

<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-2-2435>
<https://elibrary.ru/WQPQGB>

Оригинальная статья
<https://fptt.ru>

Безалкогольные напитки из пророщенной гречихи: технологические аспекты и пищевая ценность



М. А. Зенькова^{1,*}, Л. А. Мельникова¹, В. Н. Тимофеева²

¹ Белорусский государственный экономический университет^{ROR}, Минск, Республика Беларусь

² Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий^{ROR},
Могилев, Республика Беларусь

Поступила в редакцию: 19.08.2022
Принята после рецензирования: 18.10.2022
Принята к публикации: 08.11.2022

*Mariya L. Zenkova: mariya_LZ@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-3098-981X>
Ludmila A. Melnikova: <https://orcid.org/0000-0002-0015-1832>
Valentina N. Timofeeva: <https://orcid.org/0000-0003-0498-1320>

© M.L. Zenkova, L.A. Melnikova, V.N. Timofeeva, 2023



Аннотация.

Безалкогольные напитки на растительном сырье являются новой категорией продуктов в пищевой промышленности, и их популярность возрастает. Использование пророщенной гречихи (*Fagopyrum esculentum* Moench.) позволяет расширить ассортимент данных напитков. Цель работы заключалась в изучении влияния компонентного состава на технологию производства и пищевую ценность безалкогольных напитков из пророщенной гречихи.

Объекты исследования: водно-зерновые и водно-фруктово-зерновые смеси, а также модельные образцы гречневых напитков с фруктовыми компонентами (пюре из облепихи или черной смородины, яблочный сок). В работе применялись стандартные методы исследований, а также методы высокоэффективной жидкостной хроматографии и атомно-эмиссионной спектроскопии.

Замачивание зерна гречихи в воде с последующим его проращиванием при температуре 20 ± 2 °C в течение 46 ч приводило к повышению уровня микробной обсемененности. Для получения безопасного безалкогольного напитка необходимо проводить подогрев водно-зерновой суспензии при температуре 65 °C не менее 3 мин. Добавление фруктового компонента к водно-зерновой смеси позволило увеличить вязкость дисперсионной среды и время осаждения твердых частиц. Установлено, что для разрушения коллоидной системы после нагревания при температуре 98 ± 2 °C в течение 1 мин и уменьшения размера частиц смесь необходимо гомогенизировать. Смешивание измельченного пророщенного зерна гречихи с фруктовыми компонентами обеспечило получение продукта с гармоничным вкусом, который содержит сахара (6,72–8,04 г/100 см³), органические кислоты (338,91–446,93 мг/100 см³), минеральные вещества (0,07–0,08 %) и аминокислоты (лейцин, лизин, цистин и тирозин).

Протирание гречихи и последующая ее гомогенизация позволяют сохранить полезные вещества пророщенного зерна в напитке. Отмечено повышение сенсорных характеристик и пищевой ценности безалкогольных напитков при добавлении пюре из облепихи или черной смородины.

Ключевые слова. Гречиха, зерновое сырье, пророщенное зерно, напитки, облепиха, смородина, микрофлора, безопасность

Финансирование. Исследование проводилось при поддержке Министерства образования Республики Беларусь (источник финансирования – средства республиканского бюджета по договору от 22.02.2022 ГЗ 21-23/2022) в рамках задания «Разработка научно обоснованных решений, обеспечивающих интенсификацию переработки зернового сырья» ГПНИ № 9 «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность».

Для цитирования: Зенькова М. Л., Мельникова Л. А., Тимофеева В. Н. Безалкогольные напитки из пророщенной гречихи: технологические аспекты и пищевая ценность // Техника и технология пищевых производств. 2023. Т. 53. № 2. С. 316–325. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-2-2435>

Non-Alcoholic Beverages from Sprouted Buckwheat: Technology and Nutritional Value



Mariya L. Zenkova^{1,*}, Ludmila A. Melnikova¹,
Valentina N. Timofeeva²

¹ Belarus State Economic University^{ROR}, Minsk, Republic of Belarus

² Belarusian State University of Food and Chemical Technologies^{ROR}, Mogilev, Republic of Belarus

Received: 19.08.2022

Revised: 18.10.2022

Accepted: 08.11.2022

*Mariya L. Zenkova: mariya_LZ@mail.ru,

<https://orcid.org/0000-0003-3098-981X>

Ludmila A. Melnikova: <https://orcid.org/0000-0002-0015-1832>

Valentina N. Timofeeva: <https://orcid.org/0000-0003-0498-1320>

© M.L. Zenkova, L.A. Melnikova, V.N. Timofeeva, 2023



Abstract.

Plant-based soft drinks are a relatively new product category. Germinated, or sprouted, buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) can be used as a raw material in functional beverages. It has a good potential for expanding the range of this category. The research objective was to study the effect of formulation on the production technology and nutritional value of non-alcoholic beverages from germinated buckwheat.

The study featured water-grain and water-fruit-grain mixes, as well as model samples of buckwheat drinks fortified with various fruit components, e.g., sea buckthorn, black currant, apple, etc. Standard research methods were supported by high performance liquid chromatography and atomic emission spectrometry.

