

УДК 664:633.8

Комплексная переработка растительного сырья Сибири в продукты функционального назначения

Н. А. Величко, Е. А. Рыгалова*, Я. В. Смольникова, Л. П. Шароглазова

**Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия;*

e-mail: x3x3x@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4730-4015>

Информация о статье Реферат

Поступила
в редакцию
11.03.2026;

получена
после доработки
29.05.2026;

принята
к публикации
25.06.2026

Ключевые слова:

комплексная
переработка,
плодово-ягодное сырье,
хвойный гидролат,
ферментные
препараты,
сокосодержащие
и безалкогольные
напитки

Для цитирования

Для пищевой и перерабатывающей отрасли сохраняет значимость разработка ресурсосберегающих технологий, позволяющих вовлекать в переработку плодово-ягодное и другое растительное сырье Сибири с максимальным сохранением биологически ценных компонентов. Предложена комплексная схема переработки сырья, характерного для агроэкологических условий Красноярского края: черноплодной рябины, шиповника, костяники каменистой, голубики, черники, брусники, рябины обыкновенной, боярышника, мелкоплодных яблочек, крыжовника, черемухи и других культур. Технологический подход основан на сочетании механической подготовки, ферментативной обработки мезги, прессования, фильтрации и сублимационной сушки. Показано, что применение мультиэнзимной композиции повышает выход соковой фракции на 15–18 %. Наибольший выход сока получен из рябины обыкновенной после бланширования горячей водой при гидромодуле 1 : 1 (82,40 %), минимальные потери для этого варианта составили 3,60 %. Для сокосодержащих напитков на основе соков малины и костяники каменистой наилучшие органолептические показатели установлены для рецептуры с кедровым хвойным экстрактом; готовый напиток характеризовался кислотностью $4,03 \pm 0,04$ ед., содержанием сухих веществ $8,60 \pm 0,20$ %, аскорбиновой кислоты $9,90 \pm 0,02$ мг%, флавоноидов $98,89 \pm 0,10$ мг% и антоцианов $5,34 \pm 0,10$ мг%. Комплексная переработка позволяет получать ягодные соки, сокосодержащие безалкогольные напитки с нетрадиционными превантерами, антоциановые красители, порошок сублимированного сока и порошок из выжимок для применения в хлебобулочных, кондитерских, мясных и других пищевых изделиях.

Величко Н. А. и др. Комплексная переработка растительного сырья Сибири в продукты функционального назначения. Вестник МГТУ. 2026. Т. 29, № 3. С. 393–402. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2026-29-3-393-402>.

Integrated processing of Siberian plant raw materials into functional products

Nadezhda A. Velichko, Elizaveta A. Rygalova*, Yana V. Smolnikova, Lidia P. Sharoglazova

**Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia;*

e-mail: x3x3x@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4730-4015>

Article info

Received
11.03.2026;

received
in revised form
29.05.2026;

accepted
25.06.2026

Key words:

integrated processing,
fruit and berry raw
materials,
coniferous hydrolate,
enzymes,
juice-based beverages

For citation

Abstract

The food processing industry needs resource-saving technologies for the integrated processing of Siberian fruit-and-berry and other plant raw materials while preserving biologically valuable components. The paper presents an integrated processing scheme for raw materials typical of Krasnoyarsk Krai, including chokeberry, rosehip, stone bramble, blueberry, bilberry, lingonberry, rowan, hawthorn, small-fruited apples, gooseberry, bird cherry and other species. The technological approach combines mechanical preparation, enzymatic treatment of mash, pressing, filtration and freeze-drying. The use of a multienzyme composition increases juice yield by 15–18 %. The highest juice yield has been obtained from rowan after blanching with hot water at a 1 : 1 hydromodule (82.40 %), with losses of 3.60 %. For juice-based soft drinks made from raspberry and stone bramble juices, the best sensory score has been achieved by the formulation with cedar coniferous extract; the finished drink has acidity of 4.03 ± 0.04 units, soluble solids of 8.60 ± 0.20 %, ascorbic acid of 9.90 ± 0.02 mg%, flavonoids of 98.89 ± 0.10 mg%, and anthocyanins of 5.34 ± 0.10 mg%. The integrated scheme makes it possible to obtain berry juice, juice-based soft drinks with non-traditional chemopreventive additives, anthocyanin colorants, freeze-dried juice powder, and pomace powder for bakery, confectionery, meat and other food formulations.

Velichko, N. A. et al. 2026. Integrated processing of Siberian plant raw materials into functional products. *Vestnik of MSTU*, 29(3), pp. 393–402. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2026-29-3-393-402>.

Введение

Красноярский край занимает 2 366 797 км², а его протяженность достигает примерно 2 886 км. На территории региона представлены почти все основные природно-ландшафтные зоны России: от арктических пустынь и тундры до различных подзон тайги, лесостепи и степи. Такое природное разнообразие формирует широкую сырьевую базу плодово-ягодных и других растительных ресурсов, включая как культурные, так и дикорастущие виды.

