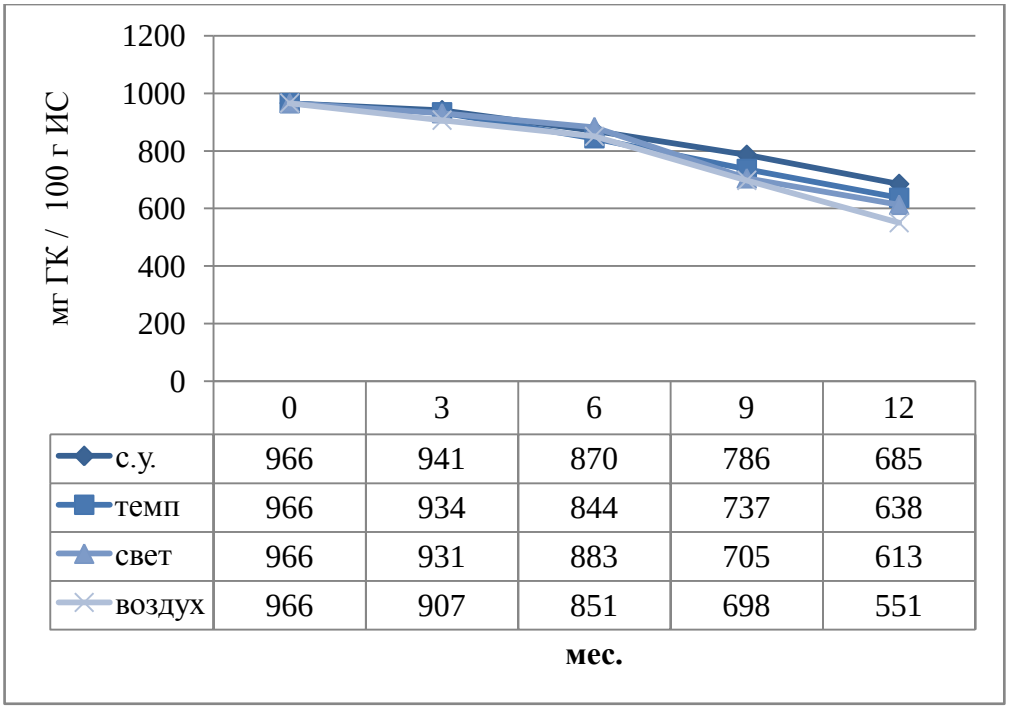


Рисунок 3.26 – Изменение общего содержания фенольных веществ в экстракте вишни при хранении в течение 12 месяцев при различных условиях

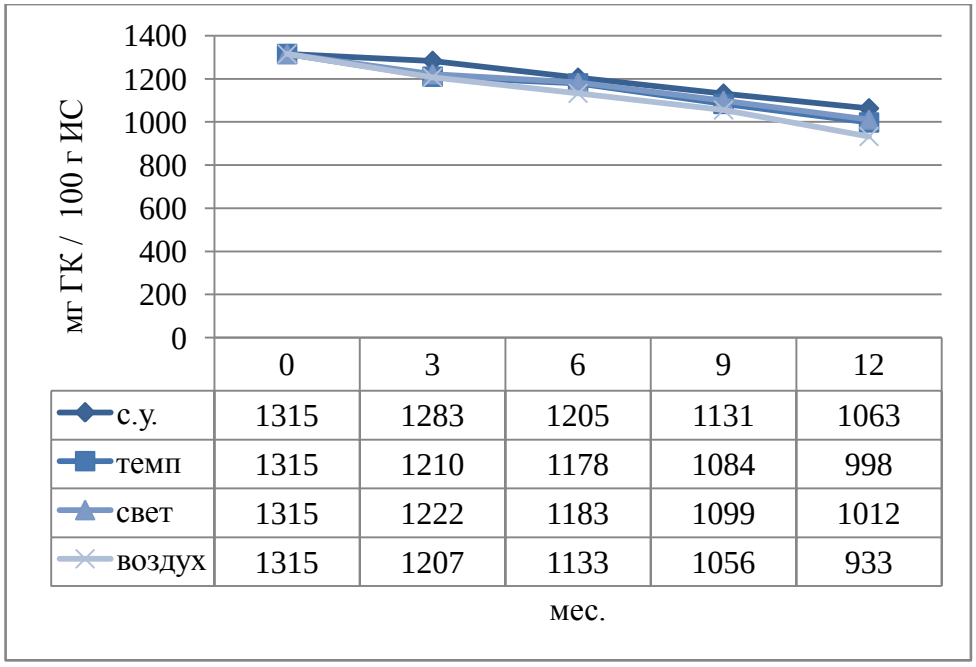
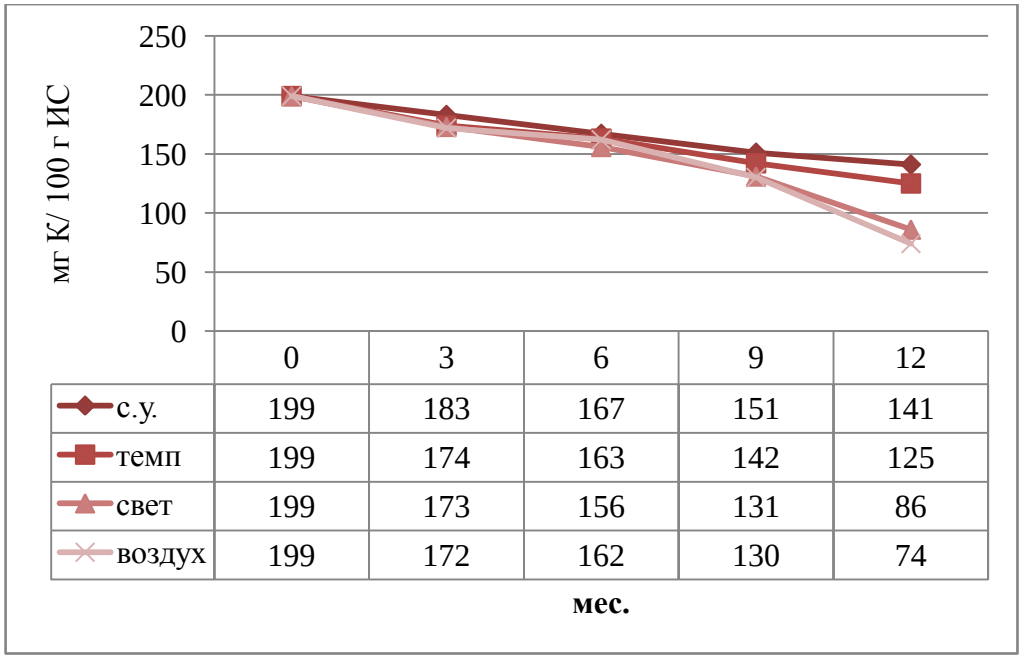


Рисунок 3.27 – Изменение общего содержания фенольных веществ в экстракте черноплодной аронии при хранении в течение 12 месяцев при различных условиях

В течение всего срока хранения любых условиях наблюдается постепенное снижение содержания фенольных веществ в экстрактах. Однако при стандартных условиях хранения для обоих видов экстрактов уменьшение содержания фенольных веществ минимально – в 1,41 и 1,24 раза для экстракта вишни и черноплодной аронии, соответственно, после 12 месяцев хранения. Наименее благоприятно для обоих экстрактов воздействия атмосферного воздуха. В таких условиях происходит снижение содержания фенольных веществ в экстрактах в 1,75 раза для вишни и в 1,41 раза для черноплодной рябины.

Аналогичная картина наблюдается при изучении изменения содержания флавоноидов в экстрактах вишни и черноплодной рябины при хранении в течение 12 месяцев (рис. 3.28-3.29).



	0	3	6	9	12
с.у.	199	183	167	151	141
темп	199	174	163	142	125
свет	199	173	156	131	86
воздух	199	172	162	130	74

Рисунок 3.28 – Изменение содержания флавоноидов в экстракте вишни при хранении в течение 12 месяцев при различных условиях

При хранении в стандартных условиях содержание флавоноидов падает в 1,41 раза для вишни и в 1,57 раза для черноплодной аронии. При воздействии воздуха содержание флавоноидов падает в 2,69 и 1,99 раз (вишня и черноплодная арония, соответственно).

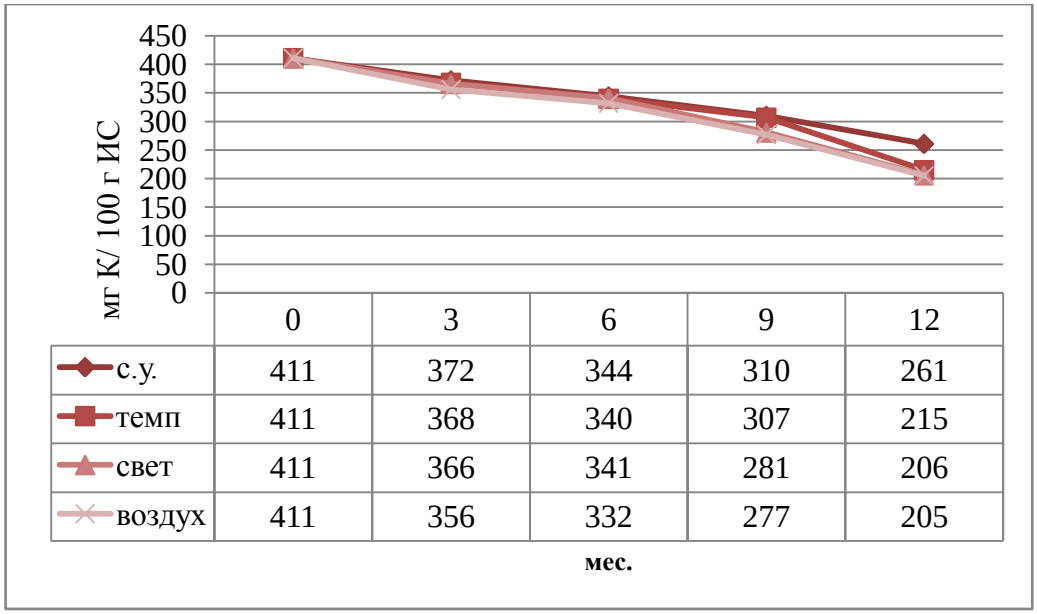


Рисунок 3.29 – Изменение содержания флавоноидов в экстракте черноплодной аронии при хранении в течение 12 месяцев при различных условиях

Изменение остальных показателей антиоксидантной активности в процессе хранения экстрактов вишни и черноплодной аронии представлено в таблицах 3.18-3.20.

Таблица 3.18 – Изменение содержания антоцианов в экстрактах вишни и черноплодной аронии при хранении в течение 12 месяцев при различных условиях, мг ЦГ/ 100 г ИС

Провоцирующий фактор	Срок хранения, мес.				
	0	3	6	9	12
Вишня					
С.у.	197,22	177,42	145,33	123,24	102,93
Температура	197,22	175,23	139,52	119,53	99,52
Свет	197,22	173,65	140,31	120,52	101,45
Воздух	197,22	170,52	136,63	118,57	97,84
Черноплодная аронии					
С.у.	508,10	499,74	444,50	390,21	357,43
Температура	508,10	473,77	421,11	377,08	337,85
Свет	508,10	478,85	429,88	385,75	342,64
Воздух	508,10	475,51	410,56	380,41	330,12

Таблица 3.19 – Изменение восстанавливающей силы по методу FRAP в экстрактах вишни и черноплодной аронии при хранении в течение 12 месяцев при различных условиях, ммоль Fe^{2+}/1 кг ИС

Провоцирующий фактор	Срок хранения, мес.				
	0	3	6	9	12
Вишня					
С.у.	14,43	13,42	11,55	10,34	9,85
Температура	14,43	13,02	11,04	9,83	9,29
Свет	14,43	13,21	11,23	9,92	9,32
Воздух	14,43	13,04	11,14	9,73	9,02
Черноплодная аронии					
С.у.	18,18	17,45	16,64	15,11	14,32
Температура	18,18	16,52	15,21	14,01	12,84
Свет	18,18	17,01	16,32	14,24	13,46
Воздух	18,18	16,11	15,25	13,52	12,38

Таблица 3.20 – Изменение антирадикальной активности в системе DPPH в экстрактах вишни и черноплодной аронии при хранении в течение 12 месяцев при различных условиях, E_{C50}, мг/мл

Провоцирующий фактор	Срок хранения, мес.				
	0	3	6	9	12
Вишня					
С.у.	12,6	13,8	14,9	16,2	17,4
Температура	12,6	14,4	15,3	16,5	19,5
Свет	12,6	14,2	15,5	16,4	18,7
Воздух	12,6	14,5	15,7	16,7	19,9
Черноплодная арония					
С.у.	2,9	3,2	7,2	9,8	14,4
Температура	2,9	3,8	7,6	13,6	18,3
Свет	2,9	3,7	7,3	10,3	16,5
Воздух	2,9	3,9	8,1	10,8	18,6

В ходе хранения показатели антиоксидантной активности экстрактов постепенно начинают падать, что становится наиболее заметно через 6 месяцев хранения. Для экстрактов, которые хранились при стандартных условиях, эта тенденция наименьшая.

Физико-химических показатели, таких как содержание сухих веществ, сахаров и кислотность, сохраняются после 12 месяцев хранения, что отражено в таблице 3.21.

Таблица 3.21 – Физико-химические показатели экстрактов вишни и черноплодной аронии через 12 месяцев

Показатель	Экстракт							
	Вишня				Черноплодная арония			
	С.у.	Темп	Свет	Возд	С.у.	Темп	Свет	Возд
м.д. РСВ, %	65	62	65	63	65	63	64	63
м.д. К, %	7,3	8,2	7,5	7,9	5,1	5,9	5,5	5,8

Данные по изучению микробиологических показателей в процессе хранения представлены в таблице 3.22.

