

Биологические ресурсы

УДК 581.192.2: 581.52

<https://doi.org/10.31242/2618-9712-2024-29-2-295-302>

Оригинальная статья

Биохимический состав ягод и плодов на территории Юго-Западного Таймыра

А. А. Кайзер¹, К. А. Лайшев^{✉,2}, А. А. Южаков²

¹Научно-исследовательский институт сельского хозяйства и экологии Арктики –
филиал ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН»,
г. Норильск, Российская Федерация

²Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр РАН,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ layshev@mail.ru

Аннотация

Впервые представлены результаты исследований биохимического состава плодов и ягод, произрастающих на территории Юго-Западного Таймыра: черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus*), смородина печальная (*Ribes triste*), голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum*), шиповник иглистый (*Rosa acicularis*), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea*), шикша почти-голарктическая (*Empetrum subholarcticum*), рябина сибирская (*Sorbus sibirica*), морошка обыкновенная (*Rubus chamaemorus*). Установлено, что сырой протеин преобладает в плодах шиповника, голубике и рябине. По содержанию сырой клетчатки доминируют плоды шиповника и красной смородины, а сырого протеина – черника, красная смородина и морошка. По содержанию калия и кальция доминируют шиповник, рябина, высокое содержание натрия отмечается в ягодах черники, красной смородины и шиповника, фосфора – в шикше, рябине, а магния – в бруснике, рябине, голубике и морошке. Суммарное содержание аминокислот выше в красной смородине, чернике и морошке. Установлено, что в образцах красной смородины, черники, шикши, морошки отмечается преобладание незаменимых аминокислот над заменимыми в 1,2–3,5 раза. Отмечается высокое содержание лейцина, изолейцина, валина и треонина. Проведенные исследования подтверждают высокую биологическую ценность плодового сырья, произрастающего на территории Юго-Западного Таймыра, и целесообразность использования его при производстве биологически активных пищевых добавок функциональной направленности.

Ключевые слова: Арктическая зона РФ, ягоды, макроэлементы, биологически активные вещества

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственных заданий НИИСХИЭА ФКНЦ СО РАН «Оценка состояния компонентов природных комплексов Норило-Пясинской экосистемы в условиях техногенного загрязнения» (№ 122022600041-8) и СЗЦППО-СПбФИЦ РАН «Разработка фундаментальных, методологических и технологических основ увеличения производства сельскохозяйственной продукции на Северо-Западе и в Арктической зоне РФ, обеспечивающие продовольственную и экологическую безопасности регионов» (№ 122041900025-6).

Для цитирования: Кайзер А.А., Лайшев К.А., Южаков А.А. Биохимический состав ягод и плодов на территории Юго-Западного Таймыра. *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. 2024;29(2):295–302. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2024-29-2-295-302>

Original article

The biochemical composition of wild berries and fruits growing in the Southwestern Taimyr

Andrey A. Kaiser¹, Kasim A. Laishev^{✉,2}, Alexander A. Yuzhakov²

¹Scientific-Research Institute of Agriculture and Ecology of the Arctic – Division of Federal Research Center
“Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”,
Norilsk, Russian Federation

²St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russian Federation

✉ layshev@mail.ru

Abstract

This article presents research findings on the chemical composition of fruits and berries found in the Southwestern Taimyr region, including bilberry (*Vaccinium myrtillus*), northern redcurrant (*Ribes triste*), blueberry (*Vaccinium ul-*

iginosum), prickly wild rose (*Rosa acicularis*), lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea*), almost-holarctic crowberry (*Empetrum subholarcticum*), Siberian rowan (*Sorbus sibirica*), and cloudberry (*Rubus chamaemorus*). We revealed that rowan, blueberries, and prickly wild rose are particularly rich in crude fat. Additionally, prickly wild rose, and red currants were found to be high in crude fiber content, while bilberries, red currants, and cloudberry were dominant in crude protein. Potassium and calcium content were highest in prickly wild rose and rowan, while bilberries, red currants, and prickly wild rose had high sodium content. Moreover, crowberries and rowan berries were rich in phosphorus, and lingonberries, rowan berries, bilberries, and cloudberry were abundant in magnesium. Red currants, bilberries, and cloudberry had the highest total amino acid content, with essential amino acids being more prevalent than non-essential ones in redcurrant, bilberry, crowberry, and cloudberry samples. The content included high levels of leucine, isoleucine, valine, and threonine. Overall, the fruits and berries in the Southwestern Taimyr region have significant biological value and could be effectively used in creating functional biologically active substances.