Buckwheat was soaked in water at $20 \pm 2^\circ\text{C}$ for 46 h. This germination method resulted in a high level of microbial contamination. To ensure food safety, the water-grain suspension was brought up to 65°C for 3 min. The fruit components increased the viscosity of the dispersion medium, as well as the settling time of solid particles. The mix had to be homogenized in order to reduce the particle size and destroy the colloidal system after heating ($98 \pm 2^\circ\text{C}$, 1 min). The final product had a harmonious taste and contained sugars ($6.72\text{--}8.04\text{ g/100 cm}^3$), organic acids ($338.91\text{--}446.93\text{ mg/100 cm}^3$), minerals ($0.07\text{--}0.08\%$), and amino acids (leucine, lysine, cystine, and tyrosine).

Buckwheat homogenization preserved the beneficial substances in the raw material. The samples fortified with sea buckthorn or blackcurrant puree had the best sensory profile and nutritional value.

Keywords. Buckwheat, grain, technology, sea buckthorn, currant, microbial flora, amino acids, mineral nutrients, sugars, acids

Funding. The research was supported by the Ministry of Education of the Republic of Belarus, agreement no. GZ 21-23/2022, 22.02.2022, as part of state assignment on the New scientific solutions for grain processing (Agricultural technology and Food Security, topic 9).

For citation: Zenkova ML, Melnikova LA, Timofeeva VN. Non-Alcoholic Beverages from Sprouted Buckwheat: Technology and Nutritional Value. Food Processing: Techniques and Technology. 2023;53(2):316–325. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-2-2435>

Введение

На стремительный рост популярности продуктов растительного происхождения повлияли такие модные тенденции, как веганство и вегетарианство, забота о благополучии животных и окружающей среде, которые находят отражения в блогах о продуктах питания и социальных сетях. Потребители больше обращают внимание на растительную пищу, включающую зерновые продукты, бобовые, орехи, фрукты и овощи [1]. Кроме того, такие продукты

часто относят к функциональным продуктам и супер-фудам и могут употребляться в качестве перекусов «на ходу» (on the going) или на завтрак [2, 3].

Тема безалкогольных напитков на растительном сырье широко обсуждается в производственном и научном кругах как наиболее динамично развивающееся направление [4–6]. Все большее число потребителей выбирает безалкогольные напитки на растительном сырье по медицинским показаниям или в качестве продуктов для здорового образа

жизни [7]. Безалкогольные напитки на растительном сырье представляют собой водорастворимые экстракты из бобовых и масличных культур, злаков или орехов, которые по внешнему виду напоминают молоко животных. Поэтому многие потребители воспринимают их как заменители коровьего молока и используют в домашней кулинарии. Однако такие безалкогольные напитки имеют отличные от животного молока сенсорные характеристики, стабильность суспензии и пищевую ценность.

Безалкогольные напитки из бобовых, зерна и орехов производятся путем экстрагирования растворимых веществ растительного сырья водой и отделения жидкости. Гомогенизация и термическая обработка необходимы для улучшения консистенции и микробиологической стабильности напитков [8]. Содержание питательных веществ зависит от вида растительного сырья и рецептурных компонентов, которые вносятся в напиток с целью повышения его пищевой ценности. Однако многие из этих напитков имеют, с точки зрения потребителей, неприятный «бобовый» вкус и меловой привкус, вызванный нерастворимыми крупными частицами [9]. Поэтому для формирования хороших сенсорных характеристик таких напитков важную роль, наряду с сырьем, играют технологические процессы.

Для разработки безалкогольных напитков на растительном сырье выбрано зерно гречихи (*Fagopyrum esculentum* Moench.), которое широко используется в пищевой промышленности, не содержит глютен, в отличие от других зерновых культур, и по вкусу привычно для потребителей [10, 11]. Применяя процесс проращивания зерна и многоэтапную термическую обработку суспензии, а также комбинируя пророщенное зерно с фруктовыми компонентами, получили продукты с новыми сенсорными характеристиками.

Целью работы являлось изучение влияния компонентного состава на технологию производства и пищевую ценность безалкогольных напитков из пророщенной гречихи.

Объекты и методы исследования

В исследовании использовалась гречиха (*Fagopyrum esculentum* Moench.) для проращивания. Водно-зерновую смесь для приготовления безалкогольных напитков обрабатывали в условиях повышенных температур для снижения ее микробной обсемененности и изменения консистенции. Смесь из пророщенного зерна гречихи с водой в соотношении 1:8 готовили следующим образом: пророщенные зерна смешивали с водой в соотношении 1:1, затем измельчали, добавляли остальное количество воды и перемешивали. Водно-фруктово-зерновые смеси готовили путем добавления в водно-зерновую смесь фруктовых компонентов.

Модельные образцы безалкогольных напитков «Напиток гречневый с облепихой из пророщенного зерна» и «Напиток гречневый с черной смородиной из пророщенного зерна» представляли собой суспензию растворенного и измельченного растительного сырья в воде с добавлением сахара. Для улучшения сенсорных характеристик и пищевой ценности напитков добавляли фруктовые компоненты (пюре из облепихи или черной смородины, яблочный сок).

