






## Оценка минерального профиля дикорастущего растительного сырья и продуктов его переработки для создания продуктов питания функциональной направленности

Константин А. Лещуков	<sup>1</sup>	<a href="mailto:ka.leshchukov@orelsau.ru">ka.leshchukov@orelsau.ru</a>	 0000-0002-6200-2568
Оксана А. Ковалева	<sup>1</sup>	<a href="mailto:oa.kovaleva@orelsau.ru">oa.kovaleva@orelsau.ru</a>	 0000-0002-8476-5398
Ольга С. Киреева	<sup>1</sup>	<a href="mailto:os.kireeva@orelsau.ru">os.kireeva@orelsau.ru</a>	 0000-0002-8343-0369
Татьяна Н. Лазарева	<sup>1</sup>	<a href="mailto:tn.lazareva@orelsau.ru">tn.lazareva@orelsau.ru</a>	 0000-0001-5525-0099
Наталия Н. Поповичева	<sup>1</sup>	<a href="mailto:nn.popovicheva@orelsau.ru">nn.popovicheva@orelsau.ru</a>	 0000-0002-5445-8346

<sup>1</sup> Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, г. Орел, 302019, Россия

**Аннотация.** Растительное сырье и продукты его переработки являются источником необходимых биологически активных нутриентов и широко используются в пищевом производстве при создании продуктов функционального и специализированного питания. Проведены исследования минерального профиля ягод клюквы обыкновенной дикорастущей (*Vaccinium oxycoccos*), произрастающей в Республике Карелия и продуктов переработки ягод (сока и жмыха) при разных способах переработки сырья. Исследования минерального состава свежих ягод клюквы обыкновенной и продуктов их переработки, полученных разными способами, показали высокое содержание эссенциальных макро- и микроэлементов в свежих ягодах, соках и жмыхах и позволили установить закономерность миграции и распределения микронутриентов в зависимости от способа предварительной обработки сырья. Полученные в ход эксперимента данные позволяют судить о высоком минеральном профиле ягод клюквы дикорастущей и продуктов ее переработки и содержании некоторых элементов (в частности фосфора и марганца) в физиологически значимом количестве, что объясняет перспективу применения продуктов переработки дикорастущего ягодного сырья для обогащения продуктов питания микронутриентами. Исследования минерального состава съедобных упаковочных пленок на основе концентрированного сока клюквы, показали более высокий минеральный профиль всех образцов пленок с добавлением сока, полученного с предварительной обработкой ягодного сырья паром, вне зависимости от вида структурообразующей матрицы, что обусловлено более высоким содержанием сухих веществ концентрированного сока. Установлено, что предварительная обработка ягодного сырья паром перед извлечением сока, а также последующее его концентрирование позволяет переработать сырье с максимальным сохранением эссенциальных компонентов, обладающих высокой степенью биологической активности.

**Ключевые слова:** дикорастущее сырье, клюква, фитобиотики, продукты переработки, минеральный профиль, функциональные продукты питания, сок, жмыхи.

## Evaluation of the mineral profile of wild plant raw materials and products of its processing for the creation of functional food products

Konstantin A. Leshchukov	<sup>1</sup>	<a href="mailto:ka.leshchukov@orelsau.ru">ka.leshchukov@orelsau.ru</a>	 0000-0002-6200-2568
Oksana A. Kovaleva	<sup>1</sup>	<a href="mailto:oa.kovaleva@orelsau.ru">oa.kovaleva@orelsau.ru</a>	 0000-0002-8476-5398
Olga S. Kireeva	<sup>1</sup>	<a href="mailto:os.kireeva@orelsau.ru">os.kireeva@orelsau.ru</a>	 0000-0002-8343-0369
Tatiana N. Lazareva	<sup>1</sup>	<a href="mailto:tn.lazareva@orelsau.ru">tn.lazareva@orelsau.ru</a>	 0000-0001-5525-0099
Natalia N. Popovicheva	<sup>1</sup>	<a href="mailto:nn.popovicheva@orelsau.ru">nn.popovicheva@orelsau.ru</a>	 0000-0002-5445-8346

<sup>1</sup> Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, General Rodina Street, 69, Orel, 302019, Russia