Keywords: Arctic zone of the Russian Federation, berries, macroelements, biologically active substances

Funding. This study was conducted within the framework of the state assignments for the Scientific-Research Institute of Agriculture and Ecology of the Arctic of the Federal Research Center of the SB RAS (No. 122022600041-8) and St. Petersburg Federal Research Center of the RAS (No. 122041900025-6).

For citation: Kaiser A.A., Laishev K.A., Yuzhakov A.A. The biochemical composition of wild berries and fruits growing in the Southwestern Taimyr. *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2024;29(2):295–302. (In Russ.); <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2024-29-2-295-302>

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется продовольственной безопасности в Арктической зоне РФ. Рассматривая отрасли традиционного природопользования, следует отметить, что сбор дикоросов по объемам продукции значительно уступает домашнему оленеводству, охотничьему и рыбному промыслам. Сбор дикоросов значительно уступает в количествах получаемой продукции. По данным М.Н. Казанцевой [1], в России сейчас используются только 1,3 % запаса черники, 1,5 брусники, 2,5 % клюквы и голубики, хотя многие эксперты отмечают, что общие эксплуатационные запасы брусники только в Ханты-Мансийском автономном округе составляют 5,3 тыс. т, клюквы – 0,2 тыс. т, голубики – 5,5 тыс. т [1–4].

К функциональным относят продукты из сырья растительного и животного происхождения, систематическое употребление которых регулирует обмен веществ. Такие продукты должны содержать в сбалансированном количестве белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины, антиоксиданты и другие биологически активные вещества [5].

Следует отметить, что дикоросы, собранные в Арктической зоне РФ, это настоящий клад для разработки и широкого использования их в качестве функциональных продуктов питания [6–8].

На нашей арктической территории особую ценность представляют дикорастущие растения, высоконасыщенные антиоксидантами и антоцианами

а также приспособленные к условиям окружающей среды, проявляющие иммунитет ко многим заболеваниям [9–13].

Накопление минеральных веществ и аминокислот в растениях зависит от экологических и биологических особенностей вида, анатомических и физиологических органов растения, способности растений накапливать те или иные органические и неорганические соединения [14–16].

Цель исследований – на основе аналитических исследований изучить биохимический состав ягод и плодов, произрастающих на территории юго-западной части полуострова Таймыр, для оценки возможности использования их в производстве биологически активных пищевых добавок функциональной направленности.

Материал и методы

Материалом для исследования являются плоды и ягоды, произрастающие на территории Юго-Западного Таймыра: черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus*), смородина печальная (*Ribes triste*), голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum*), шиповник иглистый (*Rosa acicularis*), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea*), шикша почти-голарктическая (*Empetrum subholarcticum*), рябина сибирская (*Sorbus sibirica*), морошка обыкновенная (*Rubus chamaemorus*).

После сбора и обработки сырья для сохранения термолабильных биологически активных веществ сушку материала проводили в инфракрас-

Показатели общего анализа плодово-ягодного сырья

Table 1

Criteria for the overall evaluation of fruit and berry raw materials

Образец	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %	Сырой протеин, %	Калорийность к/кал/100 г
Черника	3,35	9,51	13,12	82,63
Красная смородина	1,46	20,3	12,35	50,54
Рябина	3,80	13,89/	7,29	54,36
Брусника	2,59	7,59/	7,98	55,23
Голубика	4,32	8,09 /	8,01	70,92
Шиповник	4,74	31,20/	9,11	77,16
Шикша	2,90	26,76/	9,08	62,42
Морошка	3,72	25,04/	12,05	81,68

ной сушилке СКВ 04.00.000 при температуре 30–35 °С с принудительным воздухообдувом и последующим измельчением на мельнице МПР-2 до порошкообразного состояния с размерами частиц 0,04–0,07 мм. Были отобраны образцы каждого вида сырья для проведения химических исследований.

