

На правах рукописи

Рыгалова Елизавета Александровна

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОД КОСТЯНИКИ КАМЕНИСТОЙ
(RÚBUS SAXÁTILIS L.)
В ПОЛУЧЕНИИ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ**

Специальность 05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки
злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов,
плодоовощной продукции и виноградарства

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Краснодар – 2018

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор,
Величко Надежда Александровна

Официальные оппоненты: **Тамова Майя Юрьевна**
доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», кафедра «Общественного питания и сервиса», заведующая

Дрофичева Наталья Васильевна
кандидат технических наук, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», лаборатория «Хранения и переработки плодов и ягод», научный сотрудник

Ведущая организация: ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

Защита состоится «8» ноября 2018 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д.006.056.01 в ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия победы, 39.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» <http://www.kubansad.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 20__ г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью организации, с указанием почтового адреса, телефона, электронной почты организации, фамилии, имени, отчества, должности лица, подготовившего отзыв, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия победы, 39, тел./факс 8(861) 257-57-02, e-mail: kubansad@kubannet.ru

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат с.-х. наук



В.В. Соколова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Актуальной задачей является разработка новых пищевых продуктов функциональной направленности, которые могли бы увеличить сопротивляемость организма, повысить иммунитет, снизить риск возникновения различных заболеваний.

Перспективным сырьем для получения данной продукции могут быть ягоды дикорастущей костяники каменистой (*Rubus saxatilis* L.), которые являются ценным источником биологически активных веществ, таких как витамины и витаминоподобные соединения, флавоноиды, минеральные и другие вещества.

Степень разработанности темы исследования

Теоретические исследования и практические аспекты производства продуктов из ягодного сырья широко представлены в работах Т.Г. Причко, В.А. Помозовой, Е.В. Алексеенко, С.Е. Траубенберг, И.В. Бибик, Т.И. Гугучкиной, Н.В. Макаровой.

Анализируя литературные данные можно сделать вывод, что сведения о составе БАВ ягод костяники каменистой *Rubus saxatilis* L., произрастающей на территории Сибирского региона, весьма ограничены. Учитывая перспективность рода *Rubus*, необходимы дополнительные исследования химического состава и поиск новых направлений их применения. Сведения об использовании костяники каменистой (*Rubus saxatilis* L.) в качестве сырья для производства напитков в литературных источниках отсутствуют.

Цель диссертационной работы: разработка нового ассортимента безалкогольных напитков функционального назначения на основе дикорастущих ягод костяники каменистой *Rubus saxatilis* L, произрастающей на территории Красноярского края.

Для реализации поставленной цели требовалось выполнение следующих задач:

- 1) исследование механического и химического состава ягод и сока костяники каменистой (*Rubus saxatilis* L.), произрастающей на территории Красноярского края;
- 2) получение математических моделей зависимостей выхода сока и витамина С из ягод костяники каменистой (*Rubus saxatilis* L.) от концентрации и продолжительности обработки ферментными препаратами;
- 3) разработка технологии получения напитков на основе ягод костяники каменистой (*Rubus saxatilis* L.);
- 4) разработка рецептов напитков функциональной направленности на основе ягод *Rubus saxatilis* L;
- 5) определение органолептических, физико-химических, микробиологических показателей качества и пищевой (физиологической) ценности напитков;
- 6) расчет технико-экономических показателей производства напитков.

Научная новизна работы

Получены новые и уточненные данные о механическом и химическом составе дикорастущего ягодного сырья – костяники каменистой *Rubus saxatilis* L., произрастающего на территории Красноярского края. Теоретически обоснован и экспериментально подтвержден выбор ферментных препаратов и разработаны математические модели выхода сока из ягод костяники каменистой от их концентрации и продолжительности обработки. Определены показатели качества напитков, установлено их соответствие ГОСТ 28188-2014.

Теоретическая и практическая значимость работы

Прикладным значением диссертационной работы является разработка научно-обоснованных рецептур и технологии производства многокомпонентных напитков функционального назначения на основе ягодного сырья рода *Rubus saxatilis* L. Новизна технических решений подтверждается патентами РФ № 2613290 «Способ получения мармелада желейного из костяники каменистой», № 2613286 Безалкогольный напиток «Костяничка», № 2624965 Напиток «Рубиновое солнце». Результаты исследований подтверждены опытно-промышленной апробацией на предприятии ООО «Эковит+» Красноярского края. Разработан проект СТО «Безалкогольные напитки».

Теоретические и практические материалы диссертационной работы обобщены в 11 публикациях и используются в учебном процессе для студентов, обучающихся по направлениям 19.03.02, 19.04.02 «Продукты питания из растительного сырья».

Положения, выносимые на защиту:

- 1) химический состав ягод и сока костяники каменистой *Rubus saxatilis* L., обуславливающий возможность получения напитков функциональной направленности;
- 2) результаты исследования влияния ферментных препаратов на выход сока из ягод костяники каменистой *Rubus saxatilis* L. и создание математической модели, описывающей закономерности повышения технологического совершенства предварительной обработки ягодного сырья ферментными препаратами;
- 3) теоретическое и практическое обоснование возможности получения безалкогольных напитков на основе ягод костяники каменистой *Rubus saxatilis* L.;
- 4) рецептуры и технология получения многокомпонентных безалкогольных напитков на основе растительного сырья Сибирского региона.

Методология исследований

Использованы методики исследования, принятые в биохимии растений и пищевой химии, ГОСТы, методы математического моделирования и анализа.

Апробация работы. Материалы диссертации обсуждались на международных и всероссийских конференциях: «Студенческая наука – взгляд в будущее» (Красноярск, 2013); «Химия и жизнь» международная научно-практическая конференция (Новосибирск, 2014); «Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития» XIV научно-практическая конференция

(Красноярск, 2015); «Инновационные тенденции развития российской науки» VIII международная научно-практическая конференция (Красноярск, 2015); «Инновационные тенденции развития российской науки» IX международная научно-практическая конференция (Красноярск, 2016); «Студенческая наука – взгляд в будущее» (Красноярск, 2016); «Пища. Экология. Качество» XIII международная научно-практическая конференция (Новосибирск, 2016); «Инновационные тенденции развития российской науки» X международная научно-практическая конференция (Красноярск, 2017). Результаты диссертационной работы внедрены в производство ООО «Эковит+».

Степень достоверности результатов

Достоверность полученных результатов и выводов, сделанных на их основе, обеспечивается значительным объемом экспериментальных исследований и базируется на анализе литературных данных химического состава ягод костяники каменистой (*Rubus saxatilis* L.) и сырьевых запасов Сибирского региона, использованием современных методов химического анализа растительного сырья, и подтверждается полученными патентами, публикациями основных результатов работы в рецензируемых печатных изданиях.

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

Публикации

Основное содержание диссертационной работы полностью отражено в 11 научных работах автора, в том числе 3, в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 151 источник (в том числе 7 на иностранном языке) и 8 приложений; изложена на 145 страницах машинописного текста, содержит 38 рисунков и 55 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе обоснована целесообразность использования дикорастущего плодово-ягодного сырья для промышленной переработки, оценена сырьевая база. Установлено, что плодово-ягодное сырье широко распространено в Сибирском регионе и может быть использовано для производства напитков функциональной направленности.

Во второй главе представлена схема исследования, по которой проводилось исследование (рис. 1), предмет, объект и основные методы проведения научных исследований.

В третьей главе работы, экспериментально и социологически обоснован выбор сырья на основе анализа потребительских предпочтений и биохимического состава. Проведен анализ потребительских предпочтений напитков функциональной направленности жителей г. Красноярска. В социологическом опро-

се приняло участие 450 человек, из которых 64,8 % составили женщины и 35,2 % – мужчины. Полученные результаты исследований показали, что респонденты проявляют большой интерес к функциональным продуктам и напиткам; большинство анкетированных считает, что ресурсы Сибири используются недостаточно, и многие из них приобрели бы новый вид напитков функциональной направленности, произведенных из этого сырья.