**Abstract.** Vegetable raw materials and their processed products are a source of necessary biologically active nutrients and are widely used in food production when creating functional and specialized nutrition products. Studies of the mineral profile of wild cranberry berries (*Vaccinium oxycoccos*) growing in the Republic of Karelia and berry processing products (juice and cake) with different methods of processing raw materials have been carried out. Studies of the mineral composition of fresh cranberry berries and their processed products obtained by various methods showed a high content of essential macro- and microelements in fresh berries, juices and cakes and allowed us to establish the regularity of migration and distribution of micronutrients depending on the method of pre-processing of raw materials. The data obtained during the experiment allow us to judge the high mineral profile of wild cranberry berries and its processed products and the content of certain elements (in particular phosphorus and manganese) in a physiologically significant amount, which explains the prospect of using products of processing wild berry raw materials to enrich food with micronutrients. Studies of the mineral composition of edible packaging films based on concentrated cranberry juice have shown a higher mineral profile of all samples of films with the addition of juice obtained with pretreatment of berry raw materials with steam, regardless of the type of structure-forming matrix, which is due to a higher content of concentrated juice solids. It has been established that the pre-processing of berry raw materials with steam before extracting the juice, as well as its subsequent concentration, allows processing raw materials with maximum preservation of essential components with a high degree of biological activity.)

**Keywords:** wild-growing raw materials, cranberries, phytochemicals, processed products, mineral profile, functional products, juice, cake.

### Для цитирования

Лещуков К.А., Ковалева О.А., Киреева О.С., Лазарева Т.Н., Поповичева Н.Н. Оценка минерального профиля дикорастущего растительного сырья и продуктов его переработки для создания продуктов питания функциональной направленности // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 4. С. 103–109. doi:10.20914/2310-1202-2022-4-103-109

### For citation

Leshchukov K.A., Kovaleva O.A., Kireeva O.S., Lazareva T.N., Popovicheva N.N. Evaluation of the mineral profile of wild plant raw materials and products of its processing for the creation of functional food products. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 84. no. 4. pp. 103–109. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-4-103-109

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

По данным официальной статистики, в последние годы большая часть населения России испытывает существенный недостаток в рационе кальция, магния, йода, цинка и других минеральных веществ, а также ряда витаминов [1–4]. Неадекватное поступление минеральных элементов с пищей оказывает негативное влияние на физиологическое состояние организма, способствует развитию нарушений обменных процессов и хронических заболеваний [5, 6]. Компенсация дефицита микро- и макроэлементов может быть обеспечена обогащением традиционных продуктов пищевого рациона эссенциальными веществами посредством внесения в рецептуру функциональных физиологически значимых компонентов с высоким минеральным профилем [7–11].

В последние годы активно ведется работа по профилактике дефицита микронутриентов пищи и возникновения алиментарно-зависимых заболеваний путем корректировки рациона питания и применения продуктов функциональной направленности созданных на основе принципов пищевой комбинаторики, физиологически адаптированных, биосовместимых и безопасных с точки зрения присутствия ксенобиотиков [12–13]. Растительное сырье, в том числе дикорастущее фитобиотическое сырье, и продукты его переработки являются источником необходимых биологически активных нутриентов и широко используются в пищевом производстве при создании продуктов функционального и специализированного питания [14–19]. При этом современное состояние перерабатывающей отрасли диктует необходимость рациональной и комплексной переработки сырья как животного, так и растительного происхождения, применения безотходных и ресурсосберегающих технологий с получением конечного продукта, обладающего высокой степенью биологической активности, с максимальным сохранением эссенциальных компонентов.

**Цель работы** – исследование влияния способов предварительной обработки свежих ягод клюквы обыкновенной дикорастущей (*Vaccinium oxycoccos*) на минеральный профиль продуктов переработки ягодного сырья и упаковочных съедобных пленок на их основе для применения в технологии продуктов функционального питания.

## Материалы и методы

Для исследования минерального профиля использовались ягоды клюквы обыкновенной дикорастущей (*Vaccinium oxycoccos*), произрастающей в Республике Карелия, собранные в фазе технической спелости в сентябре 2021 года, хранившиеся в условиях холодильной камеры при температуре  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  в течение 6 месяцев. Из ягодного сырья извлекали сок и исследовали продукты переработки ягод – сок и жмых.

