

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-2-244-251>



Поступила 25.12.2024

Поступила после рецензирования 23.05.2025

Принята в печать 26.05.2025

© Каримова Н. Ю., Алексеенко Е. В., Шаненко Е. Ф., 2025

<https://www.fsjour.com/jour>

Научная статья

Open access

РАЗРАБОТКА ПОРОШКООБРАЗНОГО КОНЦЕНТРАТА ДЛЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ СУБЛИМИРОВАННОГО СОКА ЧЕРНИКИ

Каримова Н. Ю.*, Алексеенко Е. В., Шаненко Е. Ф.

Российский биотехнологический университет, Москва, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АННОТАЦИЯ

черника, порошковый напиток, химический состав, хранение, органолептические показатели, физико-химические показатели, микробиологические показатели

Перспективным направлением развития рынка безалкогольных напитков является производство сухих быстро восстанавливаемых смесей, полученных на основе использования порошковых концентрированных форм продуктов переработки плодов и ягод. Такие продукты имеют длительный срок годности, легко транспортируются, хранятся и содержат разнообразный комплекс полезных для здоровья природных компонентов. Целью настоящих исследований явилась разработка рецептуры сухого полуфабриката безалкогольного напитка из лиофилизированного сока ягод черники, полученного путем ферментативной обработки мезги, и определение его свойств. В ходе исследования применялись как традиционные химические методы анализа (титриметрия, гравиметрия), так и современные физико-химические методики (ВЭЖХ, атомно-абсорбционный спектральный анализ, потенциометрия, спектрофотометрия). В результате проведенных исследований разработаны рецептура и технологические решения по получению сухой смеси безалкогольного напитка на основе сублимированного сока черники. Дана характеристика по органолептическим, физико-химическим, микробиологическим показателям и химическому составу. Установлено, что потребление одной порции напитка обеспечивает удовлетворение суточной физиологической потребности в витаминах B5 и C на 78 % и 11,7 % соответственно, микроэлемента меди – на 30 %, минерального антиоксиданта селена – на 12,3–15,6 %, адекватного уровня употребления флавоно-3-олов (эпикатехина) – на 22,5 %. Содержание антоцианов в разовой порции напитка не превышает верхний допустимый уровень потребления. Предложены упаковочные решения для сухой смеси напитка – пакетики типа «саше» в ориентации на разовую порцию, обеспечивающие при нормальных условиях хранения (температура $(22 \pm 5)^\circ\text{C}$; влажность (40–50)%; атмосферное давление (730–750) мм. рт. ст.) в течение 9 месяцев стабильность органолептических, физико-химических и микробиологических показателей. Показана высокая степень сохранности органических кислот, биоактивных полифенольных соединений, в том числе антоцианов. Наибольшие потери установлены для лабильного витамина C: к концу периода хранения – 32 %. Результаты проведенных исследований убедительно продемонстрировали, что сублимированный сок черники является перспективной технологической основой для получения сухих полуфабрикатов безалкогольных напитков с богатым набором природных компонентов и ярко выраженным вкусом, и ароматом свежих ягод.

Received 25.12.2024

Accepted in revised 23.05.2025

Accepted for publication 26.05.2025

© Karimova N. Yu., Alekseenko E. V., Shanenko, E.F., 2025

Available online at <https://www.fsjour.com/jour>

Original scientific article

Open access

DEVELOPMENT OF THE POWDERED CONCENTRATE FOR SOFT DRINK BASED ON FREEZE-DRIED BLUEBERRY JUICE

Natalya Yu. Karimova*, Elena V. Alekseenko, Elena F. Shanenko

Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

KEY WORDS:

blueberry, powdered drink, chemical composition, storage, organoleptic indicators, physicochemical indicators, microbiological indicators

ABSTRACT

A promising direction for the development of the soft drinks market is the production of dry quickly reconstituted mixtures derived from the use of powdered concentrated forms of fruit and berry processing products. Such products have a long shelf life, are easily transported, stored and contain a diverse complex of healthy natural components. The aim of the present research was to develop a formulation of dry semi-finished soft drink from lyophilized blueberry juice obtained by enzymatic processing of the pulp, and to determine its properties. During the research, both traditional chemical methods of analysis (titrimetry, gravimetry) and modern physicochemical techniques (HPLC, atomic absorption spectral analysis, potentiometry, spectrophotometry) were used. As a result of the conducted research, the formulation and technological solutions for obtaining a dry mixture of soft drink based on freeze-dried blueberry juice were developed. Characterization by organoleptic, physico-chemical, microbiological indicators and chemical composition is presented. It has been established that consumption of one portion of the drink provides satisfaction of daily physiological requirement in vitamins B5 and C by 78 % and 11.7 % respectively, microelement copper by 30 %, mineral antioxidant selenium by 12.3–15.6 %, adequate level of flavon-3-ols (epicatechin) by 22.5 %. The content of anthocyanins in a single serving of the beverage does not exceed the upper acceptable intake level. Packaging solutions have been proposed for the dry drink mix – packets of the “sachet” type intended for a single serving that ensure stability of organoleptic, physicochemical and microbiological parameters for nine months under normal storage conditions (temperature $(22 \pm 5)^\circ\text{C}$; humidity (40–50)%; atmospheric pressure (730–750) mm Hg). A high degree of preservation of organic acids, bioactive polyphenolic compounds, including anthocyanins, was shown. The greatest losses were found for labile vitamin C: 32 % by the end of the storage period. The results of the research convincingly demonstrated that freeze-dried blueberry juice is a promising technological basis for obtaining dry semi-finished soft drinks with a rich set of natural components and a pronounced taste and aroma of fresh berries.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Каримова, Н. Ю., Алексеенко, Е. В., Шаненко, Е. Ф. (2025). Разработка порошкообразного концентрата для безалкогольного напитка на основе сублимированного сока черники. *Пищевые системы*, 8(2), 244–251. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-2-244-251>

FOR CITATION: Karimova, N. Yu., Alekseenko, E. V., Shanenko, E. F. (2025). Development of the powdered concentrate for soft drink based on freeze-dried blueberry juice. *Food Systems*, 8(2), 244–251. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-2-244-251>

1. Введение

Современные тенденции в индустрии безалкогольных напитков ориентированы на разработку продуктов нового поколения с обогащенным или улучшенным составом, с минимальным количеством добавленного сахара (или без него), содержащих натуральные ингредиенты, способствующие благотворному функционированию организма человека и профилактике развития алиментарно зависимых заболеваний. Весомая роль в этом контексте принадлежит плодово-ягодному сырью и продуктам его переработки (соки, экстракты, порошки и др.) благодаря наличию богатого и разнообразного комплекса полезных для здоровья человека биологически активных и минорных компонентов, а также природных красителей, ароматизаторов, антиоксидантов, что дает возможность конструировать многообразный (ассортиментный) вкусоароматический профиль напитка без применения пищевых добавок, регулировать пищевую ценность, биологическую активность, функциональные свойства и сроки годности напитка. Современные технологии получения плодово-ягодных ингредиентов, методы обработки и консервирования плодово-ягодного сырья, такие как сушка, концентрирование и шоковая заморозка, дают возможность эффективно извлекать и сохранять биологически активные соединения природных ингредиентов. Эти технологии находят применение в создании напитков с целевым физиологическим воздействием. Определенные достижения продемонстрированы на примере применения достаточно большого разнообразия плодов и ягод (шиповник, облепиха, рябина обыкновенная, актинидия коломикта, черная смородина, бузина, брусника, клюква, калина, красная смородина, баэль и др.) в различных технологичных формах (нативные, сушеные, порошки, экстракты, соки, сиропы и др.) Показано, что разработанные композиции обладают адаптогенными свойствами, проявляя антисептическое и тонизирующее действия [1]; обладают выраженными антиоксидантными свойствами [2,3], характеризуются повышенной пищевой ценностью [4,5,6], при этом могут быть использованы современными технологиями концентрирования, которые позволяют сохранять не только весь спектр природных достоинств плодов и ягод, но и получать напитки мало отличающиеся от натуральных [7]. Для усиления полезных свойств напитков и формирования потребительских характеристик плодово-ягодные ингредиенты могут применяться в сочетании с пряно-ароматическим сырьем [8] и ингредиентами, имеющими большой нутрицевтический потенциал [9,10,11]. Авторы отмечают оригинальные сенсорные характеристики и функциональную направленность готовых напитков, что позволяет их использовать для улучшения качества и структуры питания различных категорий населения.