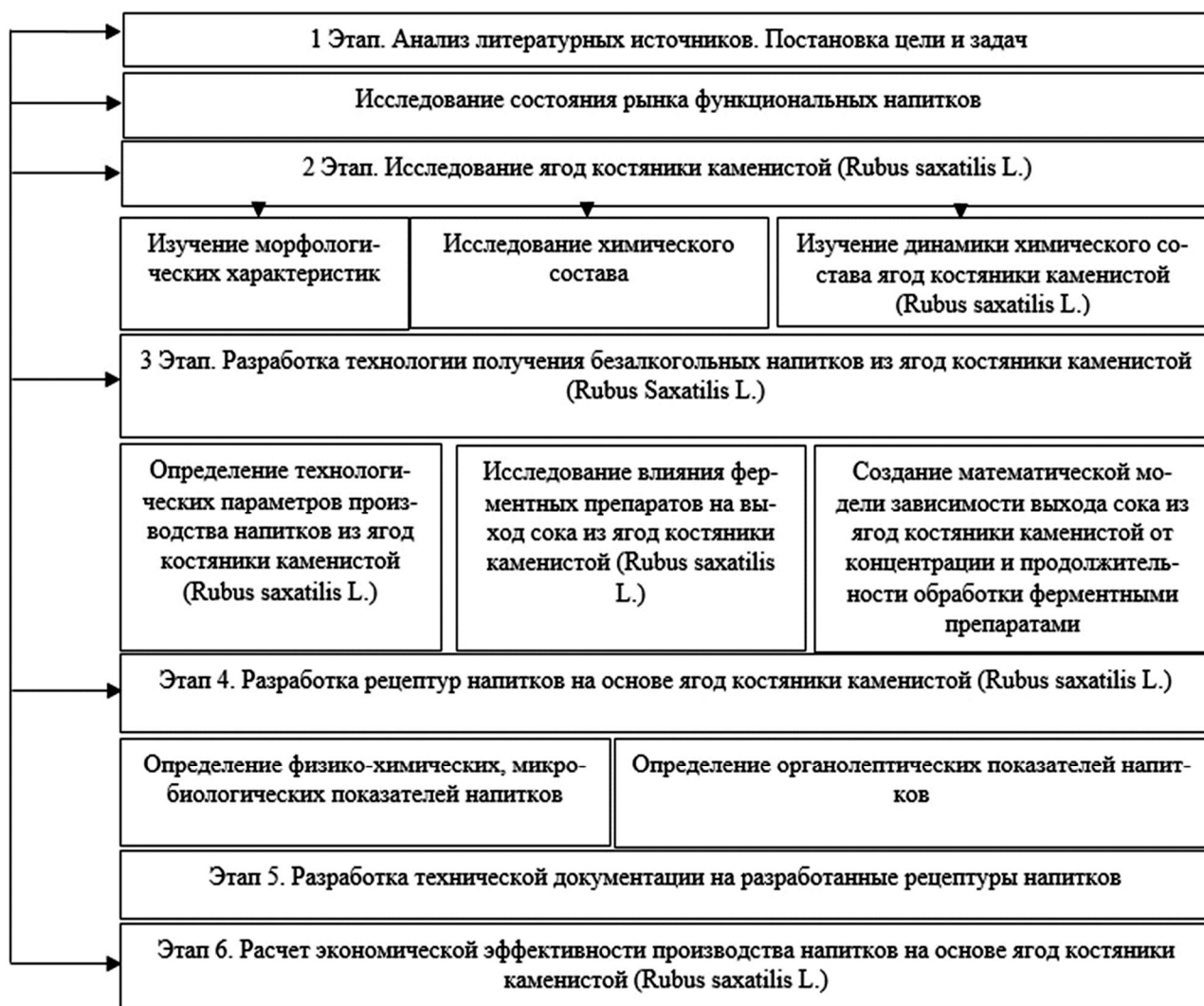


Рисунок 1 – Общая схема проведения исследования

Был изучен механический и химический состав ягод костяники каменистой урожая 2014–2017 годов. Результаты исследования механического состава показали, что основную часть ягоды костяники каменистой составляет мякоть – $83,94 \pm 0,2$ %, косточка занимает $9,53 \pm 0,1$ %, кожица – $26,16 \pm 0,2$ %, средняя масса ягоды – 0,3566 г.

Анализ результатов исследования содержания основных групп нутриентов ягод костяники каменистой (*Rubus saxatilis* L.) свидетельствует, что в исследуемый период сырье относительно стабильно по составу макронутриентов и пригодно для технологического применения (среднее содержание белка составило $0,68 \pm 0,75$ %, углеводов – $4,94 \pm 0,43$ %, липидов – $2,68 \pm 0,03$ мг%, клетчатки – $4,9 \pm 0,4$ %).

Проанализировано содержание биологически активных веществ в ягодах костяники каменистой *Rubus saxatilis* L. в период с 2014 по 2017 гг., установлено, что ягоды костяники каменистой содержат ценные биологически активные вещества, такие как фенольные соединения (среднее содержание $326,36 \pm 0,41$ мг%), кумарины (среднее содержание $1,19 \pm 0,75$ мг%), дубильные вещества (среднее содержание $28,78 \pm 0,05$ мг%), пектиновые вещества (среднее содержание $0,91 \pm 0,96$ мг%), флавоноиды (среднее содержание $179,51 \pm 0,03$ мг%) и антоцианы (среднее содержание $9,36 \pm 0,03$ мг%), обладающие антиоксидантными и адаптогенными свойствами.

Результаты исследования витаминного состава ягод костяники *Rubus saxatilis* L. свидетельствуют, что ягоды содержат витамин В1 (среднее значение $0,026 \pm 0,002$ мг%), витамин В2 (среднее значение $0,022 \pm 0,003$ мг%), витамин В6 (среднее значение $0,053 \pm 0,003$ мг%), а также большое количество витамина С (среднее значение $57,57 \pm 0,013$ мг%), витамина Р (среднее содержание $26,38 \pm 0,004$ мг%) и могут служить их источником.

Установлено содержание в ягодах костяники каменистой ценных макро- и микроэлементов, таких как Са ($16,387$ мг/100 г), Mg ($15,052$ мг/100 г), К ($121,52$ мг/100 г), Ag ($0,14$ мкг/100 г) и т.д.

Результаты исследования химического состава ягод костяники каменистой (*Rúbus saxátilis* L.) указывают на целесообразность их использования в качестве источника биологически активных веществ.

Проведено исследование химического состава сока, полученного из ягод костяники каменистой. Установлено, что сок, содержит ценные биологически активные вещества, такие как углеводы ($2,45 \pm 0,04$ %), органические кислоты (титруемые) ($1,78 \pm 0,06$ %), витамин С ($33,4 \pm 0,013$ мг%), витамин Р ($17,78 \pm 0,12$ мг%), дубильные вещества ($1,56 \pm 0,03$ мг%), фенольные соединения ($234,34 \pm 0,36$ мг%), флавоноиды ($69,28 \pm 0,03$ мг%), антоцианы ($3,34 \pm 0,02$ мг%) и может быть использован для получения безалкогольных напитков.

С целью повышения выхода сока из ягод костяники каменистой, было исследовано влияние ферментных препаратов пектолитического и целлюлолитического действия.

Установлено, что использование пектолитического энзима VINOFORM zutex при получении сока в дозировке $0,02$ % к массе мякоти ягод через 1–1,5 часа гидролиза приводит к увеличению его выхода на 15 % по сравнению с контролем. Применение целлюлолитического ферментного препарата БРЮЗЗАЙМ BGX в дозировке $0,02$ % к массе мякоти ягод при продолжительности обработки 1–1,5 часа способствует увеличению выхода сока на 9 % по сравнению с контрольным.

С целью многостороннего и более полного воздействия на компоненты сырья и структурные биополимеры были предложены композиции ферментных препаратов. При использовании комплекса ферментов мацерирующее действие пектолитических ферментов будет сочетаться с действием целлюлаз. Поэтому целесообразно использовать ферментные препараты пектолитического и целлюлолитического действия комплексно.

