

УДК 663.8

Разработка концентратов сухих напитков на основе растительных криопорошков

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Бакуменко Полина Владимировна
E-mail: bacumenko@rambler.ru

ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ:
данные текущего исследования доступны по запросу у корреспондирующего автора.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Щерба, И.В., Бакуменко, О.Е., & Бакуменко П.В. (2023). Разработка концентратов сухих напитков на основе растительных криопорошков. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (2), 163-175. <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.343>

ПОСТУПИЛА: 04.01.2023

ПРИНЯТА: 12.07.2023

ОПУБЛИКОВАНА: 30.07.2023

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.



И. В. Щерба, О. Е. Бакуменко, П. В. Бакуменко

АННОТАЦИЯ

Введение: Одной из актуальных проблем современного общества является проблема здорового питания. При неправильном способе и режиме обработки растительного сырья, происходят потери витаминов, макро- и микроэлементов, содержащихся в сырье. Одна из технологий, которая позволяет сохранить максимальное количество витаминов и минеральных веществ в продуктах растительного происхождения, является криотехнология. При этом на стадии удаления влаги и измельчения свежего сырья до состояния мелкодисперсного порошка применяется метод понижения температуры. Наиболее ценными продуктами на основе криопорошков могут служить концентраты сухих напитков со специально подобранным составом.

Цель: Авторами проведена сравнительная оценка химического состава свежего растительного сырья — плодов черноплодной рябины, малины, облепихи и криопорошков на их основе по показателям, характеризующим пищевую ценность — витаминам А и С и содержанию калия, кальция и железа.

Материалы и методы: Объектами исследования служили концентраты сухих напитков на основе плодов черноплодной рябины, ягод малины и облепихи. Для оценки качества продукта применяли органолептические, физико-химические и микробиологические методы анализа, а также проводили дегустационную оценку концентратов сухих напитков.

Результаты: Показано, что криопорошки имеют высокую пищевую ценность, что позволит восполнить дефицит витаминов и минеральных веществ в организме человека. Подобраны вкусовые и обогащающие добавки в рецептурах концентратов сухих напитков. Получены лабораторные образцы продукта с использованием дозировочно-смесительного оборудования. Установлена оптимальная температура (35 ± 2 °С) и продолжительность растворения (30–35 с) концентратов.

Выводы: Проведена оценка качества полученных напитков по органолептическим, физико-химическим и показателям безопасности, свидетельствующая о высоком качестве и безопасности полученных продуктов. Разработка концентратов сухих напитков функционального назначения на основе криопорошков позволит расширить ассортимент концентратов сухих напитков и получить продукт на основе отечественного растительного сырья, обладающий функциональными свойствами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

концентраты сухих напитков, криотехнология, криопорошки, функциональное питание, содержание витаминов

Development of Concentrates of Dry Drinks Based on Vegetable Cryopowders

Russian Biotechnological University
(BIOTECH University), Moscow, Russia

Irina V. Shcherba, Olesya E. Bakumenko, Polina V. Bakumenko

CORRESPONDENCE:

Polina V. Bakumenko

E-mail: bakumenko@rambler.ru

FOR CITATIONS:

Sherba, I.V., Bacumenko, O.E., & Bacumenko P.V. (2023). Development of concentrates of dry drinks based on vegetable cryopowders. *Storage and Processing of Farm Products*, (2), 163-175. <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.343>

RECEIVED: 04.01.2023

ACCEPTED: 12.07.2023

PUBLISHED: 30.07.2023

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



ABSTRACT

Background: One of the urgent problems of modern society is the problem of healthy nutrition. With the wrong method and mode of processing of vegetable raw materials, losses of macro- and microelements contained in the raw materials occur. One of the technologies that allows you to preserve the maximum amount of vitamins and minerals in plant products is cryotechnology. At the same time, at the stage of removing moisture and grinding fresh raw materials to a fine powder, the method of lowering the temperature is used. The most valuable products based on cryo powders can serve as concentrates of dry drinks with a specially selected composition.

Materials and Methods: Materials and methods. The objects of research in the work were concentrates of dry drinks based on the fruits of mountain ash, raspberries and sea buckthorn. To assess the quality of the product, organoleptic, physico-chemical, microbiological methods of analysis were used in the work, and a tasting evaluation of dry beverage concentrates was carried out.

Results: It is shown that cryopowders have a high nutritional value, which will make up for the deficiency of vitamins and minerals in the human body. Flavoring and enriching additives have been selected in the formulations of concentrates of dry drinks. Laboratory samples of the product were obtained using dosing and mixing equipment. The optimum temperature ($35 \pm 2^\circ\text{C}$) and the duration of dissolution (30–35 c) of concentrates have been established.

Conclusion: The evaluation of the quality of the obtained beverages according to organoleptic, physico-chemical and safety indicators was carried out, indicating the high quality and safety of the obtained products. The development of functional dry beverage concentrates based on cryopowders will allow expanding the range of dry beverage concentrates and obtaining a product based on domestic plant raw materials with functional properties.

KEYWORDS

concentrates of dry drinks, cryotechnology, cryopowders, functional nutrition, vitamin content

ВВЕДЕНИЕ

Учитывая массовое проявление у населения страны витаминно-минерального дефицита, его устранение является первостепенным фактором поддержания здоровья и профилактики заболеваемости (Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2030 года¹). В соответствии со Стратегией повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года в ближайшие годы будут «создаваться продукты нового поколения с заданными характеристиками», что и определяет необходимость использования новых видов отечественного сырья и применение инновационных технологий, обеспечивающих стабильное качество, безопасность и конкурентность новых видов продукции.

Коденцова (2019), Остриков с соавт. (2004), Скурихин с соавт. (2007), исследовав фактический рацион граждан в возрастной категории от 30–55 лет, выявили дефицит витамина А у 17% обследованных, витаминов группы В — у 60%, витамина С — у 8%, витамина Е — у 30–40%.