Повышение эффективности переработки плодово-ягодного сырья в регионе связано не только с модернизацией действующих процессов, но и с разработкой новых приемов хранения и переработки, в том числе с вовлечением традиционных и недостаточно изученных видов сырья (*Struck et al., 2016; Reißner et al., 2019; Quiles et al., 2018; Sagar et al., 2018; Kitrytė et al., 2020; Díez-Sánchez et al., 2023; Jurevičiūtė et al., 2022; Piasecka et al., 2022*). Для этого необходимы системные исследования химического состава дикорастущих ресурсов, на основе которых можно проектировать конкурентоспособные продукты и технологические решения (*Syrpas et al., 2021; Pires et al., 2021; Jurendić et al., 2021; Brglez Mojzer et al., 2016; Khoo et al., 2017*). Современные технологии щадящей переработки растительного сырья ориентированы на повышение извлечения биологически активных веществ за счет ферментативной обработки, применения зеленых растворителей, ультразвуковой и микроволновой экстракции (*Gligor et al., 2019; Chemat et al., 2019; Albuquerque et al., 2017; Barba et al., 2016*).

На кафедре технологии консервирования и пищевой биотехнологии Института пищевых производств ФГБОУ ВО "Красноярский государственный аграрный университет" разработан ряд рецептур и безотходных технологий переработки плодово-ягодного и растительного сырья в продукты, обогащенные функционально значимыми веществами; по части решений получены патенты Российской Федерации (*Способ..., 2017; Безалкогольный..., 2017б; Безалкогольный..., 2017в; Безалкогольный..., 2017а; Способ..., 2020*).

Материалы и методы

Цель исследования состояла в разработке безотходной технологии переработки плодово-ягодного сырья с учетом особенностей его механического строения и химического состава.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

- расширить перечень и объемы региональных сырьевых источников, пригодных для получения пищевых продуктов, содержащих функционально значимые компоненты;
- разработать и предложить к внедрению новые рецептуры и технологические решения для пищевой продукции.

Объектами исследования служили плоды черноплодной рябины, шиповника, костяники каменистой, голубики, черники, брусники, рябины обыкновенной, боярышника, мелкоплодных яблок, крыжовника и черемухи обыкновенной, собранные в Красноярском крае в 2017–2019 гг. в фазе технологической зрелости.

Для решения поставленных задач использовали совокупность органолептических и физико-химических методов оценки как исходного сырья, так и готовой продукции.

Органолептическую оценку выполняли дегустационным методом (*Chemat et al., 2019; Albuquerque et al., 2017*). Массовую долю сухих веществ в ягодах и напитках на их основе определяли рефрактометрическим методом (*Barba et al., 2016*). Кислотность готовых напитков устанавливали титриметрически (*Способ..., 2017*). Содержание аскорбиновой кислоты определяли йодометрически (*Безалкогольный..., 2017в*). Экстрактивность растительного сырья и содержание дубильных веществ (в пересчете на танин) оценивали по стандартной методике (*Безалкогольный..., 2017б*). Количество антоцианов и фенольных соединений определяли спектрофотометрически (*Безалкогольный..., 2017а*).

Ферментативную обработку мезги проводили при температуре 45 °С с последующей инактивацией ферментов нагревом до 70 °С. В качестве пектолитического препарата использовали VINOFORM zymex, обеспечивающий расщепление пектиновых веществ клеточных стенок; в качестве целлюлолитического препарата – БРЮЗЗАЙМ BGX, ориентированный на деструкцию целлюлозо-гемицеллюлозного комплекса; для комплексного воздействия применяли мультиэнзимную композицию (МЭК). Препараты вносили в виде водных растворов; дозировку выражали в процентах к массе мезги, а продолжительность выдержки – в минутах. По результатам подбора режимов использовали следующие параметры: VINOFORM zymex – 0,03 % к массе мезги; БРЮЗЗАЙМ BGX – 0,05 % к массе мезги; МЭК – 0,08 % к массе мезги. Продолжительность ферментативной обработки составляла 60 мин.

Статистическую обработку результатов выполняли по данным повторных определений с расчетом среднего значения, ошибки среднего и коэффициента вариации. Достоверность различий между вариантами ферментативной обработки, а также между рецептурами напитков оценивали с применением дисперсионного анализа и критерия Стьюдента; различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$. Все определения проводили в трехкратной повторности ($n = 3$); результаты представляли в виде $M \pm m$. Повышение выхода

сока при применении мультинзимной композиции относительно контрольной обработки было статистически значимым ($p = 0,012$). Уровень значимости различий органолептической оценки рецептуры 1 по сравнению с рецептурами 2, 3, 4 и 5 составил соответственно $p = 0,031$; $p = 0,018$; $p = 0,009$ и $p = 0,015$.

Результаты

Комплексная переработка ягодного сырья, характерного для агроэкологических условий Красноярского края, предусматривает получение нескольких видов продукции: ягодного сока, сокосодержащих напитков на его основе, алкогольных напитков, антоциановых красителей, сублимированного порошка сока, а также порошка из выжимок, который далее может применяться в хлебобулочных, кондитерских, мясных и других изделиях.

Авторами предложена принципиальная схема комплексной переработки дикорастущего ягодного сырья, ориентированная на максимально полное использование всех компонентов сырья (рис. 1).