На основании полученных результатов смоделированы мультиэнзимные композиции (МЭК) исследуемых ферментных препаратов. Установлено, что предварительная обработка ягод костяники мультиэнзимным комплексом, состоящим из ферментных препаратов БРЮЗЗАЙМ ВГХ и пектолитического энзима VINOFORM zymex (1 : 1), в течении 1,5 часов способствует увеличению выхода сока на 18 %. Дозировка МЭК 0,02 % к массе ягодного сырья считается наилучшей, так как дальнейший рост его концентрации и продолжительности обработки приводит к незначительному повышению выхода сока (рис. 2).

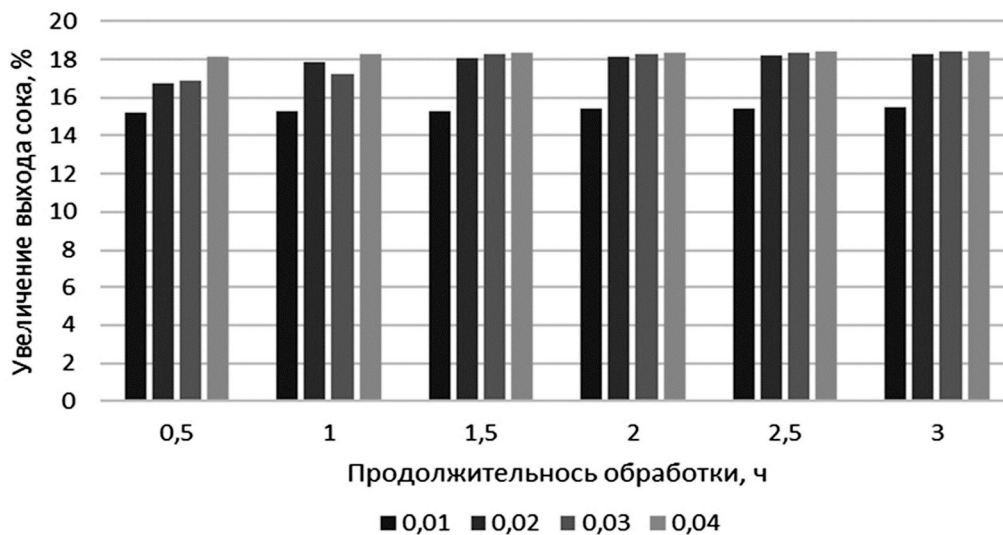
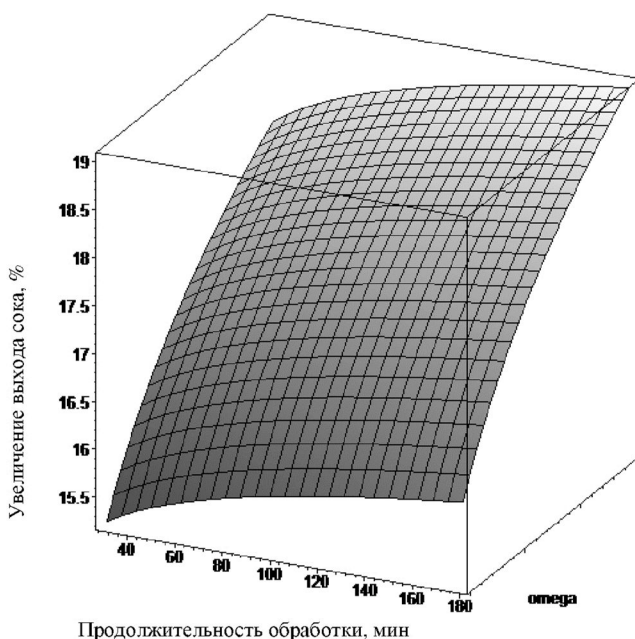


Рисунок 2 – Динамика выхода сока из ягод костяники под действием мультиэнзимной композиции (МЭК) при различных концентрациях 0,01–0,04 % к массе мезги ягод

Математическая модель, описывающая динамику повышения выхода сока из ягод ($G, \%$) в зависимости от продолжительности обработки ($\tau, \text{мин}$) и концентрации ферментных препаратов ($\omega, \%$), приведена на рисунке 3.



$$G(\tau, \omega) = a \cdot \tau^b \cdot \omega^c,$$

где $a = 24,005$, $b = 0,030$, $c = 0,121$ – весовые коэффициенты, отыскиваемые с помощью пакета Maple.

Рисунок 3 – Математическая модель описывающая динамику выхода сока из ягод костяники каменистой от продолжительности обработки и концентрации МЭК

Предложенная аналитическая модель, описывает динамику повышения технологического совершенства предварительной обработки ягодного сырья ферментными препаратами различной концентрации в сочетании с влиянием продолжительности обработки на повышение выхода ягодного сока. Реализация модели на компьютере позволила рассчитать максимальное повышение выхода сока по завершению процесса ферментной обработки сырья, который составил 19,02 % при концентрации смеси ферментных препаратов БРЮЗ-ЗАЙМ BGX и VINOFORM zymex 0,04 % к массе сырья и продолжительности обработки 180 мин (рис. 3). Полученная модель, отражает динамику содержания витамина С в соке из ягод костяники каменистой на технологической стадии предварительной обработки сырья при действии ферментных препаратов различной концентрации. Максимальное содержание витамина С в соке из ягод составило 47,93 мг% при концентрации смеси ферментных препаратов БРЮЗЗАЙМ BGX и VINOFORM zymex (в равном соотношении 1 : 1) 0,04 % к массе сырья и продолжительности обработки 3 ч.

Исследовано влияние обработки комплексным мультиэнзимным препаратом на химический состав сока из ягод костяники каменистой (*Rúbus saxátilis* L.) (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав сока из ягод костяники каменистой (*Rúbus saxátilis* L.) после ферментативной обработки

Наименование компонента	Содержание БАВ	
	Сок без обработки мультиэнзимным комплексом	Сок, полученный с применением мультиэнзимного комплекса
Сумма углеводов, %	2,45 ± 0,04	3,31 ± 0,04
Органические кислоты (титруемые), %	1,78 ± 0,06	1,97 ± 0,07
Витамин С, мг%	33,4 ± 0,013	47,5 ± 0,15
Витамин Р, мг%	17,78 ± 0,12	22,55 ± 0,12
Дубильные вещества, %	15,64 ± 0,03	19,22 ± 0,02
Полифенольные соединения, мг%	234,34 ± 0,36	301,69 ± 0,32
Флавоноиды, мг%	69,28 ± 0,03	96,54 ± 0,02
Антоцианы, мг%	3,34 ± 0,02	5,69 ± 0,01

Установлено, что проведение предварительной ферментативной обработки ягод костяники (*Rúbus saxátilis* L.) обеспечивающей расщепление структурных компонентов клеточной стенки, что способствует существенному увеличению выхода биологически активных веществ ягод в соковую фракцию по сравнению с соком, полученным без применения ферментных препаратов (углеводов в 1,35 раза; органических кислот в 1,1 раза; витамина С в 1,42 раза; витами-

на Р в 1,27 раз; полифенольных соединений в 1,29; дубильных веществ в 1,23 раза; флавоноидов в 1,39 раз; антоцианов в 1,7 раза).

Четвертая глава посвящена разработке технологии и рецептур производства безалкогольных напитков на основе сока ягод костяники каменистой, полученного с применением ферментных препаратов при оптимальных режимах. Принципиальная схема производства негазированных безалкогольных напитков представлена на рисунке 4.