По данным ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи потребность в витаминах зависит в первую очередь от характера питания. Так, например, белки помогают сохранности витамина В₁ в организме, а избыток углеводов, наоборот, повышает его расход. Также на содержание витаминов группы В влияет уровень физического и нервно-психического напряжения: чем он выше, тем, соответственно, больше расход витаминов. Сокращению запасов витаминов в организме могут способствовать экстремальные погодные условия, строгие диеты, нарушения в работе щитовидной железы и чрезмерное употребление алкоголя². Витаминный дефицит носит сочетанный характер и обнаруживается не только зимой и весной, но и в летне-осенний период. Общую ситуацию можно рассматривать как массовый круглогодичный гиповитаминоз витамина С (Егорова с соавт., 2018; Спиричев с соавт., 2005). Для предотвращения негативной ситуации, необходима разработка продуктов функционального назначения, обога-

щенных дефицитными витаминами, с длительным сроком годности.

При неправильных способах и режимах обработки и хранения, происходят потери природных макро- и микронутриентов, содержащихся в сочном растительном сырье. Актуальным является выбор технологии получения концентратов напитков на основе растительного сырья, позволяющей максимально сохранить ценные биологически активные вещества (БАВ). Такой технологией может служить криотехнология, при которой на стадии удаления влаги и измельчения свежего сырья до состояния мелкодисперсного порошка применяется метод понижения температуры (Кухаренко с соавт., 2014; Hemila, 1997; Nehring & Krause, 1963; Valkonen & Kuusi, 2019).

Преимуществами использования криотехнологии являются:

- (1) сохранение пищевой ценности исходного продукта;
- (2) повышение усвояемости биологически активных веществ готового продукта организмом человека;
- (3) увеличение сорбционной активности порошков.

Криотехнология является одной из самых эффективных в области переработки растительного сырья. В процессе осуществления технологии используются пониженные температуры на всех стадиях переработки, а на стадии дробления и измельчения применяется метод глубокого замораживания до температуры ниже — 180°C, что позволяет максимально сохранить ценные БАВ, содержащиеся в сырье и обеспечить высокое качество продукции (Ломачинский & Касьянов, 2009; Бакуменко, 2013; Шатнюк с соавт., 1987). Криопорошки на основе лекарственных трав содержат комплексы натуральных БАВ, определяющих их лечебное и лечебно-профилактическое действие (Касьянов с соавт., 2014; Быстрова, 2018). Таким образом, криопорошки могут служить хорошей основой для разработки сухих продуктов длительного хранения, таких как концентраты сухих напитков.

¹ Распоряжение Правительства РФ № 1364-р. (2016). *Основы государственной политики российской федерации в области здорового питания населения на период до 2030 года*. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200636/

² Рогожин, В. В., & Рогожина, Т. В. (2014). *Биохимия сельскохозяйственной продукции: Учебник*. СПб.: ГИОРД.

Концентраты сухих напитков представляют собой смесь сахара-песка, плодово-ягодных и овощных соков, экстрактов растительного сырья, эссенций, ароматизаторов, настоев, продуктов пчеловодства, пищевых кислот, красителей и консервантов (Ломачинский, 2010). Срок годности герметично упакованных концентратов, которые правильно хранятся, может достигать от нескольких месяцев до нескольких лет. Благодаря этим свойствам, сухие концентраты напитков считаются одними из самых удобных продуктом питания в полевых, экспедиционных, лагерных условиях. (Рогов с соавт., 2004, Доронин с соавт., 2011). Именно поэтому, разработка и внедрение в производство концентратов сухих напитков функционального назначения с целью восполнения дефицита макро- и микронутриентов актуальна, так как они просты в употреблении, содержат максимальное количество пищевых веществ в относительно небольшом объеме, устойчивы при хранении и хорошо переносят транспортировку.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

В промышленно развитых странах большую роль в питании людей играют концентраты сухих напитков функционального назначения, оказывающие положительное физиологическое воздействие на организм (Зверев & Зверева, 2016). Регулярные обследования состояния здоровья и питания различных групп населения России свидетельствуют о наличии дефицита важнейших пищевых веществ (витаминов группы В, С, А, D) и минеральных веществ (калия, кальция, магния, железа, йода, цинка и др.), приводящего к снижению иммунитета и возникновению различных алиментарных заболеваний — сердечно-сосудистых, желудочно-кишечного тракта, нарушений функций зрения, анемии и др., распространенность которых в последние годы возросла.

Наиболее эффективным путем снижения дефицита пищевых веществ и повышения сопротивляемости организма вредным факторам является разработка

нового ассортимента пищевых продуктов на основе натурального растительного сырья, обогащенных дефицитными нутриентами и способствующих улучшению состояния здоровья.

В настоящее время производство пищевых концентратов является высокоразвитой отраслью пищевой индустрии, а по объемам выпуска продукции Россия стоит на уровне передовых стран Европы и Америки. В России продукты быстрого приготовления употребляют около 40% населения (Харламова & Кафка, 2017; Гальперина, 1974; Мамина с соавт., 2009).

Основным ингредиентом в рецептуре концентратов сухих напитков являются плодовые, ягодные и овощные растительные порошки, полученные по различным технологиям — сушка, сублимирование, криотехнологии.

Эффективность в питании, а также безопасность криопорошков подтверждены соответствующими методами исследований в учреждениях на предприятиях Нижнего Новгорода, Москвы, Кирова и Новосибирска³. Качество концентратов сухих напитков напрямую зависит от количества растворенного вещества. Поэтому, в восстановленных концентратах в качестве основного критерия необходимо контролировать максимально возможную суммарную концентрацию растворенных веществ, так как именно они растворяются до молекулярного или коллоидного состояния, а компоненты оказывают на организм функциональное действие⁴.

Учитывая, что организмом усваиваются частицы с размером не более 150 нм, а средний размер частиц криопорошков соответствует данному значению можно сделать вывод, что криопорошки могут служить основой для разработки рецептур концентратов сухих напитков (Ломачинский, В. В., 2010). Это позволит расширить ассортимент напитков, повысить пищевую ценность и усвояемость их организмом. Придать продукту функциональную направленность возможно путем дополнительного обогащения продукта витаминами и минеральными веществами.

³ Касьянов, Г. И., & Сязин, И. Е. (2014). *Криобработка: Учебное пособие*. Краснодар: Экоинвест.

⁴ Кузнецов, В. В., & Шилер, Г. Г. (2006). *Использование сухих молочных компонентов пищевой промышленности: Справочник*. СПб.: Гиорд.