Перспективным направлением развития рынка безалкогольных напитков является производство сухих быстровосстанавливаемых порошковых смесей. Стремительное увеличение ритма жизни привело к необходимости разработок в сфере производства полуфабрикатов, которые можно быстро и легко приготовить перед употреблением. Не менее важна и технологическая составляющая: такие продукты имеют длительный срок годности, легко транспортируются и хранятся. Научные исследования, проводимые в этом направлении, показали перспективность и целесообразность получения порошковых полуфабрикатов. Причем, вектор на «натуральность» является доминирующим при создании подобных продуктов и предполагает широкое использование порошковых концентрированных форм продуктов переработки плодов и ягод. Разработаны рецептуры и технологии получения сухих напитков из плодов черноплодной рябины, ягод облепихи, малины [12], черной смородины, жимолости, черники, клюквы, брусники, экстракта плодов бигне [13,14]. Тем не менее, на рынке безалкогольной продукции спектр сухих полуфабрикатов напитков все еще достаточно ограничен, и их доля в общем сегменте безалкогольных напитков весьма незначительна. Поэтому разработки в этом направлении, безусловно, актуальны и представляют научный и практический интерес.

Ягоды черники обладают уникальным биогенным потенциалом: лечебный и профилактический эффект ягод доказан многочисленными исследованиями и проявляется за счет наличия многогранного спектра биологически активных веществ антиоксидантного ряда, витаминного и минерального комплекса [15], предотвращающих развитие многих патологических состояний в организме человека таких как язвенный колит легкой и средней степени тяжести [16], сердечно-сосудистые заболевания [17,18], рак, болезнь Альцгеймера [17]. Поэтому использование ягод и продуктов их переработки для создания полезных безалкогольных напитков представляется перспективным и вполне обоснованным.

Целью настоящих исследований явилась разработка рецептуры сухого полуфабриката безалкогольного напитка из лиофилизированного сока ягод черники, полученного путем ферментативной обработки мезги, и определение его свойств.

2. Объекты и методы

Объектами исследования служили сухие смеси для приготовления напитка. В работе использовали сублимированный сок черники, полученный из ферментативно обработанных ягод черники, по технологии, изложенной в [19], экстракт плодов Монк Фрукт (сертификат MFL211216), мальтодекстрин DE18–20, вода питьевая СанПиН 2.1.4.1074-01¹ и ГН 2.1.5.1315-03².

Для создания рецептуры напитка варьировали концентрацией сухих ингредиентов, которые растворяли в воде и затем проводили органолептическую оценку полученных образцов. Описание образцов, участвующих в экспериментах, представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Характеристика экспериментальных образцов сухих смесей напитков по составу

Table 1. Characteristics of the experimental samples of dry drink mixes by composition

Образцы	Дозировки (концентрации) ингредиентов (%)		
	Сублимированный сок черники	Монк Фрукт	Мальтодекстрин
Образец 1	1,5	—	—
Образец 2	2,6	—	—
Образец 3	3,5	—	—
Образец 4	2,6	0,1	—
Образец 5	2,6	0,25	—
Образец 6	2,6	0,4	—
Образец 7	2,6	0,5	—
Образец 8	2,6	0,25	2,4
Образец 9	2,6	0,25	3,5
Образец 10	2,6	0,25	4,5

Анализ биохимических характеристик сухого напитка производили с применением химических и физико-химических методов.

Содержание влаги определяли с помощью гравиметрического метода, который включает высушивание образца до достижения постоянной массы при температуре 105 °С в сушильном шкафу марки LOIP LF-120/300-VS1, произведенном ЗАО ЛОИП (Россия). Для измерения массовой доли золы использовали гравиметрический метод с применением муфельной печи модели СНОЛ 3/11, предоставленной ТОО «Технотерм» (Россия).

Общее содержание белка измеряли с использованием метода Кьельдаля на азотном анализаторе UDK 159 VELP Scientifica SRL (Италия), который основан на определении общего содержания азота с последующим пересчетом на белок. Учитывая небольшое количество липидов в изучаемых образцах, для пересчета азота на белок использовали коэффициент, равный 5,7.

Калорийность определяли по методическим указаниям³, применяя лабораторные исследования показателей влаги, золы, белка и жира.

Показатель pH определяли по ГОСТ 26188-2016⁴ на иономере рХ-150МИ (ООО «Измерительная техника», Россия)

Спектрофотометрическим методом на спектрофотометре UNICO 2800, производитель США «United Products & Instruments, Inc» по ГОСТ 32709-2014⁵ определяли массовую долю антоцианов; в соответствии с Р 4.1.1672-03⁶ — общее количество полифенолов по методу Фолина-Чокальтеу.

¹ СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. — 103 с.

² ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы. М.: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2003. — 154 с.

³ МУ 4237-86 «Методические указания по гигиеническому контролю за питанием в организованных коллективах». М.: Министерство здравоохранения, 1986. — 21 с.

⁴ ГОСТ 26188-2016 «Продукты переработки фруктов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Метод определения pH». М.: Стандартинформ, 2016. — 7 с.

⁵ ГОСТ 32709-2014 «Межгосударственный стандарт продукция соковая. Методы определения антоцианинов». М.: Стандартинформ, 2014. — 20 с.

⁶ Р 4.1.1672-03 «Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище». Утверждено и введено в действие Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации Г. Г. Онищенко 30 июня 2003 г. <https://docs.cntd.ru/document/1200034795>. Дата доступа 03.12.2024.

По ГОСТ ISO 750-2013⁷ с применением автоматического потенциометрического титратора АТП-02 ООО «НПО Аквилон» (Россия) находили значение титруемой кислотности.

Анализ профиля антоцианов и полифенолов, количественное содержание полифенолов, витамина С, витамина РР (никотинамида), витамина В5 (пантотеновой кислоты) проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на аналитической колонке Zorbax ODS с техническими характеристиками: длина — 250 мм, внутренний диаметр — 4,6 мм, размер частиц — 5 мкм.

Идентификацию антоцианов осуществляли с помощью спектрофотометрического детектора при длине волны 518 нм на хроматографе Agilent 1260 Infinity II LC (США). Использовали следующие условия хроматографического анализа: температура колонки 40 °С, объём вводимой пробы 5 мкл, элюент 1 (раствор с содержанием муравьиной кислоты 10 %), элюент 2 (раствор содержащий 10 % муравьиной кислоты, 50 % ацетонитрила и 40 % дистиллированной воды). Применяли градиентный режим элюирования: 0 мин — 88 % Э1 и 12 % Э2; 26 мин — 70 % Э1 и 30 % Э2; 35 мин — 0 % Э1 и 100 % Э2; 43 мин — 88 % Э1 и 12 % Э2.