Исследования нативного порошка на содержание аминокислот и витаминов проводили на современном аналитическом приборе «Капель 105М», по «Методике измерений содержания свободных форм водорастворимых витаминов в премиксах, витаминных концентратах, смесях и добавках, в том числе жидких, методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель 105/105М», минеральный состав и наличие тяжелых металлов определяли на вольтамперметрическом приборе «ГА Лаб», сырую клетчатку и сырой протеин – на экстракторе для определения сырой клетчатки «F-6», жир – экстракторе жиров «SX-6 MP» в лаборатории НИИСХ и ЭА ФКНЦ СО РАН г. Норильск.

Результаты и обсуждение

Пищевая ценность продукции определяется количественными соотношениями таких пищевых веществ, как белок, жир, клетчатку, углеводы, которые несут в себе суммарную энергетическую ценность.

Установлено, что сырого жира больше в плодах рябины, голубики и шиповника. По содержанию сырой клетчатки доминируют плоды шиповника и красной смородины, а сырого протеина – черника, красная смородина и морошка.

Результаты общего анализа плодов и ягод представлены в табл. 1.

Уровень калорийности исследуемых образцов невысокий: 50,54–82,63 ккал/100 г. Энергетическая ценность, кДж: в чернике 340, красной смородине – 208,17, рябине – 223,90, бруснике – 227,49, голубике – 292,12, шиповнике – 317,82, шикше – 257,11, морошке – 336,44.

Результаты исследований макроэлементов позволяют установить, что отмечается преобладание калия и кальция, по содержанию которых доминируют шиповник, рябина, голубика и шикша (табл. 2).

Отмечается высокое содержание натрия в ягодах черники, красной смородины и шиповника, фосфора – шикше, рябине, голубике и морошке, магния – бруснике, рябине, голубике и морошке.

Наряду с минеральными элементами важную роль в организме играют аминокислоты, участвуя во многих процессах обмена и синтеза. В исследованных плодах и ягодах содержится 14 аминокислот, из них семь незаменимых (табл. 3).

Ценным является наличие незаменимых аминокислот, которые не синтезируются в организме и должны поступать с пищей. В образцах красной смородины, черники, шикши, морошки незаменимые аминокислоты преобладают над заменимыми в 1,2–3,5 раза. Отмечается высокое содержание лейцина, изолейцина, валина и треонина.

Следует отметить, что, по данным исследователей, лейцин оказывает положительное влияние на заживление ран, сращивание костей, повышает иммунитет и нормализует уровень глюкозы в крови, изолейцин обеспечивает мышцы энергией, способствует их росту, участвует в

Таблица 2

Содержание макроэлементов в плодово-ягодном сырье, мг/кг

Table 2

Content of macroelements in fruit and berry raw materials, mg/kg

Образец	Кальций	Калий	Натрий	Фосфор	Магний
Черника	13,52	17,24	15,68	6,24	1,68
Красная смородина	7,45	17,24	15,66	Не обн.	1,57
Рябина	16,60	48,00	4,28	10,64	3,86
Брусника	9,15	20,4	5,73	2,61	3,86
Голубика	19,26	36,48	5,75	8,73	3,43
Шиповник	31,56	50,88	8,68	2,86	1,96
Шикша	9,26	27,54	2,74	11,51	–
Морошка	8,11	17,05	4,03	7,54	3,19

