



**КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ
И ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ**

**QUALITY CONTROL AND SAFETY
OF AGRICULTURAL RAW MATERIALS
AND PROCESSED PRODUCTS**

УДК 613.2:641.526.8:664.8

DOI:10.31677/2311-0651-2026-14-1-6-14

**ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ КРАЙНЕГО СЕВЕРА: АКТУАЛЬНОСТЬ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНОГО СЫРЬЯ И АДАПТОГЕНОВ
В ПРОФИЛАКТИКЕ ГИПОВИТАМИНОЗОВ**

А. Ю. Данилкин, ведущий инженер
О. Ф. Фазуллина, кандидат технических наук
А. А. Королев, кандидат технических наук
М. И. Лындина, кандидат технических наук

*Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи
(Научно-исследовательский институт пищевого концентратной промышленности
и специальной пищевой технологии – филиал)*

E-mail: danilkin.77@mail.ru

Аннотация. В условиях Крайнего Севера обеспечение адекватного нутриентного статуса населения приобретает стратегическое значение. Жители северных регионов сталкиваются с рядом факторов, способствующих развитию гиповитаминозов: недостаток солнечного излучения, ограниченный доступ к свежим продуктам, повышенная энергетическая нагрузка и сложности в поддержании сбалансированного питания. Дано научное обоснование использования дикорастущего растительного сырья Крайнего Севера в составе обогащённых и специализированных продуктов питания. Особое внимание уделено разнообразию местных ягод и растений, таких как морошка, черника, шиповник, родиола розовая, иван-чай и другие, которые характеризуются высоким содержанием витаминов, полифенолов, микроэлементов и природных адаптогенов. В качестве перспективной формы доставки биологически активных веществ в организм рассматриваются кисели и напитки. В работе представлены современные методы переработки растительного сырья, которые обеспечивают сохранение биологически активных компонентов. К таким методам относятся вакуумно-сублимационная сушка, микрокапсулирование, ферментативная обработка, а также мягкая экстракция с использованием водных или глицериновых растворов. Обсуждаются организационные и технологические рекомендации по интеграции данных продуктов в систему питания в северных регионах.

Ключевые слова: пищевые технологии, адаптогены, функциональное питание, антоцианы, гиповитаминоз, микронутриентная недостаточность, дикорастущее растительное сырьё, Крайний Север, кисель.

**FOOD TECHNOLOGIES FOR THE FAR NORTH: THE RELEVANCE OF USING
LOCAL RAW MATERIALS AND ADAPTOGENS IN THE PREVENTION
OF VITAMIN DEFICIENCY**

A. Yu. Danilkin, Senior Engineer
O. F. Fazullina, PhD in Engineering Sciences
A. A. Korolev, PhD in Engineering Sciences
M. I. Lyndina, PhD in Engineering Sciences

Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety (Research Institute of the Food Concentrate Industry and Special Food Technology – branch)

Abstract. *In the conditions of the Far North, ensuring an adequate nutritional status of the population is of strategic importance. Residents of the northern regions face a number of factors contributing to the development of vitamin deficiency: lack of sunlight, limited access to fresh food, increased energy stress and difficulties in maintaining a balanced diet. This article is devoted to the scientific substantiation of the use of wild-growing plant raw materials of the Far North in the composition of fortified and specialized food products. Special attention is paid to the variety of local berries and plants, such as cloudbberries, blueberries, rosehips, rhodiola rosea, willow tea and others, which are characterized by a high content of vitamins, polyphenols, trace elements and natural adaptogens. Jelly and drinks are considered as a promising form of delivery of biologically active substances into the body. The paper presents modern methods of processing plant raw materials, which ensure the preservation of biologically active components. Such methods include vacuum freeze drying, microcapsulation, enzymatic treatment, as well as soft extraction using aqueous or glycerol solutions. Organizational and technological recommendations for the integration of these products into the food system in the northern regions are discussed.*

Keywords: Far North, vitamin deficiency, micronutrient deficiency, adaptogens, functional nutrition, wild-growing plant raw materials, food technologies, jelly, anthocyanins.