Идентификацию галловой кислоты, эпикатехина, коричной кислоты осуществляли с помощью спектрофотометрического детектора при длине волны 280 нм; ресвератрола — 303 нм; кофейной, хлорогеновой и феруловой кислоты — 330 нм; рутина и кверцетина — 360 нм. Использовали следующие условия хроматографического анализа: температура колонки 20 °С, объём вводимой пробы 5 мкл, элюент 1 (дистиллированная вода), элюент 2 (абсолютный метанол), элюент 3 (смесь по объёму дистиллированной воды/ледяная уксусная кислота 96:4), скорость подачи элюента при 0 мин — 0,5 мл/мин; от 15 до 70 мин — 0,8 мл/мин. Применяли градиентный режим элюирования: 0 мин — 15 % Э2 и 85 % Э3; 15 мин — 75 % Э1 и 25 % Э2; 20 мин — 15 % Э1 и 85 % Э2; 40 мин — 40 % Э1 и 60 % Э2; 45 мин — 5 % Э1 и 95 % Э2; 55 мин — 5 % Э1 и 95 % Э2; 60 мин — 85 % Э1 и 15 % Э2; 70 мин — 85 % Э1 и 15 % Э2.

При определении витамина С использовали спектрофотометрический детектор и следующие условия хроматографического анализа: температура колонки 25 °С, объём вводимой пробы 10 мкл, элюент раствор дигидрофосфата натрия 0,1 моль/л, pH = 2,5, скорость подачи элюента 0,65 мл/мин, длина волны 243 нм.

Идентификацию никотинамида (РР) осуществляли с помощью спектрофотометрического детектора при длине волны 261 нм. Использовали следующие условия хроматографического анализа: температура колонки 25 °С, объём вводимой пробы 20 мкл, элюент раствор дигидрофосфата калия 0,05 моль/л pH = 3,0, скорость подачи элюента при 1 мл/мин.

Для определения пантотеновой кислоты (В5) применяли следующие условия хроматографического анализа: спектрофотометрический детектор, температура колонки (20 ± 5) °С, объём вводимой пробы 20 мкл, элюент раствор в соотношении метанол: водный раствор фосфата натрия (1:9) с pH = 2,5, скорость подачи элюента 0,5 мл/мин, длина волны 220 нм.

Анализ содержания минеральных веществ проводили с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии, применяя спектрометр А-2 от компании ООО «НПО Аквилон» с графитовой и пламенной нагревательной печами. Подготовка образцов осуществлялась в сосудах системы микроволнового разложения Speedwave MWS-2 (Германия). Программа разложения проводилась следующим образом: нагрев до давления 150 кПа со скоростью 20 кПа/мин, далее — нагрев до 800 кПа со скоростью 80 кПа/мин, выдержка в течение 1 минуты при 800 кПа, последующий нагрев до 1500 кПа со скоростью 80 кПа/мин, выдержка 10 минут при этом давлении и последующее охлаждение.

Микробиологические показатели определяли в соответствии с ГОСТ 10444.15-94⁸, ГОСТ 31747-2012⁹, ГОСТ 10444.12-2013¹⁰ и МУК 4.2.2884-11¹¹.

Органолептический анализ опытных образцов проводили при комнатной температуре профилно-дескрипторным методом по визуальным и вкусовым дескрипторам (Таблица 2). В дегустации приняли участие 15 респондентов в возрасте 19–60 лет (сотрудники Инжинирингового центра Передовые пищевые технологии и безопасность продуктов питания» ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»).

Таблица 2. Дескрипторы для органолептической оценки напитка на основе сублимированного сока черники

Table 2. Descriptors for organoleptic assessment of the drink based on the freeze-dried blueberry juice

№ п/п	Визуальные дескрипторы	Вкусовые дескрипторы
1	Насыщенность цвета	Аромат
2	Прозрачность	Черничный вкус
3	Фиолетовый	Кислый
4	—	Сладкий
5	—	Терпкий, вяжущий вкус
6	—	Мягкий (лёгкий) вкус
7	—	Общая предпочтительность

Для оценки степени выраженности характеристик, указанных в дескрипторах, была выбрана непрерывная шкала с пятибалльной системой, где 1 — признак отсутствует, а 5 — признак проявляется ярко по ГОСТ ИСО 6658-2016¹² и ГОСТ ИСО 4121-2016¹³.

Все измерения проводились в трех параллельных; данные представлены в виде среднего значения с учетом стандартного отклонения.

3. Результаты и обсуждение

Принимая во внимание органолептические, прежде всего вкусовые, характеристики сублимированного сока черники и значительное содержание органических кислот, представлялось целесообразным провести исследования модельных растворов, состоящих из сублимированного сока черники и питьевой воды — Образцы 1, 2 и 3.

Результаты органолептической оценки, представленные на Рисунке 1, выявили предпочтения к Образцу 2, который имел цвет и аромат, присущий ягодам черники, во вкусе ощущалась незначительная терпкость и доминирование кислых тонов.

Для смягчения выраженного кислого вкуса при разработке рецептуры использовали экстракт Монк Фрукт (научное название *Siraitia grosvenorii* (Swingle) — некрупных зеленых плодов вьющегося растения семейства тыквенных, называемого Фрукт Монаха, Люо Хань Гуо или Архат. Монк Фрукт и его экстракты имеют долгую историю применения в Японии и считаются безопасными. В Китае плоды Люо Хань Гуо применяют в традиционной китайской медицине благодаря его терапевтическим свойствам, особенно при лечении таких состояний, как застой в легких, простуда и боль в горле [20]. В последние годы Монк Фрукт привлекает внимание как натуральный подсластитель и заменитель сахара. Сладкие компоненты этого растения называют могозидами, которые являются тритерпеновыми гликозидами, среди которых могозид V является наиболее распространенным. Показан широкий спектр биологической активности могозидов, в том числе антиоксидантной, антимикробной, противораковой [21], что обуславливает неподдельный интерес к монаху как к потенциально перспективному для использования при получении функциональных и специализированных продуктов.

Учитывая успешный опыт применения экстракта Монк Фрукт при разработке продуктов питания [22] и его сладость, Монк Фрукт вносили в модельный раствор сублимированного сока (2,6 %) в количествах 0,10–0,50 % (Таблица 1). Результаты органолептической оценки представлены на Рисунке 2.

Отмечено, что по описываемым дескрипторам Образец 5 выглядел более привлекательным. Применение Монк Фрукт не повлияло на аромат, незначительно приглушило выраженный черничный вкус, но позволило компенсировать излишнюю кислотность, сбалансировав кисло-сладкий вкус; в послевкусии присутствовали ненавязчивые терпкость и вяжущие ощущения. Полученные результаты органолептической оценки согласуются с ранее представленными в литературе данными по применению продуктов переработки Монк Фрукт в рецептуре готовых к употреблению напитков, содержащих концентраты натуральных фруктовых соков [22]. Авторы отмечали улучшенный вкусовой оттенок напитков без заметного изменения

⁷ ГОСТ ISO 750-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности». М.: Стандартинформ, 2019. — 8 с.

⁸ ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов». М.: Стандартинформ, 2010. — 6 с.

⁹ ГОСТ 31747-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)». М.: Стандартинформ, 2013. — 15 с.

¹⁰ ГОСТ 10444.12-2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов». М.: Стандартинформ, 2014. — 10 с.

¹¹ МУК 4.2.2884-11 «Методы микробиологического контроля объектов окружающей среды и пищевых продуктов с использованием петрифилов». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. — 24 с.

¹² ГОСТ ИСО 6658-2016 «Органолептический анализ. Методология. Общее руководство». М.: Стандартинформ, 2016. — 21 с.

¹³ ГОСТ ИСО 4121-2016 «Органолептический анализ. Руководящие указания по применению шкал количественных характеристик». М.: Стандартинформ, 2019. — 8 с.