Таблица 3.22 – Микробиологические показатели экстрактов вишни и черноплодной аронии через 12 месяцев хранения

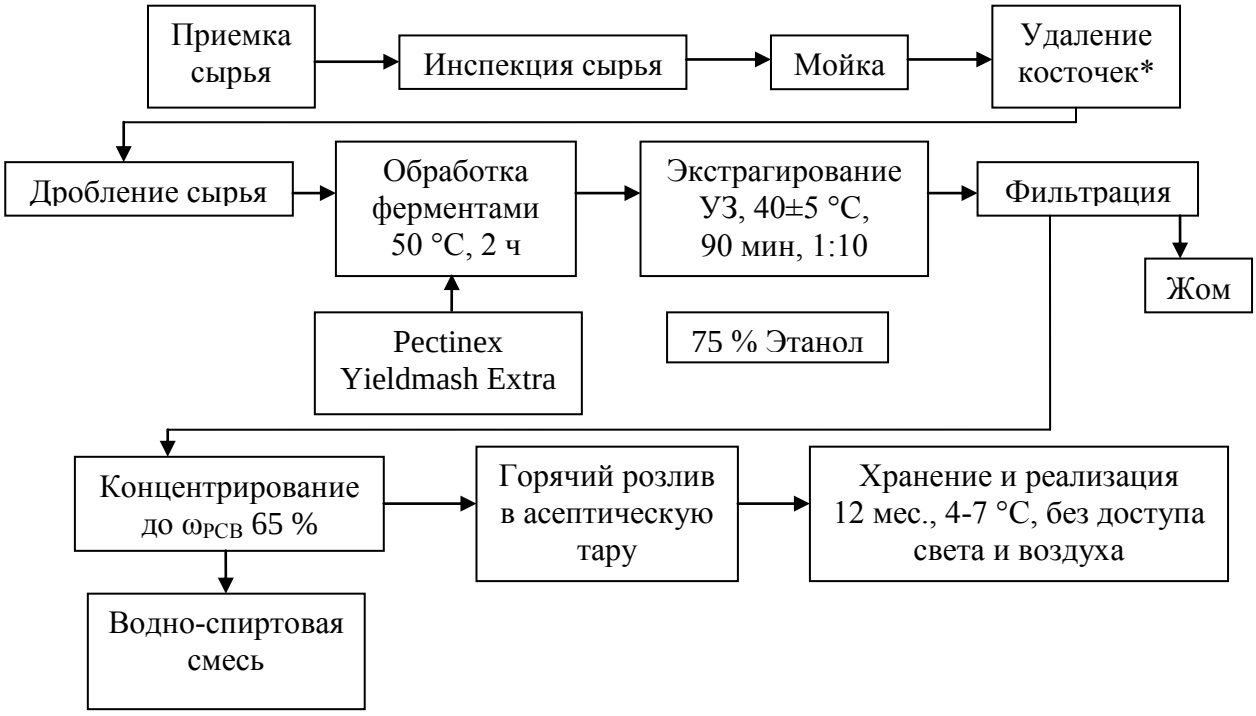
Показатель	Экстракт							
	Вишня				Черноплодная арония			
	С.у.	Темп	Свет	Возд	С.у.	Темп	Свет	Возд
КМАФАнМ, КОЕ/г	Нет	$3{,}2\cdot10^4$	$1{,}1\cdot10^3$	$1{,}6\cdot10^3$	Нет	$5{,}0\cdot10^4$	$1{,}9\cdot10^3$	$2{,}3\cdot10^3$
БГКП, КОЕ/г	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Дрожжи и плесени, КОЕ/г	Нет	$7{,}11\cdot10^5$	Нет	$2{,}36\cdot10^5$	Нет	$8{,}32\cdot10^5$	Нет	$3{,}43\cdot10^5$

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что при хранении экстрактов больше 12 месяцев при введении провоцирующих факторов приводит к обсеменению экстрактов, а также развитие дрожжей и плесеней свыше норм, установленных требованиями Технического регламента Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». В свою очередь хранение экстракта при стандартных условиях (4-5 °С, без доступа воздуха и света) в течение 12 месяцев позволяет сохранить микробиологическую безопасность получаемых экстрактов.

Совокупность показателей по антиоксидантной активности, физико-химическим и микробиологическим свойствам позволяет вывод, что провоцирующие факторы негативно влияют на плодово-ягодные экстракты. Таким образом, рекомендуемый срок годности экстрактов 12 мес. при температуре 4-7 °С, без доступа света и воздуха, при этом пик антиоксидантной активности экстрактов будет приходится на первые полгода хранения.

3.2.8 Технология получения плодово-ягодных экстрактов с применением инновационных технологий

Таким образом, опытным путем были подобраны условия получения плодово-ягодных экстрактов. Технологическая схема производства экстрактов представлена на рисунке 3.30.



*для вишни

Рисунок 3.30 – Блок схема получения экстракта из плодов и ягод

На основании экспериментальных данных выбраны технологические режимы процесса получения экстракта: ферментирование сырья ферментным препаратом Pectinex Yieldmash Extraпри 50 °С в течение 2 ч, экстрагирование

75 % этиловым спиртом, при ультразвуковом излучении 35 кГц, температуре 40±5 °С в течение 90 мин, гидромодуре 1:10.

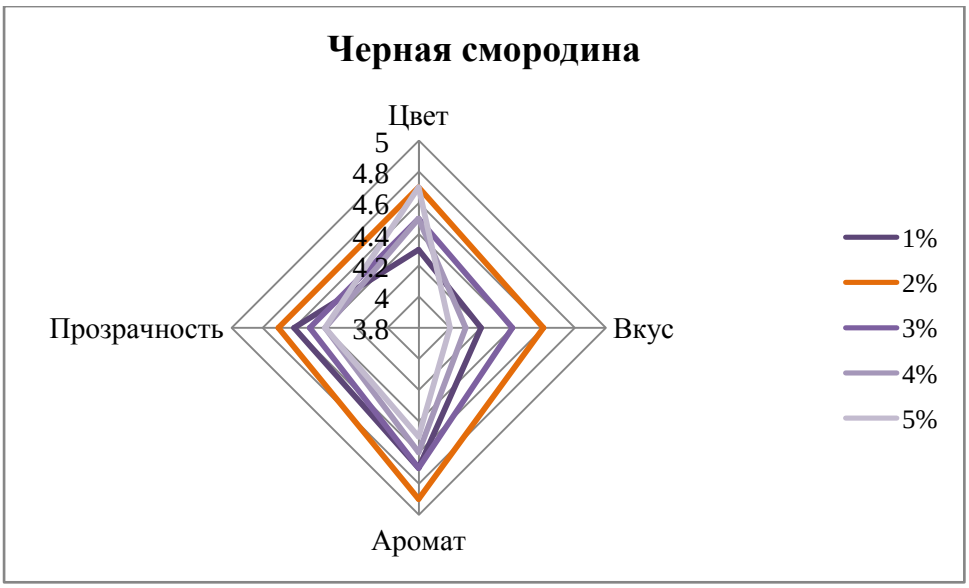
3.3 Разработка технологии получения напитков на основе плодово-ягодных экстрактов

Для достижения поставленной в данном исследовании цели – практической реализации плодово-ягодных экстрактов разработаны безалкогольные напитки и пивные напитки с добавлением экстрактов.

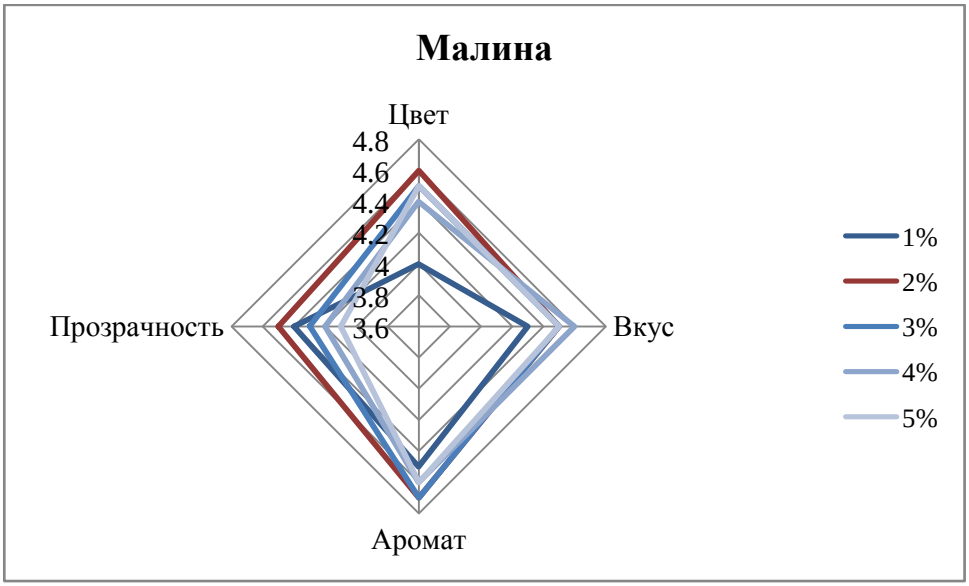
3.3.1 Разработка технологии получения безалкогольных напитков с плодово-ягодными экстрактами

Полученные в оптимальных условиях экстракты были использованы для приготовления безалкогольных напитков на основе плодово-ягодных экстрактов.

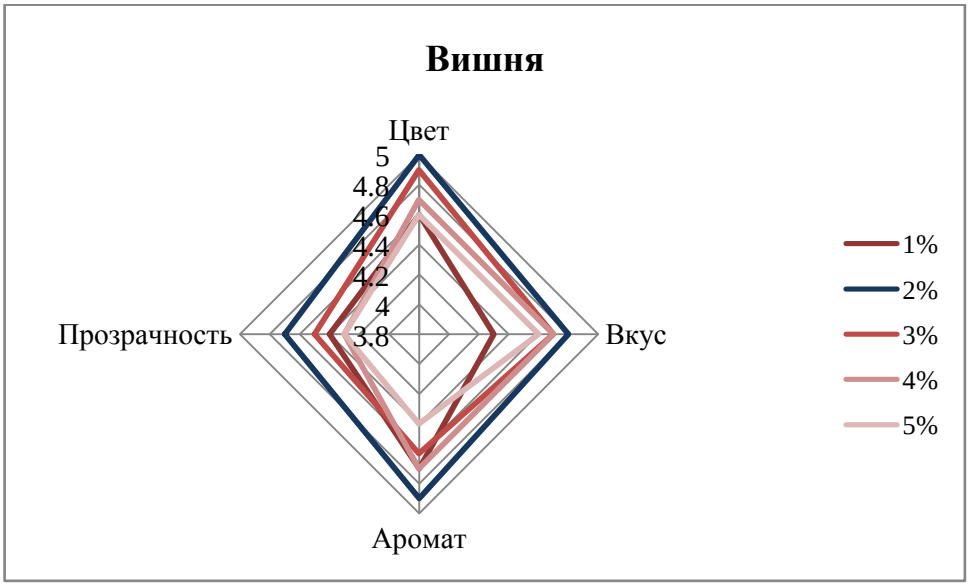
Для определения количества введения экстракта в безалкогольный напиток была проведена оценка качества по органолептическим показателям дегустационной комиссией. В основе безалкогольного напитка идет питьевая вода (1000 г), сахар (30 г) и экстракт в количестве 10, 20, 30, 40 или 50 г. Было определено, что введение 20 г для всех экстрактов наиболее оптимально по органолептическим показателям. Органолептические профили напитков представлены на рисунках 3.31-3.32.



а)



б)



в)

Рисунок 3.31 – Органолептический профиль безалкогольного напитка с экстрактом а) черной смородины, б) малины, в) вишни

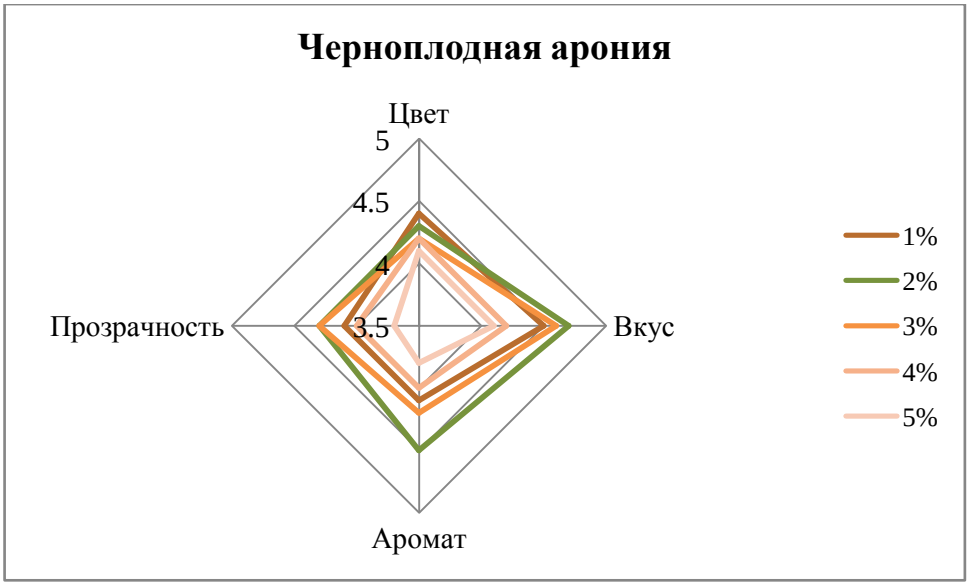


Рисунок 3.32 – Органолептический профиль безалкогольного напитка с экстрактом черноплодной аронии

Общая блок схема получения безалкогольных напитков с плодово-ягодными экстрактами представлена на рисунке 3.33.

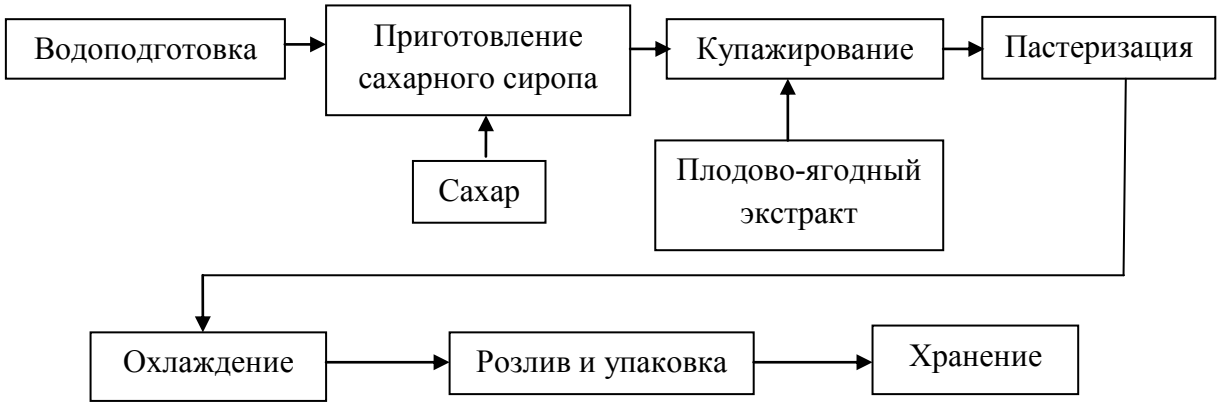


Рисунок 3.33 – Блок схема производства безалкогольных напитков с плодово-ягодными экстрактами

В качестве сырья для производства безалкогольных напитков с плодово-ягодными экстрактами используются экстракты, сахар. Они доставляются и хранятся на заводе в соответствии с инструкциями по их приемке и хранению.

Исходная вода из сборника-накопителя насосом под давлением подается в песочный фильтр предварительной очистки от возможных металлических примесей, далее вода под давлением подается в эжектор, в котором происходит интенсивное перемешивание воды с озоном, вырабатываемом озонатором из кислорода воздуха.