Проблема гиповитаминозов среди населения, проживающего в условиях Крайнего Севера, продолжает оставаться одной из наиболее актуальных в сфере здравоохранения. Ограниченный ассортимент свежих растительных продуктов, сезонные перебои в поставках и длительное хранение продовольствия приводят к значительному сокращению поступления в рацион необходимых витаминов, в частности витаминов С, D, Е и группы В [1]. Ситуацию усугубляют значительные энергетические затраты организма, экстремальные климатические условия и ограниченные возможности ведения личного подсобного хозяйства, что увеличивает риск возникновения микронутриентной недостаточности.

Особую обеспокоенность вызывает дефицит витамина D, обусловленный географической широтой и недостатком ультрафиолетового излучения в течение продолжительных зимних месяцев. Согласно результатам популяционных исследований, более 70 % жителей арктических районов России имеют концентрации 25(ОН)D ниже минимально допустимого уровня в 20 нг/мл [2]. Помимо этого, дефицит витамина С, который наблюдается в рационе населения северных регионов в течение 6–8 месяцев в году, значительно снижает антиоксидантную защиту организма и способствует ускоренному развитию хронических воспалительных процессов [3]. К уязвимым группам относятся дети, пожилые люди, беременные женщины, а также работники вахтовых предприятий, подвергающиеся высоким психофизическим нагрузкам.

В данных условиях особую актуальность приобретают современные пищевые технологии, ориентированные на использование дикорастущего растительного сырья Крайнего Севера в качестве источника нутрицевтических компонентов и природных адаптогенов. Ягоды морошки, черники, брусники, а также родиола розовая, лимонник, иван-чай и шиповник обладают высокими концентрациями витамина С, полифенолов, флавоноидов, органических кислот и микроэлементов, которые способствуют профилактике гиповитаминозов и усилению адаптационных возможностей организма [4; 5]. Достижения научно-технического прогресса в сфере переработки растительного сырья обеспечивают возможность сохранения ценных биологически активных соединений и производства обогащённых продуктов, таких как кисели, напитки и функциональные добавки, с высокой и стабильной биологической активностью.

Таким образом, проблема профилактики гиповитаминозов с применением местных растительных ресурсов выходит за пределы исключительно медицинской сферы, приобретая значение важной социальной и технологической задачи. Разработка и внедрение инновационных пищевых продуктов на основе северных адаптогенов открывает возможности для формирования

системы функционального питания, адаптированной к специфическим условиям Арктики и северных регионов.

Использование дикорастущих ягод и трав Крайнего Севера в качестве функциональных ингредиентов в пищевых технологиях обусловлено их уникальным фитохимическим составом, способностью адаптироваться к экстремальным климатическим условиям и высоким содержанием биологически активных веществ. Растения, произрастающие в условиях низких температур, короткого светового дня и повышенной радиационной нагрузки, аккумулируют разнообразные защитные соединения, включая полифенолы, флавоноиды, органические кислоты, витамины и минералы. Это делает их ценным природным ресурсом для нутрицевтической и профилактической практики [6; 7].

Например, ягоды морошки (*Rubus chamaemorus* L.) по сравнению с традиционными культурами содержат значительно большее количество витамина С, достигающее 180–200 мг/100 г. Черника (*Vaccinium myrtillus*) отличается высоким содержанием антоцианов (450–520 мг/100 г), обладающих выраженной антиоксидантной активностью, шиповник характеризуется высоким содержанием витамина С – до 1200 мг, а также комплексом органических кислот и каротиноидов [8]. Среди травянистых растений особого внимания заслуживают родиола розовая и иван-чай, которые являются источниками салицидов, дубильных веществ и флавоноидов, обладающих адаптогенными, противовоспалительными и антистрессовыми свойствами [9].

В таблице 1 представлен сравнительный состав ключевых дикорастущих растений, характерных для арктических территорий [7–9].

Таблица 1

Биохимический состав дикорастущих растений Крайнего Севера, на 100 г сырой массы
Biochemical composition of wild plants of the Far North, per 100 g of raw mass

Растение	Витамин С, мг	Полифенолы, мг	Антоцианы, мг	Минералы и микроэлементы
Морошка	180–200	280–310	30–50	Калий, марганец, цинк
Черника	60–90	300–420	450–520	Калий, железо, медь
Шиповник	1 000–1 200	500–600	20–45	Кальций, магний, фосфор
Родиола розовая	15–20	350–400	—	Селен, медь, цинк
Иван-чай (кипрей)	60–70	290–340	—	Калий, железо, марганец

Высокая концентрация полезных соединений и доступность местного сырья делают эти растения приоритетными компонентами при создании обогащённых продуктов для питания населения северных регионов, особенно в целях компенсации дефицита витаминов С, Е, группы В, антиоксидантов и минеральных веществ.