Целью данного исследования явилась разработка концентратов сухих напитков на основе криопорошков. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: (1) научно обосновать выбор сырья для разработки рецептур концентратов сухих напитков; (2) получить образцы концентратов сухих напитков; (3) провести органолептические, физико-химические, микробиологические исследования и дегустационную оценку концентратов сухих напитков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Были изучены свойства криопорошков на базе Нижегородской государственной медицинской академии, НИИ детской гастроэнтерологии, НИИ гигиены труда и профзаболеваний (г. Нижний Новгород), Санкт-Петербургской государственной медицинской академии имени И.И. Мечникова и других организаций.

Объекты исследования

Объектами исследования выступили концентраты сухих напитков на основе плодов черноплодной рябины, ягод малины и облепихи.

Материалы

Сырьем для получения концентратов сухих напитков являлись: (1) криопорошок из малины (декларация соответствия СТО 25622234-002-2019); (2) криопорошок из черноплодной рябины (декларация соответствия ТС № RU Д-РУ.АИ 03.В.01503⁵ от 21.01.2015 г); (3) криопорошок из облепихи (СТО 25622234-001-2018), «Сантевилль» Россия, г. Нижний Новгород; (4) лимонная кислота по ГОСТ 908-

2004⁶; (5) премикс Customix Immunity UF27512375 производства «DSM Nutritional Products Europe Ltd.». ШН — 4002 Базель, (Швейцария), в состав которого входят следующие вещества: токоферола эквивалент (витамин Е), тиамин (витамина В1), рибофлавин (витамин В2), пиридоксин (витамин В6), ниацинамид (РР), фолиевая к-та (витамин В9), пантотеновая к-та, биотин, витамин В12, витамин С, цинк, селен. — подсластитель стевиозид по ГОСТ Р 53904–2010⁷; (6) ароматизаторы натуральные: рябина черноплодная, малина в соответствии с ГОСТ 32049–2013⁸, ООО «Экопродукт.

Оборудование

Спектрофотометр «Hitachi 180–80», жидкостной хроматограф «Agilent», просеиватель марки МП-ПП-1, оснащенный полиамидными ситами с размерами отверстий 132 мкм, барабанный смеситель периодического действия СПБ-20 (объемом 220 л).

Методы

В работе использовали органолептические, физико-химические и микробиологические методы анализа. Определение массовой доли влаги концентратов сухих напитков проводили на приборе ВЧ согласно ГОСТ 15113.4–77 Концентраты пищевые. Методы определения влаги (с Изменением № 1)⁹.

Общую кислотность концентратов сухих напитков определяли по ГОСТ 15113.5–77. Метод основан на титровании всех кислот, находящихся в испытуемом продукте¹⁰.

Определение содержания аскорбиновой кислоты в криопорошках и концентратах сухих напитков определяли методом йодометрии¹¹. Опреде-

⁵ ТС N RU Д-РУ.АИ 03.В.01503. (2016). *Арматура промышленная трубопроводная: краны полиэтиленовые*. https://reestrinform.ru/reestr-declaracii-sootvetstviia/reg_number-%D0%A2%D0%A1_N_RU_%D0%94-FR.%D0%90%D0%9701.%D0%92.01503.html

⁶ ГОСТ 908–2004. (2004). *Кислота лимонная моногидрат пищевая. Технические условия*. М.: Станартинформ.

⁷ ГОСТ Р 53904–2010. (2010). *Добавки пищевые. Подсластители пищевых продуктов. Термины и определения*. М.: Станартинформ.

⁸ ГОСТ 32049–2013. (2014). *Ароматизаторы пищевые. Общие технические условия*. М.: Станартинформ.

⁹ ГОСТ 15113.4–77. (2003). *Концентраты пищевые. Методы определения влаги*. М.: Станартинформ.

¹⁰ ГОСТ 15113.5–77. (2004). *Метод основан на титровании всех кислот, находящихся в испытуемом продукте*. М.: Станартинформ.

¹¹ Кузнецов, В. В., & Шилер, Г. Г. (2006). *Использование сухих молочных компонентов пищевой промышленности*: Справочник. СПб.: Гиорд.

ление витамина А в криопорошках проводили по ГОСТ 50928¹² методом нормально-фазной ВЭЖХ. Определение содержания калия, кальция и железа в криопорошках проводили на спектрофотометре «Hitachi 180–80» атомно-абсорбционным спектральным анализом.

Микробиологические показатели определяли по ГОСТ 30712–2001¹³. Методы микробиологического анализа. Количество мезофильных анаэробных микроорганизмов в готовом продукте определяли методом посева в агаризованные питательные среды и методом наиболее вероятного числа в соответствии с ГОСТ 10444.15¹⁴. Бактерии группы кишечных палочек (БГКП) определяли методом посева в агаризованные селективно-диагностические среды для пищевых продуктов в соответствии с ГОСТ 31747¹⁵. Дрожжи и плесени (в сумме) определяли визуально методом посева десятикратных разведений, с использованием чашек Петри. Массовую концентрацию свинца определяли в соответствии с ГОСТ 26932¹⁶; мышьяка по ГОСТ 26930¹⁷; кадмия по ГОСТ 26933¹⁸; ртути по ГОСТ 26927¹⁹. Органолептическую оценку продукта проводили в соответствии с ИСО 9001²⁰, дегустацию напитков осуществляли сенсорным профилльно-ранговым методом по ГОСТ 53159²¹.

Процедура

По данным литературы изучены дефициты витаминов и минеральных веществ среди разных возрастных групп населения РФ. На основании полученных данных проанализировано ягодное сырье, содержащее дефицитные нутриенты и выбраны 3 вида ягод — черноплодная рябина, малина и облепиха.

Проведена сравнительная оценка по отдельным функциональным ингредиентам — витаминам А и С и минеральным веществам — калию, кальцию и железу между содержанием данных нутриентов в свежем сырье и криопорошках на их основе.

При выборе обогащающих ингредиентов для концентратов сухих напитков и их количества учитывали следующие специфические факторы, влияющие на качество и эффективность будущего концентрата:

- (1) нормы физиологических потребностей (НФП) и физиологическое действие нутриентов на организм человека;
- (2) доступность и экономическая целесообразность использования сырьевых источников, преимущественно на основе отечественного сырья;
- (3) концентрация обогащающих ингредиентов в 1 порции напитка должна быть от 15 до 50 % от (НФП), с учетом потерь в результате производства и хранения продукта;
- (4) специфичность взаимодействия между отдельными компонентами.