Из эжектора вода поступает в контактную емкость, в которой продолжается контакт озона с водой, после чего происходит окончательное разделение жидкой и газообразной фаз. Из контактной емкости озонированная вода подается насосом под давлением 320 кПа через песочный, а затем через угольный фильтр для удаления запахов и привкусов и на последней стадии в фильтр тонкой очистки для обеспечения тонкой фильтрации и на обеспложивающий фильтр.

Далее вода поступает на установку обратного осмоса, где происходит изменение минерального состава методом обратного осмоса: снижается общая минерализация исходной воды до требуемых показателей (общая жесткость не более 0,7 °Ж, pH 6,5-8,5). Подготовленная вода полностью соответствует требованиям по микробиологическим показателям, предъявляемой к питьевой воде.

Сахарный сироп для производства безалкогольных напитков готовится горячим способом. Сахарный песок посредством шнека поступает в бункер-смеситель, где смешивается с водой предварительно нагретой в накопительной емкости до температуры 60-70 °С. Из бункера-смесителя растворенный сахар поступает в емкость для варки сахарного сиропа, оборудованной мешалкой и паровой рубашкой, где нагревается до температуры пастеризации 90-95 °С и выдерживается 30 мин с целью повышения стойкости и микробиологической чистоты сиропа. После чего сахарный сироп фильтруется через фильтр, охлаждается через теплообменник и перекачивается в купажную емкость.

В купажную емкость насосом подается плодово-ягодный экстракт согласно рецептуре. Напиток тщательно перемешивается в течение 10-15

мин. После растворения напиток поступает для тепловой обработки в пастеризационно-охладительную установку с секцией стерилизации, где продукт нагревается до 130 °С, выдерживается 100 с и охлаждается до температуры розлива +4 °С.

Для безалкогольных напитков с плодово-ягодными экстрактами была проведена оценка физико-химических показателей, результаты которой представлены в таблице 3.23.

Таблица 3.21 – Физико-химические показатели безалкогольных напитков с плодово-ягодными экстрактами

Показатель	Добавляемый экстракт			
	Черная смородина	Малина	Вишня	Черноплодная арония
м.д. РСВ, %	5,5	5,2	5,3	5,6
м.д. К, %	0,5	0,5	0,5	0,5

Показатели антиоксидантной активности безалкогольных напитков с добавлением экстрактов представлены в таблице 3.24.

Таблица 3.24 – Показатели антиоксидантной активности безалкогольных напитков с плодово-ягодными экстрактами

Показатель	Добавляемый экстракт			
	Черная смородина	Малина	Вишня	Черноплодная арония
ФВ,мг ГК / 100 г ИС	205	173	187	211
Фл, мг К/ 100 г ИС	111	97	129	148
Ац, мг ЦГ/ 100 г ИС	49,14	46,63	43,46	40,11
АРА, EC_{50}, мг/мл	184	128	99	77
ВС, ммоль Fe^{2+} /1 кг ИС	2,16	1,71	3,51	3,42
АОА % инг	26	21	18	28
Витамин С, мг/100 г ИС	6,2	6,0	5,7	5,5

Суточная доза напитков с плодово-ягодными экстрактами составляет 200 мл, что составляет рекомендуемую суточную дозу употребления флавоноидов.

Разработанные безалкогольные напитки с добавлением экстрактов были проанализированы по показателям безопасности на соответствие требованиям Технического регламента Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и выявления гарантийных сроков годности.

Разработанные безалкогольные напитки разливали в стеклянные бутылки объемом 0,5 л, хранили при температуре 18±2 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %. Результаты микробиологической оценки представлены в таблице 3.25.

Таблица 3.25 – Микробиологические показатели разработанных безалкогольных напитков с плодово-ягодными экстрактами

Определяемый показатель	Безалкогольный напиток с экстрактом черноплодной рябины	Безалкогольный напиток с экстрактом вишни	Величина допустимого уровня
БГКП (колиформы)	Не обнаружены в 100 $см^3$	Не обнаружены в 100 $см^3$	Не допускается в 100 $см^3$
Дрожжи и плесени в сумме, КОЕ/$см^3$	5 КОЕ/100 $см^3$	0 КОЕ/100 $см^3$	Не более 15 КОЕ/100 $см^3$
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, $см^3$	Не обнаружены в 25 $см^3$	Не обнаружены в 25 $см^3$	Не допускается в 25 $см^3$

3.3.2 Разработка технологии получения пивного напитка с плодово-ягодными экстрактами

Другим направление использования плодово-ягодных экстрактов в пиво. Одной из актуальных задач является расширение ассортимента выпускаемой

продукции, создание новых напитков, обладающих специальными свойствами.

Полученные в оптимальных условиях экстракты были использованы для приготовления пивного напитка с плодово-ягодными экстрактами.

Определение количества вводимого в пиво экстракт проводилось посредством органолептического анализа дегустационной комиссией. Пиво сварено согласно рецептуре пива «Sladek» Чешское пиво на заводе ООО "Богатое", Самарская область, Красноярский район. Экстракт был добавлен после стадии дображивания в количестве 1, 2, 3, 4 или 5%.

Было определено, что введение 3 % экстракта в пивной напиток наиболее оптимально по органолептическим показателям. Органолептические профили пива с плодово-ягодными экстрактами представлены на рисунках 3.34-3.35.

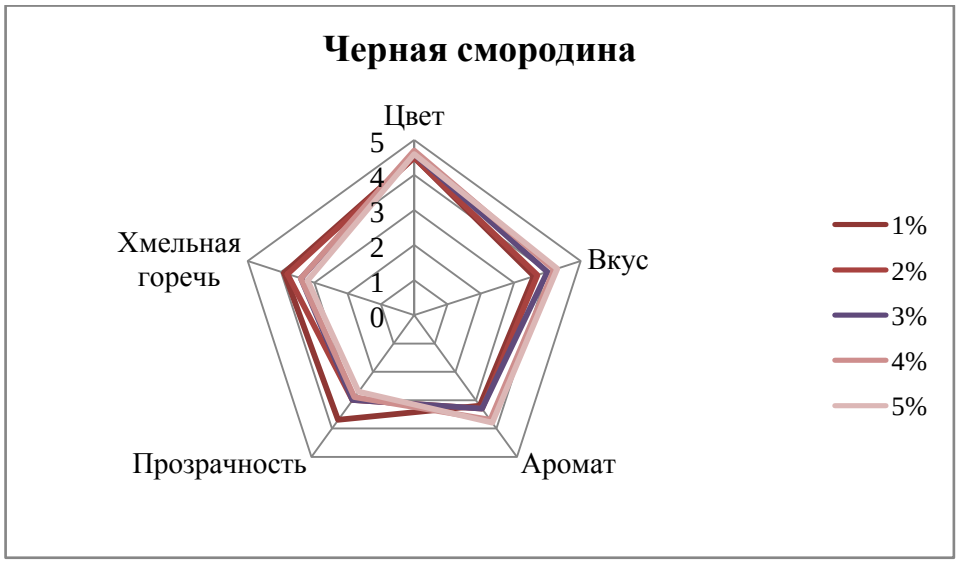
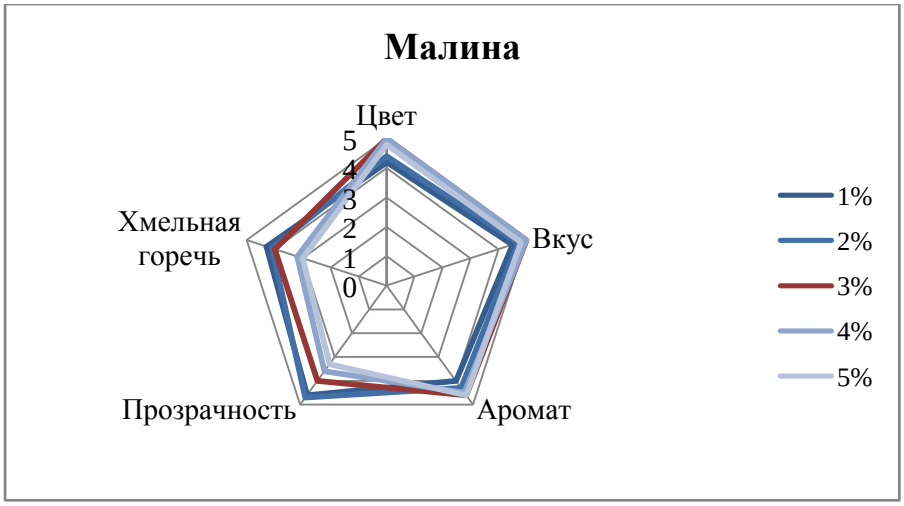
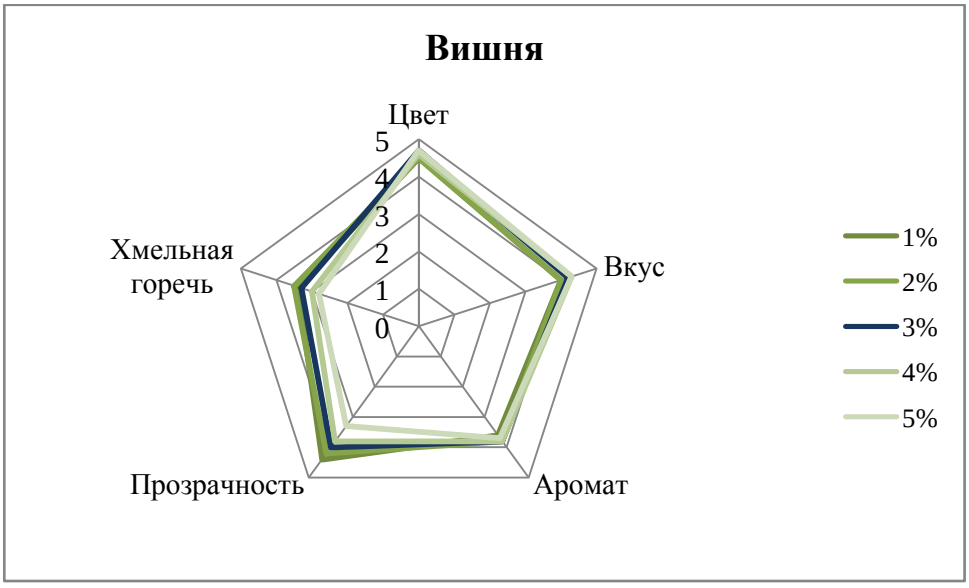


Рисунок 3.36 – Органолептический профиль пивного напитка с экстрактом черной смородины

а)



б)



в)

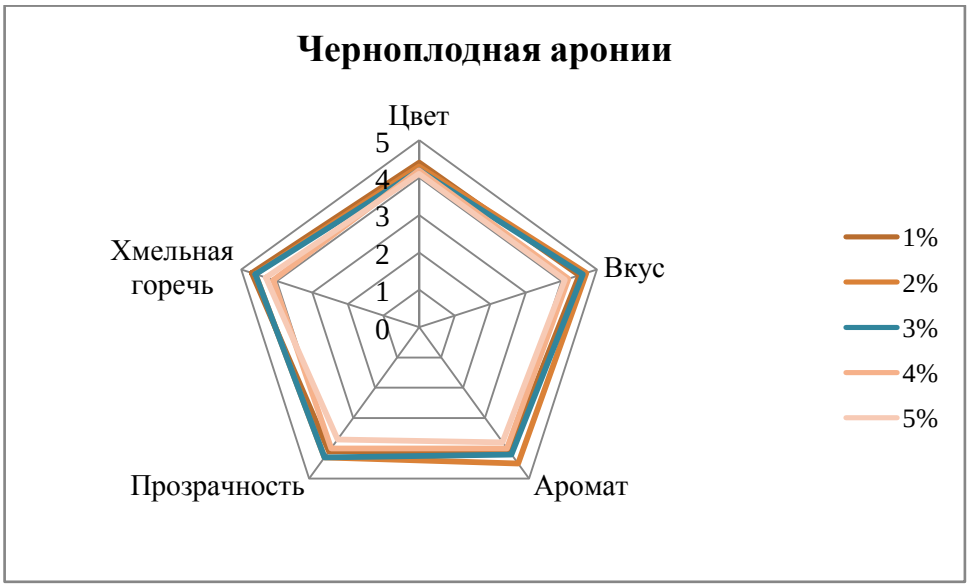


Рисунок 3.37 – Органолептический профиль пивного напитка с экстрактом а) малины б) вишни и в)черноплодной аронии

В качестве сырья для производства пивного напитка с плодово-ягодными экстрактами используют солод, хмель, плодово-ягодный экстракт и воду. Хранение производится на заводе в соответствии с ГОСТ 31711-2012 Пиво. Общие технические условия.

Водоподготовку производят аналогично водоподготовке при производстве безалкогольных напитков с использованием плодово-ягодного сырья.

Зерна замачивают в воде, которая впитываются зерном. При этом происходит увлажнение зародыша и стимулируется процесс проращивания зерна. Зерна помещают в мелкие ящики, воду сливают при температуре 14-16 °С, относительной влажности 100 %. Температуру солода повышают с 15 до 85 °С, контролируя воздушные потоки, относительную влажности и продолжительность сушки.

Солод из солодового бункера попадает в солододробилку, где он измельчается. В варочном цехе дробленный солод смешивается с водой (затирается) и в двух заторочных емкостях происходит расщепление его компонентов с образованием экстрактивных веществ.

В фильтровальном чане растворимые экстрактивные вещества сусла отделяют от нерастворимых веществ (пивной дробины).

Полученное в процессе фильтрования сусло кипятят в сусловарочном котле в течение 1-2 ч с добавлением хмеля. Конечным продуктом после стадии кипячения является горячее охмеленное сусло. Кипячение заканчивается перекачкой горячего сусла в вирпул сусловым насосом, предварительно удалив дробину через хмелеотделитель.

Горячее охмеленное сусло охлаждают до начальной температуры в две стадии. Первую стадию охлаждения горячего сусла от 95-100 °С до 60 °С проводят в отстойном аппарате в течение 2-6 ч. На второй стадии охлаждение сусла от 60 до 5-9 °С проводят быстро с использованием пластинчатых теплообменников. Аэрация сусла происходит в течение всего процесса его охлаждения.

Спиртовое брожение сахаров сусла происходит в бродильных чанах в бродильном отделении. В пивное сусло вводятся дрожжи. Сахара и белки сусла превращаются дрожжами в спирт, углекислый газ и вкусоароматические соединения при температуре 14-20 °С. Главное брожение проводят в цилиндро-конических танках, снаряженные штуцерами, шпунт-аппаратом, манометром, краном для отбора проб, штуцером для присоединения шлангов, люком для осмотра и мойки внутренней поверхности, предохранительным клапаном. После главного брожения пиво медленно охлаждают до температуры минус 2 °С. Дрожжи отделаются от суспензии и удаляются.

Глубокое фильтрование проводят с использованием кизельгурового фильтра.