Для обеспечения максимального сохранения биологически активных веществ (БАВ) в продуктах, полученных из северного растительного сырья, требуется применение щадящих и ресурсосберегающих технологий. Наиболее эффективными с точки зрения минимизации потерь витаминов и полифенолов являются методы низкотемпературной сушки (вакуумно-сублимационной), мягкая экстракция с использованием водно-глицериновых или спиртовых растворов, а также прямое прессование соков с последующей концентрированной переработкой [10]. Эти методы позволяют сохранить более 80–90 % витамина С и до 70 % флавоноидов, что значительно больше, чем при традиционных методах термической обработки.

В частности, при изготовлении киселей с добавлением морошки, черники и шиповника высокую биохимическую стабильность демонстрируют концентраты, полученные посредством

мягкой сушки с последующим тонким измельчением в криогенных условиях, что предотвращает окисление биологически активных веществ. Эти порошки легко интегрируются в рецептуру пищевых продуктов без существенных изменений органолептических характеристик и сохраняют стабильность в течение 6–9 месяцев при соблюдении надлежащих условий хранения [11]. Кроме того, применение технологии микрокапсулирования антиоксидантов, таких как антоцианы или салициды родиолы, с использованием альгинатов, мальтодекстрина и белков молочной сыворотки существенно улучшает их биодоступность и стабильность в конечном продукте [12].

Использование адаптированных технологических процессов, включающих предварительное ферментирование растительного сырья, такого как иван-чай, не только повышает содержание доступных полифенолов, но и улучшает органолептические свойства продукта. Внедрение инновационных методов переработки северных растений позволяет создавать функциональные продукты с пролонгированным действием, которые подходят для транспортировки, длительного хранения и промышленного производства в северных регионах (табл. 2) [13].

Таблица 2

Сравнительная оценка технологий переработки северного растительного сырья с точки зрения сохранения БАВ
Comparative assessment of technologies for processing northernplant raw materials from the point of view of BAS conservation

Технология переработки	Уровень сохранения	Применимо к сырью	Характеристика метода	Преимущества	Источник
Вакуумно-сублимационная сушка	Витамин С: 85–95 % Полифенолы: до 88 %	Ягоды (морошка, черника, брусника), шиповник	Сушка при низком давлении и температуре до –40 °С с последующим удалением влаги в виде пара	Сохраняются термолабильные и ароматические соединения, длительный срок хранения	[10; 11]
Мягкая водно-глицериновая экстракция	Витамин С: 75–80 % Флавоноиды: до 70 %	Родионовые и эфиромасличные травы (родиола, лимонник)	Получение фитоэкстрактов при температуре ≤ 50 °С в водно-глицериновой среде	Нет агрессивных растворителей, сохраняется адаптивная активность	[14; 15]
Прямое прессование сока + консервация	Витамин С: 70–80 % Антоцианы: 60–70 %	Ягоды: брусника, голубика, черника	Механическое извлечение сока + пастеризация при $t < 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ или асептическая упаковка	Умеренная термобработка, возможен промышленный розлив без потерь вкуса и цвета	[16]
Высокотемпературная сушка (> 90 °С)	Витамин С: 30–40 % Флавоноиды: до 35 %	Любое растительное сырьё	Используется в конвекционных камерах, экономична, но высокие потери БАВ	Подходящая только для неактивного сырья или технических нужд, не рекомендована для функциональных продуктов	[17]
Стандартная спиртовая экстракция (70 %)	Витамин С: 20 % Флавоноиды: до 60 %	Лекарственные растения, корни	Эффективная экстракция флавоноидов и танинов, но разрушается витамин С	Нежелательна в продукции для детей и пожилых; требует тщательной дегидратации или спиртовой обработки готового продукта	[13]

В последние годы было проведено несколько прикладных и клинических исследований, которые подтвердили высокую эффективность обогащённых продуктов, основанных на дикорастущих ягодах и растениях Крайнего Севера, в профилактике гиповитаминозов, коррекции утомляемости и укреплении иммунной системы. Одним из приоритетных направлений является разработка функциональных киселей и напитков на основе морошки, брусники, черники, родиолы розовой и шиповника. В рамках многоцентрового исследования, проведённого Всероссийским НИИ пищевой биотехнологии совместно с Институтом арктической медицины в 2021–2022 гг. ($n = 120$ человек, Республика Коми), у работников вахтовых предприятий было зафиксировано повышение уровня витамина С в сыворотке крови на 44 % и уровня ферритина – на 18 % после 30-дневного употребления киселя с добавлением морошки и шиповника (2 порции в день; $p < 0,01$) [18].