Соки клюквы получали двумя способами: способ № 1 – прямой отжим прессованием без предварительной обработки ягод; способ № 2 – отжим прессованием с предварительной обработкой ягод паром в течение 10 минут и охлаждением ягод до комнатной температуры перед извлечением сока. Полученные соки концентрировали следующим образом: по 500 мл извлеченного прессованием сока концентрировали выпариванием в одинаковых условиях при атмосферном давлении по запатентованной технологии в течение 2 ч [20]. На основе концентрированных соков клюквы были изготовлены съедобные пленки с использованием растворов крахмала, желатина или агар-агара в качестве структурной матрицы при следующем соотношении компонентов:

- образец № 1: с добавлением 2%-ного раствора агар-агара с соком № 1 (без предварительной обработки ягод паром) в количестве 1 г на 100 мл раствора;

- образец № 2: с добавлением 2%-ного раствора агар-агара с соком № 2 (с предварительной обработкой ягод паром) в количестве 1 г на 100 мл раствора;

- образец № 3: с добавлением 25%-ного раствора пищевого желатина с соком № 1 (без предварительной обработки ягод паром) в количестве 1 г на 100 мл раствора;

- образец № 4: с добавлением 25%-ного раствора пищевого желатина с соком № 2 (с предварительной обработкой ягод паром) в количестве 1 г на 100 мл раствора;

- образец № 5: с добавлением 4,5%-ного раствора картофельного крахмала с соком № 1 (без предварительной обработки ягод паром) в количестве 1 г на 100 мл раствора;

- образец № 6: с добавлением 4,5%-ного раствора картофельного крахмала с соком № 2 (с предварительной обработкой ягод паром) в количестве 1 г на 100 мл раствора.

Исследование минерального состава образцов свежих ягод клюквы, клюквенных соков и съедобных пленок на основе концентрированных соков клюквы проводили на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно связанной плазмой ICAP-6300 после пробоподготовки, которую проводили согласно методическим указаниям к прибору.

### Результаты и обсуждение

Подвергнутое предварительной обработке паром при извлечении сока ягодное сырье приобрело более мягкую консистенцию за счет разрушения клеточных стенок, частичной денатурации белковых веществ и снижения механической прочности тканей. При этом выход сока составил 68,5%, что ниже на 3,8% в сравнении с первым способом извлечения сока без предварительной тепловой обработки ягодное сырье (выход сока 72,3%). Массовая доля растворимых сухих веществ в соке, полученном способом № 1, составила 8,24%, способом № 2 – 10,34%. Влажность жмыхов, полученных после извлечения сока, составила 25,81 и 28,18% при извлечении сока без предварительной тепловой обработки ягодного сырья и с обработкой ягод паром. Полученные результаты объясняются различной степенью разрушения нецеллюлозных полисахаридов, в результате чего образуются продукты, обладающие различной растворимостью, часть из которых переходит в извлеченный сок, придавая ему большую вязкость. При этом одновременно происходит образование гидрофильных полисахаридов, удерживающих воду в клеточных стенках жмыха, препятствующих наиболее полному извлечению сока из ягодного сырья.

Результаты исследования содержания массовой доли золы в продуктах переработки ягодного сырья (рис. 1) показали, большее содержание золы в соке и жмыхе 1 способа переработки ягод. Анализируя данные рисунка 1, можно сделать вывод, что предварительная обработка ягод клюквы паром в течение 10 минут приводит к снижению зольности продуктов переработки ягод: сока – в 1,4 раза или в 1,8 раза (в зависимости от содержания сухих веществ) и жмыха – в 1,2 раза.

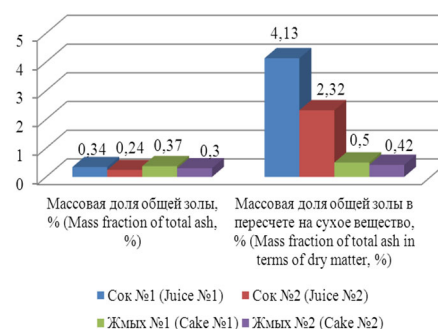


Рисунок 1. Содержание золы в продуктах переработки ягод клюквы, полученных различными способами

Figure 1. Ash content in cranberry berry processing products obtained by various methods

Исследования минерального состава свежих ягод клюквы обыкновенной и продуктов их переработки, полученных разными способами, показали высокое содержание эссенциальных макро- и микроэлементов в свежих ягодах, соках и жмыхах и позволили установить закономерность миграции и распределения микронутрентов в зависимости от способа предварительной обработки сырья (таблица 1).

Таблица 1.

Минеральный состав клюквы обыкновенной дикорастущей (*Vaccinium oxycoccos*) и продуктов ее переработки

Table 1.