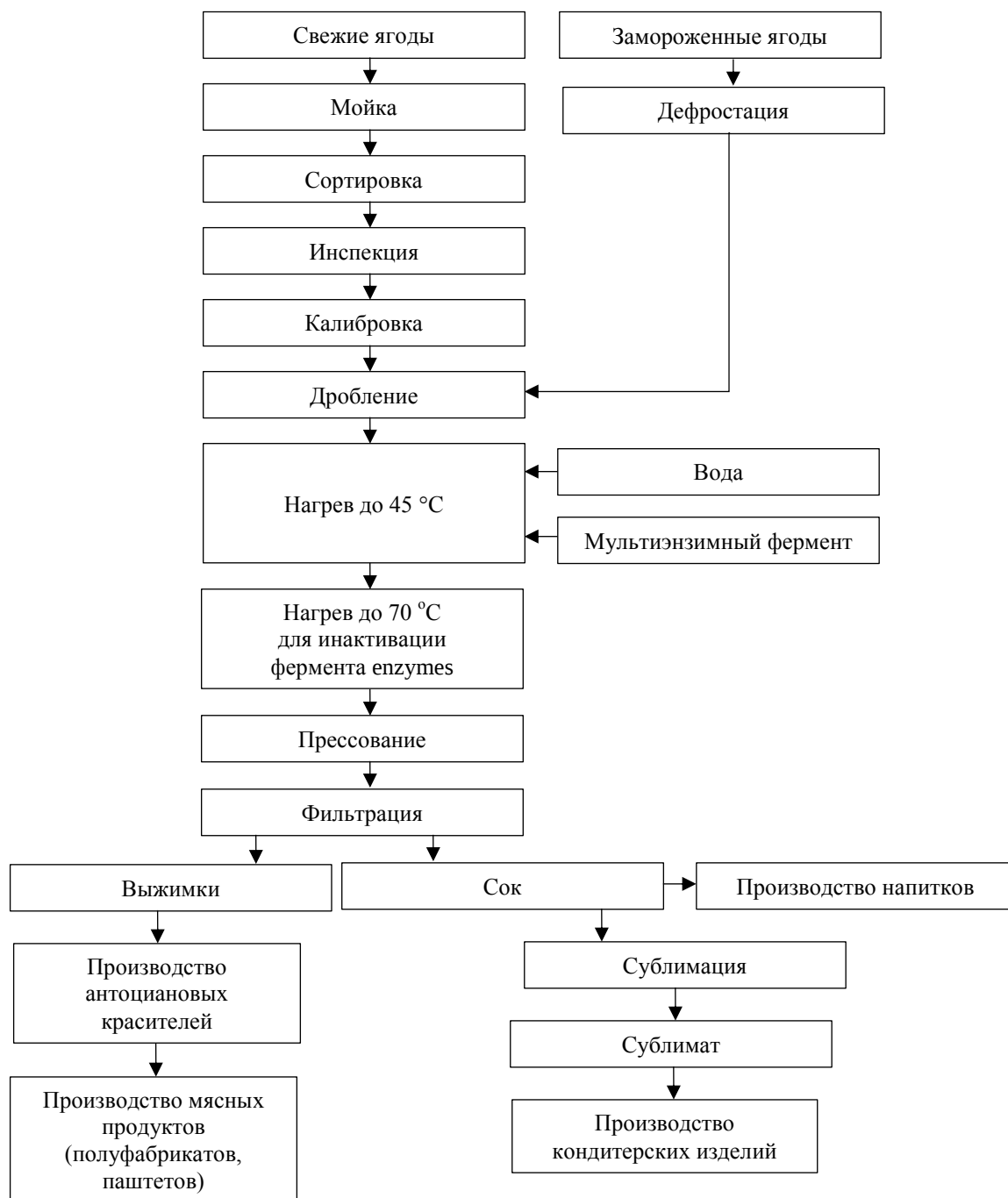


Рис. 1. Принципиальная схема комплексной переработки ягодного сырья
Fig. 1. Principal scheme of integrated berry raw material processing

После отделения соковой фракции полученный ягодный сок направляли на сублимационную сушку для получения порошкообразного продукта. Такой порошок хорошо растворяется в воде, удобен в хранении и транспортировании (не требует значительных складских площадей) и может использоваться для приготовления напитков, а также для внесения в готовые пищевые продукты, в том числе в бытовых условиях. Применение сублимационной сушки для получения стабильных порошкообразных ягодных компонентов и природных красителей согласуется с подходами, описанными для дикорастущих ягодных экстрактов (Gomez Mattson *et al.*, 2022).

После отделения сока образуется значительное количество ягодных выжимок. Для исключения неоднозначного толкования результаты выхода сока представлены с указанием способа подготовки сырья. Показатели рассчитаны от массы подготовленного сырья, поступившего на прессование; сублимированные порошки и сухие фракции получали на последующих стадиях и в расчет выхода соковой фракции не включали (табл. 1).

Таблица 1. Выход ягодного сока, выжимок и потери с учетом способа подготовки сырья
(средние значения, $n = 3$)

Table 1. Yield of berry juice, pomace and losses depending on raw material preparation method
(mean values, $n = 3$)

Наименование образца и способ подготовки	Выход сока, %	Выжимки, %	Потери, %
Боярышник, свежие плоды; бланширование горячей водой, гидромодуль 1 : 1	47,00	46,00	7,00
Рябина обыкновенная, свежие плоды; бланширование горячей водой, гидромодуль 1 : 1	82,40	14,00	3,60
Голубика, подготовленные ягоды; без добавления воды	59,45	34,50	6,05
Черника, подготовленные ягоды; без добавления воды	62,87	24,09	13,03
Брусника, подготовленные ягоды; без добавления воды	65,19	29,61	5,20
Черноплодная рябина, свежие плоды; бланширование горячей водой, гидромодуль 1 : 1	48,88	41,93	9,19
Костяника каменистая, подготовленные ягоды; без добавления воды	62,56	27,92	9,52
Малина, подготовленные ягоды; без добавления воды	65,69	25,00	9,31
Морошка приземистая, подготовленные ягоды; без добавления воды	63,18	27,70	9,12
Черемуха, подготовленные ягоды; без добавления воды	48,76	42,68	8,56

Гидромодуль 1 : 1 с горячей водой использовали только для сырья с плотной тканевой структурой, повышенной вязкостью мякоти или выраженной терпкостью, поскольку предварительное бланширование облегчает разрушение клеточных стенок, снижает вязкость соковой фракции и улучшает условия прессования. Для сочных ягод с достаточным собственным сокоотделением дополнительное разбавление не применяли, чтобы не снижать массовую долю растворимых сухих веществ и интенсивность окраски.