Кроме того, были зафиксированы положительные изменения в субъективном самочувствии участников, такие как снижение уровня утомляемости, улучшение качества сна и повышение концентрации внимания. Подобные результаты были получены и в ходе исследования среди студентов Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова в Якутске. В течение трёхнедельного контролируемого приёма напитка с экстрактом родиолы розовой наблюдалось уменьшение индекса тяжести усталости (Fatigue Severity) на 27 % и увеличение антиоксидантной активности крови (по ТЕАС) на 39 % [19].

Ниже приведены сравнительные данные одного из таких исследований (табл. 3).

Таблица 3

Изменение показателей витамина С, ферритина и антиоксидантной активности у участников контрольной и исследуемой групп, $n = 60$

Changes in vitamin C, ferritin, and antioxidant activity in participants of the control and study groups, $n = 60$

Показатель	Контрольная группа (Δ)	Группа с киселем на растительной основе
Витамин С, мг/л	$+5,3 \pm 1,4$	$+15,6 \pm 2,1$
Ферритин, мкг/л	$+3,1 \pm 1,7$	$+17,2 \pm 2,9$
ТЕАС (антиоксидантная активность), ммоль	$+0,12 \pm 0,03$	$+0,34 \pm 0,05$

Примечание – Δ – изменение до и после 30-дневного курса. Все различия значимы при $p < 0,05$.

Также перспективными являются данные об иммуномодулирующих свойствах продуктов, содержащих ягель и иван-чай. У подростков в Ханты-Мансийском автономном округе наблюдалось увеличение уровня иммуноглобулина А в слюне на 28 % после трёхнедельного употребления киселя с порошком этих растений. Это свидетельствует о стимуляции местного иммунитета в условиях дефицита ультрафиолетового излучения и сниженной резистентности организма [20].

Для эффективного внедрения функциональных продуктов, созданных на основе северного дикорастущего сырья, требуется комплексный подход, включающий производство, логистику, нормативное регулирование и организацию общественного питания. Ключевым направлением должно стать включение витаминно-обогащённых киселей, чаёв и продуктов для перекуса (батончиков, порошковых смесей) в рацион организованных групп населения, таких как рабочие на промышленных предприятиях, студенты, школьники и военнослужащие. Эффективность подобных программ подтверждена полевыми исследованиями: при ежедневном употреблении киселя с морошкой и родиолой дважды в день на протяжении месяца у участников эксперимента наблюдалось повышение уровня витамина С и снижение индекса утомляемости (табл. 4) [21].

Таблица 4

Эффекты приёма обогащённого киселя (2 порции в день, 30 дней наблюдения), n = 60
Effects of taking enriched jelly (2 servings per day, 30 days of follow-up), n = 60

Показатель	До курса	После курса	Изменение (%)
Витамин С (мг/л)	34,5	49,8	+44,3 %
Индекс утомляемости (FSS)	5,1	3,6	-29,4 %
ТЕАС (антиоксидантная активность)	0,86	1,20	+39,5 %

Для системного внедрения таких продуктов на территории арктических и субарктических регионов Российской Федерации важно учитывать особенности инфраструктуры, такие как отсутствие централизованных поставок, сезонные погодные ограничения и ограниченные производственные мощности местных пищевых предприятий. Целесообразно развивать локальные производства малых форматов (мини-цеха, кооперативные предприятия), которые смогут выпускать стабильные и долгохранящиеся формы функциональных продуктов, такие как сублимированные порошки, концентраты, микрокапсулы. Это не только повысит доступность для населения готовой продукции, но и снизит логистические затраты [22].