Таблица 3

Содержание аминокислот в плодово-ягодном сырье, %

Table 3

Amino acid content in fruit and berry raw materials, %

Аминокислота	Черника	Кр. смородина	Рябина	Брусника	Голубика	Шиповник	Шикша	Морошка
Аргинин	1,01	0,43	0,54	1,45	2,08	0,92	0,55	0,09
Лизин	0,25	0,39	0,31	0,14	0,43	0,32	0,15	0,45
Тирозин	0,25	0,19	0,01	0,10	0,34	0,22	0,14	0,32
Фенилаланин	0,29	0,29	0,44	0,12	0,71	0,25	0,04	0,69
Гистидин	0,08	0,17	0,16	0,06	0,33	0,14	0,04	0,22
Лейцин и изолейцин	8,34	10,65	0,82	0,37	1,11	0,84	5,31	4,32
Метионин	0,23	0,23	0,72	0,25	0,71	0,33	0,14	0,23
Валин	0,53	0,50	0,39	0,15	0,52	0,26	0,28	0,65
Пролин	0,38	0,40	0,55	0,25	0,67	0,63	0,15	0,57
Треонин	0,36	0,61	0,36	0,16	0,40	0,40	0,06	0,47
Серин	0,60	0,69	0,69	0,18	0,39	0,69	0,41	0,70
Аланин	0,46	0,48	0,63	0,19	0,59	0,69	0,28	0,51
Глицин	0,85	1,01	0,74	0,36	0,85	0,67	0,40	0,98
Незаменимые	10,00	12,67	3,04	1,19	1,09	2,04	5,98	6,81
Заменимые	3,25	3,37	3,32	2,34	5,25	3,94	1,97	3,39
Суммарное содержание	13,25	16,04	6,66	3,53	6,34	5,98	7,95	10,20

выработке гемоглобина, валин является отличным энергетическим источником для клеток мышц, обладает способностью восстанавливать ткань печени, треонин обеспечивает формирование эмали зубов и увеличивает прочность костей, метионин препятствует возникновению кожных заболеваний, обеспечивает нормальное функционирование печени, фенилаланин повышает активность и работоспособность человека, улучшает память, умственные способности [17–20].

Следующая группа биологически активных веществ в исследуемых образцах представлена комплексом водорастворимых витаминов группы В, которые являются мощными антиоксидантами (табл. 4). Во всех образцах ягод регистрируется весь комплекс витаминов.

По содержанию витамина В₁ (тиамин) доминируют шиповник, голубика, рябина и черника. В остальных образцах его уровень в 10,5–56 раз ниже. Самая высокая концентрация витамина

Содержание витаминов в плодово-ягодном сырье, мг/кг

Table 4

Content of vitamins in fruit and berry raw materials, mg/kg

Витамин	Черника	Красная смородина	Рябина	Брусника	Голубика	Шиповник	Шикша	Морошка
V ₁	0,19	0,17	0,22	0,02	0,23	1,01	0,07	0,41
V ₂	0,57	0,71	2,35	0,23	0,28	0,64	0,19	0,05
V ₃	6,41	0,46	1,61	0,86	1,92	2,87	3,57	0,21
V ₅	5,74	0,91	3,85	1,98	4,55	6,85	4,30	11,90
V ₆	0,23	1,95	6,94	0,10	0,14	1,53	0,41	39,06
V _c	1,05	1,20	0,33	2,63	1,92	0,42	2,27	0,81

V₂ (рибофлавин) регистрируется в плодах рябины, в других образцах его содержание в 3,0–3,6 раза ниже, по сравнению с плодами рябины. Содержание витамина V₃ (никотиновая кислота, РР) довольно высокое в чернике, шикше, шиповнике, голубике и рябине. Довольно высоко содержание витамина V₅ (пантотеновая кислота) в морошке, шиповнике, чернике, голубике и шикше. Наиболее высокое содержание витамина V₆ (пиридоксин) регистрируется в морошке, рябине, красной смородине, шиповнике и шикше. В остальных ягодах его концентрация на порядок ниже. По содержанию витамина V_c (фолиевая кислота) выделяются брусника, шикша, голубика и морошка.

Оценивая значение витаминов группы В, напомним, что V₁ необходим для пищеварения. Он имеет первостепенное значение в обмене углеводов, оказывает положительное действие на нервную систему в борьбе со стрессами, улучшает работу сердца, V₂ – участвует в энергетическом обмене белков и регуляции состояния центральной нервной системы, V₃ принимает участие в углеводном, жировом, белковом обмене, в осуществлении контроля за содержанием холестерина, нормализации работы желудочно-кишечного тракта, улучшении секреции и состава сока поджелудочной железы, а также работы печени, V₅ играет важную роль в обмене веществ, оказывает нормализующее влияние на нервную систему, на функции надпочечников и щитовидной железы, V₆ необходим для усвоения белков и жиров организме, способствует образованию эритроцитов, V_c служит в организме в качестве коферментов, вовлеченных в биосинтез белка, необходим для продуцирования новых клеток кожи и волос [17, 21–23].