Для повышения выхода ягодного сока использовали ферментные препараты пектолитического действия (VINOFORM zymex), целлюлолитического действия (БЮЗЗАЙМ ВГХ), а также мультиэнзимную композицию (МЭК) (табл. 2). Наибольший технологический эффект обеспечивала МЭК: выход сока возрастал на 15–18 % относительно контроля без ферментативной обработки, что связано с одновременной деструкцией пектиновых и целлюлозосодержащих компонентов клеточных стенок.

Одним из перспективных направлений расширения ассортимента являются безалкогольные напитки, содержащие функционально значимые компоненты. Несмотря на насыщенность рынка, доля продуктов с выраженной функциональной направленностью остается ограниченной, особенно в сегменте напитков с нетрадиционными хемиопревантами, позволяющими формировать композиции с заданными свойствами для разных групп потребителей.

Таблица 2. Характеристика ферментных препаратов, использованных для обработки мезги
Table 2. Characteristics of enzyme preparations used for mash treatment

Препарат	Основное действие	Целевая фракция сырья	Количество / режим внесения	Технологический эффект
VINOFORM zymex	Пектолитическое	Пектиновые вещества клеточных стенок	0,03 % к массе мезги; 45 °C; 60 мин	Снижение вязкости мезги, облегчение сокоотделения
БРЮЗЗАЙМ BGX	Целлюлолитическое	Целлюлозо-гемицеллюлозный комплекс	0,05 % к массе мезги; 45 °C; 60 мин	Разрыхление структуры ткани, повышение выхода жидкой фракции
Мультиэнзимная композиция (МЭК)	Комплексное пектолитическое и целлюлолитическое воздействие	Пектиновые и целлюлозосодержащие компоненты	0,08 % к массе мезги; 45 °C; 60 мин	Увеличение выхода сока на 15–18 % относительно контроля

В Красноярском крае широко распространены хвойные породы (сосна, пихта, кедр, ель), которые в основном рассматриваются как древесное сырье. При этом древесная зелень составляет в среднем 16–20 % массы дерева, однако ее переработка в регионе пока развита недостаточно. Пихтовые, сосновые и кедровые экстракты, а также хвойный гидролат были получены и предоставлены ООО "Инновационные лесные технологии" (Красноярский край).

Водные экстракты древесной зелени содержат экстрактивные вещества, жирные кислоты, минеральные компоненты, фенольные соединения, витамины группы В, аскорбиновую кислоту и другие физиологически значимые вещества (Снособ..., 2020). Более широкое использование таких экстрактов в пищевых технологиях ограничивается специфическим вкусом, особенностями окраски и недостаточной изученностью их влияния на качество готовой продукции.

В рецептурах использовали не спиртовой дистиллят, получаемый при перегонке сахаросодержащих продуктов, а хвойный гидролат – водную конденсатную фракцию пароводяной обработки древесной зелени. Поэтому в тексте и рецептурной таблице термин "дистиллят" заменен на "гидролат", что точнее отражает природу введенного ингредиента и исключает неоднозначность при оценке безалкогольных напитков.

Для расширения ассортимента безалкогольных напитков, повышения их пищевой ценности и формирования новых сенсорных характеристик были разработаны рецептуры на основе ягодных соков с добавлением хвойных водных экстрактов и гидролата.

Для каждого варианта подбирали дозировки ингредиентов, обеспечивающие наилучшее качество продукции и гармоничный вкус.

Составы безалкогольных напитков на основе ягодных соков с добавлением кедрового и пихтового хвойных экстрактов, хвойного гидролата и настоя конопли посевной представлены в табл. 3.

Таблица 3. Рецептуры безалкогольных напитков на основе ягодного сока, хвойных экстрактов/гидролата и настоя конопли посевной (на 1 000 л)
Table 3. Formulations of non-alcoholic beverages based on berry juice, coniferous extracts/hydrolate and hemp infusion (per 1,000 L)

Наименование ингредиента	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3	Рецептура 4	Рецептура 5
Сок ягод малины, л	250	250	250	250	250
Сок ягод костяники каменистой, л	250	250	250	250	250
Сахар, кг	65	65	65	65	65
Экстракт хвойный кедровый, л	30	–	–	–	10
Экстракт хвойный пихтовый, л	–	30	–	–	–
Гидролат хвойный пихтовый, л	–	–	50	–	40
Настой соцветий конопли посевной	–	–	–	70	–
Вода, л	Остальное	Остальное	Остальное	Остальное	Остальное

Профилограмма органолептических свойств разработанных напитков приведена на рис. 2. По суммарной оценке сенсорных показателей наилучшим был признан сокосодержащий напиток по рецептуре 1.