Исследования проводили в лаборатории кафедры товароведения и экспертизы товаров Белорусского государственного экономического университета и в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Для исследования микробиологических показателей готовили десятикратные разведения водно-зерновой суспензии в пептонно-солевом растворе по ГОСТ 26669-85. Их вносили параллельно в две чашки Петри, содержащие мясо-пептонный агар (МПА), для определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) и инкубировали при 30 ± 1 °C в течение 72 ч в аэробных условиях по ГОСТ 10444.15-94. Также водно-зерновые суспензии добавляли в чашки Петри, содержащие среду Сабуро, для определения количества дрожжей и плесневых грибов и инкубировали при 25 ± 1 °C в течение пяти дней по ГОСТ 1044.12-2013. По результатам культивирования определяли численные значения КМАФАнМ по ГОСТ 26670-91, плесеней и дрожжей – по ГОСТ 1044.12-2013.

Высоту осадка определяли следующим образом: подготовленные образцы помещали в мерные цилиндры из стекла и отмечали их высоту (мм), относительно которой рассчитывали высоту образующегося осадка (%) каждые 20 мин в течение 3 ч.

Содержание сухих веществ определяли по ГОСТ 6687.2-90 рефрактометрическим методом, кислотность – по ГОСТ 6687.4-86, pH – по ГОСТ 26188-2016. Содержание общего азота устанавливали по ГОСТ 10846-91 на автоматической установке Turbotherm для разложения по методу Кьельдаля с дистиллятором Vapodest; содержание белка в гречихе рассчитывали путем умножения величины содержания азота на коэффициент $k = 5,53$. Аминокислотный состав определяли по МВИ МН 1363-2000 на жидкостном хроматографе Agilent 1200 (США). Содержание углеводов и глицерина устанавливали по СТБ 1907-2008 и по МВИ МН 4475-2012 на жидкостном хроматографе Agilent 1200. Содержание органических кислот определяли по ГОСТ 33410-2015 на жидкостном хроматографе Agilent 1200. Минеральные вещества

определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой по МУК 4.1.1482-2003 на атомно-эмиссионном спектрометре Optima 2100 DV (США).

Результаты и их обсуждение

Общая схема производства безалкогольного гречневого напитка с фруктовым компонентом из пророщенного зерна включает замачивание и проращивание обрушенного зерна гречихи, мокрое измельчение пророщенного зерна, подогревание, добавление рецептурных компонентов, подогревание, гомогенизирование, ультрапастеризацию и асептическую упаковку. Процесс проращивания и пищевая ценность пророщенного зерна гречихи изучались нами ранее [12, 13]. Пророщенное зерно гречихи имело приятный сладковатый вкус и тонкое ореховое послевкусие. Зерно гречихи содержало разнообразную эпифитную микрофлору, наиболее характерными представителями которой являлись спороносные бактерии, дрожжи и споры плесневых грибов. Некоторые виды этих микроорганизмов, в том числе патогенных для человека, могут активно развиваться при проращивании. При производстве безалкогольных напитков с использованием пророщенного зерна гречихи особое место занимает технологическая операция замачивания зерна. Этот процесс характеризуется взаимодействием зерна с избыточным объемом воды, нарушением целостности семенной оболочки и проникновением воды внутрь зерна. Проращивание зерна гречихи при температуре 20 ± 2 °С приводило к повышению суммарного содержания в нем бактерий, дрожжей и плесневых грибов. Жизнеспособное количество бактерий и дрожжей достигало максимального числа в

конце процесса проращивания [13]. Важной стадией процесса производства безалкогольных напитков из пророщенной гречихи является получение водно-зерновой смеси путем протирания, которая может дополнительно инфицироваться микроорганизмами извне (с оборудования, инвентаря, из воздуха) и приводить к снижению качества готового продукта. Количество добавляемой воды при изготовлении влияет на внешний вид и консистенцию безалкогольного напитка. Поэтому опытным путем было определено соотношение пророщенного зерна гречихи и воды как 1:8. Для изучения влияния температуры на количественный состав микрофлоры образцы водно-зерновой суспензии обрабатывали при температурах 55, 65 и 85 °С течение 3, 6 и 9 мин (табл. 1).

Из представленных результатов исследования видно, что в контрольном образце водно-зерновой суспензии не обнаружены плесневые грибы. Воздействие температуры 55 °С в течение 9 мин приводило к гибели вегетативных форм бактерий и клеток дрожжей; при температуре 65 °С они инактивировались в течение 3 мин. Таким образом, было рекомендовано после измельчения водно-зерновую смесь подогреть в течение 3 мин до температуры не менее 65 °С.