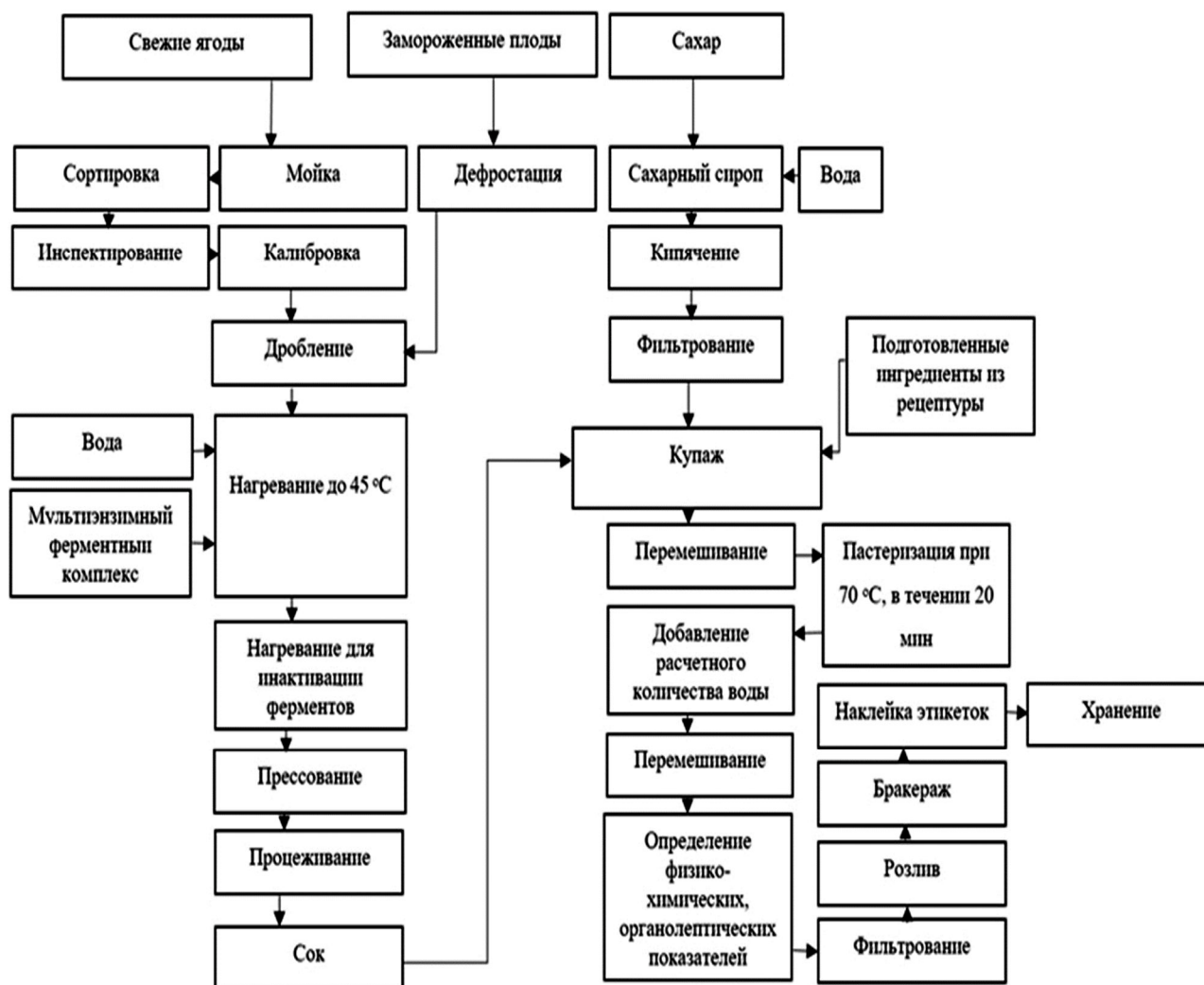


Рисунок 4 – Принципиальная схема производства негазированных безалкогольных напитков

Сок из ягод и плодов для безалкогольных напитков готовили следующим способом: плоды и ягоды после мойки и удаления непищевых частей измельчали. Для повышения выхода сока и ускорения прессования, ягоды и плоды подвергали нагреванию до 45 °C (с добавлением воды 1 : 10 и обработкой мульти-энзимной композицией, состоящей из ферментных препаратов БРЮЗЗАЙМ ВГХ и пектолитического энзима VINOFORM zymex.), что обеспечило повышение проницаемости клеточной ткани и облегчило переход красящих веществ из кожицы в сок. Для инактивации ферментного комплекса смесь нагревали до 75 °C в течении 20 сек, затем подвергали прессованию для отделения сока. Полученный сок использовали для приготовления купажа. Организацию произ-

водства негазированных напитков осуществляли в соответствии с принципиальной схемой (рис. 4).

Были разработаны рецептуры безалкогольных напитков на основе сока ягод костяники каменистой (*Rubus saxatilis* L.) – «Костяничка», «Алый закат», «Ёлки-Иголки», «Рубиновое солнце», «Сибирский гранат».

Рецептуры безалкогольных напитков «Костяничка» с варьированием ингредиентов приведены в таблице 2. Основным критерием при разработке рецептур явилась органолептическая оценка образцов.

Таблица 2 – Рецептуры безалкогольных напитков «Костяничка»

Наименование ингредиента	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
	На 1000 л					
Сок ягод костяники каменистой, л	250	260	270	280	290	300
Двуокись углерода, кг	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1
Сахар, кг	40	45	50	55	60	65
Вода, л	700	690	680	670	660	650

По органолептическим показателям выбран наилучший образец напитка (рис. 5) и определены его физико-химические показатели (таб. 3).

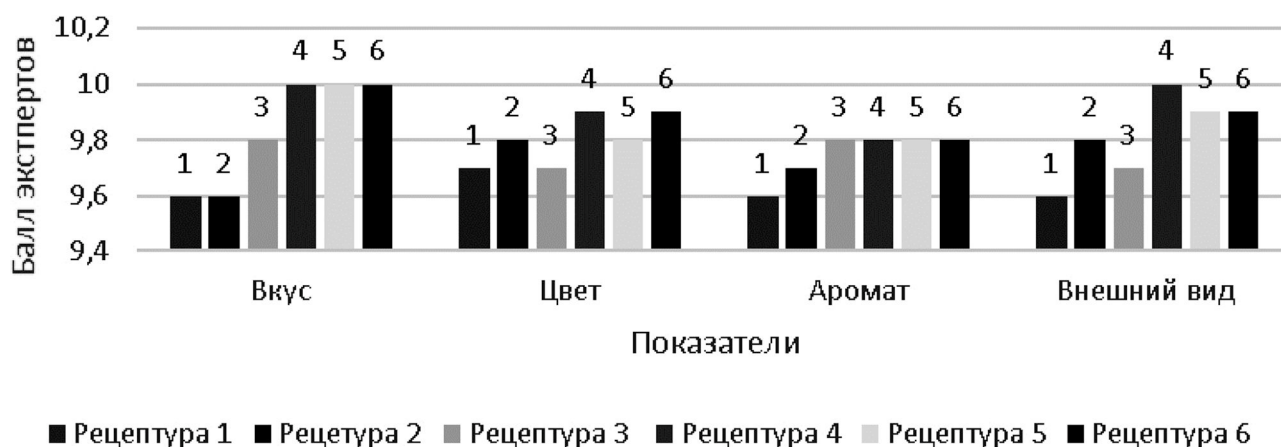


Рисунок 5 – Профилограмма вкуса, цвета, аромата, внешнего вида образцов безалкогольных напитков «Костяничка»

Таблица 3 – Физико-химические показатели безалкогольного напитка «Костяничка»

Наименование показателя	Значение
Кислотность, ед.	3,56 ± 0,01
Содержание сухих веществ, %	7,4 ± 0,2
Аскорбиновая кислота, мг%	5,8 ± 0,002
Витамин Р, мг%	4,5 ± 0,2
Дубильные вещества, %	0,10 ± 0,1
Флавоноиды, мг%	54,39 ± 0,01
Антоцианы, мг%	3,04 ± 0,02

Результаты исследования физико-химических показателей свидетельствуют, что разработанный напиток «Костяничка» содержит в своём составе ценные биологически активные вещества, такие как аскорбиновая кислота в количестве $5,8 \pm 0,002$ мг%, витамин Р – $4,5 \pm 0,2$ мг%, флавоноиды – $54,39 \pm 0,01$ мг%, антоцианы, – $3,04 \pm 0,02$ мг%. Полученные результаты указывают, что разработанный напиток может являться источником данных биологически активных веществ и покрыть суточную потребность в витамине С на 26 % и в флавоноидах на 49 % при употреблении 0,5 л напитка (согласно нормам физиологических потребностей, в пищевых веществах для взрослого населения Российской Федерации, рекомендованное российскими учеными).