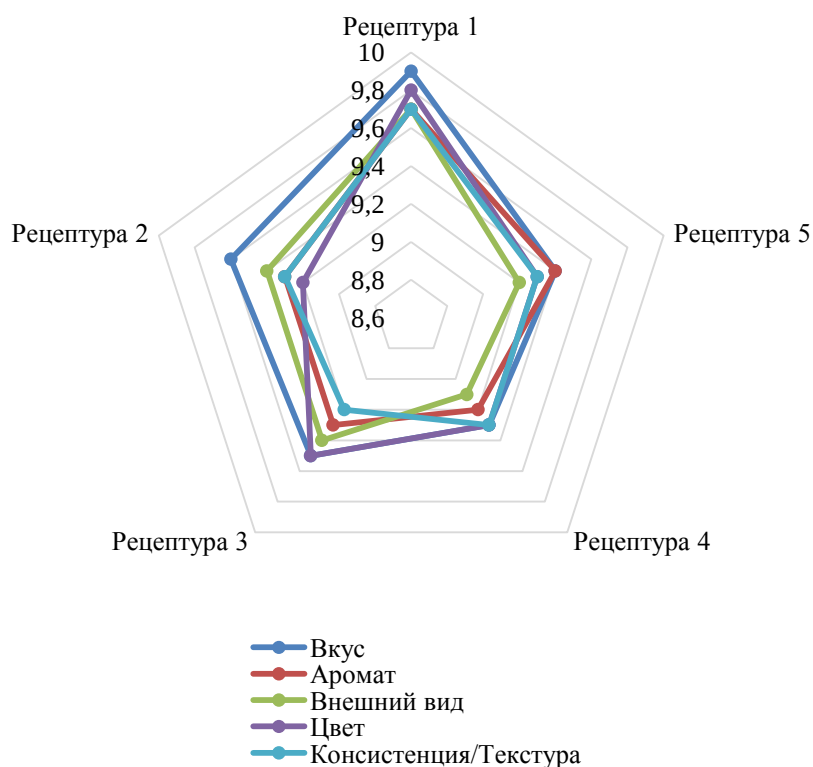


Рис. 2. Профилограмма органолептических показателей разработанных напитков

Fig. 2. Sensory profile of the developed beverages

Физико-химические характеристики напитка, получившего лучшую органолептическую оценку (на основе сока костяники каменистой и малины с добавлением кедрового хвойного экстракта), приведены в табл. 4. Значения представлены как среднее значение с ошибкой среднего ($M \pm m$, $n = 3$).

Таблица 4. Физико-химические показатели сокосодержащего напитка ($M \pm m$, $n = 3$)

Table 4. Physicochemical parameters of the juice-containing beverage ($M \pm m$, $n = 3$)

Наименование компонентов	Значение показателя
Кислотность, ед.	4,03 ± 0,04
Содержание сухих веществ, %	8,60 ± 0,20
Аскорбиновая кислота, мг%	9,90 ± 0,02
Витамин Р, мг%	5,90 ± 0,20
Дубильные вещества, %	0,12 ± 0,10
Флавоноиды, мг%	98,89 ± 0,10
Антоцианы, мг%	5,34 ± 0,10

Дополнительно были проведены исследования по обоснованию срока годности разработанных напитков.

Статистическая обработка данных подтвердила достоверность различий по ключевым сравнениям: контроль / ферментативная обработка мезги ($p = 0,012$), рецептура 1 / рецептуры 2–5 ($p \leq 0,031$). Коэффициент вариации по повторным определениям физико-химических показателей не превышал 5,0 %, что свидетельствует о воспроизводимости полученных данных.

Установлено, что при соблюдении условий хранения (температура 18 ± 2 °C, относительная влажность воздуха 70 ± 5 %) срок годности безалкогольных сокосодержащих напитков составляет 6 месяцев.

Обсуждение

По данным табл. 1 наибольший выход сока (82,40 %) получен из ягод рябины обыкновенной после бланширования горячей водой при гидромодуле 1 : 1; для этого же варианта зафиксированы минимальные потери (3,60 %). Наименьший выход сока (47,00 %) отмечен у боярышника, что связано с более плотной структурой плодов и высокой долей нерастворимых фракций. Максимальная доля выжимок характерна

для боярышника (46,00 %) и черноплодной рябины (41,93 %), минимальная – для рябины обыкновенной после бланширования (14,00 %). Полученные различия подтверждают необходимость дифференцированного выбора предварительной обработки сырья: для плотных плодов целесообразно применять бланширование и ферментативную подготовку, а для сочных ягод – прямое прессование без разбавления.

Для расширения ассортимента безалкогольной продукции предложены рецептуры напитков на основе ягодных соков с добавлением кедрового и пихтового водных экстрактов, хвойного гидролата и настоя конопли посевной. Использование хвойных ингредиентов позволяет формировать специфический ароматический профиль и повышать содержание биологически активных соединений, однако требует ограничения дозировок из-за выраженного вкуса и аромата древесной зелени.

Показатели качества разработанного сокосодержащего напитка соответствуют действующим нормативным требованиям. Рецепт 1 получила наиболее высокую суммарную органолептическую оценку за счет гармоничного сочетания ягодной основы и кедрового хвойного экстракта. Напиток характеризуется содержанием сухих веществ $8,60 \pm 0,20$ %, аскорбиновой кислоты $9,90 \pm 0,02$ мг%, флавоноидов $98,89 \pm 0,10$ мг% и антоцианов $5,34 \pm 0,10$ мг%, что позволяет рассматривать его как продукт функциональной направленности. Потребление 500 мл напитка обеспечивает существенный вклад в суточное поступление витамина С и флавоноидов. Микробиологические показатели готового продукта соответствуют нормативу.