Mineral composition of wild cranberry (*Vaccinium oxycoccos*) and its processed products

Элемент Element	Содержание в 100 г.   Content			
	Ягоды клюквы	Сок № 1	Сок № 2	Жмых № 2
Кальций, мг   Calcium, mg	16,088	18,587	16,294	31,459
Железо, мг   Iron, mg	0,764	0,215	0,197	0,302
Калий, мг   Potassium, mg	88,875	49,820	44,415	105,640
Литий, мкг   Lithium, mg	8,546	5,426	4,549	9,675
Магний, мг   Magnesium, mg	42,683	41,112	37,733	75,152
Марганец, мг   Manganese, mg	0,755	2,851	1,313	1,798
Натрий, мг   Sodium, mg	1,360	0,742	0,935	1,401
Фосфор, мг   Phosphorus, mg	20,987	8,631	9,053	112,363
Цинк, мг   Zinc, mg	1,753	4,783	3,108	4,148
Алюминий, мкг   Aluminum, mg	*	0,2856	0,0755	*
Ртуть, мкг   Mercury, mg	*	*	*	*
Кадмий, мкг   Cadmium, µg	0,591	0,493	1,282	0,009
Мышьяк мкг   Arsenic µg	*	*	*	*
Свинец, мкг   Lead, µg	*	*	*	*
Примечание: * – Не обнаружено в пределах определяемого метода   Note: * – Not detected within the defined method				

Установлено, что ягоды и продукты переработки клюквы дикорастущей богаты эссенциальными макроэлементами магнием, калием, кальцием, фосфором, из микроэлементов в существенном количестве содержится марганец и железо, причем в зависимости от способа предварительной обработки количественное содержание минеральных веществ существенно варьирует. В зависимости от способа переработки сырья меняется степень миграции микронутриентов в сок и минеральный состав конечных продуктов переработки ягод.

Отмечено, что в соке прямого отжима без предварительной обработки ягод паром выше содержание кальция (на 2,293 мг/100г), железа (на 0,018 мг/100г), калия (на 5,405 мг/100г), магния (на 3,379 мг/100г), марганца (на 1,538 мг/100г) и цинка (на 1,675 мг/100г) в сравнении с соком, полученным с предварительной обработкой ягод паром. Причем содержание калия в соках № 1 и № 2 снижается в 1,78 раза и в 2 раза соответственно в сравнении с ягодой, наряду с увеличением его содержания в жмыхах № 1 и № 2 – в 1,19 раза и 1,21 раза соответственно.

В продуктах переработки ягодного сырья содержится значительно больше марганца (в 3,78 раза и в 1,07 раза соответственно – в соках и в 2,38 и 2,71 раза – в жмыхах). При этом содержание марганца в ягодах и продуктах переработки в количестве от 0,755 до 2,851 мг/100г достаточно высоко при норме его потребления от 2 до 5 мг/сутки. Содержание фосфора в соках снижается более чем в 2 раза в сравнении с исходной ягодой, однако жмыхи содержат его в 5,35 и 6,16 раз больше, чем ягоды. По содержанию железа свежие ягоды превосходит только жмых № 2 (в 1,28 раза), в остальных продуктах переработки содержание железа снижается. Количество магния в соках близко к значениям ягодного сырья, что способно обеспечить около 10% суточной потребности в макроэлементе, однако в жмыхах его содержание возрастает примерно в 2 раза, что составит примерно 18–22% от суточной потребности (в зависимости от способа переработки сырья). При этом содержание минеральных элементов в жмыхах возрастает прямо пропорционально их снижению в соках, полученных разными способами. Это объясняется образованием комплексных соединений металлов с полисахаридами (в частности, пектином) в процессе набухания и перехода части минеральных элементов в ягодный жмых.

Исследование элементного состава позволило установить также присутствие в ягодах клюквы дикорастущей висмута (0,116 мкг/100 г.), никеля (1,449 мкг/100 г.),

ванадия (5,095 мкг/100 г.), серебра (0,710 мкг/100 г.) и сурьмы (0,003 мкг/100 г.). Однако существенно низкие значения содержания, а также отсутствие эссенциальной значимости указанных элементов в пищевом рационе объяснили отсутствие необходимости их количественного определения в продуктах переработки ягодного сырья.

Полученные данные свидетельствуют о том, что предварительная обработка ягод паром способствует накоплению в полученном соке кадмия, при этом в жмыхах вне зависимости от способа получения содержится предельно низкое количество этого элемента.