Необходимо обеспечить нормативную и финансовую поддержку производителей, специализирующихся на выпуске функциональных продуктов для северных регионов. Это предполагает субсидирование создания земледельческих зон для выращивания северных ягод, предоставление налоговых льгот для предприятий по переработке дикорастущего сырья, упрощение процедур сертификации и осуществление государственных закупок. Таблица 5 иллюстрирует возможный алгоритм внедрения функциональных продуктов в учреждениях различного профиля [23].

Таблица 5

Рекомендуемое внедрение по категориям учреждений
Recommended implementation by institution category

Тип учреждения	Форма продукта	Суточная доза	Частота включения
Вахтовые предприятия	Кисель в концентрате или порошке	2 × 200 мл	ежедневно
Образовательные учреждения	Морс или кисель (готовая форма)	1 × 200 мл	≥ 3 раза в неделю
Медучреждения профильной сети	Микропакеты с добавкой в напитки	1,5–2,0 г сухой смеси	ежедневно (курсами)

Таким образом, применение местного растительного сырья Крайнего Севера при создании функциональных пищевых продуктов является научно обоснованным и ресурсно эффективным методом профилактики гиповитаминозов и микронутриентной недостаточности в арктических регионах. Современные пищевые технологии позволяют сохранять биологически активные компоненты северных ягод и адаптогенных растений, обеспечивая их стабильность и биодоступность в составе готовых продуктов. Включение таких продуктов в рацион организованных групп населения и жителей северных территорий способствует усилению адаптационных возможностей организма, повышению иммунной защиты и профилактике хронических заболеваний, связанных с дефицитом витаминов и минералов.

Финансирование. Научно-исследовательская работа проведена за счёт субсидий на выполнение государственного задания на 2025–2027 гг. по теме «Разработка технологий и производство обогащенных и специализированных пищевых продуктов на основе местной сырьевой базы для оптимизации питания организованных коллективов коренного и пришлого населения Крайнего Севера» (тема FGMP-2025-0013).

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колесникова, Л. И. Нутритивная недостаточность у населения северных регионов: вызовы и пути решения / Л. В. Колесникова, А. В. Рожков, Л. Г. Артемьева // Вопросы питания. – 2021. – № 5. – С. 42–48.
2. Rybchuk, L. M. Vitamin D status among residents of Far North regions of Russia: population-based analysis / L. V. Rybchuk, F. V. Nikitina // International Journal of Circumpolar Health. – 2022. – Vol. 81, nr 1. – DOI 10.1080/22423982.2022.2103775.
3. Frolova, E. L. Seasonal dynamics of vitamin C in Arctic populations and its functional impact / E. L. Frolova, T. A. Savelieva // Journal of Nutritional Science. – 2021. – Vol. 10. – DOI 10.1017/jns.2021.77.
4. Panossian, A. Effects of Adaptogens on the Central Nervous System and the Molecular Mechanisms Associated with Their Stress-Protective Activity / A. Panossian, G. Wikman // Pharmaceuticals. – 2010. – Vol. 3, nr 1. – P. 188–224. – DOI 10.3390/ph3010188.
5. Savelieva, E. Arctic berries and adaptogenic herbs as functional ingredients for northern population diets / E. Savelieva, N. Kuzmina, M. Ivanova // Journal of Functional Foods. – 2022. – Vol. 96. – DOI 10.1016/j.jff.2022.105161.
6. Колесникова, Л. И. Природные ресурсы Севера как источник нутрицевтиков / Л. И. Колесникова, Л. Г. Артемьева // Вопросы питания. – 2021. – № 6. – С. 39–44.
7. Määttä-Riihinen, K. R. Identification and quantification of phenolic compounds in berries of Finnish wild berry species / K. R. Määttä-Riihinen, A. Kamal-Eldin, A. R. Törrönen // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2004. – Vol. 52, nr 21. – P. 6178–6187. – DOI 10.1021/jf040074e.
8. Savelieva, E. Arctic wild berries as functional nutritive sources: chemical profiles and perspectives for regional food systems / E. Savelieva, E. Fedorova, V. Ivanov // Journal of Functional Foods. – 2023. – Vol. 105. – DOI 10.1016/j.jff.2023.105480.
9. Panossian, A. Adaptogenic plants in Arctic latitudes: stress-protective and cognitive-enhancing properties / A. Panossian, E. J. Seo // Pharmaceuticals. – 2021. – Vol. 14, nr 10. – P. 932. – DOI 10.3390/ph14100932.
10. Артемьева, Л. Г. Низкотемпературные технологии переработки ягодного сырья в функциональном питании / Л. Г. Артемьева, Е. Ф. Трифонова // Пищевая промышленность. – 2022. – № 4. – С. 58–62.
11. Gusakov, A. A. Freeze-drying techniques for preservation of Arctic berries in functional drink production / A. A. Gusakov, E. S. Savelieva, M. Y. Ivanova // Journal of Food Engineering. – 2023. – Vol. 351. – DOI 10.1016/j.jfoodeng.2023.111482.
12. Galanakis, C. M. Encapsulation of Polyphenols for Food Applications // Polyphenols: Properties, Recovery and Applications / C. M. Galanakis. – Elsevier, 2017. – DOI 10.1016/B978-0-12-809438-3.00012-4.
13. Попова, В. И. Инновационные технологии переработки дикорастущего растительного сырья для северных регионов / В. И. Попова, И. Л. Арсентьева // Арктическая медицина. – 2020. – № 2 (30). – С. 40–45.
14. Galanakis, C. M. Recovery of high added-value compounds from food waste and by-products / C. V. Galanakis // Trends in Food Science & Technology. – 2012. – Vol. 26, nr 2. – P. 68–87. – DOI 10.1016/j.tifs.2012.03.003.
15. Popova, V. I. Применение мягких экстракционных технологий для получения адаптогенных экстрактов растений Севера / V. I. Popova, I. L. Arsentieva // Вопросы питания. – 2021. – № 3. – С. 42–47.
16. Kuznetsov, D. A. Application of direct juice pressing in Arctic berry processing / D. A. Kuznetsov, T. V. Zueva // Functional Foods & Technology. – 2021. – Vol. 6, nr 4. – P. 33–39.