Пиво смешивают с плодово-ягодным экстрактом в количестве 3 %.

Пивной напиток пастеризуют (72 °С, 30 с), разливают в бутылки или банки объемом 0,5 л, упаковывают и хранят.

Общая блок схема производства пивного напитка с плодово-ягодными экстрактами представлена на рисунке 3.38.

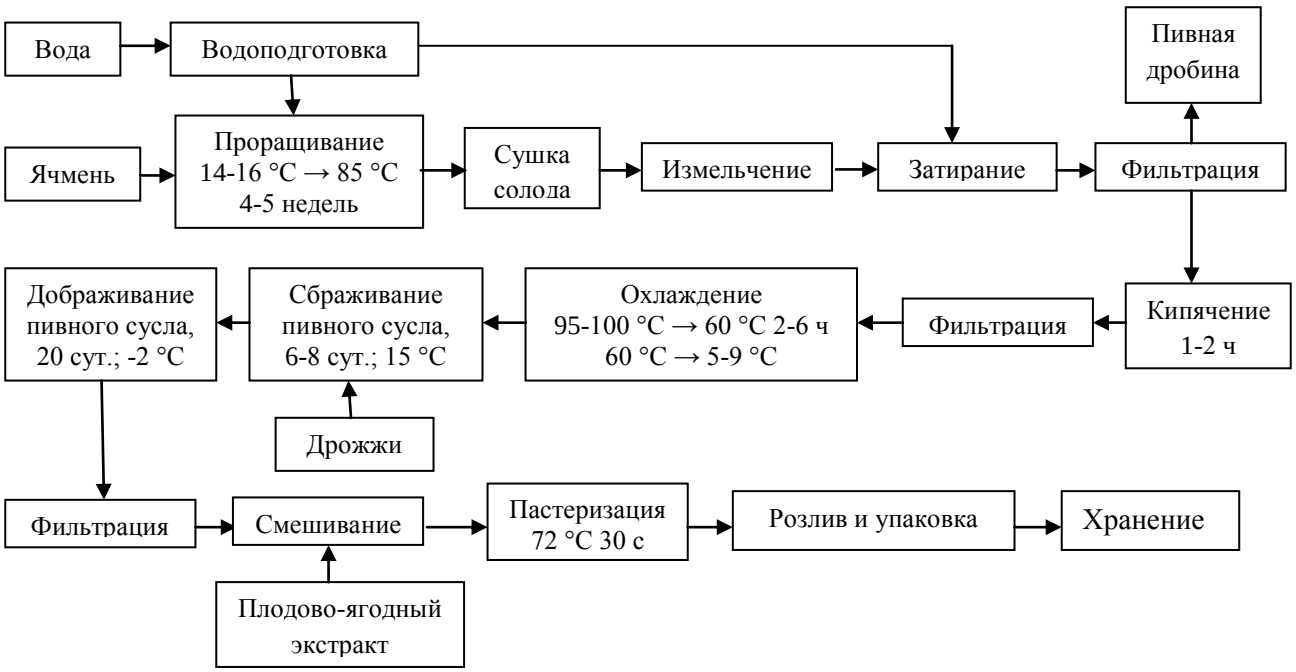


Рисунок 3.38 – Блок схема производства пивного напитка с плодово-ягодными экстрактами

Для пивного напитка с плодово-ягодными экстрактами была проведена оценка физико-химических показателей, результаты которой представлены в таблице 3.26. По всем показателям качества, которые представлены в ГОСТ 31711-2012, пивные напитки находятся в пределах нормы.

Таблица 3.26 – Физико-химические показатели пивного напитка с плодово-ягодными экстрактами

Показатель	Пиво традиционное	Добавляемый экстракт				Требования ГОСТ 31711-2012
		ЧС	М	В	ЧП	
Содержание спирта, % (не менее)	4,3	4,7	4,6	4,7	4,6	3,5
Экстрактивность начального сусла, %	12	12	12	12	12	12
Кислотность, к.е.	2,2	2,9	2,7	3,0	2,6	1,5-3,2
Цвет, ц.е.	0,9	1,7	1,4	1,5	1,8	0,6-2,0
Прогнозируемая стойкость, сут.	30	30	30	30	30	-
Пеностойкость, мин (не менее)	3,5	3,0	3,2	3,3	3,0	3

Показатели антиоксидантной активности пивного напитка с добавлением экстрактов представлены в таблице 3.27.

Таблица 3.27 – Показатели антиоксидантной активности пивного напитка с плодово-ягодными экстрактами

Показатель	Добавляемый экстракт			
	Черная смородина	Малина	Вишня	Черноплодная арония
1	2	3	4	5
ФВ,мг ГК / 100 г ИС	303	276	282	321
Фл, мг К/ 100 г ИС	145	108	158	176
Ац, мг ЦГ/ 100 г ИС	66,75	57,32	54,84	70,41

Продолжение таблицы 3.27

1	2	3	4	5
АРА, EC_{50}, мг/мл	88,32	74,11	65,37	41,96
ВС, ммоль Fe^{2+} /1 кг ИС	7,84	6,86	5,33	10,12
АОА % инг	24	28	22	27
Витамин С, мг/100 г ИС	6,7	6,4	6,6	6,2

Разработанные пивные напитки с добавлением экстрактов были проанализированы по показателям безопасности на соответствие требованиям Технического регламента Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и выявления гарантийных сроков годности.

Разработанный пивные напитки разливали в стеклянные бутылки объемом 0,5 л, хранили при температуре 18±2 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %. Результаты микробиологической оценки представлены в таблице 3.28.

Таблица 3.28 – Микробиологические показатели разработанного пива с плодово-ягодными экстрактами

Определяемый показатель	Пивной напиток с экстрактом малины	Пивной напиток с экстрактом черной смородины	Величина допустимого уровня
КМАФАнМ, КОЕ/ $см^3$	Менее 1 КОЕ/ $см^3$	Менее 1 КОЕ/ $см^3$	Не более 500 КОЕ/$см^3$
БГКП (колиформы)	Не обнаружены в 10,0 $см^3$	Не обнаружены в 10,0 $см^3$	Не допускается в 10,0 $см^3$
Дрожжи и плесени в сумме, КОЕ/$см^3$	Не обнаружены в 40,0 $см^3$	Не обнаружены в 40,0 $см^3$	Не допускается в 40,0 $см^3$
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, $см^3$	Не обнаружены в 25 $см^3$	Не обнаружены в 25 $см^3$	Не допускается в 25 $см^3$

3.4 Оценка экономической эффективности разработанных технологий безалкогольных и пивных напитков с плодово-ягодными экстрактами

На основе суточной производительности и годового фонда времени рабочих в диссертационном исследовании была рассчитана производственная программа безалкогольных и пивных напитков с плодово-ягодными экстрактами в натуральном и стоимостном выражении, которая представлена в таблице 3.29.

Таблица 3.29 – Производственная программа в натуральном и стоимостном выражении

Наименование продукции	Годовая производительность, дал	Количество дней работы в году, сут.	Суточная производительность, дал	Себестоимость, руб./дал	Рентабельность продукции, %	Оптовая цена продукции, руб./дал	Стоимость товарной продукции, тыс. руб.
Безалкогольный напиток с экстрактом черноплодной рябины	1000	232	4,3	280,1	49,0	417,3	417,3
Безалкогольный напиток с экстрактом вишни	1000	232	4,3	259,7	52,3	395,5	395,5
Пивной напиток с экстрактом малины	1000	232	4,3	699,0	32,1	923,4	923,4
Пивной напиток с экстрактом черной смородины	1000	232	4,3	644,2	30,8	842,6	842,6
ИТОГО	х	х	х	х	х	х	2578,9

Таким образом, производственная мощность характеризуется возможностью производства 4 000 дал безалкогольных и пивных напитков в год.

Определим себестоимость товарной продукции методом калькуляции по статьям затрат (таблица 3.30).

Таблица 3.30 – Себестоимость товарной продукции по статьям калькуляции

Статья затрат	Сумма, тыс. руб.			
	Безалкогольный напиток с экстрактом черноплодной рябины	Безалкогольный напиток с экстрактом вишни	Пивной напиток с экстрактом малины	Пивной напиток с экстрактом черной смородины
Сырье и основные материалы (за вычетом налогов)	28,8	8,4	417,7	392,9
Вспомогательные материалы	52,8			
Топливо на технологические цели	9,57			
Электроэнергия на технологические цели	6,07			
Холод на технологические цели	0,91			
Фонд заработной платы	720,0			
Начисления на заработную плату	216,0			
ИТОГО	280,1	259,7	699,0	644,2

Стоимость сырья, основных материалов и отходов рассчитывается на основе потребности в них.

Стоимость вспомогательных материалов рассчитывается, исходя из количества произведенной продукции, норм расходы каждого вида материалов на единицу продукции, оптовых цен и расходов по доставке материалов. В эту статью включается бой бутылок и износ тары.

Для определения стоимости топлива на технологические цели установим норму расхода условного топлива на единицу продукции в количестве 0,52, вид топлива – природный газ – таблица 3.31.

Таблица 3.31 – Стоимость топлива

Показатели	Количество
Количество производимой продукции в год, дал	$4 \cdot 10^3$
Норма расхода условного топлива на единицу продукции, $м^2$	0,52
Потребность в условном топливе на весь объем продукции, $м^2$	2080
Вид натурального топлива и его калорийность	газ природный
Коэффициент перевода условного топлива в натуральное	1,15
Потребность в натуральное топливе на весь объем продукции, $м^2$	2392
Цена единицы натурального топлива, $р/м^2$	4

Стоимость электроэнергии на технологические цели рассчитывается на основе норм расхода электроэнергии (в кВт·ч) на единицу продукции, объема

производства продукции и действующего тарифа на 1 кВт·ч электроэнергии (таблица 3.32).

Таблица 3.32 – Стоимость электроэнергии

Вид продукции	Единица измерения	Объем производства	Норма расхода электроэнергии в кВт·ч на единицу продукции	Общая потребность электроэнергии	Тариф за кВт·ч электроэнергии, руб.
Электро-энергия	кВт·ч	$4 \cdot 10^3$	0,345	1380	4,4

Стоимость холода на технологические цели рассчитывается на основе количества произведенной продукции, норма расхода холода на единицу продукции и цены за единицу холода. Расчет выполняется по формуле – таблица 3.33.

Таблица 3.33 – Стоимость холода

Вид продукции	Единица измерения	Объем производства продукции	Норма расхода холода в кДж на 1 дал	Тариф за кДж холода, руб.
Холод	кДж	$4 \cdot 10^3$	25,31	0,009

Для работы при производительности 70 л/ч необходимо 5 человек, годовой фонд заработной платы составит 720тыс. руб. Годовой фонд зарплаты рабочих рассчитывается на основе годового фонда времени работы (в часах), тарифных ставок рабочих и доплат к тарифному фонду.

Отчисления на социальные нужды принимают в размере 30 % от заработной платы.

Рассчитываем конечные финансовые показатели плана: на базе издержек производства и принятой рентабельности продукции определим прибыль, оптовые и оптово-отпускные цены на готовую продукцию, размер прибыли и ее распределение. Расчет цены единицы продукции проводился по форме таблицы 3.34.

Таблица 3.34 – Расчет цены единицы продукции

Показатель	Продукция			
	Безалкогольный напиток с экстрактом черноплодной рябины	Безалкогольный напиток с экстрактом вишни	Пивной напиток с экстрактом малины	Пивной напиток с экстрактом черной смородины
Полная себестоимость, дал/руб.	280,1	259,7	699,0	644,2
Рентабельность продукции, %	49,0	52,3	32,1	30,8
Прибыль от продаж, руб.	137,2	135,8	224,4	198,4
Оптовая цена реализации, руб.	417,3	395,5	923,4	842,6
НДС, руб.	75,1	71,2	166,2	151,7
Оптово-отпускная цена реализации, руб./дал				
- руб./дал	492,5	466,7	1089,6	994,3
- руб./л	49,2	46,7	109,0	99,4

Расчетный экономический эффект от реализации предлагаемых технических решений представлен в таблице 3.35.

Таблица 3.35 – Экономический эффект от реализации предлагаемых технических решений (на 1000 дал)

Вид продукции	Выручка от продаж, тыс. руб.	Себестоимость товарной продукции, тыс. руб.	Прибыль от продаж, тыс. руб.	Рентабельность продукции, %	Изменение рентабельности, п.п.
1	2	3	4	5	6
Контроль (Безалкогольный негазированный напиток Darida Berry Boom)	290,0	200,0	90,0	45,0	х
Безалкогольный напиток с экстрактом черноплодной рябины	417,3	280,1	137,2	49,0	4,0
Безалкогольный напиток с экстрактом вишни	395,5	259,7	135,8	52,3	7,3
Контроль (пиво «Sladek» Чешское пиво)	670,0	530,0	140,0	26,4	х
Пивной напиток с экстрактом малины	923,4	699,0	224,4	32,1	5,7
Пивной напиток с экстрактом черной смородины	842,6	644,2	198,4	30,8	4,4

Оценка экономической эффективности производства предлагаемых безалкогольных напитков свидетельствует о высокой результативности производства данного продукта. Так, рост прибыли от продаж безалкогольного напитка с экстрактом черноплодной рябины и безалкогольного напитка с экстрактом вишни по сравнению с контролем составил 47,2 тыс. руб./1000 дал и 45,8 тыс. руб./1000 дал соответственно. Рост результативности производства предлагаемых безалкогольных напитков составил 4,0 п.п. (с экстрактом черноплодной рябины) и 7,3 п.п. (с экстрактом вишни).

Оценка результативности производства пива с добавлением плодово-ягодных экстрактов также свидетельствует об их высокой экономической эффективности. Так, рост рентабельности производства пива с экстрактом малины и с экстрактом черной смородины по сравнению с контролем составил 5,7 п.п. и 4,4 п.п. соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что плоды и ягоды черной смородины, малины, вишни и черноплодной аронии являются перспективными в качестве основы экстрактов с повышенным антиоксидантным действием. Массовая концентрация фенольных веществ в ягодах черной смородине находится в пределах 434±321 мг ГК/100 г ИС, малины – 528±78 мг ГК/100 г ИС, черноплодной аронии – 1013±22 мг ГК/100 г ИС, в плодах вишни – 653±226 мг ГК/100 г ИС;

2. Определено, что наибольшее увеличение выхода и антиоксидантной активности для всех плодов и ягод происходит при использовании ферментного препарата Pectinex Yieldmash Extra. Содержание фенольных веществ в экстрактах с предварительной обработкой ферментными препаратами увеличивается от 20,8 % (черная смородина) до 46,5 % (малина) Выход экстракта увеличился для черной смородины в 1,37 раз, для малины – 1,36 раз, для вишни – 1,49 раз, для черноплодной аронии – 1,40 раза;

3. Выявлено, что ультразвуковая, инфракрасная, микроволновая, надкритическая экстракция позволяют увеличить антиоксидантные свойства получаемых, однако наибольшее увеличение выхода фенольных веществ по сравнению с классической мацерацией наблюдается при использовании УЗ обработка – 1,1-1,3 раза в зависимости от природы плодов и ягод;

4. Теоретически обоснованы и установлены параметры экстракции плодово-ягодного сырья: растворитель 75 % этиловый спирт, температура экстракции 40 °С, продолжительность экстракции 90 мин, гидромодуль 1:10;

5. Установлено, что рекомендуемый срок годности экстрактов 12 мес. при температуре 4-7 °С, без доступа света и воздуха, при этом пик антиоксидантной активности экстрактов будет приходится на первые полгода хранения. В течение всего период хранения экстракты обладают высокими потребительскими и физико-химическими свойствами;

6. Разработан комплект нормативно-технической документации для промышленного производства плодово-ягодных экстрактов с повышенным антиоксидантным действием;

7. Разработана рецептура и технологические режимы производства безалкогольных напитков и пивных напитков с добавлением плодово-ягодных экстрактов при обеспечении высоких показателей качества. Добавление 2 % экстракта в безалкогольный напиток и 3 % в пивной напиток положительно сказывается на АОА продукта.