С целью расширения ассортимента напитков и обогащения дополнительными биологически активными веществами были разработаны рецептуры безалкогольных напитков «Алый закат» на основе сока ягод костяники каменистой (*Rubus saxatilis* L.), крыжовника, сока яблок мелкоплодных (табл. 4).

Таблица 4 – Рецептуры безалкогольных напитков «Алый закат»

Название ингредиента	Количество ингредиента, л		
	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
	На 1000 л		
Сок яблок мелкоплодных	337	337	337
Сок ягод крыжовника	41	81, 5	122
Сок ягод костяники каменистой	122	81, 5	41
Сахар, кг	60	48	36
Вода	445	455	465

Выбран образец напитка с наилучшими органолептическими показателями (рис. 6). Физико-химические показатели экспериментального образца представлены в таблице 5.

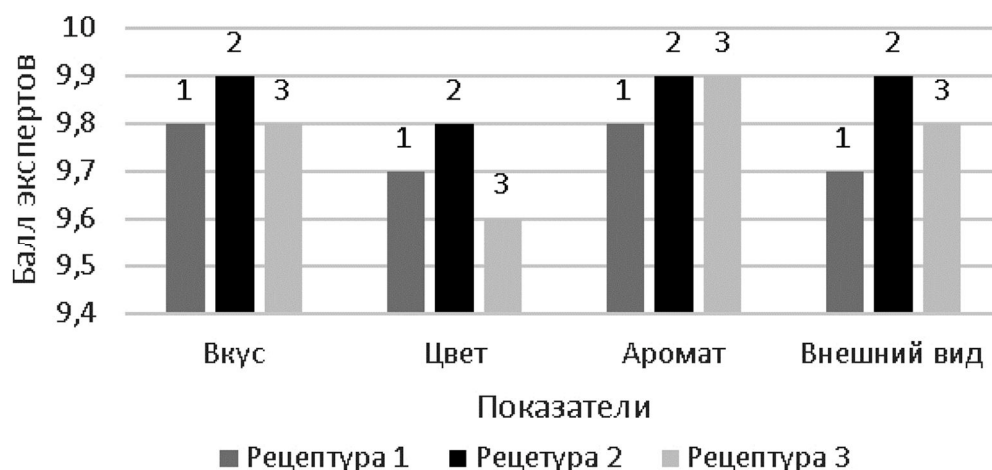


Рисунок 6 – Профилограмма вкуса, цвета, аромата, внешнего вида безалкогольных напитков «Алый закат»

Таблица 5 – Физико-химические показатели безалкогольного напитка «Алый закат»

Наименование показателя	Значение
Кислотность, ед.	4,51 ± 0,04
Содержание сухих веществ, %	9,4 ± 0,1
Аскорбиновая кислота, мг%	9,8 ± 0,001
Витамин Р, мг%	3,9 ± 0,2
Дубильные вещества, %	0,14 ± 0,1
Флавоноиды, мг%	82,49 ± 0,01
Антоцианы, мг%	3,16 ± 0,02

Результаты исследования (табл. 5) показывают, что разработанный напиток «Алый закат» может являться источником витамина Р (содержание $3,9 \pm 0,2$ мг%), витамина С (содержание $9,8 \pm 0,001$ мг%), антоцианов (содержание $3,16 \pm 0,02$ мг%) и флавоноидов (содержание $82,49 \pm 0,01$ мг%). При употреблении 0,5 л напитка покрывается суточная потребность в витамине С на 44 % и в флавоноидах на 75 %.

С целью обогащения напитков неспецифичными биологически активными веществами, содержащимися в хвойных экстрактах, были разработаны рецептуры напитков «Ёлки-Иголки» и «Рубиновое солнце» на основе сока ягод костяники каменистой и хвойных экстрактов (табл. 6, 8). Использование хвойных экстрактов в сочетании с ягодным сырьем в производстве безалкогольных напитков, позволяет не только обогатить напитки ценными биологически активными веществами, но и создать оригинальную гармоничную вкусовую гамму напитка. Хвойные экстракты получены на предприятии по переработке древесной зелени ООО «Эковит+» Красноярский край.

Таблица 6 – Рецептуры безалкогольных напитков «Ёлки-Иголки»

Наименование ингредиента	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
	На 1000 л				
Сок ягод малины, л	210	230	250	270	290
Сок ягод костяники каменистой, л	210	230	250	270	290
Сахар, кг	50	55	60	65	70
Экстракт хвойный кедровый, л	30	30	30	30	30
Вода, л	505	450	415	370	325

По органолептическим показателям был выбран наилучший образец напитка (рис. 7), и определены его физико-химические показатели (табл. 7).

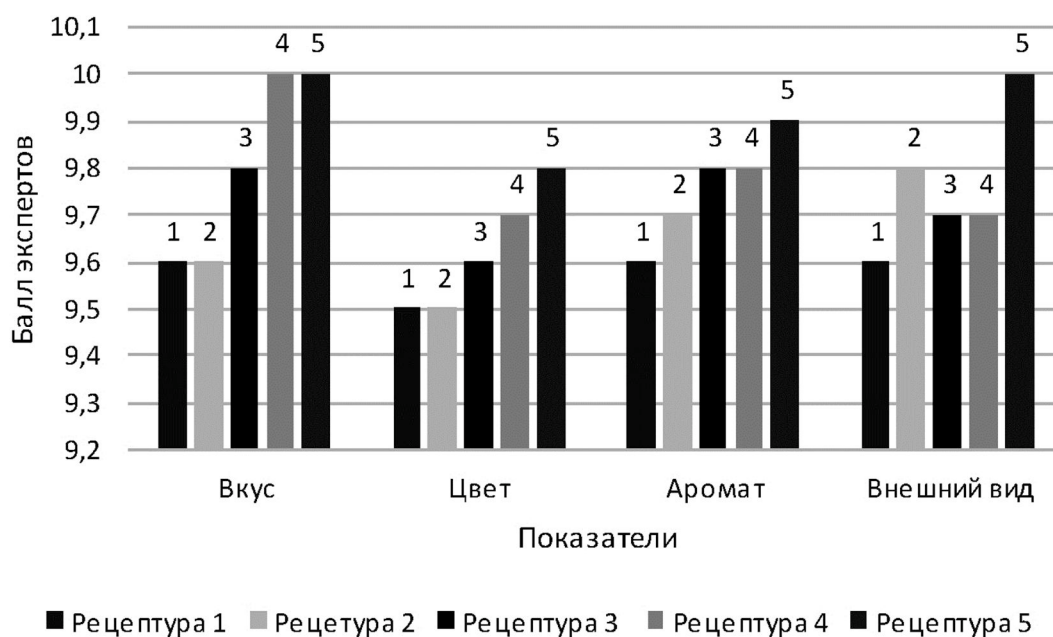


Рисунок 7 – Профилограмма вкуса, цвета, аромата, внешнего вида напитков безалкогольных «Ёлки-Иголки»

Таблица 7 – Физико-химические показатели безалкогольного напитка «Ёлки-Иголки»

Наименование показателя	Значение
Кислотность, ед.	4,03 ± 0,04
Содержание сухих веществ, %	8,6 ± 0,2
Аскорбиновая кислота, мг%	9,9 ± 0,002
Витамин Р, мг%	5,9 ± 0,2
Дубильные вещества, %	0,12 ± 0,1
Флавоноиды, мг%	98,89 ± 0,1
Антоцианы, мг%	5,34 ± 0,1

Употребление 0,5 л напитка «Ёлки-Иголки» обеспечивает суточную норму витамина С 45 % (содержание $9,9 \pm 0,002$ мг%), флавоноидов 90 % (содержание $98,89 \pm 0,1$ мг%).