При изготовлении модельных образцов безалкогольных напитков установлено, что полидисперсность частиц в коллоидной системе приводила к ее дестабилизации. Это подтверждается исследованиями других ученых: большинство безалкогольных напитков из бобовых культур, зерна и орехов нестабильны при хранении, т. к. взвешенные частицы быстро оседают [3, 9, 14, 15]. На рисунке 1 представлена схема формирования опытных образцов

Таблица 1. Количественный состав микрофлоры водно-зерновой суспензии из пророщенной гречихи при разной температурной обработке

Table 1. Water-grain suspension from sprouted buckwheat: microbial count at different temperatures

Продолжительность обработки, мин	Состав микрофлоры, КОЕ/г	Водно-зерновая суспензия	Обработка водно-зерновой суспензии		
			55 °С	65 °С	85 °С
Без обработки (контроль)	КМАФАнМ	$1,7 \times 10^6$	–	–	–
	Плесени	н/о	–	–	–
	Дрожжи	$1,5 \times 10^2$	–	–	–
3	КМАФАнМ	–	$9,0 \times 10^1$	н/о	н/о
	Плесени	–	н/о	н/о	н/о
	Дрожжи,	–	н/о	н/о	н/о
6	КМАФАнМ	–	$2,0 \times 10^1$	н/о	н/о
	Плесени,	–	н/о	н/о	н/о
	Дрожжи	–	н/о	н/о	н/о
9	КМАФАнМ	–	н/о	н/о	–
	Плесени,	–	н/о	н/о	–
	Дрожжи	–	н/о	н/о	–

Примечание: н/о – не обнаружено.

Note: н/о – not detected.

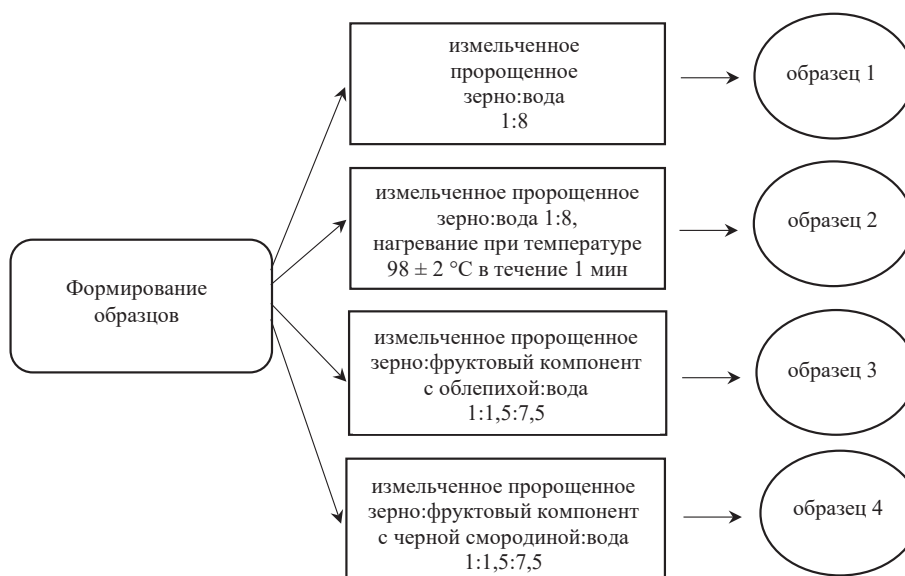


Рисунок 1. Схема формирования опытных образцов

Figure 1. Modeling scheme

для изучения влияния состава и термической обработки на изменение высоты осадка при хранении.

Исследовали процесс образования осадка при хранении образцов (рис. 2). Скорость осаждения взвешенных частиц зависит от вязкости дисперсионной среды и разности плотностей между частицами и дисперсной фазы. При нагревании водно-зерновой смеси происходила клейстеризация крахмала, и вязкость раствора повышалась. Консистенция продукта напоминала кисель и не расслаивалась при хранении (рис. 2, образец 2) по сравнению с водно-зерновой смесью без нагревания (рис. 2, образец 1). При внесении фруктовой части вязкость дисперсионной среды увеличивалась из-за содержания пектина, а скорость осаждения уменьшалась по сравнению с образцом 1 (рис. 2, образцы 3 и 4). Это приводило к более медленному расслоению смеси, а готовый напиток становился привлекательным для потребителя.

Добавление фруктового компонента повышало коллоидную стабильность полуфабриката и улучшало его сенсорные характеристики. Однако более плотные частицы смеси оседали и образовывали осадок. У смеси с черной смородиной высота осадка после хранения в течение 3 ч была больше (62,1 %) по сравнению со смесью с облепихой (55,8 %). Для изменения киселеобразной консистенции и повышения стабильности безалкогольных напитков смеси нагревали при температуре 98 ± 2 °C в течение 1 мин и подвергали гомогенизации. Для безалкогольных напитков на растительном сырье применяются современные технологии для уменьшения

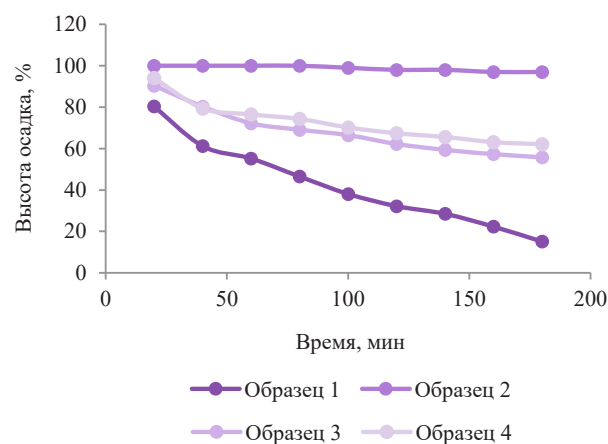


Рисунок 2. Изменение высоты осадка при хранении образцов

Figure 2. Changes in sediment during storage

размера частиц и снижения вязкости, такие как ультразвук, импульсное электрическое поле, ультразвуковое облучение высокой интенсивности, омический нагрев и гомогенизация при сверхвысоком и высоком давлении [8]. Влияние таких способов обработки на коллоидную систему может быть рассмотрено в дальнейших исследованиях.