8. Получена опытно-производственная выработка партия напитков. Оценка экономической эффективности производства предлагаемых безалкогольных и пивных напитков свидетельствует о высокой результативности производства данных продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеева, Ю.В. Сырье для производства замороженных десертов из черной смородины / Ю.В. Авдеева, И.В. Кобозев, А.А. Творогова // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 7. – С. 79-80.

2. Алексеенко, Е.В. Исследование влияния предварительной обработки ягод брусники с применением композиции ферментных препаратов на химический состав сока / Е.В. Алексеенко, Е.А. Быстрова, Ю.М. Дикарева // Вестник ВГУИТ. – 2017. – Т. 79, № 1. – С. 282-289.

3. Алексеенко, Е.В. Мониторинг эффективности применения ферментных препаратов для обработки ягод брусники при получении сока / Е.В. Алексеенко, Е.А. Быстрова // Вестник ВГУИТ. – 2015. – № 3. – С. 177-181.

4. Апаева, А.В. Влияние ультразвукового облучения на извлечение флавоноидов из зеленой массы гречихи / А.В. Апаева, Э.Т. Ямансарова, О.С. Куковинец, О.Б. Зворыгина // Вестник Башкирского университета. – 2016. – Т.21, № 1. – С. 69-72.

5. Бакин, И.А. Изучение химического состава ягод черной смородины в процессе переработки / И.А. Бакин, А.С. Мустафина, П.Н. Лунин // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6. – С. 159-162.

6. Бакин, И.А. Исследование технологических процессов получения экстрактов черной смородины / И.А. Бакин, А.С. Мустафина, Л.А. Алексенко, П.Н. Лунин // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 12. – С. 227-230.

7. Бакин, И.А. Совершенствование технологии экстрагирования ягодного сырья с использованием ультразвуковой обработки / И.А. Бакин, А.С. Мустафина, П.Н. Лунин // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6. – С. 91-95.

8. Бибик, И.В. Обоснование и разработка технологии напитка на основе пивного сусла с добавлением хвойного экстракта / И.В. Бибик, Ю.А. Гужель // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 1. – С. 3-7.

9. Бондакова, М.В. Получение и использование экстракта красящих веществ винограда в косметических продукта / М.В. Бондакова, С.Н. Бутова, С.Ю. Солдатова // Вестник НВГУ. – 2015. – № 1. – С. 56-62.

10. Валиулина, Д.Ф. Биотехнология яблочного сока прямого отжима функционального назначения: характеристика ресурсов, совершенствование технологии, свойства готовой продукции: Автореферат дис. канд. техн. наук [Место защиты: ВГУИТ] / Д.Ф. Валиулина. – Воронеж, 2015. – 24 с.

11. Веретнова, О.Ю. Возможности использования нетрадиционного растительного сырья в производства пищевых продуктов функционального назначения / О.Ю. Веретнова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6. – С. 154-158.

12. Владимиров, Г.К. Хемилюминесцентная методика определения общей антиоксидантной емкости в лекарственном растительном сырье / Г.К. Владимиров, Е.В. Сергунова, Д.Ю. Измайлов, Ю.А. Владимиров // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2016. – № 2. – С. 65-72.

13. Воронина, М.С. Изучение химического состава и антиоксидантной активности свежих плодов и продуктов переработки черноплодной рябины / М.С. Воронина, Н.В. Макарова // Садоводство и виноградарство. – 2015. – № 2. – С. 42-46.

14. Воронина, М.С. Изучение химического состава и антиоксидантной активности свежих плодов и продуктов переработки черной смородины / М.С. Воронина, Н.В. Макарова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – № 2. – С. 23-25.

15. Воронина, М.С. Особенности химического состава и антикосидантной активности вишни и продуктов ее переработки / / М.С. Воронина, Н.В. Макарова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2015. – № 1(343). – С. 13-15.

16. Габитов, Ф.Р. Экспериментальное исследование сверхкритической экстракции водорослей / Ф.Р. Габитов, Р.А. Усманов, Л.Ю.

Яруллин, Ш.А. Бикташев, Р.Р. Гайфуллина, А.В. Маряшев // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 9. – С. 67-69.

17. Габдукаева, Л.З. Поликомпонентные пищевые продукты с функциональныеми свойствами / Л.З. Габдукаева, Е.В. Никитина // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – № 10(16). – С. 211-212.

18. Гореликова, Г.А. Исследование возможности включения в состав майонеза растительного экстракта антиоксидантного действия / Г.А. Гореликова, П.С. Скубаев // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – № 4. – С. 27а-30.

19. ГОСТ Р 53773-2010. Продукция соковая. Методы определения антоцианинов. Москва, Стандартинформа, 2010. 20 с.

20. Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области за 2016 год. – http://www.priroda.samregion.ru/external/priroda/files/c_116/Gosdoklad_2016.pdf

21. Гудковский, В.А. Антиоксидантные (целебные) свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения / В.А. Гудковский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 4. – С. 13-19.

22. Гусейнова, Б.М. Интенсификация процесса экстракции нутриентов из плодов и ягод действием микроволн / Б.М. Гусейнова, Э.Ш. Исмаилов, Т.И. Даудова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 4. – С. 50-53.

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

24. Дейнека, В.И. Исследование антоцианов 11 сортов ремонтантной малины / В.И. Дейнека, Л.А. Дейнека, В.Н. Сорокопудов, И.С. Дубцова, Е.Б. Майорова // Научные ведомости. Серия Естественные науки. – 2012. – № 21(140). – С. 149-153.

25. Дейнека, Л.А. Антоцианы плодов вишни и родственных растений / Л.А. Дейнека, А.Н. Чулков, В.И. Дейнека, В.Н. Сорокопудов, С.М.

Шевченко // Научные ведомости. Серия Естественные науки. – 2011. – № 9(104). – С. 367-373.

26. Дейнека, Л.А. Метод экстракции и очистки антоцианов из плодов аронии черноплодной / Л.А. Дейнека, И.Л. Блинова, А.Н. Чулков, И.И. Саенко, В.И. Дейнека, В.Н. Сорокопудов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2012. – Т. 18, № 10-2(129). – С. 60-64.

27. Демидова, А.В. Влияние режимов бланшировки на физико-химические свойства и антиоксидантную активность фруктового сырья на примере вишни, сливы, черноплодной рябины и клубники / А.В. Демидова, Н.В. Макарова // Пищевая промышленность. – 2016. – № 2. – С. 40-43.

28. Домарецкий, В.А. Технология экстрактов, концентратов и напитков из растительного сырья: учеб. пособие / В.А. Домарецкий. – М.: Форум, 2007. – 444 с.

29. Донченко, Г.В. Природные антикосидантны (биотехнологические, биологические и медицинские аспекты): монография / Г.В. Донченко, Л.В. Кричковская, С.И. Чернышов, Ю.В. Никитченко, В.И. Жуков – Харьков: ОАО «Модель Вселенной», 2001. – 376 с.

30. Думитраш, П.Г. Ультразвуковая экстракция биологически активных соединений из семян томатов / П.Г. Думитраш, М.К. Болога, Т.Д. Шемякова // Электронная обработка материалов. – 2016. – № 52(3). – С. 47-52.

31. Евдокименко, С.Н. Новые ремонтантные сорта малины для низкозатратной и экологически безопасной технологии возделывания / С.Н. Евдокименко, С.Д. Айтжанова // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 5. – С. 22-29.

32. Евдокименко, С.Н. Оценка сортов ремонтантных малины по биохимическим показателям ягод / С.Н. Евдокименко, А.Ф. Никулин, И.А. Бохан // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 3. – С. 49-53.

33. Ермакова, Ю.А. Использование CO_2-экстрактов из растительного сырья в технологии сушено-вяленой рыбной продукции / Ю.А. Ермакова, И.А. Бессмертная // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2014. – № 1. – С. 60-67.

34. Зубков, А.В. Рынок фруктов и ягод в России: состояние и перспективы развития / А.В. Зубков, М.В. Тиссен // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2016. – № 2(14). – С. 73-78.

35. Ивахнов, А.Д. Исследование масла брусники, полученной экстракцией сверхкритическим диоксидом углерода / А.Д. Ивахнов, Т.Э. Скребец, М.В. Богданов, К.Г. Боголицын, Е.Д. Тремзина // Химия растительного сырья. – 2013. – № 4. – С. 65-69.

36. Калинина, И.В. Применение эффектов ультразвукового кавитационного воздействия как фактора интенсификации извлечения функциональных ингредиентов / И.В. Калинина, Р.И. Фаткуллин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2016. – Т. 4, № 1. – С. 64-70.

37. Каширина, О.Ю. Применение CO_2-экстрактов из растительного сырья для ароматизации табачных изделий / О.Ю. Каширина, И.И. Татарченко, В.Г. Щербаков // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 1. – С. 118-119.

38. Кизим, И.Е. Технология получения и применения экстрактов субтропических культур / И.Е. Кизим, Г.И. Касьянов, В.П. Писклов // Известия Вузов. Пищевая технология. – 2000. – № 2-3. – С. 39-46.

39. Ковтун, Т.В. Разработка технологии мясорастительных полуфабрикатов с применением добавок из лекарственных растений / Т.В .Ковтун, А.А. Запорожский // Известия Вузов. Пищевая технология. – 2012. – № 2-3. – С. 53-55.

40. Кондратьев, Д.В. Способы получения экстракта виноградных выжимок и возможности его использования в пищевой промышленности / Д.В. Кондратьев, Н.Г. Щелгов // Известия вузов. Пищевая технология. – 2009. – № 1. – С. 62-65.

41. Кравченко, С.Н. Антиоксидантные свойства концентрированных экстрактов из продуктов переработки ягод семейства брусничных / С.Н. Кравченко, А.А. Столетова, А.М. Попов, А.А. Сарафанов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 6. – С. 27-29.

42. Кравченко, С.Н. Антиоксидантные свойства ягодных экстрактов / С.Н. Кравченко, А.Г. Кожура, А.М. Попов // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 54-56.

43. Кравченко, С.Н. Разработка и товароведческая оценка быстрорастворимых гранулированных продуктов / С.Н. Кравченко, О.В. Голуб, Р.Ю. Романенко // Новые технологии. – 2010. – № 2. – С. 54-58.

44. Кричман, Е.С. Натуральные пищевые красители и их применение в пищевой промышленности / Е.С. Кричман // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2001. – № 1. – С. 20-21.

45. Левин, Б.Д. Возможные пути переработки плодов аронии черноплодной / Б.Д. Левин, А.С. Федюлин // Вестник КрасГАУ. – 2006. – № 10. – С. 315-318.

46. Лысянский, В.М. Экстрагирование в пищевой промышленности / В.М. Лысянский, С.М. Гребенюк. – М.: Агропромиздат, 1987. – 188 с.

47. Магажанов, Ж.М. Исследование БАВ некоторых плодово-ягодных культур, произрастающих на Юго-Востоке Казахстана / Ж.М. Магажанов, М.Ж. Бектурсунова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – № 4(43). – С. 30-35.

48. Мазнев, Н.И. Энциклопедия лекарственных растений / Н.И. Манзев. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Мартин, 2004. – 496 с.

49. Майтаков, А.Л. Исследование потребительских свойств и определение регламентирующих показателей качества быстрорастворимого завтрака на основе молочной сыворотки и экстракта аронии черноплодной / А.Л. Майтаков // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 3. – С. 62-67.

50. Малашенко, Н.Л. Технологическая и экономическая стратегия производства и применения CO_2-экстрактов / Н.Л. Малашенко // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 81(07). – С. 582-591.

51. Макарова, Н.В. Антиокислительные свойства косточковых плодов / Н.В. Макарова, А.В. Зюзина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 2-3. – С. 14-16.

52. Макарова, Н.В. Антиокислительное действие ягод / Н.В. Макарова, А.В. Зюзина, Ю.И. Мирошкина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. – № 2-3. – С. 10-12.

53. Маркин, В.И. Основные направления использования микроволнового излучения при переработке растительного сырья (обзор) / В.И. Маркин, М.Ю. Чепрасова, Н.Г. Базарнова // Химия растительного сырья. – 2014. – № 4. – С. 21-42.

54. Марина, Н.В. Продукты повышенной биологической ценности из нетрадиционного растительного сырья / Н.В. Марина, Г.Н. Новоселова, С.А. Шавнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12, № 1(8). – С. 2079-2082.

55. Матасова, С.А. Химический состав сухого водного экстракта из шрота шиповника / С.А. Матасова, Г.Л. Рыжова, К.А. Дычко // Химия растительного сырья. – 1997. – № 2. – С. 28-31.

56. Мищенко, Е.В. Обзор использования ультразвукового экстрагирования компонентов из растительного сырья / Е.В. Мищенко // Вестник ОрелГАУ. – 2015. – № 2(53). – Р. 51-61.

57. Молодцова, М.А. Возможности и перспективы использования микроволнового излучения в промышленности (обзор) / М.А. Молодцова, Ю.В. Севастьянова // ИВУЗ. «Лесной журнал». – 2017. – № 2. – С. 173-187.

58. Мясищева, Н.В. Изучение биологически активных веществ ягод черной смородины в процессе хранения / Н.В. Мясищева, Е.Н. Артемов // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3. – С. 36-40. 2.7

59. Мясищева, Н.В. Перспективы использования ягод красной смородины новых сортов в технологии диетических продуктов функционального назначения / Н.В. Мясищева, Е. Н. Артемова // Курортные ведомости. – 2011. – № 5(68). –С. 66-69.

60. Нарчуганов, А.Н. Эффективные вещества лапки хвойных эвенкии, извлекаемые при спиртовой обработке с использованием ультразвука / А.Н. Нарчуганов, А.А. Ефремов, К.Б. Оффан // Химия растительного сырья. – 2010. – № 1. – С. 105-108.