Таблица 8 – Рецептуры безалкогольных напитков «Рубиновое солнце»

Наименование сырья	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
	На 1000 л		
Сахар песок, кг	65	67	69
Сок ягод костяники каменистой, л	130	140	150
Хвойный сосновый экстракт, л	20	22	24
Двуокись углерода, кг	3,2	3,4	3,6
Вода, л	775	765	750

Определен наилучший образец напитка по органолептическим показателям (рис. 8).

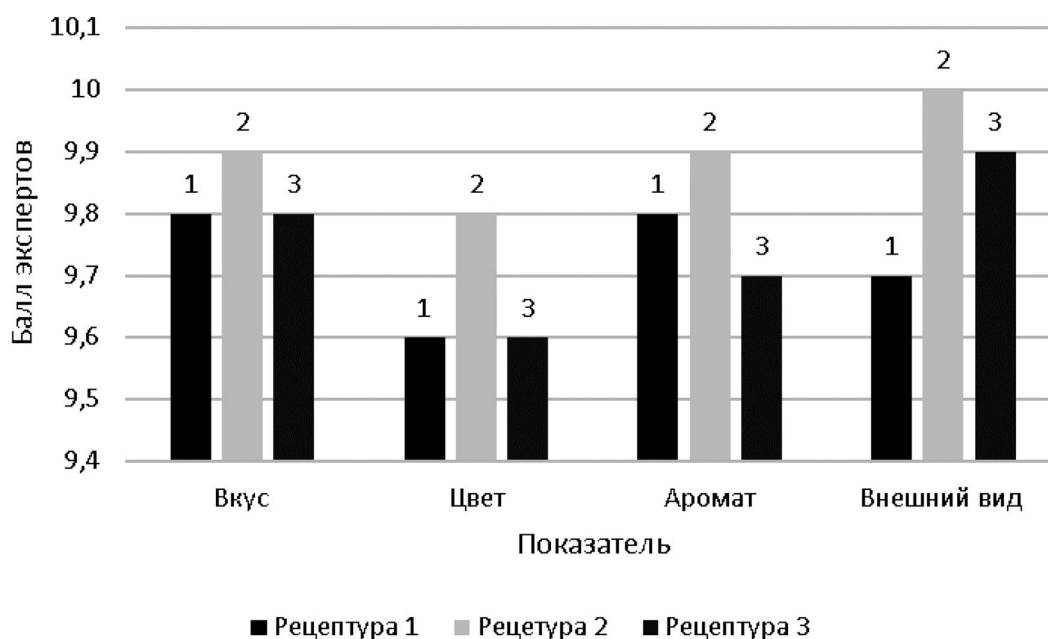


Рисунок 8 – Профилограмма разработанных безалкогольных напитков «Рубиновое солнце»

Физико-химические показатели наилучшего образца безалкогольного напитка «Рубиновое солнце» представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Физико-химические показатели безалкогольного напитка «Рубиновое солнце»

Наименование показателя	Значение
Кислотность, ед.	$4,73 \pm 0,01$
Содержание сухих веществ, %	$7,7 \pm 0,2$
Аскорбиновая кислота, мг%	$4,1 \pm 0,002$
Витамин Р, мг%	$3,3 \pm 0,1$
Дубильные вещества, %	$0,12 \pm 0,2$
Флавоноиды, мг%	$23,19 \pm 0,01$
Антоцианы, мг%	$1,2 \pm 0,01$

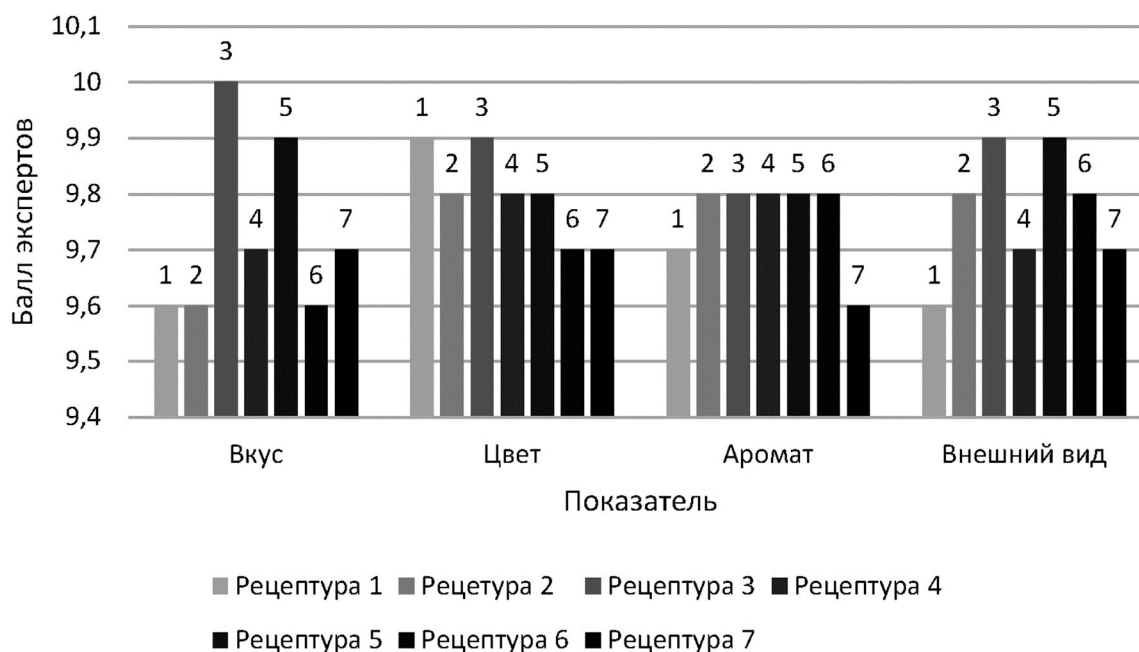
Согласно представленным в таблице 9 результатам, напиток может удовлетворить суточную потребность в витамине С на 20 % (содержание $4,1 \pm 0,002$ мг%), в флавоноидах на 15 % (содержание $23,19 \pm 0,01$ мг%) при употреблении 0,5 л.

С целью снижения энергетической ценности напитков были разработаны рецептуры безалкогольных напитков «Сибирский гранат» с частичной заменой сахара различными подсластителями (фруктоза, сорбит, сахарин) (табл. 10).

Таблица 10 – Рецептуры безалкогольных напитков «Сибирский гранат»

Наименование ингредиента	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
	На 1000 мл						
Сок ягод малины, мл	200	200	200	200	200	200	200
Сок ягод костяники каменистой, мл	200	200	200	200	200	200	200
Экстракт хвойный кедровый, мл	12	12	12	12	12	12	12
Сахар, г	53	–	–	–	13	26, 5	23
Сахарин, г	–	–	–	0, 26	–	–	0, 1
Фруктоза, г	–	–	53	–	–	26, 5	–
Сорбит, г	–	106	–	–	53	–	–
Вода, мл	530	470	530	585	515	530	560

По результатам органолептической оценки был выбран напиток с наилучшими вкусовыми показателями (рис. 9). Физико-химические показатели безалкогольного напитка «Сибирский гранат» с использованием подсластителя (фруктозы) приведены в таблице 11.

**Рисунок 9** – Профилограмма вкуса, цвета, аромата и внешнего вида рецептов напитков «Сибирский гранат»

Представленные в таблице 11 результаты, указывают, что напиток может являться источником биологически активных веществ и удовлетворить суточную потребность в витамине С на 60 % (содержание $8,1 \pm 0,002$ мг%), в флавоноидах на 75 % (содержание $61,23 \pm 0,02$ мг%) при употреблении 0,5 л.