Подобран состав концентратов сухих напитков на основе криопорошков.

Для обогащения концентратов сухих напитков витаминами и минеральными веществами был выбран витаминно-минеральный премикс «Customix Immunity» UF27512375. Он применяется в пищевой промышленности, в том числе при производстве функциональных пищевых продуктов. Количество вносимого премикса определяется фирмой-производителем.

¹² ГОСТ Р 50928–96. (1999). *Премиксы. Методы определения витаминов А, D, Е. М.*: Станартинформ.

¹³ ГОСТ 30712–2001. (2001). *Продукты безалкогольной промышленности. Методы микробиологического анализа.* М.: Станартинформ.

¹⁴ ГОСТ 10444.15–94. (2015). *Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов.* М.: Станартинформ.

¹⁵ ГОСТ 31747–2012. (2012). *Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий).* М.: Станартинформ.

¹⁶ ГОСТ 26932–86. (2010). *Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца.* М.: Станартинформ.

¹⁷ ГОСТ 26930–86. (2010). *Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка.* М.: Станартинформ.

¹⁸ ГОСТ 26933–86. (2010). *Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия.* М.: Станартинформ.

¹⁹ ГОСТ 26927–86. (2010). *Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути.* М.: Станартинформ.

²⁰ ГОСТ Р ИСО 9001–2015. (2016). *Системы менеджмента качества. Требования.* М.: Станартинформ.

²¹ ГОСТ Р 53159–2008. (2009). *Органолептический анализ. Методология. Метод треугольника.* М.: Станартинформ.

Получены лабораторные образцы продукта и проведена оценка качества концентратов в соответствии с действующими стандартами.

Сухие рецептурные ингредиенты пропускали через просеиватель марки МППШ-1, оснащенный полиамидными ситами с размерами отверстий 132 мкм (49/52 ПА) и скоростью вращения 360 об/мин. Дозирование рецептурных масс компонентов осуществлялось на весах с регистрирующим устройством. Смешивание осуществлялось в один этап в барабанном смесителе периодического действия СПБ-20 (объемом 220 л). С помощью шнекового подающего транспортера смесь отправляли на фасование в вертикальный фасовочный автомат, где осуществлялась фасовка в пакеты из комбинированных полимерных материалов в асептических условиях, при давлении воздуха 0,1 МПа.

Анализ данных

Для обработки результатов исследований использовали статистический метод обработки экспериментальных данных, в ходе которого определяли среднее значение определяемой величины в 3–5 повторностях, среднеквадратичное отклонение и доверительный интервал.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Путем анализа химического состава растительного сырья выбраны черноплодная рябина, малина и облепиха, являющиеся природными витаминными концентратами.

Проведена сравнительная оценка химического состава свежих ягод (черноплодной рябины, малины и облепихи) и криопорошков на их основе по показателям, характеризующим пищевую ценность (Таблица 1).

Установлено, что криопорошки на основе ягодного сырья максимально сохранили нативные витамины и минеральные вещества. Так, порошок из черноплодной рябины отличается высоким содержанием калия, кальция и железа; в криопорошке малины установлено высокое содержание витамина С и железа, а порошок облепихи отличается высоким содержанием витамина А, С и калия. Таким образом, применение криопорошков в качестве основного рецептурного ингредиента концентратов сухих напитков вполне оправдано. Однако, наши исследования свидетельствуют, что использование только натуральных растительных компонентов не может обеспечить получения обогащенного продукта с регламентируемым содержанием микронутриентов в порции напитка. В связи с этим, в рецептуры концентратов сухих напитков целесообразно добавить витаминно-минеральный премикс, содержащий витамины Е, С, В₁, В₂, В₆, РР, В₉, пантотеновую кислоту, биотин, В₁₂, а также минеральные вещества — цинк и селен. Расчетное количество витаминного премикса вносится по рекомендациям фирмы-изготовителя и составляет 0,13 % от массовой доли основы, что обеспечивает удовлетворение в незаменимых пищевых веществах от 15 до 50% от физиологической нормы потребления.

В качестве подсластителя в рецептуры концентратов напитков на основе черноплодной рябины и облепихи добавлен подсластитель стевиозид. Данный подсластитель термостоек, рН стабилен, не поддается процессу брожения. Кроме того, он не повы-

Таблица 1

Сравнение химического состава сырья в свежем и в порошкообразном виде (мг/100 г)

| Сырье | Содержание, мг | | | | | | | | | |
|---------------------|----------------|-------------|----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | Витамин С, мг | | Витамин А, мкг | | Калий, мг | | Кальций, мг | | Железо, мг | |
| | свежее сырье | криопорошок | свежее сырье | криопорошок | свежее сырье | криопорошок | свежее сырье | криопорошок | свежее сырье | криопорошок |
| Черноплодная рябина | 40,0 | 29,2 ± 0,7 | 200,0 | 187 ± 20,4 | 158,0 | 147 ± 0,9 | 34,0 | 21 ± 0,8 | 1,5 | 1,4 ± 0,5 |
| Малина | 46,2 | 37,8 ± 0,7 | 260,0 | 195 ± 19,8 | 151,0 | 145 ± 0,7 | 25,0 | 22 ± 0,9 | 2,9 | 2,2 ± 0,4 |
| Облепиха | 50,4 | 44,4 ± 0,9 | 255,0 | 178 ± 16,5 | 193,0 | 187 ± 1,2 | 22,0 | 19,7 ± 0,7 | 1,4 | 1,2 ± 0,2 |

Таблица 2

Рецептуры концентратов сухих напитков (г на порцию)

| № п/п | Название компонента | Рецептура концентрата сухого напитка, (г на 1 порцию) | | |
|-----------------|---|---|---|----------------------------------|
| | | На основе малины (рецептура 1) | На основе черноплодной рябины (рецептура 2) | На основе облепихи (рецептура 3) |
| 1 | Криопорошок малины | 12 | 3 | – |
| 2 | Криопорошок рябины черноплодной | – | 7 | 3 |
| 3 | Крипорошок облепихи | – | – | 8 |
| 4 | Лимонная кислота | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 5 | Подсластитель стевииозид | – | 1 | 1 |
| 6 | Премикс Customix Immunity | 0,05 | 0,07 | 0,03 |
| 7 | Ароматизатор натуральный: «Малина» | 0,3 | – | – |
| 8 | Ароматизатор натуральный: Рябина черноплодная | – | 0,5 | – |
| Итого: 1 порция | | 12,5 | 11,7 | 12,2 |

шает гликемический индекс при попадании в организм, что делает его привлекательным в качестве природного подсластителя для больных сахарным диабетом (Крутошников & Угер, 2011). Количество подсластителя было добавлено с учетом сладости сырьевых компонентов и рекомендаций фирмы-производителя.