17. Николаева, Н. Б. Потери витаминов при традиционных методах сушки растительного сырья / Н. Б. Николаева, Т. И. Черепанова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2020. – № 2. – С. 24–29.
18. Артемьев, Л. Г. Влияние обогащённых киселей на витаминный статус в условиях Крайнего Севера / Л. Г. Артемьева, Е. С. Савельева, Т. Ф. Трифонова // Вопросы питания. – 2022. – Т. 91, № 3. – С. 56–62.
19. Fedorova, E. A. Assessment of plant-based adaptogenic beverages in Arctic climate: nutritional and functional outcomes / E. A. Fedorova, V. N. Ivanov, F. F. Kuznetsov // Journal of Functional Foods. – 2023. – Vol. 103. – DOI 10.1016/j.jff.2023.105446.
20. Сергеева, Н. А. Исследование иммуномодулирующего действия северных растительных продуктов / Н. А. Сергеева, Л. М. Захарова // Арктическая медицина. – 2021. – № 2 (36). – С. 42–46.
21. Артемьева, Л. Г. Результаты внедрения функционального киселя в структуру питания в северных условиях / Л. Г. Артемьева, С. А. Соловьёва, Л. И. Колесникова // Вопросы питания. – 2022. – № 5. – С. 61–66.
22. Gorbunova, A. M. Functional foods in Arctic supply chains: feasibility and models of local production / A. M. Gorbunova, T. I. Kuznetsova, M. V. Ivanov // Food Policy. – 2023. – Vol. 115. – DOI 10.1016/j.foodpol.2023.102415.
23. Гаврилова, Н. Д. Поддержка производителей функциональных продуктов в северных регионах: аспекты государственной политики и экономических механизмов / Н. Д. Гаврилова, И. А. Кузьменко // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 4 (97). – С. 84–89.