Содержания кадмия, который относится к токсичным элементам и контролируется как показатель безопасности в ягодах и продуктах их переработки не превышает значений, установленных Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (норма – не более 3 мкг/100 г.). В ходе исследований образцов ягод и продуктов их переработки свинца, мышьяка и ртути не обнаружено, что объясняется местом произрастания ягодного сырья в экологически чистом регионе России.

Полученные данные позволяют судить о высоком минеральном профиле ягод клюквы дикорастущей и продуктов ее переработки и содержании некоторых элементов (в частности фосфора и марганца) в физиологически значимом количестве, что объясняет перспективу применения продуктов переработки дикорастущего ягодного сырья для обогащения продуктов питания микронутриентами.

В частности, ранее разработана технология получения составов съедобных пленок с концентрированными ягодными соками, позволяющая повысить минеральный профиль продуктов питания, выработанных с их использованием [21]. Концентрирование соков прямого отжима позволяет существенно повысить пищевую ценность соков и снизить количество вносимого сока в съедобную пленку, необходимого для адекватного содержания в ней минеральных веществ, позволяющего придать функциональные свойства упакованному в нее продукту. Аналогичным образом были получены съедобные пленки с концентрированным соком клюквы. Исследования минерального состава съедобных упаковочных пленок на основе концентрированного сока клюквы, полученных различными способами (таблица 2) показали более высокий минеральный профиль всех образцов пленок с добавлением сока, полученного 2 способом вне зависимости от вида структурообразующей матрицы, что обусловлено более высоким содержанием сухих веществ концентрированного сока.

Таблица 2.

Макро- и микроэлементный состав съедобных упаковочных пленок на основе концентрированного сока клюквы

Table 2.

Macro- and microelement composition of edible packaging films based on concentrated cranberry juice

Элемент Element	Образец Sample					
	1	2	3	4	5	6
Кальций, мг   Calcium, mg	11,869	15,916	11,095	20,683	14,169	15,001
Кадмий, мкг/г   Cadmium, mg/g	1,487	0,966	0,733	1,721	1,686	1,276
Железо, мг   Iron, mg	0,045	0,213	0,029	0,120	0,051	0,089
Калий, мг   Potassium, mg	38,268	50,081	39,001	92,839	70,306	91,922
Литий, мкг   Lithium, mcg	23,541	31,140	24,166	58,003	43,976	57,314
Магний, мг   Magnesium, mg	20,208	29,211	12,649	24,453	16,617	21,378
Марганец, мг   Manganese, mg	0,349	0,531	0,220	0,379	0,236	0,369
Натрий, мг   Sodium, mg	0,362	0,475	0,382	0,867	0,641	0,832
Фосфор, мг   Phosphorus, mg	18,587	19,063	8,116	8,985	8,954	9,605
Цинк, мг   Zinc, mg	2,734	3,108	2,537	3,959	4,907	4,987

Причем установлено существенное содержание фосфора в пленках на основе агар-агара, близкое к значениям исходного ягодного сырья, что объясняется присутствием соединений фосфора в агар-агаре, полученном их морских водорослей, богатых этим элементом.

Содержание кадмия, который был обнаружен в продуктах переработки ягодного сырья, в съедобных пленках не превышает значений, установленных Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

### Заключение

Проведенные исследования позволили установить зависимость минерального профиля продуктов переработки дикорастущего ягодного сырья и съедобных упаковочных пленок от способа предварительной обработки ягод перед извлечением сока. Установлено, что предварительная обработка ягодного сырья паром перед извлечением сока, а также последующее его концентрирование позволяет переработать сырье с максимальным сохранением эссенциальных компонентов, обладающих высокой степенью биологической активности. Богатый минеральный профиль продуктов переработки

дикорастущего ягодного сырья объясняет перспективы его использования для обогащения продуктов питания макро- и микроэлементами.

На основании полученных результатов в дальнейшем будет оптимизирована дозировка внесения сока в пленку, а также подобран оптимальный расход съедобной пленки в зависимости от вида упаковываемого продукта с целью обеспечения физиологически значимого содержания макро-и микроэлементов в конечном продукте для придания функциональных свойств. Проведенные исследования позволяют обозначить перспективу применения и рассмотреть направления использования ягодных жмыхов, полученных после извлечения сока, в качестве ценного сырьевого ресурса с богатым минеральным профилем для обогащения продуктов питания эссенциальными микронутриентами.