В качестве регулятора кислотности была внесена лимонная кислота, в соответствии с ТР ТС 029/2012²² в количестве 0,2 г на порцию концентрата. В концентраты сухих напитков были добавлены натуральные ароматизаторы: «рябина черноплодная» и «малина» в количествах, разрешенных ТР ТС 029²³, а также с учетом предварительной органолептической оценки. В концентрат с облепихой соответствующий ароматизатор не добавляли, так как в данной рецептуре аромат был ярко выражен.

В Таблице 2 представлены рецептуры концентратов сухих напитков на основе криопорошков.

Таким образом, разработаны рецептуры концентратов сухих напитков на основе растительных криопорошков, в состав которых входят вышеуказанные ингредиенты.

В связи с тем, что концентраты сухих напитков употребляют в восстановленном виде, выбор температуры воды, при которой растворение происходит эффективно, достаточно актуален. При этом, полученный напиток должен иметь хорошую текстуру, не содержать комочков и не расслаиваться. Для выбора оптимальной температуры воды и времени для восстановления концентратов был выбран температурный диапазон от 30 °С до 50 °С с шагом 5 °С. Для эксперимента из каждого концентрата приготовили по 5 образцов напитков и восстанавливали их при выбранных температурах. Критерием оценки служила растворимость готового напитка.

На Рисунке 1 представлена зависимость времени растворения концентратов сухих напитков от температуры воды.

Установлено, что оптимальная температура для растворения концентратов сухих напитков составила 35 °С при продолжительности 35 с. За это время концентраты полностью растворяются, имеют хорошую текстуру и не расслаиваются. При температуре ниже 35 °С концентраты полностью не растворяются. При данной температуре возможно быстро восстановить концентрат и получить напиток,

²² ТР ТС 029/2012. (2012). *Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств*. <https://docs.cntd.ru/document/902359401>

²³ Там же.

Рисунок 1

Зависимость времени растворения концентратов от температуры воды

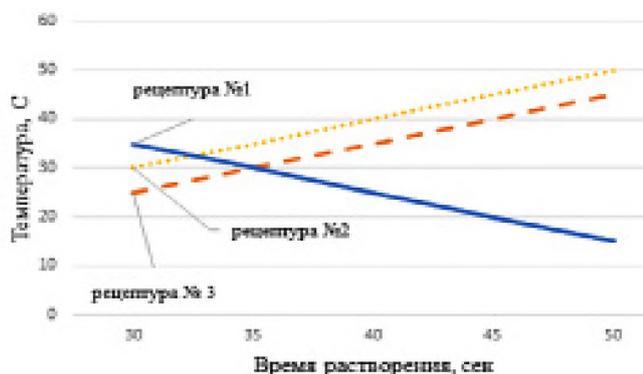
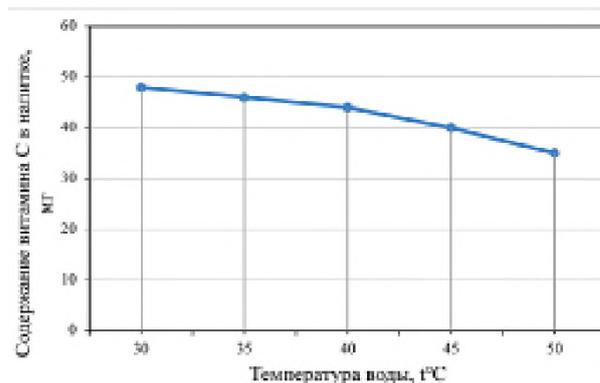


Рисунок 2

Зависимость содержания витамина С от температуры воды при восстановлении концентрата из облепихи



соответствующий стандартам по органолептическим свойствам, однако проблема сохранности биологически-активных веществ остается актуальной. Поэтому, на следующем этапе исследования установлена зависимость между температурой восстановления концентрата и сохранностью витамина С. Для исследований случайным образом выбран образец напитка с облепихой (рецептура 3). Критерием оценки служило количественное содержание витамина С в восстановленном напитке.

На Рисунок 2 представлено содержание витамина С в напитке из облепихи, восстановленном при различных температурах воды.

Наши исследования показали, что при повышении температуры воды для восстановления концентрата содержание витамина С уменьшилось на 13 мг/100 г. При этом, сохранность витамина С составила 73,5%, что согласуется с данными ис-

следования (Яролиева, 2017), где потери витамина С в криопорошке из облепихи при растворении его в воде температурой 35–45° С составило 75%. По-видимому, незначительные потери витамина связаны с хорошей растворимостью криопорошков при незначительной температуре в течении непродолжительного времени.

Концентраты сухих напитков относятся к продуктам длительного хранения, поэтому такие показатели, как влажность и кислотность отвечают за качество и длительность хранения продукта.

Физико-химические показатели и содержание витамина С в составе напитка представлены в Таблице 3.

В дегустации приняли участие 85 студентов четвертого курса Нижегородского Института Пищевых Технологий и Дизайна.

Таблица 3

Физико-химические показатели концентратов сухих напитков на основе криопорошков (на 100 г сухого продукта)

| Физико-химические показатели | В соответствии с ГОСТ не более, % | Рецептуры концентратов | | |
|---|-----------------------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------|
| | | На основе малины | На основе черноплодной рябины | На основе облепихи |
| Влажность, % | ГОСТ 15113.4–77 не более 4 | 3,84 | 3,76 | 3,79 |
| Кислотность, см ³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1,0 моль/дм ³ на 100 см ³ | ГОСТ 15113.5–77 не более 1,8 | 1,25 | 1,5 | 1,75 |
| Витамин С, мг | ГОСТ 24556–89 | 43,5 ± 0,35 | 34,2 ± 0,24 | 49,2 ± 0,5 |

Примечание. Из «ГОСТ 15113.4–77. Концентраты пищевые. Методы определения влаги», 2022, Стандартинформ; «ГОСТ 15113.5–77. Концентраты пищевые. Методы определения кислотности», 2003, Стандартинформ; «ГОСТ 24556–89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С», 2003, Стандартинформ.