61. Наумова, Н.Л. Современный взгляд на проблему исследования антиоксидантной активности пищевых продуктов / Н.Л. Наумова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2014. – Т. 2, № 1. – С. 5-8.

62. Нечаев, А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др.; под ред. А.П. Нечаева – изд. 4-е, испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с.

63. Овсянникова, Е.А. Исследование процесса экстрагирования дикорастущих ягод Сибири с использованием биокаталитических методов / Е.А. Овсянникова, Т.Ф. Киселева, А.Н. Потапов, А.В. Дюжев // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 4. – С. 110А-114.

64. Один, А.П. Преимущества использования этилового спирта как экстрагента для получения красных антоциановых красителей из растительного сырья / А.П. Один // Известия вузов. Пищевая технология. – 2004. – № 4. – С. 46-48.

65. Окара, А.И. Технология и товароведная характеристика сывороточных экстрактов из плодово-ягодного сырья / А.И. Окара, А.В. Жебо // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 10. – С. 174-178.

66. Основные показатели сельского хозяйства в России. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140096652250.

67. Палагина, М.В. Обоснование и разработка технологии пива специального с добавлением экстрактов из дальневосточных дикоросов /

М.В. Палагина, Ю.В. Приходько, А.Г. Зимба // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 1. – С. 43-44.

68. Палагина, М.В. Разработка технологии пива специального с добавлением экстрактов из аралии маньчжурской / М.В. Палагина, А.Г. Зимба // Вестник ТГЭУ. – 2007. – С. 51-56.

69. Пастушкова, Е.В. Растительное сырье как источник функционально пищевых ингредиентов / Е.В. Пастушкова, Н.В. Заворохина, А.В. Вятник // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2016. – Т. 4, № 4. – С. 105-113.

70. Переверткина, И.В. Влияние глицерина на экстрагирование антоциановых пигментов из растительного сырья / И.В. Переверткина, А.Д. Волков, В.М. Болотов // Химия растительного сырья. – 2011. – № 2. – С. 187-188.

71. Поплева, Е. А. Смородина и крыжовник / Е. А. Поплева. – М.: Издательский Дом МСП, 2007. – 176 с.

72. Потапов, А.Н. Разработка экстракторов для системы «твердое тело-жидкость» / А.Н. Потапов, М.В. Просин, А.М. Магилина, М.В. Понамарева // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3. – С. 80-84.

73. Потороко, И.Ю. Перспективы использования ультразвукового воздействия в технологии экстракционных процессов / И.Ю. Потороко, И.В. Калинина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнология». – 2014. – Т. 2, № 1. – С. 42-47.

74. Потишук, Л.Н. Технология использования экстрактов бурых водорослей в производстве водок особых / Л.Н. Потишук, Т.К. Каленик, Т.И. Елисеева, И.Н. Сафина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 4. – С. 73-75.

75. Причко, Т.Г. Влияние заморозки на показатели качества ягод малины / Т.Г. Причко, Н.В. Дрофичева // Технологии пищевой и

перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2015. – № 5. – С. 40-45.

76. Производство валового регионального продукта (данные Самарского статистического ежегодника). URL: http://samarastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/samarastat/ru/statistics/grp/

77. Родионова, Н.С. Применение метода ультразвукового экстрагирования в приготовлении напитка направленного действия из ягод черной смородины / Н.С. Родионова, М.В. Мануковская, А.Е. Небольсин, М.В. Серченя // Вестник ВГУИТ. – 2016. – № 2. – С. 162-169.

78. Рыжова, Г.Л. Получение сухого экстракта из плодов рябины сибирской и изучение его химического состава / Г.Л. Рыжова, С.А. Матасова, С.Г. Башуров // Химия растительного сырья. – 1997. – № 2. – С. 37-41.

79. Саввин, П.Н. Особенности выделения антоцианов спиртами алифатического ряда / П.Н. Саввин, К.С. Игнатова, А.Э. Ломакина // Вестник ВГУИТ. – 2015. – № 2. – С. 171-174.

80. Сазонов, Ф.Ф. Сравнительная оценка качества ягод черной смородины и продуктов переработки / Ф.Ф. Сазонов, А.Ф. Никулин // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 4. – С. 1-7.

81. Стрюкова, А.Д. Замороженные ягоды – эффективный антиоксидант в течение всего года / А.Д. Стрюкова, Н.В. Макарова // Пищевая промышленность. – 2013. – № 3. – С. 28-31.

82. Супонина, Т.А. Получение порошкообразного пищевого красителя из выжимок ягод черной смородины / Т.А. Супонина, С.В. Кочнева, А.М. Касымакунова // Известия вузов. Пищевая технология. – 1999. – № 2-3. – С. 47-48.

83. Терлецкая, В.А. Влияние технологических факторов на процесс экстракции плодов рябины черноплодной / В.А. Терлецкая, Е.В. Рубанка, И.Н. Зинченко // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 4. – С. 127-130.

84. Тимофеева, В.Н. Влияние ферментной обработки мезги сортовой аронии черноплодной и рябины садовой на выход сока / В.Н. Тимофеева, Н.В. Саманкова, Ю.П. Азаренко // Пиво и напитки. – 2009. – № 5. – С. 24-26.

85. Тихонов, С.Л. Разработка и товароведная оценка БАД «Растивит» с использованием растительного сырья Южного Урала / С.Л. Тихонов, Е.В. Улитин // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 4. – С. 104а-107.

86. Толмачев, В.О. Разработка технологии экстракта люцерны посевной и его использование для производства безалкогольных напитков антиоксидантной направленности / В.О. Толмачев, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2016. – Т. 4, № 3. – С. 47-54.

87. Тыщенко, Е.А. Исследование компонентного состава вишни степной, применение полисахаридного сырья в производстве кисломолочных напитков / Е.А. Тыщенко, О.В. Васильева // Наука и современность. – 2014. – № 31. – С. 128-133.

88. Фефелова, И.А. Новые технологии переработки растительного сырья / И.А. Фефелова, В.Г. Шелепов, Г.В. Кашина, А.С. Кашин // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 5. – С. 367-370.

89. Хасанов, В.В. Методы исследования антиоксидантов / В.В. Хасанов, Г.Л. Рыжова, Е.В. Мальцева // Химия растительного сырья. – 2004. – № 3. – С. 63-75.

90. Цихмейстр, Е.В. Применение суб- и сверхкритических флюидов в экстракционных процессах / Е.В. Цихмейстр, Ф.М. Гумеров // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15 (10). – С. 98-99.

91. Челнакова, Н.Г. Избыточная масса тела как социальная медицинская проблема: значение пищевого фактора в ее решении / Н.Г. Челнакова, Е.О. Комольцева // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – № 3. – С. 46а-50.

92. Шепелева, Н.С. Интенсификация выделения инулина из клубней топинамбура с помощью ультразвука / Н.С. Шепелева, Б.А. Кареткин // Успехи в химии и химической технологии. – 2007. – Т. XXI, № 5(73). – С. 35-38.

93. Ширяева, О.Ю. Содержание фенольных соединений в лекарственном растительном сырье / О.Ю. Ширяева, С.С. Шукшина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 6(62). – С. 213-215.

94. Шишацкий, Ю.И. Интенсификация процесса экстрагирования при приготовлении спиртованных морсов и настоев / Ю.И. Шишацкий, Н.Н.Яковлев // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2009. – № 2. – С. 31-32.

95. Шишкина, Е.Е. Применение черноплодной рябины для профилактики С-витаминной недостаточности и йоддефицита / Е.Е. Шишкина, Н.Н. Малкова, Г.Н. Битюцкая // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 10(60). – С. 79-83.

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

97. Шуваева, Г.П. Сбраживаемый напиток с использованием экстракта топинамбура / Г.П. Шуваева, А.Ю. Дымова, Л.В. Антипова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2003. – № 4. – С. 51-53.

98. Юшков, А.Н. Антиоксидантная активность и биохимический состав ягодных культур / А.Н. Юшков, Н.И. Савельев, М.Ю. Акимов, А.М. Миронов, Н.В. Борзых, Е.В. Жбанова, А.В. Хожайнов, О.М. Акимова // НТП: земледелие и растениеводство. – 2010. – № 8. – С. 5-6.

99. Abid, S. Immunomodulatory studies of a bioactive fraction from the fruit of Prunus cerasusin BALB/c mice / S. Abid, A. Khajuria, Q. Parvaiz, T. Sidiq,

A. Bhatia, S. Singh, S. Ahmad, M.K. Randhawa, N.K. Satti, P. Dutt // International Immunopharmacol. – 2012. – Vol. 12 (4). – P. 626-634.

100. Alamed, J. Relationship between free radical scavenging and antioxidant activity in foods / J. Alamed, W. Chaiyasit, D.J. McClements, E.A. Decker // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2009. – V. 57. – P. 2969-2976.

101. Alasalvar, C. Dried fruits: phytochemicals and health effects / C. Alasalvar, F. Shahidi. – UK: JohnWiley and Sons, Inc., 2013. – 508 p.

102. Alessandro, L.G., Kriaa K., Nikov I. and Dimitrov K. Ultrasound assisted extraction of polyphenols from black chokeberry / L.G. Alessandro, K. Kriaa, I. Nikov, K. Dimitrov // Separation and Purification Technology. – 2012. – Vol. 93. – P. 42-47.

103. Alexandre, E.M.C. Emerging technologies to extract high added value compounds from fruit residues: Sub/supercritical, ultrasound-, and enzyme-assisted extractions / E.M.C. Alexandre, S.A. Moreira, L.M.G. Castro, M. Pintado, J.A. Saraiva // Food Reviews International. – 2018. - Vol. 34, no 6. – P. 581-612.

104. Aliakbarian, B. Extraction of antioxidants from winery wastes using subcritical water / B. Aliakbarian, A. Fathi, P. Peregoa, F. Dehghani // Journal of Supercritical Fluids – 2012. – Vol. 65. – P. 18-24.

105. Babadjanova, Z.N. Cherry and sweet cherries – a medical using / Z.N. Babadjanova, I.D. Karomatov, M.M. Saidova, Sh.S. Kodirova, B.Z. Jumaev, J.J. Jalilova // European science review. – 2014. – Vol. 3-4. – P. 40-43.

106. Blando, F. Sour cherry (*Prunuscerasus L.*) anthocyanins as ingredients for functional foods / F. Blando, C. Gerardi, I. Nicoletti // Journal of Biomedicine and Biotechnology. – 2004. – Vol. 5. – P. 253-258.

107. Cavero, S. In vitro antioxidant analysis of supercritical fluid extracts from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) / S. Caveroet, L. Jaime, P.J. Martín-Álvarez, F.J. Señoráns, G. Reglero, E. Ibañez // European Food Research and Technology. – 2005. – Vol. 221. – P. 478-486.

108. Cai, Y. Study on infrared-assisted extraction coupled with high performance liquid chromatography (HPLC) for determination of catechin, epicatechin, and procyanidin B2 in grape seeds / Y. Cai, Y. Yu, G. Duan, Y. Li // Food Chemistry. – 2011. – Vol. 127. – P. 1872–1877.

109. Carrera, C. Ultrasound assisted extraction of phenolic compounds from grapes / C. Carrera, A. Ruiz-Rodriguez, M. Palma, C.G. Barroso // Analytica Chimica Acta. – 2012. – Vol. 732. – P. 100-104.

110. Celli, G.B. Optimization of ultrasound-assisted extraction of anthocyanins from haskap berries (*Lonicera caerulea L.*) using Response Surface Methodology / G.B. Celli, A. Ghanem, S.-L. Brooks // Ultrasonics Sonochemistry. – 2015. – Vol. 27. – P. 449-455.

111. Crego, A.L. Capillary electrophoresis separation of rosemary antioxidants from subcritical water extracts / A.L. Crego, E. Ibanez, E. Garcia, R.R. de Pablos, F.J. Senorans, G. Reglero, A. Cifuentes // The journal European Food Research and Technology. – 2004. – Vol. 219. – P. 549-555.

112. D'Abrosca, B. 'Limoncella' apple, an Italian apple cultivar: phenolic and flavonoids contents and antioxidant activity / B. D'Abrosca, S. Pacifico, G Cefarelli, C. Mastellone, A. Fiorentino // Food Chemistry. – 2007. Vol. 104. - №4. – P. 202-207.

113. Damar, I. Antioxidant capacity and anthocyanin profile of sour cherry (Prunus cerasus L.) juice / I. Damar, A. Ekşi // Food Chemistry. – 2012. – Vol. 135(4). – P. 2910-2914.

114. Damodaran, S. Fennema's food chemistry / S. Damodaran, K.L. Parkin, O.R. Fennema. – NY: CRC Press., 2007. – 1160 p.

115. Feskanich, D. Prospective study of fruit and vegetable consumption and risk of lung cancer among men and women / D. Feskanich, R.G. Ziegler, D.S. Michaud, E.L. Giovannucci, F.E. Speizer, W.C. Willett, G.A. Coldits // Journal of the National Cancer Institute. – 2000. – Vol. 92. – P. 1812-1823.

116. Galvan, d'Al.L. Ultrasound assisted extraction of polyphenols from black chokeberry / d'Al.L. Galvan, K. Kriaa, I. Nikov, K. Dimitrov // Separation and Purification Technology. – 2012. – Vol. 93. – P. 42-47.

117. García-Alonso, M. Evaluation of the antioxidant properties of fruits / M. García-Alonso, S. Pascual-Teresa, C. Santos-Buelga, J.C. Rivas-Gonzalo // Food Chemistry. – 2004. – Vol. 84. – P. 13-18.

118. Grosso, C. Antioxidant activities of the supercritical and conventional *Satureja montana* extracts / C. Grosso, A.C. Oliveira, A.M. Mainar, J.S. Urieta, J.G. Barroso, M.F. Palavra // Journal of food science. – 2009. – Vol. 74(9). – P. C713-C717.

119. Fraga, C.G. Plant phenolics and human health: biochemistry, nutrition and pharmacology / C.G. Fraga. – NJ: JohnWiley & Sons, Inc., 2010. – 596 p.

120. Jo, S.-C. Antioxidant activity of *Prunus mume* extract in cooked chicken breast meat / S.-C. Jo, K.-C. Nam, B.-R. Min et al. // Int. J. Food Sci. and Technol. – 2006. – Vol. 41. – № 1. – P. 15-19.

121. Karabegovic, I.T. Optimization of microwave-assisted extraction and characterization of phenolic compounds in cherry laurel (*Prunus laurocerasus*) leaves / I.T. Karabegovic, S.S. Stojicevic, D.T. Velickovic, N.C. Nikolic, M.L. Lazic // Separation and Purification technology. – 2013. – Vol. 120. – P. 429-436.