### Благодарности

Работа выполнена по заказу Минсельхоза России за счет средств федерального бюджета в 2022 году «Разработка упаковочных решений, обеспечивающих увеличение срока годности продукта».

### Литература

- 1 Лир Д.Н., Перевалов А.Я. Анализ фактического домашнего питания проживающих в городе детей дошкольного и школьного возраста // Вопросы питания. 2019. Т. 88. № 3. С. 69–77. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10031
- 2 Мартинчик А.Н., Батурин А.К., Кешабянц Э.Э. и др. Анализ фактического питания детей и подростков России в возрасте от 3 до 19 лет // Вопросы питания. 2017. Т. 86. № 4. С. 50–60. doi: 10.24411/0042-8833-2017-00059
- 3 Алферова В.И., Мустафина С.В., Рымар О.Д. Йодная обеспеченность в России и мире: что мы имеем на 2019 год? // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. 2019. Т. 15. № 2. С. 73–82. doi: 10.14341/ket10353
- 4 Погожева А.В., Коденцова В.М. Группы риска множественного дефицита витаминов и минеральных веществ среди населения // Клиническое питание и метаболизм. 2020. Т. 1. № 3. – С. 137–143. doi: 10.17816/clinutr48744
- 5 Артеменков А.А. Проблема профилактики эндемических заболеваний и микроэлементозов у человека // Профилактическая медицина. 2019. № 22(3). С. 92–100. doi: 10.17116/profmed20192203192
- 6 Gallo M., Ferrara L., Calogero A., Montesano D. et al. Relationships between food and diseases: What to know to ensure food safety // Food Research International. 2020. Vol. 137. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109414

- 7 Janve M., Singhal R.S. Fortification of puffed rice extrudates and rice noodles with different calcium salts: Physicochemical properties and calcium bioaccessibility / LWT. 2018. Vol. 97. P. 67–75. doi: 10.1016/j.lwt.2018.06.030
- 8 Haas I.C.S. et al. Polyphenolic profile, macro – and microelements in bioaccessible fractions of grape juice sediment using gastrointestinal simulation // Food Bioscience. 2019. Vol. 27. P. 66–74. doi: 10.1016/j.fbio.2018.11.002
- 9 Сычева О.В., Кайшев В.Г. Обогащение – путь к созданию нового поколения пищевых продуктов // Товаровед продовольственных товаров. 2020. № 10. С. 36–40. doi: 10.33920/igt-01–2010–05
- 10 Истригова Т.А., Джамбулатов З.М., Салманов М.М., Селимова У.А. и др. Продукты питания – главный фактор здоровья // Известия Дагестанского ГАУ. 2019. № 3 (3). С. 49–54. doi: 10.15217/issn2686–7591.2019.3.49
- 11 Shubham K. et al. Iron deficiency anemia: A comprehensive review on iron absorption, bioavailability and emerging food fortification approaches // Trends in Food Science & Technology, V. 99, 2020, P. 58–75, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.021>.
- 12 Жилинская Н.В. Обогащенная молочная продукция – основной тренд коррекции дефицита микронутриентов: научные исследования и промышленное внедрение // Молочная промышленность. 2020. № 6. С. 32–34. doi: 10.31515/1019–8946–2020–06–32–34
- 13 Кайшев В.Г. Обогащение продуктов питания – современный принцип пищевой индустрии // Аграрно-пищевые инновации. 2020. № 4 (12). С. 70–76. doi: 10.31208/2618–7353–2020–12–70–76
- 14 Zhang Yi., Zhao Yi., Liu X., Chen X. et al. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) as a new functional food relationship with health: an overview // Journal of Future Foods. 2021. Vol. 1, Issue 2. P. 168–178. doi: 10.1016/j.jfutfo.2022.01.006
- 15 Ширитова Л.Ж. Брусника кавказская – источник биологически активных веществ // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2021. № 4 (34). С. 66–71.
- 16 Попова Н.В., Калинина И.В., Павлова С.В. Перспективы использования вторичных продуктов переработки зеленого чая для создания обогащающих пищевых ингредиентов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2021. Т. 9. № 4. С. 70–76. doi: 10.14529/food210408
- 17 Chongthama N., Bisht M.S., Santosha O., Bajwa H.K. et al. Mineral elements in Bamboo shoots and Potential role in Food Fortification // Journal of Food Composition and Analysis. 2021. Vol. 95. doi: 10.1016/j.jfca.2020.103662
- 18 Типсина Н.Н., Сизых О.А. Использование дикорастущего сырья при разработке макаронных изделий (обзор) // Вестник КрасГАУ. 2022. № 2 (179). С. 217–224. doi: 10.36718/1819–4036–2022–2–217–224
- 19 Феофилактова О.В., Стоянова О.Н., Мотовилов К.Я. Использование растительного сырья Уральского региона в производстве продукции предприятий общественного питания // Индустрия питания. 2019. Т. 4. № 4. С. 44–52. doi: 10.29141/2500-1922-2019-4-4-6
- 20 Пат. 2501280 РФ, МПК А 23 В 4/10. Способ получения съедобного защитного покрытия для мясных продуктов / Киреева О.С., Шалимова О.А.; патентообладатель Орловский государственный аграрный ун-т (2013)
- 21 Ковалева О.А., Здрабова Е.М., Киреева О.С. Перспективы использования концентрированных ягодных соков в технологии мясных продуктов // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2019. № 48. С. 28–35. doi: 10.17217/2079–0333–2019–48–28–35