Сублимированный ягодный порошок из выжимок использовали в качестве ингредиента при разработке хлебобулочных, кондитерских и мясорастительных изделий. Для таких продуктов определены рациональные дозировки порошка, обеспечивающие оптимальные сенсорные и технологические характеристики готовой продукции (Quiles et al., 2018; Diez-Sánchez et al., 2023; Jurevičiūtė et al., 2022; Величко и др., 2018; Величко и др., 2019).

Заключение

Разработана комплексная схема переработки дикорастущего ягодного и растительного сырья Красноярского края, основанная на максимально полном использовании сырьевых фракций и позволяющая получать широкий ассортимент продуктов: ягодный сок, сокосодержащие напитки с добавлением нетрадиционных пребиотиков, антоциановые красители, порошок сублимированного сока и порошок из выжимок для включения в рецептуры хлебобулочных, кондитерских, мясных и других изделий. Уточнение способа подготовки сырья показало, что бланширование горячей водой при гидромодуле 1 : 1 целесообразно применять для плодов с плотной структурой и затрудненным сокоотделением, для сочных ягод дополнительное разбавление не требуется. Наибольший выход сока установлен для рябины обыкновенной (82,40 %), а наибольшая доля выжимок – для боярышника (46,00 %) и черноплодной рябины (41,93 %), что подтверждает перспективность дальнейшего использования этих выжимок как источника пищевых волокон и фенольных соединений. Ферментативная обработка мезги с применением мультиэнзимной композиции обеспечивает прирост выхода сока на 15–18 % относительно контроля и является технологически обоснованным этапом комплексной переработки. Среди разработанных рецептов безалкогольных напитков оптимальной признана рецептура 1 на основе соков малины и костяники каменистой с добавлением кедрового хвойного экстракта; готовый напиток характеризуется гармоничным органолептическим профилем, содержанием сухих веществ $8,60 \pm 0,20$ %, аскорбиновой кислоты $9,90 \pm 0,02$ мг%, флавоноидов $98,89 \pm 0,10$ мг% и антоцианов $5,34 \pm 0,10$ мг%. Полученные технологические решения внедрены на предприятиях ООО "Феникс-2016" и ООО "Инновационные лесные технологии".

Библиографический список

- Безалкогольный газированный напиток "Рубин" : пат. Рос. Федерация 2622922 / Н. А. Величко, Л. П. Шароглазова, З. Н. Берикашвили, Я. В. Смольникова. № 2016112820 ; заявл. 04.04.2016 ; опубл. 21.06.2017а, Бюл. № 18.
- Безалкогольный газированный напиток "Рубиновое солнце" : пат. Рос. Федерация 2624965 / Е. А. Рыгалова, Н. А. Величко, В. И. Терентьев, Л. П. Шароглазова и др. № 2016102207 ; заявл. 25.01.2016 ; опубл. 11.07.2017б, Бюл. № 20.
- Безалкогольный напиток "Костяничка" : пат. Рос. Федерация 2613286 / Е. А. Рыгалова, Н. А. Величко, Я. В. Смольникова, В. А. Шломина. № 2015146722 ; заявл. 29.10.2015 ; опубл. 15.03.2017в, Бюл. № 8.
- Величко Н. А., Клименок С. Н., Демина О. В. Возможность использования хвойных экстрактов в рецептурах настоек // Вестник КрасГАУ. 2018. № 4(139). С. 156–160. EDN: UWQHEK.
- Величко Н. А., Рыгалова Е. А., Гринюк О. Ю. Разработка технологии хлебобулочных изделий с ягодными выжимками костяники каменистой // Вестник КрасГАУ. 2019. № 4(145). С. 108–113. EDN: LQCAYW.
- Способ получения концентрата из ягод костяники каменистой : пат. Рос. Федерация 2716088 / Е. А. Рыгалова, Н. А. Величко, Я. В. Смольникова. № 2018106191 ; заявл. 19.02.2018 ; опубл. 05.03.2020, Бюл. № 23.
- Способ производства сока из сортов мелкоплодного яблока и ягод облепихи Восточной Сибири : пат. Рос. Федерация 2610311 / А. А. Беляев, Н. А. Величко, Н. И. Авдиенко. № 2015139776 ; заявл. 18.09.2015 ; опубл. 09.02.2017, Бюл. № 4.