122. Karabegovic, I.T. The effect of different extraction techniques on composition and antioxidant activity of cherry laurel (*Prunus laurocerasus*) leaf and fruit extracts / I.T. Karabegovic, S.S. Stojicevic, D.T. Velickovic, Z.B. Todorovic, N.C. Nikolic, M.L. Lazic // Industrial Crop and Products. – 2014. – Vol. 54. – P. 142-148.

123. Khramtsov, A.G., Technology development for the food industry: a conceptual model / A.G. Khramtsov, I.A. Evdokimov, A.D. Lodygin, R.O. Budkevich // Foods and Raw Materials. – 2014. – Vol. 2(1). – P. 22-26.

124. Kiokias, S. In vitro activity of vitamins, flavanoids, and natural phenolic antioxidants against the oxidative deterioration of oil-based systems / S.

Kiokias, T. Varzakas, V. Oreopoulou // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2008. – Vol. 48. – P. 78-93.

125. Kristinova, V. Antioxidant activity of phenolic acids in lipid oxidation catalyzed by different prooxidants / V. Kristinova, R. Mozuraityte, I. Storrø, T. Rustad // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2009. – Vol. 57. – P. 10377-10385.

126. Kozlova, T. Investigation of the effect of food dyes of natural origin on the physic-chemical properties of cooked sausages / T. Kozlova // Russian Journal of Agriculture and Socio-Economic Science. – 2012. – №. 2(2). – P. 34-39.

127. Kulkarni, S. Effect of grape seed extract on oxidative, color and sensory stability of a per-cooked, frozen, re-heated beef sausage model system / S. Kulkarni, F.A. DeSantos, S. Kattamuri, S.J. Rossi, M.S. Brewer // MeatScience. – 2011. – Vol. 88, N 1. – P. 139-144.

128. Laroze, L.E. Extraction of antioxidants from several berries pressing wastes using conventional and supercritical solvents / L.E. Laroze, B. Diaz-Reinoso, A. Moure, M.E. Zuniga, H. Dominguez // European Food Research and Technology. – 2010. – Vol. 231(5). – P. 669-677.

129. Lee, E.J. Quality characteristics of irradiated turkey breast rolls formulated with plum extract / E.J. Lee, D.U. Ahn // Meat Science. – 2005. – Vol. 71. – № 2. – P. 300-305.

130. Li, Y. Antioxidant and free radical-scavenging activities of chickpea protein hydrolysate (CPH) / Y. Li, B. Jiang, T. Zhang, W. Mu, J. Liu // Food Chem. – 2008. – Vol. 106. – P. 444-450.

131. Lim, Y.Y. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study / Y.Y. Lim, T.T. Lim, J.J. Tee // Food Chemistry. – 2007. – Vol. 103. – P. 1003-1008.

132. Liu, Y. Comparative study of phenolic compounds and antioxidant activity in different species of cherries / Y. Liu, X. Liu, F. Zhong, R. Tian K., Zhang, X. Zhang, T. Li // Journal of Food Science. – 2011. – Vol. 76(4). – P. 633-638.

133. Majhenic, L. Antioxidant and antimicrobial activity of guarana seed extracts / L. Majhenic, M. Skerget, Z. Knez. // Food Chemistry. – 2007. – Vol. 104. – P. 1258-1268.

134. Mathew, S. Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models / S. Mathew, T.E. Abraham // Food Chem. – 2006. – Vol. 94. – P. 520-528.

135. McCune, L.M. Cherries and health: a review / L.M. McCune, C. Kubota, N.R. Stendell-Hollis, C.A. Thomson // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2011. – Vol. 51(1). – P. 1-12.

136. Mendiola, J.A. Screening of functional compounds in supercritical fluid extracts from *Spirulina platensis* // J.A. Mendiola, L. Jaime, S. Santoyo, G. Reglero, A. Cifuentes, E. Ibañez, F.J. Señoráns // Food Chemistry. – 2007. – Vol. 102. – P. 1357-1367.

137. Michel, T. Evaluation of a simple and promising method for extraction of antioxidants from sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) berries: Pressurised solvent-free microwave assisted extraction / T. Michel, E. Destandau, C. Elfakir // Food Chemistry. – 2011. – Vol. 126, N 3. – P. 1380-1386.

138. Naczk, M. Extraction and analysis of phenolics in food / M. Naczk, F. Shahidi // Journal of Chromatography. A. – 2000. – Vol. 13. – P. 179-185.

139. Nanditha, B. Antioxidants in bakery products: A review / B. Nanditha, P. Prabhasankar // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2009. – Vol. 49. – P. 1-27.

140. Nurhanani, R. Radical scavenging and reducing properties of extracts of cashew shoots (*Anacardium occidentale*) / R. Nurhanani, R. Rasyidah, M.J Sarni, A.A. Azlina // Food Chem. – 2008. – Vol. 111. – P. 38-44.

141. Oak, M.H. Antiangiogenic properties of natural polyphenols from red wine and green tea / M.H. Oak, J. El Bedoui, V.B. Schini-Kerth // Journal of Nutritional Biochemistry. – 2005. – Vol. 16. – P. 1-8.

142. Oszmianski, J. Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity / J. Oszmianski, A. Wojdylo // European Food Research and Technology. – 2005. – Vol. 221. – P. 809-813.

143. Ou, B. Processed tart cherry products – comparative phytochemical content, in vitro antioxidant capacity and in vitro anti-inflammatory activity / B. Ou, K.N. Bosak, P.R. Brickner, D.G. Iezzoni, E.M. Seymour // Journal of Food Science. – 2012. – Vol. 77 (5). – P. 105–112.

144. Paniwnyk, L. The extraction of rutin from flower buds of *Sophora japonica* / L. Paniwnyk, E. Beaufoy, J.P. Lorimer, T.J. Mason // Ultrasonics Sonochemistry. – 2001. – V. 8. – P. 299–301.

145. Rostagno, M.A. Ultrasound-assisted extraction of soy isoflavones / M.A. Rostagno, M. Palma, C.G. Barroso // Journal of Chromatography A. – 2003. – V. 1012. – P. 119–128.

146. Rugina, D. Antioxidant activities of chokeberry extracts and the cytotoxic action of their anthocyanin fraction on HeLa human cervical tumor cells / D. Rugina, Z. Scontxa, L. Leopold, A. Pintea, A. Bunea C. Socaciu // Journal of Medicinal Food. – 2012. – Vol. 15, № 8. – P. 700–706.

147. Scalbert, A. Dietary intake and bioavailability of polyphenols / A. Scalbert, G. Williamson // Journal of Nutrition. – 2000. – Vol. 130. – P. 2073S-2085S.

148. Segade, S.R. Impact of maceration enzymes on skin softening and relationship with anthocyanin extraction in wine grapes with different anthocyanin profiles / S.R. Segade, C. Pace, F. Torchio, S. Giocosa, V. Gerbi, L. Rolle // Food Research International. – 2015. – Vol. 71. – P. 50-57.

149. Shahidi, F.[1] Antioxidant factors in plant foods and selected oilseeds / F. Shahidi // Biofactors. – 2000. – Vol. 13. – P. 179-185.

150. Shahidi, F.[2] Antioxidants in food and food antioxidants / F. Shahidi // Die Nahrung. – 2000. – Vol. 44. – P. 158-163.

151. Shahidi, F. Handbook of antioxidants for food preservation / F. Shahidi. – UK: Woodhead Publishing Ltd., 2015. – 514 p.

152. Shahidi, F. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review / F. Shahidi, P. Ambigaipalan // Journal of functional foods. – 2015. – Vol. 18. – P. 820-897.

153. Shahidi, F. Phenolics in food and nutraceuticals / F. Shahidi, M. Naczk. – FL: CRC Press., 2004. – 576 p.

154. Shirsath, S.R. Intensification of extraction on natural products using ultrasonic irradiation – A review of current status / S.R. Shirsath, S.H. Sonawane, P.R. Gogate // Chemical Engineering and Processing: Process Intensification. – 2012. – Vol. 53. – P. 10-23.

155. Shetty, K. Role of proline-linked pentose phosphate pathway in biosynthesis of plant phenolics for functional food and environmental applications: A review / K. Shetty // Process Biochemistry. – 2004. – Vol. 39. – P. 789-803.

156. Skrede, G. Antioxidative properties of commercial fruit preparations and stability of bilberry and black currant in milk products / G. Skrede, V.B. Larsen, K. Aaby, A.S. Jorgensen, S.-E. Birkeland // Journal of Food Science. – 2004. – Vol. 69 (9). – P. S351-S356.

157. Simunic, V. Determination of anthocyanins in four Croatian cultivars of sour cherries (*Prunus cerasus*) / V. Simunic, S. Kovac, D. Gaso-Sokac, W. Pfannhauser, M. Murkovic // Journal European Food Research and Technology. – 2005. – Vol.220. – P. 575-578.

158. Tiwari, B.K. Ultrasound: a clean, green extraction technology / B.K. Tiwari // Trends in Analytical Chemistry. – 2015. – Vol. 71. – P, 100-109.

159. Tuberoso, C.I.G. Chemical composition and antioxidant activities of Myrtus communis L. berries extracts / C.I.G. Tuberoso , A. Rosa, E. Bifulco, M.P. Melis, A. Atzeri, F.M. Pirisi, M.A. Dessм // Food Chemistry. – 2010. – Vol. 123. – P. 1242-1251.

160. Turner, Ch. Subcritical water extraction and b-glucosidase-catalyzed hydrolysis of quercetin glycosides in onion waste / Ch. Turneret, P. Turner, G. Jacobson, K. Almgren, M. Waldebäck, P. Sjöberg, E.N. Karlsson, K.E. Markides // Green Chem. – 2006. – Vol. 8. – P. 949–959.

161. Vongsak, B. Maximizing total phenolics, total flavonoids contents and antioxidant activity of *Moringaoleifera* leaf extract by the appropriate extraction method / B. Vongsak, P. Sithisarn, S. Mangmool, S. Thongpraditchote, Y. Wongkrajang, W. Gritsanapan // Industrial crops and products. – 2013. – Vol. 44. – P. 566-571.

162. Wang, H. Antioxidant and antiinflammatory activities of anthocyanins and their aglycon, cyanidin, from tart cherries / H. Wang, M.G. Nair, G.M. Strasburg, Y.-C. Chang, A.M. Booren, J.I. Gray, D.L. DeWitt // Journal of Natural Products. – 1999. – Vol.62. – P. 294-296.

163. Wang, H. Antioxidant polyphenols from tart cherries (*Prunus cerasus*) / H. Wang, M.G. Nair, G.M. Strasburg, A.M. Booren, J.I. Gray // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 1999. – Vol. 47 (3). – P. 840–844.

164. Wang, J. Optimisation of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from wheat bran / J. Wang, B. Sun, Y. Cao, Y. Tian, X. Li // Food Chemistry. – 2008. – V. 106. – P. 804–810.

165. Wong, Sh.P. Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants / Sh.P. Wong, L.P. Leong, J.H.W Koh // Food Chem. – 2006. – Vol. 99. – P. 775-783.

166. Yang, C.S. Inhibition of carcinogenesis by dietary polyphenolic compounds // C.S. Yang, J.M. Landau, M.T. Huang, H.L. Newmark // Annual Review of Nutrition. – 2001. – Vol. 21. – P. 381-406.

167. Yao, L.H. Flavonoids in food and their health benefits / L.H. Yao, Y.M. Jiang, J. Shi, F.A. Tomas-Barberan, N. Datta, R. Singanusong, S.S. Chen // Plant Foods for Human Nutrition. – 2004. – Vol. 59. – P. 113-122.

168. Zlotek, U. The effect of different solvents and number of extraction steps on the polyphenol content and antioxidant capacity of basil leaves (*Ocimum basilicum* L.) extracts / U. Zlotek, S. Mikulska, M. Nagajek, M. Swieca // Saudi Journal of Biological Sciences. – 2016. – Vol. 23, N 5. – P. 628-633.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

«УТВЕРЖДАЮ»
Генеральный директор
ООО «Богатое»
Ставенко С. Ю.
«24» ноября 2017 г.

АКТ

опытно-промышленной выработки пивных напитков с плодово-ягодными экстрактами на ООО «Богатое»

Настоящий акт составлен в том, что в период с 20 ноября по 24 ноября 2017 г. проведена выработка опытной партии пивного напитка с экстрактом малины и пивного напитка с экстрактом черной смородины .

Апробация проводилась на предприятии ООО «Богатое» комиссией в составе: генерального директора Ставенко С.Ю. директор производства Журавлев С.Е. заведующий лабораторией Шишкина Т.М.

Подтверждено, что научные и практические результаты диссертационного исследования Еремеевой Н.Б. «Совершенствование технологии производства экстрактов из плодово-ягодного сырья с антиокисдантным действием и разработка направлений их использования» в части разработки технологии пивных напитков с плодово-ягодными экстрактами прошли успешную апробацию в производственной деятельности аналитической лаборатории ООО «Богатое» (Самарская область, Красноярский район п. Хилково).

Настоящий акт подтверждает практическую ценность результатов исследований и в иных целях использован быть не может.

Директор производства _____ Журавлев С. Е.

Заведующий лабораторией _____ Шишкина Т.М.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор-проректор
по научной работе
ФГБОУ ВО СамГТУ

_______________ Ненашев М.В.

« 23 » ____________ 2018 г.

АКТ

Внедрения в учебный процесс

Мы, нижеподписавшиеся: декан факультета пищевых производств д.х.н. В.В. Бахарев, зав. кафедрой «Технология и организация общественного питания» д.х.н., профессор Н.В. Макарова, составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы Еремеевой Н.Б. на тему «Совершенствование технологии производства экстрактов из плодово-ягодного сырья с антиокисдантным действием и разработка направлений их использования» используются в учебном процессе при преподавании следующих дисциплин: «Система менеджмента качества продуктов питания», «Методы исследования продуктов общественного питания», «Безопасность продуктов общественного питания».

Декан факультета пищевых производств,
д.х.н. — В.В. Бахарев

Зав. кафедрой ТиООП,
д.х.н., профессор — Н.В. Макарова

Работу сдал.
ст. преподаватель ТиООП — Н.Б. Еремеева

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
М.В. Ненашев
_____2017 г.

ЭКСТРАКТ МАЛИНЫ
Технические условия
ТУ 10.89.15-005-02068396-2017

РАЗРАБОТАНО
Аспирант Еремеева Н.Б.
_____
Научные консультанты:
Д-р.хим.наук, профессор
Макарова Н.В.
_____

г. Самара
2017 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
_____ М.В. Ненашев

_____2017 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по производству экстракта малины

ТИ 10.89.15-005-02068396-2017

РАЗРАБОТАНО
Аспирант Еремеева Н.Б.
_____

Научные консультанты:
Д-р.хим.наук, профессор
Макарова Н.В.
_____

г. Самара

2017 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
_____М.В. Ненашев
_____2017 г.