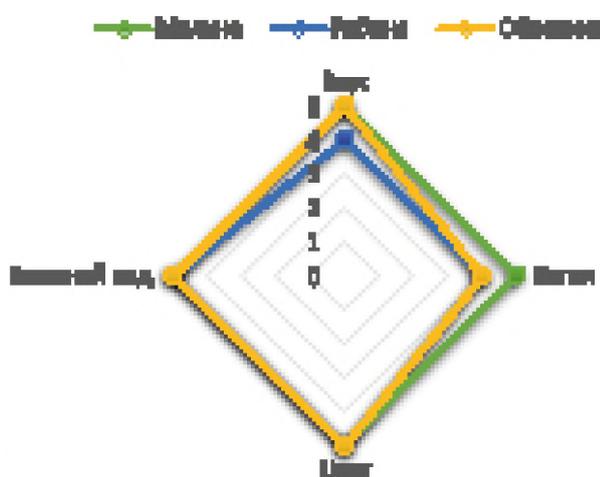
Таблица 4

Балловая оценка восстановленных напитков

| Образец | Внешний вид | Цвет | Запах | Вкус | Общая оценка среди 85 чел. в (%) |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------------|
| | Оценка (1–5) | Оценка (1–5) | Оценка (1–5) | Оценка (1–5) | |
| Малина | 5 | 5 | 5 | 5 | 100 |
| Черноплодная рябина | 5 | 4 | 5 | 4 | 75 |
| Облепиха | 5 | 5 | 5 | 5 | 90 |

Рисунок 3

Лепестковая диаграмма – балловая оценка качества концентратов сухих напитков



Для проведения эксперимента опытные образцы трех видов концентратов сухих напитков массой 12 г (1 порция) заливали 250 см³ питьевой воды температурой 40 ± 2 °С. Критерием оценки служил

внешний вид, вкус, запах и цвет готового продукта. Оценку проводили балльным методом. Результаты представлены в Таблице 4 и на Рисунке 3.

Самым предпочтительным продуктом, по мнению дегустаторов, оказался напиток с малиной: он набрал наивысшее количество голосов по всем показателям и не получил никаких замечаний.

На втором месте — напиток с облепихой. Так, десять респондентов не были удовлетворены его послевкусием: отмечено, что оно было кислым. Третье место получил напиток с рябиной черноплодной. Тридцать два дегустатора акцентировали свое внимание на наиболее значимых показателях — вкусе, послевкусии и аромате напитка. Однако, некоторым вкус и аромат показались недостаточно выраженными. Вероятно, это связано с недостаточным содержанием ароматизатора в рецептуре.

Учитывая, что концентраты сухих напитков получают по технологии сухого смешивания, без высокотемпературного воздействия, необходима оценка показателей безопасности. Полученные данные представлены в Таблице 5.

Таблица 5

Микробиологические и токсикологические исследования концентратов сухих напитков на основе криопорошков

| Наименование показателя | Нормативный документ | Единица измерения | Значение показателя по НТД | Результаты испытаний | | |
|---------------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|------------------------|------------------|--------------------|
| | | | | Рецептуры концентратов | | |
| | | | | № 1 с малиной | № 2 с рябиной | № 3 с облепихой |
| Свинец | ГОСТ 26932–86 | мг/кг | не более 5,0 | менее 0,2 | менее 0,2 | менее 0,2 |
| Мышьяк | ГОСТ 26930–86 | мг/кг | не более 3,0 | менее 0,1 | менее 0,1 | менее 0,1 |
| Кадмий | ГОСТ 26933–86 | мг/кг | не более 1,0 | менее 0,1 | менее 0,1 | менее 0,1 |
| Ртуть | ГОСТ 26927–86 | мг/кг | не более 1,0 | менее 0,1 | менее 0,1 | менее 0,1 |
| ГХЦГ (α, β, γ изомеры) | ГОСТ 30349–96 | мг/кг | не более 0,1 | не обнаружено | не обнаружено | не обнаружено |

Окончание Таблицы 5

| Наименование показателя | Нормативный документ | Единица измерения | Значение показателя по НТД | Результаты испытаний | | |
|--------------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|--------------------|
| | | | | Рецептуры концентратов | | |
| | | | | № 1 с малиной | № 2 с рябиной | № 3 с облепихой |
| ДДТ и его метаболиты | ГОСТ 30349–96 | мг/кг | не более 0,1 | не обнаружено | не обнаружено | не обнаружено |
| Гептахлор | ГОСТ 30349–96 | мг/кг | не допускается | не обнаружено | не обнаружено | не обнаружено |
| Алдрин | ГОСТ 30349–96 | мг/кг | не допускается | не обнаружено | не обнаружено | не обнаружено |
| КМАФАиМ | ГОСТ 10444, 15–94 | КОЕ/г | не более 1×10^4 | $5,9 \times 10^3$ | $5,7 \times 10^3$ | $5,9 \times 10^3$ |
| БГКП | ГОСТ 31747–2012 | г | в 0,1 не допускаются | не обнаружено | не обнаружено | не обнаружено |
| E.coli | ГОСТ 30726–2001 | г | В 1,0 не допускаются | не обнаружено | не обнаружено | не обнаружено |
| Плесени, КОЕ/г, не более | ГОСТ 10444.12–2013 | КОЕ/г | не более 100 | менее 10 | менее 10 | менее 10 |
| Дрожжи, КОЕ/г, не более | ГОСТ 10444.12–2013 | КОЕ/г | не более 50 | менее 5 | менее 5 | менее 5 |

Примечание. Из «ГОСТ 26932–86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца», 2010, Стандартиформ; «ГОСТ 26930–86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка», 2010, Стандартиформ; «ГОСТ 26933–86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия», 2010, Стандартиформ; «ГОСТ 26927–86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути», 2010, Стандартиформ; «ГОСТ 30349–96. Плоды, овощи и продукты их переработки. Методы определения остаточных количеств хлорорганических пестицидов», 2008, Стандартиформ; «ГОСТ 10444.15–94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов», 2015, Стандартиформ; «ГОСТ 31747–2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)», 2012, Стандартиформ; «ГОСТ 30726–2001. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий вида *Escherichia coli*», 2001, Стандартиформ; «ГОСТ 10444.12–2013. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов», 2013, Стандартиформ.