- Albuquerque B. R., Prieto M. A., Barreiro M. F., Rodrigues A. [et al.]. Catechin-based extract optimization obtained from *Arbutus unedo* L. fruits using maceration/microwave/ultrasound extraction techniques // *Industrial Crops and Products*. 2017. Vol. 95. P. 404–415. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.10.050>.
- Barba F. J., Zhu Z., Koubaa M., Sant'Ana A. S. [et al.]. Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: A review // *Trends in Food Science & Technology*. 2016. Vol. 49. P. 96–109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.01.006>.
- Brglez Mojzer E., Knez Hrnčič M., Škerget M., Knez Ž. [et al.]. Polyphenols: Extraction methods, antioxidative action, bioavailability and anticarcinogenic effects // *Molecules*. 2016. Vol. 21, Iss. 7. Article number: 901. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21070901>.
- Chemat F., Abert Vian M., Ravi H. K., Khadhraoui B. [et al.]. Review of alternative solvents for green extraction of food and natural products: Panorama, principles, applications and prospects // *Molecules*. 2019. Vol. 24, Iss. 16. Article number: 3007. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules24163007>.
- Diez-Sánchez E., Quiles A., Hernando I. Use of berry pomace to design functional foods // *Food Reviews International*. 2023. Vol. 39, Iss. 6. P. 3204–3224. DOI: <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.2010217>.
- Gligor O., Mocan A., Moldovan C., Locatelli M. [et al.]. Enzyme-assisted extractions of polyphenols – A comprehensive review // *Trends in Food Science & Technology*. 2019. Vol. 88. P. 302–315. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.029>.
- Gomez Mattson M., Sozzi A., Corfield R., Gagneten M. [et al.]. Colorant and antioxidant properties of freeze-dried extracts from wild berries: Use of ultrasound-assisted extraction method and drivers of liking of colored yogurts // *Journal of Food Science and Technology*. 2022. Vol. 59. P. 944–955. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05096-3>.
- Jurendić T., Ščetar M. *Aronia melanocarpa* products and by-products for health and nutrition: A review // *Antioxidants*. 2021. Vol. 10, Iss. 7. Article number: 1052. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox10071052>.
- Jurevičiūtė I., Keršienė M., Bašinskienė L., Leskauskaitė D. [et al.]. Characterization of berry pomace powders as dietary fiber-rich food ingredients with functional properties // *Foods*. 2022. Vol. 11, Iss. 5. Article number: 716. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11050716>.
- Khoo H. E., Azlan A., Tang S. T., Lim S. M. Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits // *Food & Nutrition Research*. 2017. Vol. 61. Article number: 1361779. DOI: <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779779>.
- Kitrytė V., Kavaliauskaitė A., Tamkutė L., Pukalskienė M. [et al.]. Zero waste biorefining of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) pomace into functional ingredients by consecutive high pressure and enzyme assisted extractions with green solvents // *Food Chemistry*. 2020. Vol. 322. Article number: 126767. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126767>.
- Piasecka I., Wiktor A., Górka A. Alternative methods of bioactive compounds and oils extraction from berry fruit by-products – A review // *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12, Iss. 3. Article number: 1734. DOI: <https://doi.org/10.3390/app12031734>.
- Pires T. C. S. P., Dias M. I., Calhelha R. C., Alves M. J. [et al.]. Development of new bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) based snacks: Nutritional, chemical and bioactive features // *Food Chemistry*. 2021. Vol. 334. Article number: 127511. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127511>.
- Quiles A., Llorca E., Schmidt C., Reißner A.-M. [et al.]. Use of berry pomace to replace flour, fat or sugar in cakes // *International Journal of Food Science and Technology*. 2018. Vol. 53, Iss. 6. P. 1579–1587. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13765>.
- Reißner A.-M., Al-Hamimi S., Quiles A., Schmidt C. [et al.]. Composition and physicochemical properties of dried berry pomace // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019. Vol. 99, Iss. 3. P. 1284–1293. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9302>.
- Sagar N. A., Pareek S., Sharma S., Yahia E. M. [et al.]. Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2018. Vol. 17, Iss. 3. P. 512–531. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12330>.
- Struck S., Plaza M., Turner C., Rohm H. Berry pomace – a review of processing and chemical analysis of its polyphenols // *International Journal of Food Science and Technology*. 2016. Vol. 51, Iss. 6. P. 1305–1318. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13112>.
- Syrpas M., Valanciene E., Augustiniene E., Malys N. Valorization of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) pomace by enzyme-assisted extraction: Process optimization and comparison with conventional solid-liquid extraction // *Antioxidants*. 2021. Vol. 10, Iss. 5. Article number: 773. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox10050773>.

References

- Velichko, N. A., Sharoglavova, L. P., Berikashvili, Z. N., Smolnikova, Ya. V. 2017a. Soft drink "Ruby", Russian Federation, Pat. 2622922. (In Russ.)
- Rygalova, E. A., Velichko, N. A., Terent'ev, V. I., Sharoglavova, L. P. 2017b. Non-alcoholic carbonated drink "Ruby Sun", Russian Federation, Pat. 2624965. (In Russ.)