Таблица 11 – Физико-химические показатели безалкогольного напитка «Сибирский гранат»

Наименование показателя	Значение
Кислотность, ед.	$5,23 \pm 0,01$
Содержание сухих веществ, %	$7,9 \pm 0,2$
Аскорбиновая кислота, мг%	$8,1 \pm 0,002$
Витамин Р, мг%	$4,6 \pm 0,2$
Дубильные вещества, %	$0,11 \pm 0,1$
Флавоноиды, мг%	$61,23 \pm 0,02$
Антоцианы, мг%	$3,98 \pm 0,01$

Разработанные безалкогольные напитки «Костяничка», «Алый закат», «Ёлки-Иголки», «Рубиновое солнце», «Сибирский гранат» по микробиологическим показателям соответствуют требованиям, предъявляемым к безопасности напитков в соответствии с СанПиНом 2.3.2.1078-01 и ТР ТС 021/2011 (табл. 12).

Таблица 12 – Микробиологические исследования напитков безалкогольных с использованием сока ягод *Rubus saxatilis* L.

Наименование показателя	Норма	Напитки безалкогольные «Костяничка», «Алый закат», «Ёлки-Иголки», «Рубиновое солнце», «Сибирский гранат»
Объем, в котором не допускается наличие, см ³		
КМАФА-нМ, КОЕ	–	Не обнаружено
БГКП	100	Не обнаружено
Сальмонеллы в 25 см ³ продукта	100	Не обнаружено
Дрожжи, КоЕ/г, не более	15	Не обнаружено
Плесень, КоЕ/г, не более	15	Не обнаружено

Для определения сроков годности образцы напитков хранили при температуре 18 ± 2 °С, относительной влажности воздуха 70 ± 5 %, в потребительской герметичной упаковке в течении 6 месяцев. Физико-химические, микробиологические и органолептические показатели определяли с интервалом 2 месяца.

Показатели микробиологической безопасности по СанПиН 2.3.2.1078-01 и ТР ТС 021/2011 всех образцов разработанных напитков по окончании срока годности не превышали установленных норм (табл. 13).

Органолептические и физико-химические показатели в конце срока годности представлены в таблице 14 и таблице 15.

Результаты исследования напитков в течении срока годности свидетельствуют о стабильности показателей испытуемых образцов, что позволило определить срок хранения напитков, который составил 6 месяцев при соблюдении условий хранения: температура 18 ± 2 °С и относительная влажность воздуха 70 ± 5 %.

Таблица 13 – Микробиологические показатели напитков с использованием сока ягод *Rubus saxatilis* L. в конце срока годности

Наименование показателя	Норма	Напитки безалкогольные «Костяничка», «Алый закат», «Ёлки-Иголки», «Рубиновое солнце», «Сибирский гранат»
Объем, в котором не допускается наличие, см ³		
КМАФА-нМ, КОЕ	–	Не обнаружено
БГКП	100	Не обнаружено
Сальмонеллы в 25 см ³ продукта	100	Не обнаружено
Дрожжи, КоЕ/г, не более	15	Не обнаружено
Плесень, КоЕ/г, не более	15	Не обнаружено

Таблица 14 – Органолептические показатели безалкогольных напитков в конце срока годности

Показатель	Значение для напитка				
	Напиток безалкогольный «Костяничка»	Напиток безалкогольный «Алый закат»	Напиток безалкогольный «Ёлки-Иголки»	Напиток безалкогольный «Рубиновое солнце»	Напиток безалкогольный «Сибирский гранат»
Гарантированный срок годности, мес.					
	6	6	6	6	6
Органолептические показатели					
Внешний вид	непрозрачная жидкость, без семян и посторонних включений, не свойственных продукту, допускается выпадение естественного осадка				
Цвет	Красный, красно-бордовый				
Вкус, аромат	Аромат и вкус ягод и плодов из которых изготовлен напиток, приятный хвойный аромат (в соответствии с ингредиентами входящими в состав напитка)				

Таблица 15 – Физико-химические показатели безалкогольных напитков в конце срока годности

Рецептура	Наименование показателя		
	Сухие вещества, %	Кислотность, ед.	Витамин С, мг%
Напиток безалкогольный «Костяничка»	7,4 ± 0,2	4,38 ± 0,01	4,6 ± 0,001
Напиток безалкогольный «Алый закат»	9,4 ± 0,1	5,29 ± 0,04	8,5 ± 0,001
Напиток безалкогольный «Ёлки-Иголки»	8,6 ± 0,2	5,27 ± 0,04	8,2 ± 0,002
Напиток безалкогольный «Рубиновое солнце»	7,9 ± 0,2	5,92 ± 0,01	6,94 ± 0,002
Напиток безалкогольный «Сибирский гранат»	7,7 ± 0,2	5,66 ± 0,01	3,12 ± 0,002

Расчёт энергетической ценности безалкогольных напитков «Костяничка», «Алый закат», «Ёлки-Иголки», «Рубиновое солнце», «Сибирский гранат» доказывает, что использование в рецептурах подсластителей дополнительно позволяет снизить калорийность напитков на 31 %, чем при использовании в рецептурах сахара.

Глава 5 содержит расчёт основных технико-экономических показателей предприятия по производству напитков на основе ягод костяники каменистой, которые свидетельствуют о том, что производство является рентабельным и расчетный срок окупаемости капитальных вложений составил 2,16 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность использования дикорастущих ягод костяники каменистой (*Rúbus saxátilis* L.) с целью получения продуктов функциональной направленности.

2. Проанализирован механический состав ягод костяники каменистой. Доказано, что сырье является достаточно стабильным в течение исследуемого периода 2014–2017 гг. и может быть использовано для производства напитков (мякоть – занимает $83,94 \pm 0,2$ %, косточка $9,53 \pm 0,1$ %, кожица – $26,16 \pm 0,2$ %, средняя масса ягоды – 0,3566 г).

3. Установлено, что химический состав ягод костяники каменистой (*Rúbus saxátilis* L.) в период 2014–2017 гг. стабилен по содержанию макро-, микронутриентов. Содержание свободных кислот в ягодах костяники каменистой (*Rúbus saxátilis* L.) составило $2,85 \pm 0,07$ %, белковых веществ – $0,68 \pm 0,75$ %, клетчатки – $4,9 \pm 0,4$ %, углеводов – $4,94 \pm 0,43$ %, дубильных веществ – $28,78 \pm 0,05$ мг%, антоцианов – $9,36 \pm 0,03$ мг%, флавоноидов – $179,51 \pm 0,03$ мг%, пектинов $0,91 \pm 0,96$ %, ягоды богаты витаминами С ($57,57 \pm 0,013$ мг%), В1 ($0,026 \pm 0,002$ мг%), В2 ($0,022 \pm 0,003$ мг%), Р ($26,38 \pm 0,004$ мг%). Выявлено присутствие ценных макро- и микроэлементов таких как Са ($16,387$ мг/100 г), Mg ($15,052$ мг/100 г), К ($121,52$ мг/100 г), Ag ($0,14$ мкг/100 г) и др.

4. Исследован химический состав сока, полученного из ягод костяники каменистой. Установлено, что он содержит ценные биологически активные вещества, такие как витамины С ($33,4 \pm 0,013$ мг%); Р ($17,78 \pm 0,12$ мг%); фенольные соединения ($234,34 \pm 0,36$ мг%), флавоноиды ($69,28 \pm 0,03$ мг%), антоцианы ($3,34 \pm 0,02$ мг%), и может служить их источником в производстве безалкогольных напитков функциональной направленности.

5. Определено, что применение пектолитического фермента VINOFORM zutex в количестве 0,02 % к массе мякоти ягод, при продолжительности обработки 1,5 ч увеличивает выход сока на 15 % по сравнению с контролем; а применение ферментного препарата БРЮЗЗАЙМ ВГХ в дозировке 0,02 % к массе мякоти ягод при продолжительности обработки 1,5 ч обеспечивает увеличение выхода сока на 9 % по сравнению с контролем.