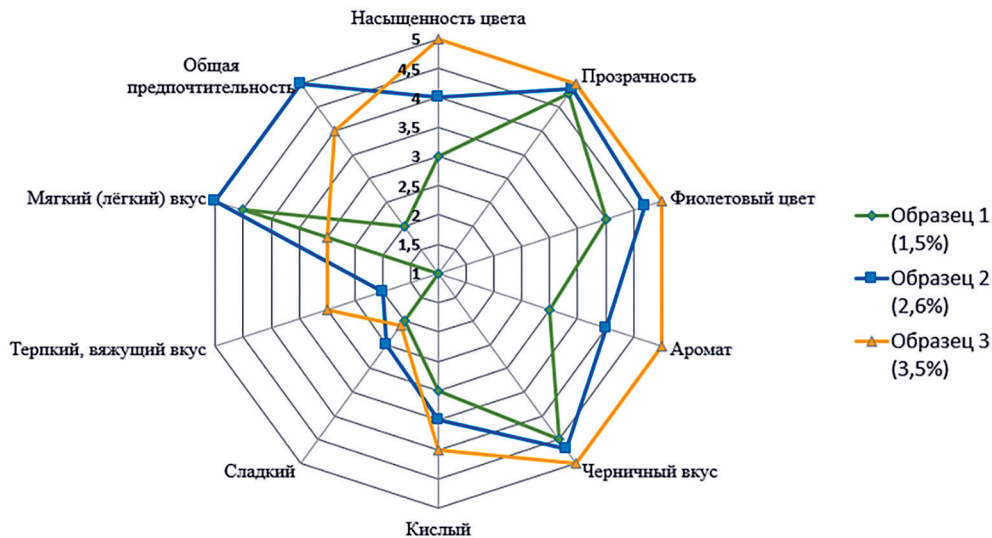


Рисунок 1. Профилограмма модельных растворов сублимата черничного сока
Figure 1. Profilogram of the model solutions of the sublimate of blueberry juice

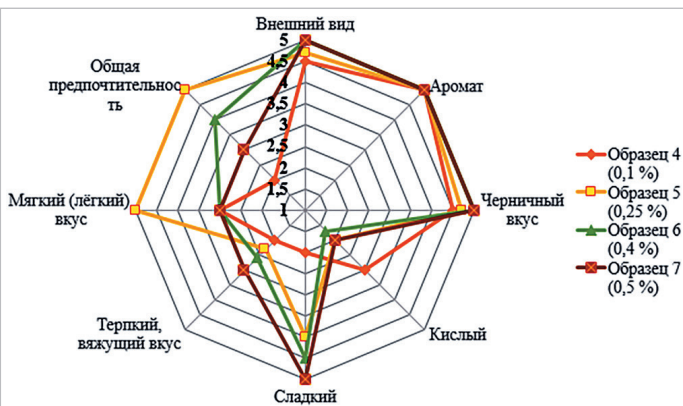


Рисунок 2. Профилограмма образцов напитка с разным содержанием экстракта Монк Фрукт
Figure 2. Profilogram of the drink samples with different contents of the Monk Fruit extract

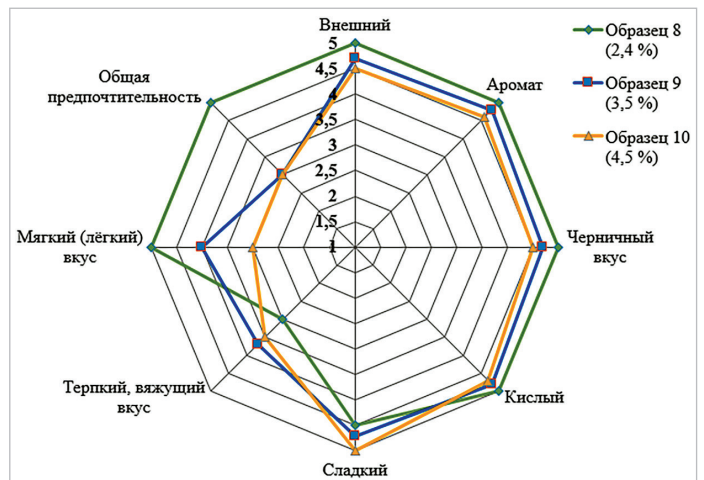


Рисунок 3. Профилограмма образцов напитка, содержащих сублимированный сок черники (2,6%), Монк Фрукт (0,25%) и различное количество мальтодекстрина
Figure 3. Profilogram of the drink samples containing freeze-dried blueberry juice (2.6 %), Monk Fruit (0.25 %) and different amounts of maltodextrin

вкуса, при этом привкус напитков был максимально приближен к естественному в сравнении с напитками, которые не содержали концентрат сока Ло-Хань-Го (Монк Фрукт).

Для придания плотности напитку использовали мальтодекстрин, успешное применение которого проиллюстрировано в ряде статей [23,24,25]. Авторы отмечают, что мальтодекстрин оказывает существенное влияние на качественные показатели напитка [26]. Содержание мальтодекстрина в опытных образцах составило 2,4, 3,5 и 4,5 % соответственно (Таблица 1).

Мальтодекстрин вносили в водный раствор сублимата сока черники (2,6%) с экстрактом Монк Фрукт в концентрации 0,25 %. Данные органолептических исследований представлены на Рисунке 3.

Отмечено, что отклонения и различия по большинству дескрипторов между образцами небольшие, за исключением дескрипторов «общая предпочтительность» и «мягкий (лёгкий) вкус». По данным дескрипторам Образец 8 существенно превосходил остальные образцы. Во вкусе напитка доминировала ягодная составляющая. Вкус достаточно плотный, богатый, сбалансированный кисло-сладкий, в послевкусии ощущалась легкая кислинка и незначительная терпкость. Аромат — узнаваемый, характерный для ягод черники.

Таким образом, с учетом данных органолептического анализа предложена рецептура сухой смеси напитка на основе сублимированного сока черники (Таблица 3).

Принимая во внимание различные вкусовые предпочтения потребителей, предложенная рецептура ориентирована на разовую порцию, предназначенную для растворения в воде объемом 170 мл. При этом имеется возможность (при необходимости) увеличить объем до 200 мл, скорректировав вкусовые характеристики индивидуально, придав большую легкость напитку.

Органолептические и физико-химические показатели сухой смеси напитка представлены в Таблице 4.

Таблица 3. Рецептура сухой смеси напитка на основе сублимированного сока черники (разовая порция)
Table 3. Recipe of the dry drink mix based on the freeze-dried blueberry juice (single serving)

№ п/п	Наименование ингредиента	Содержание	
		%	г
1	Сублимированный сок черники	50,0	4,5
2	Мальтодекстрин	45,0	4,1
3	Экстракт Монк Фрукт	5,0	0,4
ИТОГО		100,0	9,0

Таблица 4. Органолептические и физико-химические показатели сухой смеси напитка на основе сублимированного сока черники
Table 4. Organoleptic and physico-chemical indicators of the dry drink mix based on freeze-dried blueberry juice

№ п/п	Наименование показателя	Характеристика
1	Внешний вид	Однородный сыпучий порошок, допускаются гранулы, небольшие комочки
2	Цвет	Бордовый с фиолетовым оттенком
3	Запах	Свойственный ягодам черники
4	Массовая доля влаги, %	4,5±0,3
5	Водородный показатель, pH	3,0±0,2

Примечание: показатели представляют собой средние данные ± стандартное отклонение от средней величины для выборки n = 3, с использованием коэффициента доверия Стьюдента 0,95.

Дана характеристика сухой смеси напитка по химическому составу, которая представлена в Таблице 5.