- Rygalova, E. A., Velichko, N. A., Smolnikova, Ya. V., Shlomina, V. A. 2017b. Non-alcoholic drink "Kostyanichka", Russian Federation, Pat. 2613286. (In Russ.)
- Velichko, N. A., Klimenok, S. N., Demina, O. V. 2018. Possibility of using coniferous extracts in tincture formulations. *Bulletin of KSAU*, 4(139), pp. 156–160. EDN: UWQHEK. (In Russ.)
- Velichko, N. A., Rygalova, E. A., Grinyuk, O. Yu. 2019. Development of bakery technology using stone bramble berry pomace. *Bulletin of KSAU*, 4(145), pp. 108–113. EDN: LQCAYW. (In Russ.)
- Rygalova, E. A., Velichko, N. A., Smolnikova, Ya. V. 2020. Method for obtaining concentrate from stone bramble berries, Russian Federation, Pat. 2716088. (In Russ.)
- Belyaev, A. A., Velichko, N. A., Avdienko, N. I. 2017. A method for producing juice from small-fruited apple varieties and sea buckthorn berries from Eastern Siberia, Russian Federation, Pat. 2610311. (In Russ.)
- Albuquerque, B. R., Prieto, M. A., Barreiro, M. F., Rodrigues, A. et al. 2017. Catechin-based extract optimization obtained from *Arbutus unedo* L. fruits using maceration/microwave/ultrasound extraction techniques. *Industrial Crops and Products*, 95, pp. 404–415. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.10.050>.
- Barba, F. J., Zhu, Z., Koubaa, M., Sant'Ana, A. S. et al. 2016. Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 49, pp. 96–109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.01.006>.
- Brglez Mojzer, E., Knez Hrnčič, M., Škerget, M., Knez, Ž. et al. 2016. Polyphenols: Extraction methods, antioxidative action, bioavailability and anticarcinogenic effects. *Molecules*, 21(7). Article number: 901. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21070901>.
- Chemat, F., Abert Vian, M., Ravi, H. K., Khadhraoui, B. et al. 2019. Review of alternative solvents for green extraction of food and natural products: Panorama, principles, applications and prospects. *Molecules*, 24(16). Article number: 3007. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules24163007>.
- Díez-Sánchez, E., Quiles, A., Hernando, I. 2023. Use of berry pomace to design functional foods. *Food Reviews International*, 39(6), pp. 3204–3224. DOI: <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.2010217>.
- Gligor, O., Mocan, A., Moldovan, C., Locatelli, M. et al. 2019. Enzyme-assisted extractions of polyphenols – A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 88, pp. 302–315. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.029>.
- Gomez Mattson, M., Sozzi, A., Corfield, R., Gagneten, M. et al. 2022. Colorant and antioxidant properties of freeze-dried extracts from wild berries: Use of ultrasound-assisted extraction method and drivers of liking of colored yogurts. *Journal of Food Science and Technology*, 59, pp. 944–955. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05096-3>.
- Jurendić, T., Ščetar, M. 2021. *Aronia melanocarpa* products and by-products for health and nutrition: A review. *Antioxidants*, 10(7). Article number: 1052. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox10071052>.
- Jurevičiūtė, I., Keršienė, M., Bašinskienė, L., Leskauskaitė, D. et al. 2022. Characterization of berry pomace powders as dietary fiber-rich food ingredients with functional properties. *Foods*, 11(5). Article number: 716. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11050716>.
- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., Lim, S. M. 2017. Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, 61. Article number: 1361779. DOI: <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779779>.
- Kitrytė, V., Kavaliauskaitė, A., Tamkutė, L., Pukalskienė, M. et al. 2020. Zero waste biorefining of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) pomace into functional ingredients by consecutive high pressure and enzyme assisted extractions with green solvents. *Food Chemistry*, 322. Article number: 126767. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126767>.
- Piasecka, I., Wiktor, A., Górka, A. 2022. Alternative methods of bioactive compounds and oils extraction from berry fruit by-products – A review. *Applied Sciences*, 12(3). Article number: 1734. DOI: <https://doi.org/10.3390/app12031734>.
- Pires, T. C. S. P., Dias, M. I., Calhella, R. C., Alves, M. J. et al. 2021. Development of new bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) based snacks: Nutritional, chemical and bioactive features. *Food Chemistry*, 334. Article number: 127511. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127511>.
- Quiles, A., Llorca, E., Schmidt, C., Reißner, A.-M. et al. 2018. Use of berry pomace to replace flour, fat or sugar in cakes. *International Journal of Food Science and Technology*, 53(6), pp. 1579–1587. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13765>.
- Reißner, A.-M., Al-Hamimi, S., Quiles, A., Schmidt, C. et al. 2019. Composition and physicochemical properties of dried berry pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(3), pp. 1284–1293. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9302>.
- Sagar, N. A., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E. M. et al. 2018. Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(3), pp. 512–531. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12330>.

- Struck, S., Plaza, M., Turner, C., Rohm, H. 2016. Berry pomace – a review of processing and chemical analysis of its polyphenols. *International Journal of Food Science and Technology*, 51(6), pp. 1305–1318. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13112>.
- Syrpas, M., Valanciene, E., Augustiniene, E., Malys, N. 2021. Valorization of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) pomace by enzyme-assisted extraction: Process optimization and comparison with conventional solid-liquid extraction. *Antioxidants*, 10(5). Article number: 773. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox10050773>.

Сведения об авторах

Величко Надежда Александровна – пр. Мира, 90, г. Красноярск, Россия, 660049;
Красноярский государственный аграрный университет, д-р техн. наук, профессор;
e-mail: vena@kgau.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4743-5573>

Nadezhda A. Velichko – 90 Mira Ave., Krasnoyarsk, Russia, 660049;
Krasnoyarsk State Agrarian University, Dr Sci. (Engineering), Professor;
e-mail: vena@kgau.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4743-5573>

Рыгалова Елизавета Александровна – пр. Мира, 90, г. Красноярск, Россия, 660049;
Красноярский государственный аграрный университет, канд. техн. наук, доцент;
e-mail: x3x3x@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4730-4015>

Elizaveta A. Rygalova – 90 Mira Ave., Krasnoyarsk, Russia, 660049;
Krasnoyarsk State Agrarian University, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor;
e-mail: x3x3x@list.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4730-4015>

Смольникова Яна Викторовна – пр. Мира, 90, г. Красноярск, Россия, 660049;
Красноярский государственный аграрный университет, канд. техн. наук, доцент;
e-mail: ya104@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8709-3822>

Yana V. Smolnikova – 90 Mira Ave., Krasnoyarsk, Russia, 660049;
Krasnoyarsk State Agrarian University, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor;
e-mail: ya104@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8709-3822>

Шароглазова Лидия Петровна – пр. Мира, 90, г. Красноярск, Россия, 660049;
Красноярский государственный аграрный университет, канд. техн. наук, доцент;
e-mail: lpsh2010@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3412-3714>

Lidia P. Sharoglazova – 90 Mira Ave., Krasnoyarsk, Russia, 660049;
Krasnoyarsk State Agrarian University, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor;
e-mail: lpsh2010@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3412-3714>