## References

1. Lir DN, Perevalov AY. Analysis of actual home nutrition of urban children of pre-school and school age. *Voprosy pitaniia*. 2019; 88(3): 69–77. (in Russian).
2. Martinchik AN, Baturin AK, Keshabyants EE, et al. Dietary intake analysis of Russian children 3–19 years old. *Voprosy pitaniia*. 2017; 86(4):50–60. (in Russian).
3. Alferova VI, Mustafina SV, Rymar OD. Iodine status of the population in Russia and the world: what do we have for 2019? *Clinical and experimental thyroidology*. 2019; 15(2):73–82. (in Russian).
4. Pogozheva a., Kodentsova V.M. Risk groups for multiple vitamin and mineral deficiencies in the population // *Clinical nutrition and metabolism*. – 2020. – Vol. 1. – N. 3. – P. 137–143. doi: 10.17816/clinutr48744 (in Russian).
5. Artemenkov A.A. The problem of prevention of endemic diseases and microelementoses in humans // *Preventive medicine*. 2019. No.22(3). pp. 92–100. doi: 10.17116/profmed20192203192 (in Russian).
6. Gallo M., Ferrara L., Calogero A., Montesano D. et al. Relationships between food and diseases: What to know to ensure food safety // *Food Research International*. 2020. Vol. 137. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109414
7. Janve M., Singhal R.S. Fortification of puffed rice extrudates and rice noodles with different calcium salts: Physicochemical properties and calcium bioaccessibility / LWT. 2018. Vol. 97. P. 67–75. doi: 10.1016/j.lwt.2018.06.030
8. Haas I.C.S., Toaldo I.M., Gomes T.M., Luna A.S., et al. Polyphenolic profile, macro – and microelements in bioaccessible fractions of grape juice sediment using gastrointestinal simulation // *Food Bioscience*. 2019. Vol. 27. P. 66–74. doi: 10.1016/j.fbio.2018.11.002
9. Sycheva O.V., Kaishev V.G. Enrichment – the way to the creation of a new generation of food products // *Commodity specialist of food products*. 2020. No. 10. pp. 36–40. doi: 10.33920/igt-01–2010–05 (in Russian).
10. Istrigova T.A., Dzhambulatov Z.M., Salmanov M.M., Selimova U.A., etc. Food is the main factor of health // *Izvestiya Dagestanskogo GAU*. 2019. No.3 (3). pp. 49–54. doi: 10.15217/issn2686–7591.2019.3.49 (in Russian).
11. Shubham K. et al. Iron deficiency anemia: A comprehensive review on iron absorption, bioavailability and emerging food fortification approaches // *Trends in Food Science & Technology*, Volume 99, 2020, Pages 58–75, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.021>
12. Zhilinskaya N.V. Enriched dairy products – the main trend of correction of micronutrient deficiency: scientific research and industrial implementation // *Dairy industry*. 2020. No. 6. pp. 32–34. doi: 10.31515/1019–8946–2020–06–32–34 (in Russian).