Таблица 5. Химический состав сухой смеси напитка и степень удовлетворения суточной физиологической потребности (адекватного уровня потребления) в веществах, содержащихся в напитке на основе сублимированного сока черники, при употреблении разовой порции в соответствии с МР 2.3.1.0253-21¹⁴

Table 5. Chemical composition of the dry drink mix and a degree of satisfaction of the daily physiological requirement (adequate level of consumption) in substances contained in the drink based on freeze-dried blueberry juice when consuming a single serving (according to MR2.3.1.0253-21¹⁴)

№ п/п	Показатель	Содержание в 100 г продукта	Норма физиологической потребности/адекватный уровень потребления взрослого человека в сутки	Степень удовлетворения физиологической суточной потребности/адекватного уровня потребления, %
	Белки, г	0,72 ± 0,23	65–114	0,05–0,1
	Углеводы, г	76,6 ± 5,8	238,0–551,0	1,2–2,8
	Влага, г	4,5 ± 0,3	—	—
	Зола, г	1,83 ± 0,1	—	—
	Органические кислоты, в пересчёте на лимонную кислоту, г	6,75 ± 0,3	—	—
	Полифенольные вещества, мг	1980 ± 210	—	—
	Антоцианы, мг	1070,4 ± 101,0	50,0	192
	Эпикатехин (флаван-3-олы), мг	489,9 ± 30	200,0	22,0
	Калорийность, ккал	374,7 ± 38	—	—

Примечание: показатели представляют собой средние данные ± стандартное отклонение от средней величины для выборки $n=3$, с использованием коэффициента доверия Стьюдента 0,95.

Как видно из представленных данных, состав сухой смеси напитка представлен важнейшими в пищевом и биологическом отношении веществ, среди которых особое место занимают представители природных соединений, обладателями которых являются ягоды черники: органические кислоты, витамины, минералы и биоактивные полифенолы, включая антоцианы и флаван-Золы. В количественном эквиваленте наибольшую долю занимают углеводы (76,6 ± 5,8 г на 100 г), в том числе природные сахара, а также органические кислоты (6,75 ± 0,3 г на 100 г), сочетание которых обуславливает гармоничный вкус напитка. Присутствие в составе напитка мощных антиоксидантов — полифенольных соединений, в том числе представителей флавоноидов — антоцианов и эпикатехина, придают ему особые полезные свойства для организма человека. Сухая смесь напитка характеризуется высоким их содержанием: употребление разовой порции напитка позволяет покрыть адекватный уровень потребления флавоноидов (эпикатехина) на 22,5%, антоцианов — на 192%, при этом не превысить верхний допустимый уровень потребления¹⁵. Установлено, что в составе антоцианов напитка присутствуют все представители антоциановых соединений, выявленных в ягодах черники [27] (Таблица 6).

Лидирующие позиции (мг/100г) принадлежат антоцианам на основе цианидина (Цианидин-3-глюкозид (205,5 ± 18,9), Цианидин-3-арабинозид (138,0 ± 12,3), дельфинидина (Дельфинидин-3-глюкозид (191,8 ± 18,9), Цианидин-3-галактозид+Дельфинидин-3-арабинозид (102,6 ± 8,2) и пеонидина (Пеонидин-3-арабинозид (164,6 ± 17,0)). Следует отметить, что на долю антоцианов, построенных на основе антоцианидинов, проявляющих (по литературным данным [28]) наиболее выраженную антирадикальную активность — дельфиниди-

на и цианидина, приходится порядка 63% (таблица 5). Кроме того, именно антоциановым пигментам принадлежит ключевая роль в формировании цветовой гаммы напитка.

Таблица 6. Содержание антоциановых соединений в сухой смеси напитка

Table 6. Content of anthocyanin compounds in the dry drink mix

№ п/п	Наименование антоциана	Содержание, мг/100 г
1	Дельфинидин-3-галактозид	38,6 ± 3,5
2	Дельфинидин-3-глюкозид	191,8 ± 18,9
3	Цианидин-3-галактозид + Дельфинидин 3-арабинозид	102,6 ± 8,2
4	Цианидин-3-арабинозид	138,0 ± 12,3
5	Цианидин-3-глюкозид	205,5 ± 18,9
6	Петунидин-3-глюкозид	23,5 ± 2,1
7	Петунидин-3-арабинозид	35,2 ± 3,3
8	Пеонидин-3-глюкозид + Мальвидин 3-галактозид	91,0 ± 8,8
9	Пеонидин-3-арабинозид	164,6 ± 17,0
10	Мальвидин-3-глюкозид	47,2 ± 3,9
11	Мальвидин-3-арабинозид	34,2 ± 2,8

Примечание: показатели представляют собой средние данные ± стандартное отклонение от средней величины для выборки $n=3$, с использованием коэффициента доверия Стьюдента 0,95.

Дана характеристика сухой смеси напитка по витаминному составу, который представлен в Таблице 7.

Таблица 7. Витаминный состав сухой смеси напитка и степень удовлетворения суточной физиологической потребности в витаминах при приёме одной порции в соответствии с МР 2.3.1.0253-21¹⁴

Table 7. Vitamin composition of the dry drink mix and a degree of satisfaction of the daily physiological requirement in vitamins when consuming a single serving (according to MR2.3.1.0253-21¹⁴)

№ п/п	Показатель	Содержание в 100 г продукта	Норма физиологической потребности	Степень удовлетворения физиологической суточной потребности, %
1	Витамин С, мг	130,4 ± 6,1	100,0	11,7
2	Никотинамид, РР, мг	0,62 ± 0,12	20,0	0,3
3	Витамин В5, мг	43,6 ± 3,8	5,0	78

Примечание: показатели представляют собой средние данные ± стандартное отклонение от средней величины для выборки $n=3$, с использованием коэффициента доверия Стьюдента 0,95.

Из витаминов значимые количества выявлены для витаминов С и В5. Употребление разовой порции напитка удовлетворяет суточную физиологическую потребность в витамине В5 на 78%, витамине С — на 11,7%.

Минеральный состав порошкового напитка включает как макроэлементы (калий, натрий, магний, кальций, фосфор), так и микроэлементы (железо, цинк, медь, марганец) (Таблица 8).

Несмотря на то, что большинство выявленных минеральных веществ обнаружены в крайне незначительных количествах (в пересчете на разовую порцию) их присутствие в составе напитка усиливает его полезные свойства. Исключение составляет микроэлемент медь: употребление разовой порции напитка покрывает физиологическую потребность в нем на 30%. Из идентифицированных минеральных веществ особо следует отметить наличие селена — микроэлемента- антиоксиданта. Разовая порция напитка содержит 12,3–15,6% от суточного физиологического уровня его потребления.

Одной из важных характеристик продукта является способность сохранять свои свойства в процессе хранения. Проведены исследования по характеристике сухой смеси напитка на основе сублимированного сока черники по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям в процессе хранения в течение 9 месяцев с интервалом проведения испытания 3 месяца. Сухую смесь герметично упаковывали в фольгированные пакетики типа саше и закладывали на хранение при нормальных условиях: температура (22 ± 5) °С; влажность (40–50)%; атмосферное давление (730–750) мм рт.ст.

¹⁴ МР 2.3.1.0253-21 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2021. — 72 с.

¹⁵ Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. — 707 с.

Таблица 8. Минеральный состав сухой смеси напитка и степень удовлетворения суточной физиологической потребности в минералах при употреблении разовой порции в соответствии с МР 2.3.1.0253-21¹⁴

Table 8. Mineral composition of the dry drink mix and a degree of satisfaction of the daily physiological requirement in minerals when consuming a single serving (according to MR2.3.1.0253-21¹⁴)

№ п/п	Показатель	Содержание в 100 г продукта	Норма физиологической потребности в сутки	Степень удовлетворения физиологической суточной потребности, %
	Натрий, мг	14,8±1,7	1300,0	0,1
	Кальций, мг	32,0±3,0	1000,0	0,3
	Магний, мг	23,6±2,4	420,0	0,5
	Калий, мг	202,8±12,5	3500,0	0,5
	Фосфор, мг	33,6±3,1	700,0	0,4
	Железо, мг	1,9±0,2	10,0–18,0	1,1–2,0
	Марганец, мг	0,68±0,08	2,0	3,0
	Цинк, мг	0,33±0,05	12,0	0,3
	Медь, мг	3,4±0,4	1,0	30
	Селен, мкг	96,0±9,6	55,0–70,0	12,3–15,6

Примечание: показатели представляют собой средние данные ± стандартное отклонение от средней величины для выборки $n=3$, с использованием коэффициента доверия Стьюдента 0,95.