По результатам микробиологического исследования установлено, что представленные образцы концентратов сухих напитков полностью соответствуют нормативным требованиям. Отмечен незначительный рост микроорганизмов (КМАФАиМ) в исследуемых образцах. Количество дрожжей в 1 г продукта на конец срока годности, КОЕ, не изменялось во всех экспериментальных образцах. Бактерии группы кишечной палочки (Коли формы) в 0,1 г не обнаружены.

Полученные данные согласуются с другими исследователями. Так, по данным (Янковская, 2023) при разработке функциональных продуктов на основе криопорошков, микробиологические исследования соответствовали всем нормативным требованиям. По-видимому, это связано с тем, что криопорошки имеют низкую влажность, а технология их получения позволяет разрабатывать продукты, отличающиеся хорошими органолептическими свойствами, высокой пищевой ценностью

и безопасностью. На следующем этапе исследований планируется подобрать оборудование и отработать технологические режимы получения концентратов сухих напитков, с учетом использования в качестве основного сырья растительных криопорошков.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований были разработаны рецептуры концентратов сухих напитков на основе растительных криопорошков с учетом содержания функциональных ингредиентов в составе напитков с научно обоснованными полезными свойствами, доступностью сырья, высокими органолептическими показателями, отсутствием консервантов и красителей в составе продукта, возможности длительного хранения концентратов без изменения свойств и простоты в приготовлении напитка.

К другим преимуществам готового продукта можно отнести доступную стоимость сырья, а также минимальные затраты на его получение, хранение и транспортировку.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность за помощь в проведении исследований фирму «Сантевилль» (г. Нижний Новгород) и лабораторию «ФудТест» (г. Москва).

ЛИТЕРАТУРА

- Бакуменко, О. Е. (2013). *Технология обогащенных продуктов питания для целевых групп. Научные основы и технология*. М.: ДеЛи плюс.
- Быстрова, Е. А. (2018). Высокоэффективный способ переработки ягод брусники в технологиях порошкообразных полуфабрикатов. *Пищевая промышленность*, (4), 5–12.
- Гальперина, С. И. (1974). *Физиология человека*. М.: Высшая школа.
- Доронин, А. Ф., Соболева, Н. П., & Пахомова, Т. А. (2011). Комбинированные напитки на соевой основе. *Пищевая промышленность*, (8), 32–33.
- Егорова, С. В., Ахматзиаева, М. М., & Ростегаев, Р. С. (2018). Растительная пища будущего. В *Advanced science: Сборник статей III Международной научно-практической конференции* (т. 2, с. 134–137). Пенза: Наука и просвещение.
- Зверев, С. В., & Зверева, Н. С. (2006). *Функциональные зернопродукты*. М.: ДеЛи Принт.
- Касьянов, Г. И., Семенов, Г. В., Грицких, В. А., & Троянова, Т. Л. (2004). *Сушка сырья и производство сухих завтраков*. М.: МарТ.
- Коденцова, В. М. (2015). *Витамины*. М.: Медицинское информационное агентство.
- Крутошников, А., & Угер, А. (1988). *Подслащивающие вещества в пищевой промышленности*. М.: Агропромиздат.
- Кухаренко, А. А., Богатырев, А. Н., Короткий, В. М., & Дашев, М. Н. (2008). Научные принципы обогащения пищевых продуктов микронутриентами. *Пищевая промышленность*, (5), 62–63.
- Ломачинский, В. В. (2010). *Разработка технологии плодовоовощных криопорошков и их использование в пищевой промышленности* [Кандидатская диссертация, Кубанский государственный технологический университет]. Краснодар, Россия.
- Ломачинский, В. В., & Касьянов, Г. И. *Технология получения плодовоовощных криопорошков*. Краснодар: Экоинвест.
- Мамиконова, О. А., Крутько, В. Н., & Потемкина, Н. С. (2009). Информационная структура и алгоритмы компьютерной системы «Питание для здоровья и долголетия». *Экология и безопасность жизнедеятельности*, (1), 121–129.
- Остриков, А. Н., Абрамов, О. В., & Рудометкин, А. С. (2004). *Экструзия в пищевых технологиях*. СПб.: Гиорд.
- Скурихин, В. А., Тутельян, В. А., & Скурихина, И. М. (2007). *Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания*. М.: ДеЛи Принт.
- Спиричев, В. Б., Шатнюк, Л. Н., & Позняковский, В. М. (2005). *Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами: Монография*. Новосибирск: Сибирское университетское издательство.
- Харламова, О. А., & Кафка, Б. В. (1979). *Натуральные пищевые красители*. М.: Пищевая промышленность.
- Шатнюк, Л. Н., Степанова, Е. Н., Голубкина, Н. А., Сторчевая, Т. Р., & Поляков, В. А. (1987). *Производство витаминизированных безалкогольных напитков в СССР и за рубежом: Обзорная информация*. М.: АгроНИИТЭИПП.
- Янковская, В. С. (2023). *Теоретическое обоснование методологии формирования качества при разработке технологий функциональных структурированных молочных продуктов с криопорошками*. М.: Российский государственный аграрный университет.
- Яролиева, З. А. (2017). *Совершенствование технологии криопорошков из плодов и ягод, выращиваемых в предгорных районах Дагестана*. Краснодар: Кубанский государственный технологический университет.
- Hemila, H. (1997). Vitamin C intake and susceptibility to the common cold. *The British Journal of Nutrition*, 77(1), 59–72. <https://doi.org/10.1017/S0007114500002889>
- Nehring, P., & Krause, H. (1963). *Konserventechnisches Handbuch der Obst und Gemüseverwertungsindustrie*. Sindustrie. Verlag G. Hempel, Braunschweig.
- Valkonen, M. M., & Kuusi, T. (2019). Vitamin C prevents the acute atherogenic effects of passive smoking. *Mediterranean Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 28(3), 428–436. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5805947>

ВКЛАД АВТОРОВ

Щерба Ирина Владимировна: подготовка черновика рукописи.