В качестве фруктового компонента использовались протертые ягоды облепихи или черной смородины, которые содержат пищевые волокна, витамины и минеральные вещества. Публикации в научных журналах свидетельствуют о присутствии в черной смородине полифенольных сое-

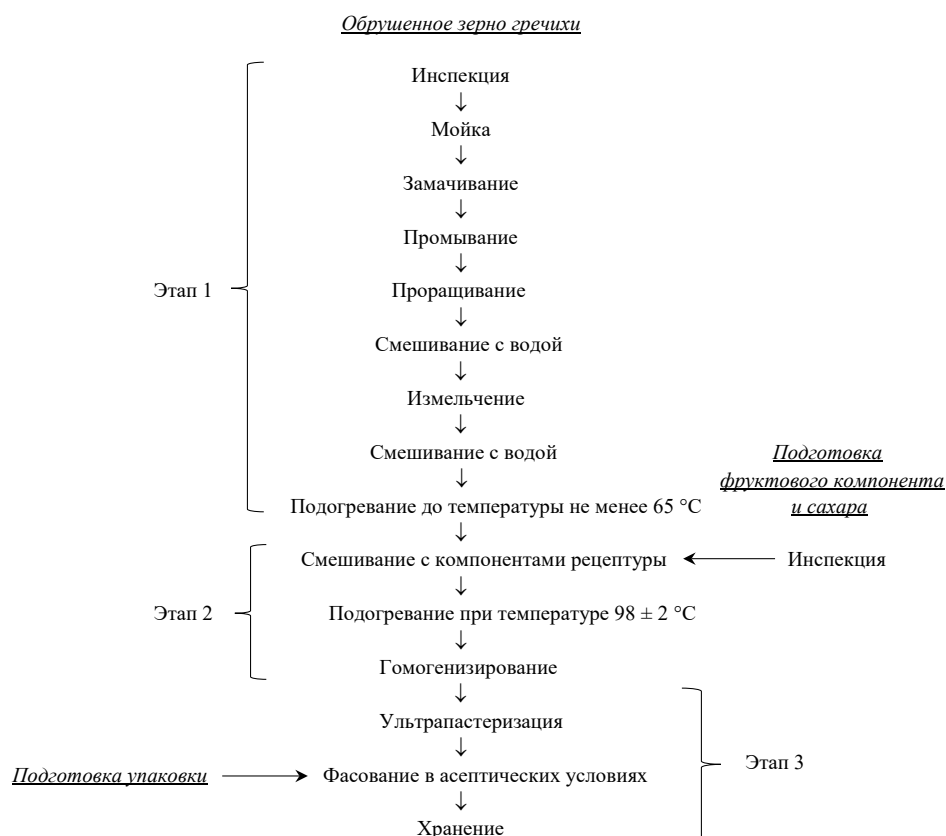


Рисунок 3. Общая схема производства безалкогольного гречневого напитка с фруктовым компонентом

Figure 3. Production scheme: soft buckwheat drink fortified with a fruit component

динений, таких как антоцианы, а в пюре из облепихи – β -каротина, который является провитамином А [16–19]. Также в качестве фруктового компонента могут использоваться порошки из ягод.

Рецептуры модельных образцов безалкогольных напитков включали пророщенное зерно гречихи, пюре из облепихи или черной смородины, яблочный сок и сахар. Сахар использовали для улучшения сенсорных характеристик. Сахара присутствуют во фруктовых ингредиентах, а их содержание в зерне гречихи увеличивается при проращивании [12]. Поэтому количество добавляемого сахара в напитки составляло не более 3 %. Как видно из рисунка 3, технология гречневого напитка с фруктовым компонентом состоит из нескольких этапов.

На первом этапе обрушенное зерно гречихи помещали в ванну со сливным отверстием высотой слоя не более 20 см и промывали холодной водой в течение 0,5–1 мин, затем замачивали в воде с температурой 20 ± 2 °C в соотношении зерно:вода 1:1,2 до влажности зерна 39–42 % в течение 3–4 ч. По достижении требуемой влажности воду сливали, зерно промывали водой и оставляли для контакта с воздухом при температуре 20 ± 2 °C для проращива-