Установлено, что на протяжении всего периода хранения органолептические и физико-химические показатели продукта оставались на уровне, соответствующем первоначальной закладке (Таблица 9). Отмечено, что микробиологические показатели находились в норме и не превышали установленные пределы на протяжении всего срока хранения (Таблица 10). В сухом полуфабрикате напитка

не найдено бактерий группы кишечных палочек (БГКП), а показатель КМАФАнМ, содержание дрожжей и плесени находятся в допустимых пределах. К подобным заключениям приходят авторы других исследований [29,30]. По всей видимости, низкий показатель активности воды и герметичная упаковка обеспечивают требуемые показатели безопасности сухой смеси напитка.

Использование герметичной упаковки, защищающей продовольственный товар от воздействия света и кислорода, а также способствующей поддержанию низкой влажности, замедляет, но не устраняет протекание неблагоприятных химических процессов, что в свою очередь неизбежно приведет к утрате биологически активных компонентов. Учитывая это, проводили исследования по изменению содержания некоторых природных компонентов в сухой смеси напитка при его хранении, результаты представлены в Таблице 11.

Как следует из представленных данных, анализируемые компоненты достаточно стабильны в процессе хранения, за исключением витамина С: его потери пропорциональны длительности хранения и к концу девятого месяца хранения составили 32%. Известно, что витамин С является наиболее уязвимым с позиции сохранности витамином, поэтому степень его разрушения является своего рода индикатором, по которому судят об эффективности разработанных технологических решений получения продукта и его хранения. Вопросы сохранности витамина С в продуктах переработки плодово-ягодного сырья (порошков, концентратов соков, ягодных сиропах) при хранении освещены в работах [31,32]. При этом, авторы отмечают высокую вариабельность полученных результатов (7% — 63%), которая, по всей видимости, объясняется условиями и продолжительностью хранения, предложенными упаковочными решениями, а также уникальной комбинацией и эффектами взаимодействия пищевых и биологически активных веществ на межмолекулярном уровне. К сожалению, сведений по сохранности витамина С в сухих смесях напитков, полученных с применением порошковых плодово-ягодных ингредиентов, при их хранении в литературе не приводится.

Таблица 9. Динамика изменения органолептических и физико-химических показателей сухой смеси напитка на основе сублимированного сока черники при хранении

Table 9. Dynamics of changes in organoleptic and physico-chemical indicators of the dry drink mix based on freeze-dried blueberry juice

Наименование показателя	Характеристика на момент закладки	Период хранения		
		3 мес	6 мес	9 мес
Внешний вид	Однородный сыпучий порошок, допускаются гранулы, небольшие комочки	соответствует	соответствует	соответствует
Цвет	Бордовый с фиолетовым оттенком	соответствует	соответствует	соответствует
Запах	Свойственный ягодам черники	соответствует	соответствует	соответствует
Массовая доля влаги, %	4,5±0,2	4,5±0,2	4,6±0,2	4,6±0,2
pH	3,0±0,3	3,0±0,3	3,0±0,3	3,1±0,3

Примечание: показатели представляют собой средние данные ± стандартное отклонение от средней величины для выборки $n=3$, с использованием коэффициента доверия Стьюдента 0,95.

Таблица 10. Микробиологические показатели сухой смеси напитка на основе сублимированного сока черники при его хранении в соответствии с ТР ТС 021/2011¹⁶

Table 10. Microbiological indicators of the dry drink mix based on freeze-dried blueberry juice during its storage (according to TR CU021/2011¹⁶)

Наименование показателя	Характеристика	Контрольная проба	Период хранения		
			3 мес	6 мес	9 мес
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/100 см ³	Не более 5×10^4	2×10^1	8×10^1	2×10^2	7×10^2
Бактерии группы кишечных палочек (БГКП), г/см ³	Не допускаются	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Дрожжи и плесени (сумма), КОЕ/г	не более 10	Менее 10	Менее 10	Менее 10	Менее 10

Примечание: показатели представляют собой средние данные ± стандартное отклонение от средней величины для выборки $n=3$, с использованием коэффициента доверия Стьюдента 0,95.

Таблица 11. Динамика изменения содержания некоторых природных компонентов в сухой смеси напитка на основе сублимированного сока черники при хранении

Table 11. Dynamics of changes in the content of several natural components in the dry drink mix based on freeze-dried blueberry juice during storage

Наименование показателя	Значения на момент закладки на хранение	Период хранения		
		3 мес	6 мес	9 мес
Полифенольные соединения в пересчёте на галловую кислоту, мг/100 г	1980±210	1950±150	1960±144	1939±144
Органические кислоты, в пересчёте на лимонную кислоту, г/100 г	6,75±0,2	6,72±0,2	6,68±0,2	6,70±0,2
Витамин С, мг/100г	130,4±24,5	116,3±14,7	105,6±11,6	88,7±9,6
Антоцианы, мг/100 г	1070,4±128,2	1065,2±127,5	1042,3±124,8	1054,3±126,2

Примечание: показатели представляют собой средние данные ± стандартное отклонение от средней величины для выборки $n=3$, с использованием коэффициента доверия Стьюдента 0,95.

¹⁶ ТР ТС 2021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (с изменениями на 22 апреля 2024 года). Утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 880.

Полифенольные соединения, в том числе, антоциановые пигменты, демонстрируют высокую сохранность в процессе хранения: их содержания оставались на уровне, соответствующем первоначальной закладке (Таблица 11). По всей видимости, значительное количество органических кислот и, как следствие, низкий показатель pH способствуют стабилизации антоциановых соединений. Тем не менее, анализ литературных источников показывает, что сохранность полифенольных соединений и антоцианов определяется видом упаковочного материала, условиями хранения, а также фенольным составом и характеристиками сырья [32,33].

4. Заключение

В результате проведенных исследований разработаны рецептура и технологические решения по получению сухой смеси — порошкообразного концентрата для безалкогольного напитка на основе сублимированного сока черники, который обеспечивает достойные органолептические показатели готового напитка, а уникальная комбинация (в качественном и количественном отношении) природных биологически активных веществ ягод обуславливает высокую пищевую ценность и функциональные свойства. Установлено, что потребление одной порции напитка обеспечивает удовлетворение суточной физиологиче-

ской потребности в витаминах B5 и C на 78% и 11,7% соответственно, микроэлемента меди — на 30%. минерального антиоксиданта селена — на 12,3–15,6%, адекватного уровня употребления флавоно-3-олов (эпикатехина) — на 22,5%, Содержание антоцианов в разовой порции напитка не превышает верхний допустимый уровень потребления. Предложены упаковочные решения для сухой смеси напитка — пакетики типа «саше» в ориентации на разовую порцию, обеспечивающие при нормальных условиях (температура (22±5) °C; влажность (40–50)%; атмосферное давление (730–750) мм рт. ст.) в течение 9 месяцев хранения стабильность органолептических, физико-химических и микробиологических показателей. Показана высокая степень сохранности органических кислот, биоактивных полифенольных соединений, включая антоцианы, благодаря не только присущим им индивидуальным свойствам, но и уникальному сочетанию природных компонентов ягод, особенно полифенольному комплексу. Наиболее значительные потери были отмечены для неустойчивого витамина C: к концу периода хранения — 32%. Результаты проведенных исследований убедительно продемонстрировали, что сублимированный сок черники является перспективной технологической основой для получения сухих полуфабрикатов безалкогольных напитков с богатым набором природных компонентов и ярко выраженным вкусом, и ароматом свежих ягод.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК/ REFERENCES