6. Экспериментально доказана эффективность применения мультиэнзимных композиций, составленных из исследуемых ферментных препаратов (1 : 1), рекомендована дозировка МЭК – 0,02 % к массе ягодного сырья способствующая увеличению выхода сока на 18 %. Установлено, что предварительная обработка ягод костяники каменистой (*Rúbus saxátilis* L.) мультиэнзимной композицией позволяет существенно повысить выход в сок полезных биологически активных веществ: углеводов в 1,35 раза; органических кислот в 1,1 раза; витамина С в 1,42 раза; витамина Р в 1,27 раз; полифенольных соединений в 1,29; дубильных веществ в 1,23 раза; флавоноидов в 1,39 раз; антоцианов в 1,7 раза.

7. Проведено математическое моделирование зависимости повышения выхода сока и витамина С из ягод костяники каменистой от концентрации ферментных препаратов и продолжительности обработки. Рассчитано наибольшее повышение выхода сока по окончании процесса обработки сырья: 17,52 % при концентрации пектолитического энзима VINOFORM zymex 0,04 %; 10,09 % при концентрации БРЮЗЗАЙМ BGX 0,04 %; 19,02 % при концентрации смеси ферментных препаратов БРЮЗЗАЙМ BGX и VINOFORM zymex 0,04 %. Установлено, что применение смеси ферментных препаратов БРЮЗЗАЙМ BGX и VINOFORM zymex (1 : 1) при концентрации 0,04 % к массе ягодного сырья и продолжительности обработки 3 ч обеспечивает максимальный выход витамина С (47,93 мг%) в сок.

8. Разработаны рецептуры производства безалкогольных напитков на основе сока ягод костяники каменистой (*Rúbus saxátilis* L.) и технология, включающая стадию применения ферментных препаратов, для повышения выхода сока; проведена апробация опытной партии на ООО «Эковит+» г. Красноярск, разработан проект СТО «Напитки безалкогольные».

9. Установлено соответствие органолептических, физико-химических и показателей безопасности разработанных напитков ГОСТ 28188-2014, СанПиН 2.3.2.1078-01 и ТР ТС 021/2011.

10. Исследованы физико-химические показатели разработанных напитков, которые свидетельствуют, что напитки содержат в своем составе биологически активные вещества, такие как аскорбиновая кислота, витамин Р, флавоноиды, антоцианы и употребление 0,5 л может удовлетворить суточную потребность в витамине С на 60 %, флавоноидов на 90 %.

11. Рассчитаны основные технико-экономические показатели производства напитков. Установлено, что затраты на 1 руб. товарной продукции составят 0,84 коп., рентабельность предприятия 19 %, расчетный срок окупаемости капитальных вложений 2,16 г.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ ИЗЛОЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Рыгалова, Е.А. Оценка качества напитка на основе плодов *Rubus Saxatilis* L. / Е.А. Рыгалова, Н.А. Величко, Я.В. Смольникова // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 11. – С. 164–170.

2. Рыгалова, Е.А. Разработка рецептуры и оценка качества мармелада из костяники каменистой (*Rubus Saxatilis* L.) / Е.А. Рыгалова, Н.А. Величко, Я.В. Смольникова // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 1. – С. 132–136.

3. Рыгалова, Е.А. Химический состав водного экстракта ели сибирской (*PICEA OBOVATA*) и разработка рецептуры безалкогольного напитка на его основе / Е.А. Рыгалова, Н.А. Величко / Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 3. – С. 143–146.

Другие статьи и материалы конференций:

4. Павленко, Е.А. Перспективы использования *Rubus saxatilis* L. В производстве продуктов питания / Е.А. Павленко, Т.Н. Вологодина, Я.В. Смольникова // Студенческая наука – взгляд в будущее: сб. ст. Ч. 4 – Красноярск, 2013. – С. 185–186.

5. Павленко, Е.А. Биологически активные вещества костяники каменистой (*Rubus saxatilis* L.) / Е.А. Павленко, Т.Н. Вологодина, Я.В. Смольникова // Химия и жизнь: сб. тез. и докл. междунар. науч.-практ. конф. Новосиб. гос. аграр. ун.-т. – Новосибирск, 2014. – С. 34–37.

6. Рыгалова, Е.А. Разработка рецептуры сокосодержащего напитка с использованием плодов *Rubus Saxatilis* L. / Е.А. Рыгалова, Я.В. Смольникова, Г.А. Ракович // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы XIV научно-практической конф. Ч. 2. – Красноярск, 2015. – С. 137–140.

7. Рыгалова, Е.А. Разработка рецептуры и оценка качества мармелада из костяники каменистой (*Rubus Saxatilis* L.) / Е.А. Рыгалова, Я.В. Смольникова, Н.А. Величко // «Инновационные тенденции развития российской науки»: мат-лы VIII Международ. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2015. – С. 272–274.

8. Рыгалова, Е.А. Исследование влияния подсластителей на органолептические показатели напитков из плодов представителей рода *RUBUS* / Е.А. Рыгалова, К.А. Сутугина // «Инновационные тенденции развития Российской науки»: мат-лы IX Международной научно-практической конференции. Ч. 2. – Красноярск, 2016. – С. 40–43.

9. Рыгалова, Е.А. Влияние гидромодуля на выход экстрактивных веществ из сырья рода *RUBUS* / Е.А. Рыгалова, К.А. Сутугина // Студенческая наука – взгляд в будущее: мат-лы XI Всерос. студ. науч. конф. Ч. 2. – Красноярск, 2016. – С. 199–201.

10. Рыгалова, Е.А. Разработка рецептур сокосодержащего напитка с использованием плодов рода *RUBUS* и хвойного экстракта / Е.А. Рыгалова, Н.А. Величко, Я.В. Смольникова // Пища. Экология. Качество: труды XIII Междунар. науч.-практ. конф. – Т. 3. – Новосибирск, 2016. – С. 140–144.

11. Рыгалова, Е.А. Оценка влияния целлюлолитического ферментного препарата на выход сока из плодов *RUBUS SAXATILIS* L. / Е.А. Рыгалова, К.А. Сутугина, Я.В. Смольникова // Инновационные тенденции развития российской науки: мат-лы X Международ. науч.-практ. конф. молодых ученых (Красноярск, 2017 г.) / Изд-во: Краснояр. гос. аграр. ун.-т. – Красноярск, 2017. – С. 35–38.

Патенты:

1. Рыгалова, Е.А. Способ получения мармелада жележного из костяники каменистой / Е.А. Рыгалова, Н.А. Величко, Я.В. Смольникова, В.А. Шломина // Пат. 2613290 Российская Федерация. МПК A23L 21/10 (2016.01); Патентообладатель(и): Фед. гос. бюд. образ. учр. выс. профес. образ. «Красноярский ГАУ» (RU). – заявл. 29.10.2015; опубл. 15.03.2017 Бюл. № 8. – 3 с.

2. Рыгалова, Е.А. Безалкогольный напиток «Костяничка» / Е. А. Рыгалова, Н.А. Величко, Я.В. Смольникова, В.А. Шломина // Пат. 2613286 Российская Федерация. МПК A23L 2/00 (2006.01); Патентообладатель(и): Фед. гос. бюд. образ. учр. выс. профес. образ. «Красноярский ГАУ» (RU). – заявл. 29.10.2015; опубл. 15.03.2017 Бюл. № 8 – 3 с.

3. Рыгалова, Е.А. Напиток «Рубиновое солнце» / Е.А. Рыгалова, Н.А. Величко, Я.В. Смольникова, В.И. Терентьев, Л.П. Шароглазова // Пат. 2624965 Российская Федерация МПК A23L 2/00 (2006.01); Патентообладатель(и): Фед. гос. бюд. образ. учр. выс. профес. образ. «Красноярский ГАУ» (RU). – заявл. 25.01.2016; опубл. 11.07.2017 Бюл. № 8 – 3 с.

Рыгалова Елизавета Александровна

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 04.09.2018.

Печать трафаретная. Формат 60×84 ¹/₁₆.

Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 1935.

Отпечатано в ООО «Издательский Дом – ЮГ»

350072, г. Краснодар, ул. Зиповская, 9, литер «Г», оф. 41/3,

Тел. +7(918) 41-50-571

e-mail: id.yug2016@gmail.com

Сайт: www.id-yug.com