ния на 34–40 ч, орошая зерна водой и перемешивая каждые 4 ч. При появлении у зерна корешков 5–7 мм их промывали водой и готовили водно-зерновую смесь в соотношении пророщенное зерно:вода 1:8. Для этого пророщенное зерно смешивали с водой в соотношении 1:1, а затем измельчали на протирочной машине (мокрое измельчение) с диаметром отверстий сит 0,8–1,2 мм до однородной массы. Измельченное пророщенное зерно гречихи смешивали с остальным количеством воды и нагревали до температуры не менее 65 °C. На втором этапе водно-зерновую смесь смешивали с подготовленными фруктовыми компонентами и сахаром до однородной массы. Полученную сложную гетерогенную систему нагревали при температуре 98 ± 2 °C в течение 1 мин, не давая смеси сильно вспениваться, и передавали на гомогенизацию для разрушения образовавшейся коллоидной системы. На третьем этапе из накопительной емкости продукт подавали в установку для ультрапастеризации и фасования в упаковку Тетра Пак объемом не более 1 л. Полученный гречневый напиток с фруктовым компонентом представляет собой непрозрачную суспензию, имеющую приятный освежающий вкус и фруктовый аромат.

Модельные образцы гречневых напитков с фруктовыми компонентами были изготовлены без использования стабилизаторов, эмульгаторов, консервантов и других пищевых добавок и хранились в течение 12 месяцев при температуре 20 ± 2 °С. Физико-химические показатели модельных образцов безалкогольных напитков и содержание нутриентов в напитках после хранения представлены в таблицах 2–6.

На содержание сухих веществ в безалкогольных напитках на основе пророщенной гречихи влияло внесение фруктовых компонентов и содержание сахаров и крахмала в пророщенном зерне [12]. Содержание органических кислот обусловлено внесением фруктовых компонентов с высоким содержанием органических кислот, таких как пюре из облепихи и черной смородины, яблочный сок.

Модельные образцы безалкогольных напитков имели низкое содержание белка, что подтвер-

ждается исследованием напитков из других зерновых культур [20]. Однако в растительных тканях может содержаться небелковый азот, который находится в форме свободных аминокислот или других соединений [21]. При исследовании безалкогольных напитков на основе пророщенной гречихи идентифицированы цистин, тирозин, лейцин и лизин (табл. 3).

Вкус и пищевая ценность безалкогольных напитков на основе пророщенного зерна гречихи зависят от содержания в них углеводов. В облепихе содержится трехатомный спирт глицерин, придающий сладкий вкус ягодам [19]. Сахара в модельных образцах безалкогольных напитков были представлены глюкозой, фруктозой и сахарозой, в напитке с добавлением облепихи обнаружен глицерин (табл. 4). Суммарное содержание моно- и дисахаридов в безалкогольных напитках составило

Таблица 2. Физико-химические показатели модельных образцов безалкогольных напитков

Table 2. Physical and chemical parameters of model samples

Наименование показателя	Напиток гречневый с облепихой	Напиток гречневый с черной смородиной
Массовая доля сухих веществ, %	11,2	10,8
Кислотность, см ³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм ³ , израсходованного на титрование 100 см ³ напитка	2,9	2,4
pH	3,8	4,5

Таблица 3. Содержание белка и аминокислот в модельных образцах безалкогольных напитков

Table 3. Proteins and amino acids in model samples

Наименование показателя	Напиток гречневый с облепихой	Напиток гречневый с черной смородиной
Содержание белка, %	0,40	0,50
Аминокислотный состав, мг на 100 см ³		
Заменимые аминокислоты		
Цистин	0,08	0,12
Тирозин	0,24	0,26
Незаменимые аминокислоты		
Лейцин	0,32	0,38
Лизин	0,12	0,12

Таблица 4. Содержание глицерина и сахаров в модельных образцах безалкогольных напитков, г на 100 см³

Table 4. Glycerin and sugars in model samples, g per 100 cm³

Наименование показателя	Напиток гречневый с облепихой	Напиток гречневый с черной смородиной
Глицерин	0,14 ± 0,01	н/о
Фруктоза	1,78 ± 0,01	1,22 ± 0,01
Глюкоза	2,41 ± 0,06	1,05 ± 0,02
Сахароза	3,85 ± 0,08	4,45 ± 0,02
Мальтоза	н/о	н/о

Примечание: н/о – не обнаружено.

Note: н/о – not detected.

Таблица 5. Содержание органических кислот в модельных образцах безалкогольных напитков, мг на 100 см³Table 5. Organic acids in model samples, mg per 100 cm³

Наименование органической кислоты	Напиток гречневый с облепихой	Напиток гречневый с черной смородиной
Щавелевая	7,25 ± 0,08	4,33 ± 0,08
Винная	117,72 ± 1,69	5,39 ± 0,02
Яблочная	290,97 ± 5,16	88,55 ± 0,07
Молочная	14,00 ± 0,32	н/о
Уксусная	6,88 ± 0,04	н/о
Лимонная	10,11 ± 0,04	240,64 ± 0,43
Янтарная	н/о	н/о

Примечание: н/о – не обнаружено.

Note: н/о – not detected.