- Zavorokhina, N. V., Mysakov, D. S., Bochkova, A. C. (2022). Development of adaptive beverages from Arctic raw materials for the Far North residents. *Food Industry*, 7(3), 41–49. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2022-7-3-5>
- Черевач, Е. И., Теньковская, Л. А., Палагина, М. В. (2015). Разработка композиций растительных экстрактов антиоксидантного действия, используемых в технологии функциональных напитков. *Современные проблемы науки и образования*, 2–2, статья 193. [Cherevach, E. I., Tenkovskaya, L. A., Palagina, M. V. (2015). Development of antioxidant plant extracts, that used in the functional beverages technology. *Modern Problems of Science and Education*, 2–2, Article 193. (In Russian)]
- Купаева, Н. В., Ильина, М. А., Светличная, М. В., Зубарев, Ю. Н. (2022). Исследование антиоксидантного потенциала овсяных напитков, обогащенных растительными компонентами. *Пищевые системы*, 5(2), 157–163. [Kupaeva, N. V., Ilina, M. A., Svetlichnaya, M. V., Zubarev, Yu. N. (2022). Study of the antioxidant potential of oat drinks enriched with plant components. *Food Systems*, 5(2), 157–163. (In Russian)] <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-2-157-163>
- Егорова, Е. Ю., Захарова, А. С., Кузьмина, С. С. (2021). Использование пантогематогена и сухих растительных экстрактов в производстве напитков и сахарных кондитерских изделий. *Ползуновский вестник*, 1, 51–58. [Egorova, E. Yu., Zakharova, A. S., Kuzmina, S. S. (2021). Use of pantothenic acid and dry plant extracts in the production of beverage and sugar confectionery products. *Polzunovskiy Vestnik*, 1, 51–58. (In Russian)]
- Алексеев, Е. В. (2021). Ягодные ингредиенты для продуктов здорового питания: актуальность, перспективы, технологические решения. Глава из книги: *Пищевые ингредиенты в продуктах питания: от науки к технологиям*. М.: МГУПП, 2021. [Aleksenko, E. V. (2021). Berry ingredients for products of healthy nutrition: Topicality, prospects, technological solutions. Chapter in a book: *Food ingredients in food products: From science to technologies*. Moscow: MGUPP, 2021. (In Russian)]
- Rahman, Md. T., Ove, T. A., Halim, Md. A., Khatun, A., Yeasmin, Mst. R., Md. Kamal, M. et al. (2024). Formulation and characterization of bael pulp powder from locally grown bael fruit (*Aegle marmelos* L.) in Dinajpur, Bangladesh. *Food and Humanity*, 2, Article 100213. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.100213>
- Елисеева, Л. И., Михайлова, Н. С., Толстяков, С. С. (2022). Исследование качества напитков из боярышника. *НаукаСфера*, 3(2), 165–170. [Eliseeva, L. I., Mikhailova, N. S., Tolstyakov, S. S. (2022). Research on the quality of hawthorn drinks. *Naukosfera*, 3(2), 165–170. (In Russian)] <https://doi.org/10.5281/zenodo.6395696>
- Дунченко, Н. И., Купцова, С. В., Волошина, Е. С., Кермен, В. М. (2024). Разработка технологии молочного напитка с растительными наполнителями. *Вестник КрасГАУ*, 2, 207–214. [Dunchenko, N. I., Kuptsova, S. V., Voloshina, E. S., Kermen, V. M. (2024). Milk drink with vegetable fillings technology development. *Bulliten KrasSAU*, 2, 207–214. (In Russian)] <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-2-207-214>
- Колотий, Т. Б., Коваленко, З. С. (2021). Напитки на основе молочной сыворотки с использованием сиропов из фруктов и дикорастущих растений. *Новые технологии*, 17(2), 33–39. [Kolotiy, T. B., Kovalenko, Z. S. (2021). Drinks based on milk whey using fruit syrups from wild plants. *New Technologies*, 17(2), 33–39. (In Russian)] <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-2-33-39>
- Школьников, М. Н., Лазарев, В. А., Шестакова, Т. А. (2021). Напиток из творожной сыворотки с соком черной смородины. *Молочная промышленность*, 8, 54–55. [Shkolnikova, M. N., Lazarev, V. A., Shestakova, T. A. (2021). Curd whey drink with black currant juice. *Dairy Industry*, 8, 54–55. (In Russian)]
- Огнева, О. А., Безверхая, Н. С. (2021). Разработка рецептур комбинированных продуктов с функциональными свойствами. *Новые технологии*, 17(1), 64–69. [Ogneva, O. A., Bezverkhaya, N. S. (2021). Development of recipes for combined products with functional properties. *New Technologies*, 17(1), 64–69. (In Russian)] <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-1-64-69>
- Щерба, И. В., Бакуменко, О. Е., Бакуменко, П. В. (2023). Разработка концентратов сухих напитков на основе растительных криопророщков. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 2, 163–175. [Sherba, I. V., Bacumenko, O. E., Bacu-
- menko, P. V. (2023). Development of concentrates of dry drinks based on vegetable cryopowders. *Storage and Processing of Farm Products*, 2, 163–175. (In Russian)] <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.343>
- Suriati, L., Mangku, G. P. I., Datrini, L. K., Hidalgo, H. A., Red, J., Wunda, S. et al. (2023). The effect of maltodextrin and drying temperature on the characteristics of Aloe-bignay instant drink. *Applied Food Research*, 3(2), Article 100359. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100359>
- Budnimath, S. H., Bhuvaneshwari, G., Ganiger, V. M., Jagadeesh, S. L., Goudar, G., Patil, S. N. et al. (2023). Physical, reconstitution and phenolic properties of instant drink mix prepared with Moringa oleifera leaf, raw banana and whey protein concentrate. *Measurement: Food*, 11, Article 100108. <https://doi.org/10.1016/j.meaf.2023.100108>
- Habanova, M., Saraiva, J. A., Haban, M., Schwarzoza, M., Chlebo, P., Predna, L. et al. (2016). Intake of bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) reduced risk factors for cardiovascular disease by inducing favorable changes in lipoprotein profiles. *Nutrition Research*, 36(12), 1415–1422. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2016.11.010>
- Pires, T. C. S. P., Caleja, C., Santos-Buelga, C., Barros, L., Ferreira, I. C. F. R. (2020). *Vaccinium myrtillus* L. fruits as a novel source of phenolic compounds with health benefits and industrial applications — a review. *Current Pharmaceutical Design*, 26(16), 1917–1928. <https://doi.org/10.2174/1381612826666200317132507>
- Biedermann, L., Mwinyi, J., Scharl, M., Frei, P., Zeitz, J., Kullak-Ublick, G. A. et al. (2013). Bilberry ingestion improves disease activity in mild to moderate ulcerative colitis — An open pilot study. *Journal of Crohn's and Colitis*, 7(4), 271–279. <https://doi.org/10.1016/j.crohns.2012.07.010>
- Miller, K., Feucht, W., Schmid, M. (2019). Bioactive compounds of strawberry and blueberry and their potential health effects based on human intervention studies: A brief overview. *Nutrients*, 11(7), Article 1510. <https://doi.org/10.3390/nu11071510>
- Алексеев, Е. А., Каримова, Н. Ю., Семенов, Г. В., Краснова, И. С., Бакуменко, О. Е. (2024). Производство и биохимическая характеристика сублимированного сока черники из ферментированных ягод. *Пищевые системы*, 7(1), 114–124. [Aleksenko, E. V., Karimova, N. Yu., Semenov, G. V., Krasnova, I. S., Bakumenko, O. E. (2024). Production and biochemical characterization of freeze-dried blueberry juice from enzymatically processed berries. *Food Systems*, 7(1), 114–124. (In Russian)] <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-1-114-124>
- Pandey, A. K., Chauhan, O. P. (2020). Monk fruit (*Siraitia grosvenorii*) — health aspects and food applications. *Pantnagar Journal of Research*, 17(3), 191–198.
- Chen, N., Cao, W., Yuan, Y., Wang, Y., Zhang, X., Chen, Y. et al. (2024). Recent advancements in mogrosides: A review on biological activities, synthetic biology, and applications in the food industry. *Food Chemistry*, 449, Article 139277. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139277>
- Guo, Q., Shi, M., Sarengaowa, Xiao, Zh., Xiao, Y., Feng, K. (2024) Recent advances in the distribution, chemical composition, health benefits, and application of the fruit of *siraitia grosvenorii*. *Foods*, 13(14), Article 2278. <https://doi.org/10.3390/foods13142278>
- Araujo-Díaz, S. B., Leyva-Porras, C., Aguirre-Bañuelos, P., Álvarez-Salas, C., Saavedra-Leos, Z. (2017). Evaluation of the physical properties and conservation of the antioxidants content, employing inulin and maltodextrin in the spray drying of blueberry juice. *Carbohydrate Polymers*, 167, 317–325. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.03.065>
- Mar, J. M., Silva, L. S., Rabelo, M. S., Muniz, M. P., Nunomura, S. M., Correa, R. F. et al. (2020). Encapsulation of Amazonian Blueberry juices: Evaluation of bioactive compounds and stability. *LWT*, 124, Article 109152. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109152>
- Baldelli, A., Pico, J., Woo, M. W., Castellari, S., Pratap-Singh, A. (2024). Spray dried powder of common fruit juices: Enhancement of main properties. *Powder Technology*, 441, Article 119560. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2024.119560>
- Suriati, L., Mangku, I. G. P., Datrini, L. K., Hidalgo, H. A., Red, J., Wunda, S. Et al. (2023). The effect of maltodextrin and drying temperature on the characteristics of Aloe-bignay instant drink. *Applied Food Research*, 3(2), Article 100359. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100359>