Бакуменко Олеся Евгеньевна: концептуализация, создание рукописи и ее редактирование, научное руководство исследованием.

Бакуменко Полина Владимировна: проведение исследования, подготовка черновика рукописи.

REFERENCES

- Bakumenko, O. E. (2013). *Tekhnologiya obogashchennykh produktov pitaniya dlya tselevykh grupp. Nauchnye osnovy i tekhnologiya* [Technology of fortified foods for target groups. Scientific foundations and technology]. Moscow: DeLi plus.
- Bystrova, E. A. (2018). Vysokoeffektivnyi sposob pererabotki yagod brusniki v tekhnologiyakh poroshkoobraznykh polufabrikatov [A highly efficient way of processing cranberries in powdered semi-finished products technologies]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], (4), 5–12.
- Doronin, A. F., Soboleva, N. P., & Pakhomova, T. A. (2011). Kombinirovannye napitki na soevoi osnove [Soy-based combination drinks]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], (8), 32–33.
- Egorova, S. V., Akhmatziaeva, M. M., & Rostegaev, R. S. (2018). Rastitel'naya pishcha budushchego [Plant food of the future]. In *Advanced science: Cbornik statei III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Advanced science: Collection of articles of the 3rd International scientific and practical conference] (vol. 2, pp. 134–137). Penza: Nauka i prosveshchenie.
- Gal'perina, S. I. (1974). *Fiziologiya cheloveka* [Human physiology]. Moscow: Vysshaya shkola.
- Jankovskaja, V. S. (2023). *Teoreticheskoe obosnovanie metodologii formirovaniya kachestva pri razrabotke tehnologij funkcional'nykh strukturirovannykh molochnykh produktov s krioporoshkami* [Theoretical substantiation of the methodology of quality formation in the development of technologies for functional structured dairy products with cryopowders]. Moscow: Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet.
- Jarolieva, Z. A. (2017). *Sovershenstvovanie tehnologij krioporoshkov iz plodov i jagod, vyrashhivaemykh v predgornyyh rajonah Dagestana* [Improving the technology of cryopowders from fruits and berries grown in the foothills of Dagestan]. Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj tehnologicheskij universitet.
- Kas'yanov, G. I., Semenov, G. V., Gritskikh, V. A., & Troyanova, T. L. (2004). *Sushka syr'ya i proizvodstvo sukhikh zavtrakov* [Drying of raw materials and production of breakfast cereals]. Moscow: MarT.
- Kharlamova, O. A., & Kafka, B. V. (1979). *Natural'nye pishchevye krasiteli* [Natural food dyes]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost'.
- Kodentsova, V. M. (2015). *Vitaminy* [Vitamins]. Moscow: Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo.
- Krutoshnikova, A., & Uger, A. (1988). *Podslachchivayushchie veshchestva v pishchevoi promyshlennosti* [Sweetening substances in the food industry]. Moscow: Agropromizdat.
- Kukharenko, A. A., Bogatyrev, A. N., Korotkii, V. M., & Dadashev, M. N. (2008). Nauchnye printsipy obogashcheniya pishchevykh produktov mikronutrientami [Scientific principles of food fortification with micronutrients]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], (5), 62–63.
- Lomachinskii, V. V. (2010). *Razrabotka tehnologij plodovoshchnykh krioporoshkov i ikh ispol'zovanie v pishchevoi promyshlennosti* [Development of technology of fruit and vegetable cryopowders and their use in the food industry] [Candidate Dissertation, Kubanskii gosudarstvennyj tehnologicheskii universitet]. Krasnodar, Russia.
- Lomachinskii, V. V., & Kas'yanov, G. I. Tekhnologiya polucheniya plodovoovoshchnykh krioporoshkov [Technology of obtaining fruit and vegetable cryopowders]. Krasnodar: Ekoinvest.
- Mamikonova, O. A., Krut'ko, V. N., & Potemkina, N. S. (2009). Informatsionnaya struktura i algoritmy komp'yuternoi sistemy "Pitanie dlya zdorov'ya i dolgoletiya" [Information structure and algorithms of the computer system "Nutrition for health and longevity"]. *Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [Ecology and Life Safety], (1), 121–129.
- Ostrikov, A. N., Abramov, O. V., & Rudometkin, A. S. (2004). *Ekstruziya v pishchevykh tekhnologiyakh* [Extrusion in food technology]. S-Petersburg: Giord.
- Shatnyuk, L. N., Stepanova, E. N., Golubkina, N. A., Storchevaya, T. R., & Polyakov, V. A. (1987). *Proizvodstvo vitaminizirovannykh bezalkogol'nykh napitkov v SSSR i za rubezhom: Obzornaya informatsiya* [Production of fortified soft drinks in the USSR and abroad: Overview]. Moscow: AgroNIITEIPP.
- Skurikhin, V. A., Tutel'yan, V. A., & Skurikhina, I. M. (2007). *Tablitsy khimicheskogo sostava i kaloriinosti rossiiskikh produktov pitaniya* [Tables of chemical composition and calorific content of Russian food]. Moscow: DeLi Print.
- Spirichev, V. B., Shatnyuk, L. N., & Poznyakovskii, V. M. (2005). *Obogashchenie pishchevykh produktov vitaminami i mineral'nymi veshchestvami: Monografiya* [Fortification of food products with vitamins and minerals: Monograph]. Novosibirsk: Sibirskoe universitetskoe izdatel'stvo.
- Zverev, S. V., & Zvereva, N. S. (2006). *Funktsional'nye zernoprodukty* [Functional grain products]. Moscow: DeLi Print.
- Hemila, H. (1997). Vitamin C intake and susceptibility to the common cold. *The British Journal of Nutrition*, 77(1), 59–72. <https://doi.org/10.1017/S0007114500002889>
- Nehring, P., & Krause, H. (1963). *Konserventechnisches Handbuch der Obst und Gemüservewertungsindustrie*. Sindustrie. Vergal G. Hempel, Braunschweig.
- Valkonen, M. M., & Kuusi, T. (2019). Vitamin C prevents the acute atherogenic effects of passive smoking. *Mediterranean Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 28(3), 428–436. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5805947>