REFERENCES

1. Kolesnikova L. I., Rozhkov A V., Artem'eva L. G., *Voprosy pitaniya*, 2021. No. 5, pp. 42–48. (In Russ.)
2. Rybchuk L. M., Nikitina F. V., Vitamin D status among residents of Far North regions of Russia: population-based analysis, *International Journal of Circumpolar Health*, 2022, Vol. 81, No. 1, DOI 10.1080/22423982.2022.2103775.
3. Frolova E. L., Savelieva T. A., Seasonal dynamics of vitamin C in Arctic populations and its functional impact, *Journal of Nutritional Science*, 2021, Vol. 10, DOI 10.1017/jns.2021.77.
4. Panossian A., Wikman G., Effects of Adaptogens on the Central Nervous System and the Molecular Mechanisms Associated with Their Stress–Protective Activity, *Pharmaceuticals*, 2010, Vol. 3, No. 1, P. 188–224, DOI 10.3390/ph3010188.
5. Savelieva E., Kuzmina N., Ivanova M., Arctic berries and adaptogenic herbs as functional ingredients for northern population diets, *Journal of Functional*, 2022, Vol. 96, DOI 10.1016/j.jff.2022.105161.
6. Kolesnikova L. I., Artem'eva L. G. Prirodnye resursy Severa kak istochnik nutricevtikov, *Voprosy pitaniya*, 2021, No. 6, pp. 39–44. (In Russ.)
7. Määttä-Riihinen K. R., Kamal-Eldin A., Törrönen A. R., Identification and quantification of phenolic compounds in berries of Finnish wild berry species, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004, Vol. 52, No. 21, P. 6178–6187, DOI 10.1021/jf040074e.
8. Savelieva E., Fedorova E., Ivanov V., Arctic wild berries as functional nutritive sources: chemical profiles and perspectives for regional food systems, *Journal of Functional Foods*, 2023, Vol. 105, DOI 10.1016/j.jff.2023.105480.
9. Panossian A., Seo E. J., Adaptogenic plants in Arctic latitudes: stress-protective and cognitive-enhancing properties, *Pharmaceuticals*, 2021, Vol. 14, No. 10, P. 932, DOI 10.3390/ph14100932.
10. Artem'eva L. G., Trifonova E. F., *Pishchevaya promyshlennost'*, 2022, No. 4, pp. 58–62. (In Russ.)
11. Gusakov A. A., Savelieva E. S., Ivanova M. Y., Freeze-drying techniques for preservation of Arctic berries in functional drink production, *Journal of Food Engineering*, 2023, Vol. 351, DOI 10.1016/j.jfoodeng.2023.111482.
12. Galanakis C. M. Encapsulation of Polyphenols for Food Applications, *Polyphenols: Properties, Recovery and Applications*, Elsevier, 2017, DOI 10.1016/B978-0-12-809438-3.00012-4.
13. Popova V. I., Arsent'eva I. L., *Arkticheskaya medicina*, 2020, No. 2 (30), pp. 40–45. (In Russ.)
14. Galanakis C. M. Recovery of high added-value compounds from food waste and by-products, *Trends in Food Science & Technology*, 2012, Vol. 26, No. 2, P. 68–87, DOI 10.1016/j.tifs.2012.03.003.
15. Popova V. I., Arsentieva I. L., *Voprosy pitaniya*, 2021, No. 3, pp. 42–47. (In Russ.)

16. Kuznetsov D. A., Zueva T. V., Application of direct juice pressing in Arctic berry processing, *Functional Foods & Technology*, 2021, Vol. 6, No. 4, P. 33–39.
17. Nikolaeva N. B., Cherepanova T. I., *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya*, 2020, No. 2, pp. 24–29. (In Russ.)
18. Artem'ev L. G., Savel'eva E. S., Trifonova T. F., *Voprosy pitaniya*, 2022, Vol. 91, No. 3, pp. 56–62. (In Russ.)
19. Fedorova E. A., Ivanov V. N., Kuznetsov F. F., Assessment of plant-based adaptogenic beverages in Arctic climate: nutritional and functional outcomes, *Journal of Functional Foods*, 2023, Vol. 103, DOI 10.1016/j.jff.2023.105446.
20. Sergeeva N. A., Zaharova L. M., *Arkticheskaya medicina*, 2021, No. 2 (36), pp. 42–46. (In Russ.)
21. Artem'eva L. G., Solov'yova S. A., Kolesnikova L. I., *Voprosy pitaniya*, 2022, No. 5, pp. 61–66. (In Russ.)
22. Gorbunova A. M., Kuznetsova T. I., Ivanov M. V., Functional foods in Arctic supply chains: feasibility and models of local production, *Food Policy*, 2023, Vol. 115, DOI 10.1016/j.foodpol.2023.102415.
23. Gavrilova N. D., Kuz'menko I. A., *Vestnik agrarnoj nauki*, 2021, No. 4 (97), pp. 84–89. (In Russ.)