27. Каримова, Н. Ю., Алексеенко, Е. В., Цветкова, А. А., Бакуменко, О. Е. (2023). Сравнительная биохимическая характеристика ягод лесной и садовой черники как обоснование для применения в качестве источника функциональных пищевых ингредиентов. *Химия растительного сырья*, 4, 199–208. [Karimova, N. Yu., Alekseenko, E. V., Tsvetkova, A. A., Bakumenko, O. E. (2023). Comparative biochemical characteristics of forest and garden bilberries as a rationale for use as a source of functional food ingredients. *Chemistry of Plant Raw Materials*, 4, 199–208. (In Russian)] <https://doi.org/10.14258/jcprm.20230412171>
28. Юдина, Р. С., Гордеева, Е. И., Шоева, О. Ю., Тихонова, М. А., Хлесткина, Е. К. (2021). Антоцианы как компоненты функционального питания. *Вавиловский журнал генетики и селекции*, 25(2), 178–189. [Yudina, R. S., Gordeeva, E. I., Shoeva, O. Yu., Tikhonova, M. A., Khlestkina, E. K. (2021). Anthocyanins as functional food components. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 25(2), 178–189. (In Russian)] <https://doi.org/10.18699/VJ21.022>
29. Веселова, О. В., Власова, К. В. (2023). Разработка технологии напитков на основе натуральных фруктовых порошков. *Вестник Московского государственного университета технологий и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет). Серия прикладных научных дисциплин*, 1, 10–22. [Veselova, O. V., Vlasova, K. V. (2023). Development of beverage technology based on natural fruit powders. *Herald of the K. G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (the First Cossack University). Series of applied scientific disciplines*, 1, 10–22. (In Russian)] <https://doi.org/10.26157/2949-4079.2023.35.64.001>
30. Корнен, Н. Н., Калманович, С. А., Шахрай, Т. А., Викторова, Е. П. (2019). Исследование влияния сроков хранения на показатели безопасности и состав биологически активных веществ добавки «порошок тыквенный». *Новые технологии*, 1(47), 100–108. [Kornen, N. N., Kalmanovich, S. A., Shakh-ray, T. A., Viktorova, E. P. (2019). Study of the effect of storage terms on safety indicators and composition of «Pump powder» biologically active additive. *Novye Tehnologii*, 1(47), 100–108. (In Russian)] <https://doi.org/10.24411/2072-0920-2019-10110>
31. Коновалов, С. А., Гаврилова, Н. Б., Полянский, К. К., Щетинин, М. П., Чернопольская, Н. Л. (2024). Современная биотехнология производства молочного десерта с функциональными ингредиентами. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, 86(1), 70–83. [Konov-alov, S. A., Gavrilova, N. B., Polyansky, K. K., Shchetinin, M. P., Chernopolskaya, N. L. (2024). Modern biotechnology to produce dairy dessert with functional ingredients. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 86(1), 70–83. (In Russian)] <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2024-1-70-83>
32. Быстрова, Е. А. (2018). Высокоэффективные способы предобработки брусники в технологиях порошковых полуфабрикатов. *Пищевая промышленность*, 4, 58–12. [Bystrova, E. A. (2018). Highly effective methods of pretreatment red whortleberry in technologies of powder semi-finished products. *Food Industry*, 4, 5–12. (In Russian)]
33. Dak, M., Sagar, V.R., Jha, S.K. (2014). Shelf-life and kinetics of quality change of dried pomegranate arils in flexible packaging. *Food Packaging and Shelf Life*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2014.04.005>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	Affiliation
Каримова Наталья Юрьевна –начальник опытного производства ООО «Олеоника», аспирант, Российский биотехнологический университет 125080, Москва, Волоколамское шоссе, 11 Тел.: +7–499–750–01–11 E-mail: n.karimova1979@mail.ru ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3848-1482 * автор для контактов	Natalya Yu. Karimova , Head of Pilot Production, Oleonika LLC, Postgraduate Student, Russian Biotechnological University 11, Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russia Tel.: +7–499–750–01–11 E-mail: n.karimova1979@mail.ru ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3848-1482 * corresponding author
Алексеенко Елена Викторовна — доктор технических наук, профессор, кафедра биотехнологии и технологии продуктов биорганического синтеза, Российский биотехнологический университет 125080, Москва, Волоколамское шоссе, 11 Тел.: +7–499–750–01–11 E-mail: AlekseenkoEV@mgupp.ru ORCID: http://orcid.org/0000-0001-6208-0999	Elena V. Alekseenko , Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Biotechnology and Technology of Bioorganic Synthesis Products, Russian Biotechnological University 11, Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russia Tel.: +7–499–750–01–11 E-mail: AlekseenkoEV@mgupp.ru ORCID: http://orcid.org/0000-0001-6208-0999
Шаненко Елена Феликсовна — доцент, кафедра технологии броидильных производств и виноделия, Российский биотехнологический университет 125080, Москва, Волоколамское шоссе, 11 Тел.: +7–499–750–01–11 E-mail: SHanenkoEF@mgupp.ru ORCID: http://orcid.org/0000-0003-0875-9292	Elena F. Shanenko , Docent, Department of Fermentation Technology and Winemaking, Russian Biotechnological University 11, Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russia Tel.: +7–499–750–01–11 E-mail: SHanenkoEF@mgupp.ru ORCID: http://orcid.org/0000-0003-0875-9292
Критерии авторства	Contribution
Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.	The authors are equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism.
Конфликт интересов	Conflict of interest
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.	The authors declare no conflict of interest.