ЭКСТРАКТ ЧЕРНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ
Технические условия
ТУ 10.89.15-004-02068396-2017

РАЗРАБОТАНО
Аспирант Еремеева Н.Б.
_____
Научные консультанты:
Д-р.хим.наук, профессор
Макарова Н.В.
_____

г. Самара
2017 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
М.В. Непашев
_____2017 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
по производству экстракта черноплодной рябины
ТИ 10.89.15-004-02068396-2017

РАЗРАБОТАНО
Аспирант Еремеева Н.Б.
Научные консультанты:
Д-р.хим.наук, профессор
Макарова Н.В

г. Самара
2017 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
_____ М.В. Ненашев
_____ 2018

ЭКСТРАКТ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ
Технические условия
ТУ 10.89.15-001-02068396-2018

РАЗРАБОТАНО
Аспирант Еремеева Н.Б.
_____
Научные консультанты:
Д-р.хим.наук, профессор
Макарова Н.В.
_____

г. Самара
2018 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
М.В.Ненашев
_____
_____ 2018 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по производству экстракта черной смородины

ТИ 10.89.15-001-02068396-2018

РАЗРАБОТАНО
Аспирант Еремеева Н.Б.
_____
Научные консультанты:
Д-р.хим.наук, профессор
Макарова Н.В.
_____

г. Самара

2018 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
_______________ М.В. Ненашев

_____________________ 2018 г.

ЭКСТРАКТ ВИШНИ

Технические условия

ТУ 10.89.15-002-02068396-2018

РАЗРАБОТАНО
Аспирант Еремеева Н.Б.
____

Научные консультанты:
Д-р.хим.наук, профессор
Макарова Н.В.
____

г. Самара
2018 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
_____ М.В.Ненашев
_____ 2018 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
по производству экстракта вишни
ТИ 10.89.15-002-02068396-2018

РАЗРАБОТАНО
Аспирант Еремеева Н.Б.
_____
Научные консультанты:
Д-р.хим.наук, профессор
Макарова Н.В.
_____

г. Самара
2018 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
_____ М.В. Ненашев
_____ 2018 г.

ПИВНОЙ НАПИТОК С ЭКСТРАКТОМ МАЛИНЫ

Технические условия

ТУ 11.05.10.160-001-02068396-2018

РАЗРАБОТАНО
Аспирант Еремеева Н.Б.

Научные консультанты:
Д-р.хим.наук, профессор
Макарова Н.В.

г. Самара
2018 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
_____ М.В. Ненашев
_____ 2018 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по производству пивного напитка с экстрактом малины

ТИ 11.05.10.160-001-02068396-2018

РАЗРАБОТАНО
Аспирант Еремеева Н.Б.
_____
Научные консультанты:
Д-р.хим.наук, профессор
Макарова Н.В.
_____

г. Самара

2018 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
_____ М.В. Чесналов
_____ 2018 г.

ПИВНОЙ НАПИТОК С ЭКСТРАКТОМ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ

Технические условия
ТУ 11.05.10.160-002-02068396-2018

РАЗРАБОТАНО
Аспирант Еремеева Н.Б.
_____
Научные консультанты:
Д-р.хим.наук, профессор
Макарова Н.В.
_____

г. Самара
2018 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
_____ М.В. Печищев
_____ 2018 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
по производству пивного напитка с экстрактом черной смородины
ТИ 11.05.10.160-002-02068396-2018

РАЗРАБОТАНО
Аспирант Еремеева Н.Б.
_____
Научные консультанты:
Д-р.хим.наук, профессор
Макарова Н.В.

г. Самара
2018 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
_____ М.В. Печаплев
_____ 2018 г.

БЕЗАЛКОГОЛЬНЫЙ НАПИТОК С ЭКСТРАКТОМ ВИШНИ
Технические условия
ТУ 11.07.19.133-002-02068396-2018

РАЗРАБОТАНО
Аспирант Еремеева Н.Б.
_____
Научные консультанты:
Д-р.хим.наук, профессор
Макарова Н.В.
_____

г. Самара
2018 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
М.В. Ненашев
_____
_____ 2018 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

по производству безалкогольного напитка с экстрактом вишни

ТИ 11.07.19.133-002-02068396-2018

РАЗРАБОТАНО
Аспирант Еремеева И.Б.

Научные консультанты:
Д-р.хим.наук, профессор
Макарова Н.В.

г. Самара

2018 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
__________ М.В. Ненашев
«___» __________ 2018 г.

БЕЗАЛКОГОЛЬНЫЙ НАПИТОК С ЭКСТРАКТОМ ЧЕРНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ

Технические условия

ТУ 11.07.19.133-001-02068396-2018

РАЗРАБОТАНО
Аспирант Еремеева Н.Б.
____
Научные консультанты:
Д-р.хим.наук, профессор
Макарова Н.В.
____

г. Самара
2018 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
_____ М.В. Немцев
_____ 2018 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
по производству безалкогольного напитка с экстрактом черноплодной рябины
ТИ 11.07.19.133-001-02068396-2018

РАЗРАБОТАНО
Аспирант Еремеева Н.Б.
_____
Научные консультанты:
Д-р.хим.наук, профессор
Макарова Н.В.
_____

г. Самара
2018 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Ф-1.2.8/2

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека
Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области»
(ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области»)
Орган инспекции
проезд Георгия Митирева, 1, г. Самара, 443079, тел./факс: (846) 260-37-97, 260-37-99
E-mail: fguzsamo@samtel.ru ОГРН 1056316020155 ИНН 6316098875

Аттестат аккредитации
органа инспекции
RA.RU.710072 от 16.07.15

«УТВЕРЖДАЮ»
И.о. главного врача Федерального
бюджетного учреждения здравоохранения
"Центр гигиены и эпидемиологии в
Самарской области"

_____ Л.В. Чупахина
«12» октября 2017 г.

Экспертное заключение

по результатам испытаний

от 12.10.2017 г. № 26233

1. Наименование предмета экспертизы:

Напиток безалкогольный пастеризованный без консервантов на сахарах с экстрактом черноплодной рябины.

Напиток безалкогольный пастеризованный без консервантов на сахарах с экстрактом вишни.

2. Заказчик: Еремеева Н.Б.

2.1. Юридический адрес:

2.2 Фактический адрес: г. Самара, ул. Урицкого, 29-41

3. Изготовитель (разработчик): Еремеева Н.Б.

3.1 Юридический адрес:

3.2 Фактический адрес: г. Самара, ул. Урицкого, 29-41

4. Представленные на экспертизу и рассмотренные материалы:

1) Заявление №13 642 от 12.09.2017 г.

2) Протокол лабораторных испытаний №74 660 от 25.09.2017 ИЛЦ ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области" (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.510137, дата включения в реестр 22.06.2015г.).

3) Протокол лабораторных испытаний № 74 659 от 25.09.2017 ИЛЦ ФБУЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ В

"Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области" (аттеста аккредитации № РОСС RU.0001.510137, дата включения в реестр 22.06.2015г.).

5. Заявление (поручение) на экспертизу зарегистрировано в ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области" № 13 642 от 12.09.2017.

6. В ходе санитарно-эпидемиологической экспертизы установлено:

Испытательная лаборатория Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области» аккредитована в установленном порядке (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.510137, дата включения в реестр 22.06.2015г.)
Определение объема и перечень показателей для проведения лабораторных испытаний сформирован на основании заявления заказчика.
Отбор проб (образцов) продукции проведен Еремеевой Н.Б.
Изготовитель продукции: Еремеева Н.Б.
Образцы безалкогольных напитков доставлены в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области» 12.09.2017 г., сопровождались актами отбора (проб) пищевых продуктов от 11.09.2017 г. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области».
Испытательном Лабораторном Центре ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области».
Предусмотренные для данной продукции лабораторные испытания проводились на поверенном оборудовании по утвержденным методикам.

Протокол 74 660 от 25.09.2017
Результаты проведенных испытаний готовой продукции - "Напиток безалкогольный пастеризованный без консервантов на сахарах с экстрактом черноплодной рябины" и нормативные значения показателей настоящей санитарно-эпидемиологической экспертизы представлены в виде табличных данных.

Определяемые показатели	Результаты испытаний ± характеристика погрешности **(неопределенности)	Величина допустимого уровня	Ед. изм.
Санитарная бактериология			
Регистрационный номер в лаборатории: 2/643			
БГКП (колиформы)	Не обнаружены в 100 см³	не допускаются в 100 см³	
дрожжи и плесени в сумме	5 КОЕ/100 см³	не более 15 КОЕ/100 см³	КОЕ/см³
патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы	Не обнаружены в 25 см³	не допускаются в 25 см³	см³

По результатам лабораторных испытаний установлено, что выше указанная продукция по исследуемым микробиологическим показателям соответствует требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»,

ПРИЛОЖЕНИЕ В

утвержденного Решением комиссией ТС от 09.12.2011г.

Протокол 74 659 от 25.09.2017

Результаты проведенных испытаний готовой продукции "Напиток безалкогольный пастеризованный без консервантов на сахарах с экстрактом вишни" и нормативные значения показателей настоящей санитарно-эпидемиологической экспертизы представлены в виде табличных данных.

Определяемые показатели	Результаты испытаний ± характеристика погрешности **(неопределенности)	Величина допустимого уровня	Ед. изм.
Санитарная бактериология			
Регистрационный номер в лаборатории: 2/642			
БГКП (колиформы)	Не обнаружены в 100 см³	не допускаются в 100 см³	
дрожжи и плесени в сумме	0 КОЕ/100 см³	не более 15 КОЕ/100 см³	КОЕ/см³
патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы	Не обнаружены в 25 см³	не допускаются в 25 см³	см³

По результатам лабораторных испытаний установлено, что выше указанная продукция по исследуемым микробиологическим показателям соответствует требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», утвержденного Решением комиссией ТС от 09.12.2011г.

Заключение
по результатам испытаний

На основании вышеизложенного:

Напиток безалкогольный пастеризованный без консервантов на сахарах с экстрактом черноплодной рябины.

Напиток безалкогольный пастеризованный без консервантов на сахарах с экстрактом вишни.

Соответствует

требованиям Технического регламента таможенного союза ТР ТС 021/2011, утвержден Решением комиссией ТС от 09.12.2011 № 880 «О безопасности пищевой продукции».

Врач по общей гигиене — Яковлева Юлия Александровна

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Ф-1.2.8/2

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека
Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области»
(ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области»)
Орган инспекции
проезд Георгия Митирева, 1, г. Самара, 443079, тел./факс: (846) 260-37-97, 260-37-99
E-mail: fguzsamo@samtel.ru ОГРН 1056316020155 ИНН 6316098875

Аттестат аккредитации
органа инспекции
RA.RU.710072 от 16.07.15

«УТВЕРЖДАЮ»
И.о. главного врача Федерального
бюджетного учреждения здравоохранения
"Центр гигиены и эпидемиологии в
Самарской области"

_____ Л.В. Чупахина
«12» октября 2017 г.

Экспертное заключение

по результатам испытаний

от 12.10.2017 г. № 26237

1. Наименование предмета экспертизы:

Пиво пастеризованное с экстрактом малины

2. Заказчик: Еремеева Н.Б.

2.1. Юридический адрес:

2.2 Фактический адрес: г. Самара, ул. Урицкого, 29-41

3. Изготовитель (разработчик): Еремеева Н.Б.

3.1 Юридический адрес:

3.2 Фактический адрес: г. Самара, ул. Урицкого, 29-41

4. Представленные на экспертизу и рассмотренные материалы:

1) Заявление №13 636 от 12.09.2017 г.
2) Протокол лабораторных испытаний № 74 661 от 25.09.2017 ИЛЦ ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области" (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.510137, дата включения в реестр 22.06.2015г.).

5. Заявление (поручение) на экспертизу зарегистрировано в ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области" № 13 636 от 12.09.2017.

6. В ходе санитарно-эпидемиологической экспертизы установлено:

Испытательная лаборатория Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области» аккредитована в установленном порядке (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.510137, дата включения в реестр 22.06.2015г.)

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Определение объема и перечень показателей для проведения лабораторных испытаний сформирован на основании заявления заказчика.
Отбор проб (образцов) продукции проведен Еремеевой Н.Б.
Изготовитель продукции: Еремеева Н.Б.
Образец готовой продукции - "Пиво пастеризованное с экстрактом малины" доставлен в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области» 12.09.2017 г., сопровождался актом отбора (проб) пищевых продуктов от 11.09.2017 г. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области».
Испытательном Лабораторном Центре ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области».
Предусмотренные для данной продукции лабораторные испытания проводились на поверенном оборудовании по утвержденным методикам.

Протокол 74 661 от 25.09.2017

Результаты проведенных испытаний готовой продукции "пиво пастеризованное с экстрактом малины" и нормативные значения показателей настоящей санитарно-эпидемиологической экспертизы представлены в виде табличных данных.

Определяемые показатели	Результаты испытаний ± характеристика погрешности **(неопределенности)	Величина допустимого уровня	Ед. изм.
Санитарная бактериология			
Регистрационный номер в лаборатории: 2/644			
КМАФАнМ	менее 1 КОЕ/см³	не более 500 КОЕ/см³	КОЕ/см³
БГКП (колиформы)	Не обнаружены в 10,0 см³.	не допускаются в 10,0 см³.	г
дрожжи и плесени	Не обнаружены в 40 см³	не допускаются в 40 см³	
патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы	Не обнаружены в 25 см³.	не допускаются в 25 см³.	г

По результатам лабораторных испытаний установлено, что выше указанная продукция по исследуемым микробиологическим показателям соответствует требованиям Технического регламента таможенного союза ТР ТС 021/2011, утвержден Решением комиссией ТС от 09.12.2011 № 880 «О безопасности пищевой продукции».

Заключение
по результатам испытаний

На основании вышеизложенного: Пиво пастеризованное с экстрактом малины
Соответствует

требованиям Технического регламента таможенного союза ТР ТС 021/2011, утвержден Решением комиссией ТС от 09.12.2011 № 880 «О безопасности пищевой продукции».

Врач по общей гигиене Яковлева Ю.А.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

ДИПЛОМ

ПОБЕДИТЕЛЯ ОБЛАСТНОГО КОНКУРСА «МОЛОДОЙ УЧЕНЫЙ»

в номинации *аспирант*

награждается

Еремеева Наталья Борисовна

за научно-исследовательскую работу
«Плоды и ягоды Самарской области как источник натуральных антиоксидантов: разработка технологий производства и концепции их внедрения»

Врио министра
образования и науки
Самарской области

В.А. Пылев

Самара 2017

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ДИПЛОМ

Награждается

Еремеева Наталья Борисовна

Ассистент кафедры ТиООП
ФБГОУ ВПО "Самарский Государственный
Технический Университет", Самара, Россия

за активное участие в
III Международной научной конференции
"Качество и экологическая безопасность
пищевых продуктов и производств" с
элементами научной школы для молодёжи

Председатель Оргкомитета
д.х.н., профессор Г.П. Лапина

25 – 29 марта 2015
Тверь