Таблица 6. Минеральный состав модельных образцов безалкогольных напитков, мг на 100 см³Table 6. Mineral composition of model samples, mg per 100 cm³

Наименование показателя	Напиток гречневый с облепихой	Напиток гречневый с черной смородиной	Суточная потребность (18–59 лет)*
Зольность, %	0,07	0,08	–
Кальций	2,80	4,10	1000
Фосфор	8,60	12,00	800
Магний	4,40	6,90	400
Калий	42,00	41,00	2500
Натрий	4,10	3,70	–
Железо	0,10	0,10	10 мужчины 18 женщины
Цинк	0,20	0,20	12
Медь	0,23	0,22	1
Марганец	0,04	0,06	2
Селен	< 0,1	< 0,1	–

*Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь. Санитарные нормы и правила: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012, № 180.

*Diet requirements: energy and nutrient standards for various population groups in the Republic of Belarus. Sanitary Standards and Rules: Decree No. 180 of the Ministry of Health of the Republic of Belarus, November 20, 2012.

6,72–8,04 г/100 см³. Преобладающим сахаром являлась сахароза, т. к. напитки содержали добавленный сахар.

В результате исследования установлено, что органические кислоты в гречневом напитке с облепихой были представлены яблочной кислотой, а в напитке с черной смородиной – лимонной (табл. 5). Общее содержание органических кислот находилось на уровне 338,91–446,93 мг/100 см³. Органические кислоты вносятся с фруктовыми компонентами и придают напиткам освежающий вкус.

Общее содержание минеральных веществ в безалкогольных напитках можно выразить показателем зольности, который составлял от 0,07 до 0,08 %. Содержание минеральных веществ в безалкогольных напитках было невысокое, чтобы удовлетворять потребности человека. В результате исследования установлено, что в 100 см³ гречневого

напитка с добавлением фруктовых компонентов от суточной потребности содержались: калий 1,64–1,68 %, кальций 0,3–0,4 %, фосфор 1,1–1,5 %, магний 1,1–1,7 %, железо 1 % для мужчин и 0,6 % для женщин, медь 22–23 %, марганец 2–3 % и цинк 1,7 % (табл. 6).

Выводы

Для безалкогольных напитков из пророщенной гречихи получили водно-зерновую смесь путем протирания пророщенной гречихи, смешивания с водой в соотношении 1:8 и обработки в течение 3 мин при температуре не менее 65 °С для инактивации микроорганизмов. Исследовано влияние рецептурного состава напитков и термической обработки на образование осадка при хранении образцов. Установлено, что при внесении фруктовой части скорость осаждения уменьшалась и расслоение

смеси проходило медленнее. Для изменения консистенции и повышения стабильности безалкогольных напитков при хранении смесь нагревали при температуре $98 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 1 мин и гомогенизировали. Добавление фруктовых компонентов придавало безалкогольным напиткам приятный освежающий вкус и фруктовый аромат. В готовых напитках содержались аминокислоты (цистин, тирозин, лейцин и лизин), сахара (сахароза (3,85–4,45 г/100 см³), глюкоза (1,05–2,41 г/100 см³) и фруктоза (1,22–1,78 г/100 см³), в напитке с облепихой присутствовал глицерин (0,14 г/100 см³). Наибольшую часть от общего количества органических кислот в гречневом напитке с облепихой составляла яблочная кислота (290,97 мг/100 см³), а в напитке с черной смородиной – лимонная (240,64 мг/100 см³). В 100 см³ напитка содержалось 41,0–42,0 мг калия, 2,8–4,1 мг кальция, 8,6–12,0 мг фосфора, 4,4–6,9 мг магния, 0,1 мг железа, 0,22–0,23 мг меди, 0,04–0,06 мг марганца и 0,20 мг цинка. В дальнейших исследованиях необходимо рассмотреть способы обработки водно-зерновой смеси с целью уменьшения размера частиц.

Критерии авторства

М. Л. Зенькова – аналитический обзор источников информации, разработка концепции эксперимента, изготовление модельных образцов, проведение экспериментальных исследований, опи-

сание и анализ полученных результатов, корректировка рукописи. Л. А. Мельникова – организация эксперимента, описание методов, проведение экспериментальных исследований, анализ полученных результатов, корректировка рукописи. В. Н. Тимофеева – организация эксперимента, описание методов, проведение экспериментальных исследований, анализ полученных результатов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

M.L. Zenkova wrote the review, developed the research concept, produced the model samples, performed the experimental research, analyzed the results, and proofread the manuscript. L.A. Melnikova supervised the experiment, described the methods, conducted the experimental studies, interpreted the results, and proofread the manuscript. V.N. Timofeeva organized the experiment, described the methods, performed the experimental research, and analyzed the results.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