13. Kaishev V.G. Fortification of food products – a modern principle of the food industry // Agrarian and food innovations. 2020. No.4 (12). pp. 70–76. doi: 10.31208/2618–7353–2020–12–70–76 (in Russian).
14. Zhang Yi., Zhao Yi., Liu X., Chen X. et al. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) as a new functional food relationship with health: an overview // Journal of Future Foods. 2021. Vol. 1, Issue 2. P. 168–178. doi: 10.1016/j.jfutfo.2022.01.006
15. Shiritova L.J. Caucasian cowberry – a source of biologically active substances // Izvestiya Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov. 2021. No. 4 (34). pp. 66–71. (in Russian).
16. Popova N.V., Kalinina I.V., Pavlova S.V. Prospects of using secondary products of green tea processing to create enriching food ingredients // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology. 2021. Vol. 9. No. 4. pp. 70–76. doi: 10.14529/food210408 (in Russian).
17. Chongthama N., Bisht M.S., Santosha O., Bajwa H.K. et al. Mineral elements in Bamboo shoots and Potential role in Food Fortification // Journal of Food Composition and Analysis. 2021. Vol. 95. doi: 10.1016/j.jfca.2020.103662
18. Tipsina N.N., Sizykh O.A. The use of wild-growing raw materials in the development of pasta (review) // Bulletin of KrasGAU. 2022. No.2 (179). pp. 217–224. doi: 10.36718/1819-4036-2022-2-217-224 (in Russian).
19. Feofilaktova O.V., Stoyanova O.N., Motovilov K. Ya. The use of vegetable raw materials of the Ural region in the production of products of public catering enterprises // Food industry. 2019. Vol. 4. No. 4. pp. 44–52. doi: 10.29141/2500-1922-2019-4-4-6 (in Russian).
20. Patent 2501280 RF, IPC A 23 B 4/10. Method of obtaining edible protective coating for meat products / Kireeva O.S., Shalimova O.A.; patent holder Orel State Agrarian University (2013) (in Russian).
21. Kovaleva O.A., Zdrabova E.M., Kireeva O.S. Prospects of using concentrated berry juices in meat products technology // Bulletin of the Kamchatka State Technical University. 2019. No. 48. pp. 28–35. doi: 10.17217/2079-0333-2019-48-28-35 (in Russian).

#### Сведения об авторах


**Константин А. Лещуков** д.с/х.н., зав. кафедрой, кафедра продуктов питания животного происхождения, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, г. Орел, 302019, Россия, ka.leshchukov@orelsau.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6200-2568>


**Оксана А. Ковалева** д.б.н., профессор, кафедра продуктов питания животного происхождения, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, г. Орел, 302019, Россия, oa.kovaleva@orelsau.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8476-5398>


**Ольга С. Киреева** к.т.н., научный сотрудник, Инновационный научно-исследовательский испытательный центр коллективного пользования, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, г. Орел, 302019, Россия, os.kireeva@orelsau.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8343-0369>

**Татьяна Н. Лазарева** к.т.н., директор, Инновационный научно-исследовательский испытательный центр коллективного пользования, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, г. Орел, 302019, Россия, tn.lazareva@orelsau.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5525-0099>

**Наталья Н. Поповичева** ведущий специалист, Инновационный научно-исследовательский испытательный центр коллективного пользования, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, г. Орел, 302019, Россия, nn.popovicheva@orelsau.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5445-8346>

#### Вклад авторов


Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Information about authors


**Konstantin A. Leshchukov** Dr. Sci. (Agricul.), head of the department, department of animal food products, Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, General Rodina Street, 69. Orel, 302019, Russia, ka.leshchukov@orelsau.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-6200-2568>


**Oksana A. Kovaleva** Dr. Sci. (Biol.), professor, department of animal food products, Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, General Rodina Street, 69. Orel, 302019, Russia, oa.kovaleva@orelsau.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8476-5398>


**Olga S. Kireeva** Cand. Sci. (Tech.), research associate, Innovative Research and Testing Center for collective use, Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, General Rodina Street, 69. Orel, 302019, Russia, os.kireeva@orelsau.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8343-0369>

**Tatiana N. Lazareva** Cand. Sci. (Tech.), director, Innovative Research and Testing Center for collective use, Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, General Rodina Street, 69. Orel, 302019, Russia, tn.lazareva@orelsau.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5525-0099>

**Natalia N. Popovicheva** leading specialist, Innovative Research and Testing Center for collective use, Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, General Rodina Street, 69. Orel, 302019, Russia, nn.popovicheva@orelsau.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5445-8346>

#### Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 25/10/2022

После редакции 25/10/2022

Принята в печать 25/10/2022

Received 25/10/2022

Accepted in revised 25/10/2022

Accepted 25/10/2022