References/Список литературы

1. Jeske S, Zannini E, Arendt EK. Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2016;72:26–33. <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0583-0>
2. Shiomi N, Waisundara VY. Superfood and functional food – The development of superfoods and their roles as medicine. *IntechOpen*; 2017. 256 p. <https://doi.org/10.5772/65088>
3. Musaeva NM, Isrigova TA, Salmanov MM, Aligazieva NM, Islamova FI, Tomaev EV. Functional foods with wheatgrass. *Development Problems of Regional Agro-Industrial Complex*. 2020;41(1):205–209. (In Russ.). [Функциональные продукты питания с применением пророщенного зерна пшеницы / Н. М. Мусаева [и др.] // Проблемы развития АПК региона. 2020. Т. 41. № 1. С. 205–209.]. <https://www.elibrary.ru/TWRTBT>
4. Silant'ev M. Should plant-based drinks be made from flour or complex mixes? *Milk Processing*. 2020;252(10):68–71. (In Russ.). [Силантьев М. Напитки на растительной основе производить из муки или комплексных смесей? // Переработка молока. 2020. Т. 252. № 10. С. 68–71.]. <https://www.elibrary.ru/KHWPDK>
5. Rybalova TI. It is – not milk. *Dairy Industry*. 2018;(4):34–37. (In Russ.). [Рыбалова Т. И. Это вам – не молоко... // Молочная промышленность. 2018. № 4. С. 34–37.]. <https://www.elibrary.ru/YWIFXA>
6. Berezutsky AA. Plant-based drinks – A new challenge for the dairy industry. *Dairy Industry*. 2021;(10):49–51. (In Russ.). [Березутский А. А. Напитки на растительной основе – новый вызов молочной отрасли // Молочная промышленность. 2021. № 10. С. 49–51.]. <https://www.elibrary.ru/WPNNBY>
7. Vojdani A, Turnpaugh C, Vojdani E. Immune reactivity against a variety of mammalian milks and plant-based milk substitutes. *Journal of Dairy Research*. 2018;85(3):358–365. <https://doi.org/10.1017/s0022029918000523>
8. Aydar EF, Tutuncu S, Ozcelik B. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*. 2020;70. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103975>
9. Merenkova SP, Androsova NV. Topical aspects of producing beverages based on plant raw material. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2018;6(3):57–67. (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/food180307>

10. Tanashkina TV, Piankova AF, Semenyuta AA, Kantemirov AV, Prikhodko YuV. Buckwheat grass tea beverages: Row materials, production methods, and biological activity. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2021;51(3):564–573. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-3-564-573>
11. Tanashkina TV, Peregoedova AA, Semenyuta AA, Boyarova MD. Gluten-free buckwheat kvass with aromatic raw materials. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2020;50(1):70–78. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-70-78>
12. Zenkova M. Bioactivated buckwheat in terms of its nutritional value. *Food Science and Technology*. 2021;15(2):4–10.
13. Zenkova ML, Melnikova LA. Microbiological assessment of wheat and buckwheat sprouting process. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2021;51(4):795–804. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-795-804>
14. Ade-Omowaye BIO, Olaniyan SA, Adeyemi IA, Isola OO. Development and quality evaluation of non-alcoholic beverages from maize based products. *Nutrition and Food Science*. 2006;36(3):183–190. <https://doi.org/10.1108/00346650610664922>
15. Alabina NM, Davydova AYU, Tsareva MA. Influence of thermal treatment on dispersion stability of vegetable milk. *Technology and Merchandising of the Innovative Foodstuff*. 2020;60(1):3–6. (In Russ.). [Алабина Н. М., Давыдова А. Ю., Царева М. А. Влияние термической обработки на дисперсионную стабильность растительного «молока» // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2020. Т. 60. № 1. С. 3–6.]. <https://www.elibrary.ru/VQHCDL>
16. Samankova NV, Timofeeva VN, Nazarova YuS. Assortment and technology for new types of frozen black and red currants fruit sauces. *Bulletin of the Mogilev State Food University*. 2020;28(1):3–11. (In Russ.). [Саманкова Н. В., Тимофеева В. Н., Назарова Ю. С. Ассортимент и технология новых видов замороженных фруктовых соусов на основе черной и красной смородины // *Вестник могилевского государственного университета продовольствия*. 2020. Т. 28. № 1. С. 3–11.]. <https://www.elibrary.ru/ONAHJB>
17. Tabatorovich AN, Tabala EB. Berry semi-finished products chemical composition and quality indicators analysis for confectionery production. *Bulletin of KSAU*. 2021;174(9):161–169. (In Russ.). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-9-161-169>
18. Zenkova M, Pinchukova Yu. Chemical composition of Sea-buckthorn and Highbush Blueberry fruits grown in the Republic of Belarus. *Food Science and Applied Biotechnology*. 2019;2(2):121–129. <https://doi.org/10.30721/fsab2019.v2.i2.59>
19. Yakovleva TP, Filimonova EYu. Food and biological value of fruits of sea-buckthorn berries. *Food Industry*. 2011;(2):11–13. (In Russ.). [Яковлева Т. П., Филимонова Е. Ю. Пищевая и биологическая ценность плодов облепихи // *Пищевая промышленность*. 2011. № 2. С. 11–13.]. <https://www.elibrary.ru/NDXZDR>
20. Fructuoso I, Romão B, Han H, Raposo A, Ariza-Montes A, Araya-Castillo L, *et al.* An overview on nutritional aspects of plant-based beverages used as substitutes for cow's milk. *Nutrients*. 2021;13(8). <https://doi.org/10.3390/nu13082650>
21. Damodaran Sh, Parkin KL, Fennema OR. *Chemistry of food products*. St. Petersburg: Professiya; 2012. 1039 p. (In Russ.). [Дамодаран Ш., Паркин К. Л., Феннема О. Р. *Химия пищевых продуктов*. СПб: Профессия, 2012. 1039 с.].