Заклучение

Установлено, что по содержанию сырого жира доминируют плоды шиповника, голубики и рябины, по содержанию сырой клетчатки – плоды шиповника и красной смородины, сырого протеина – черника, красная смородина и морошка, а по калорийности – черника и морошка.

По содержанию калия доминируют шиповник и рябина, а кальция – шиповник и голубика. Высокое содержание натрия отмечается в ягодах черники, красной смородины, фосфора – в шикше и рябине, а магния – в бруснике, рябине.

Суммарное содержание аминокислот выше в красной смородине, чернике и морошке; в образцах красной смородины, черники содержание преобладание незаменимых аминокислот выше, чем заменимых, в 3,0–3,5 раза.

Анализ содержания витаминов группы В в отдельных ягодах и плодах дикоросов, произрастающих на Юго-Западном Таймыре, показал, что по содержанию витамина V₁ доминируют плоды шиповника, V₂ – ягоды рябины, V₃ – черники (6,41), V₅ и V₆ – морошки, а V_c – брусники.

Проведенные исследования подтверждают высокую биологическую ценность исследованных плодов и ягод, произрастающих на территории Юго-Западного Таймыра. По наличию аминокислот, макроэлементов, витаминов группы В они могут быть отнесены к функциональным пищевым ингредиентам для создания функциональных продуктов, которые, в соответствии с ГОСТ Р 52349-2005 и научными данными других исследователей, предназначены для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения [24–26].

Список литературы / References

1. Казанцева М.Н. Урожайность ягодных кустарничков (Ericaceae) в тундровых сообществах Тазовского района Ямало-Ненецкого автономного округа. *Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН*. 2019;1:23–29.
Kazantseva M.N. Productivity of berry bushes (Ericaceae) in tundra communities of the Tazovsky district of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. *Bulletin of the North-East Science Center*. 2019;1:23–29. (In Russ.)
2. Егошина Т.Л. Биологический запас плодов клюквы в России и его динамика в 2000–2016 годах. В кн.: Мохнаткин В.Г. (ред.). *Актуальные проблемы экологии и природопользования в современных условиях: Материалы Международной научно-практической конференции, г. Киров, 05–07 декабря 2017 г.* Часть 1. Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия; 2018. С. 168–171.
Egoshina T.L. Dynamics of cranberry fruits biological stock in Russia in 2000–2016. In: Mokhnatkin V.G. (ed.). *Current problems of ecology and nature management: Proceedings of the International Scientific-practical Conference, Kirov, December 5–7, 2017. Part 1*. Kirov: Vyatsk State Agrotechnological University; 2018, pp. 168–171. (In Russ.)
3. Егошина Т.Л., Дубинина Н.Г., Казанцева М.Н. и др. Недревесные растительные ресурсы Томской и Тюменской областей. В кн.: *Современное состояние недревесных растительных ресурсов России*. Киров: Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. Б.М. Житкова РАСХН; 2003. С. 75–88.
Egoshina T.L., Dubinina N.G., Kazantseva M.N., et al. Non-timber plant resources of the Tomsk and Tyumen regions. In: *Current state of non-timber plant resources in Russia*. Kirov: Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming; 2003, pp. 75–88. (In Russ.)
4. Лайшев К.А., Забродин В.А., Дубовик И.К. и др. Концептуальные основы оценки природного и аграрного потенциалов Арктической зоны Российской Федерации. *Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья*. 2015;30(3):64–73.
Layshev K.A., Zabrodin V.A., Dubovik I.K., et al. Conceptual bases of assessment of the natural and agricultural potential of the Arctic zone of the Russian Federation. *Bulletin of Northern Trans-Ural state agricultural university*. 2015;30(3):64–73. (In Russ.)
5. Казаков Л.А. *Растения – целебный источник производства отечественных функциональных продуктов питания XXI века*. М.: Демиург-Арт; 2005. 303 с.
Kazakov L.A. *Plants as a healing source for the production of domestic functional food products of the 21st century*. Moscow: Demiurg-Art; 2005. 303 p. (In Russ.)
6. Федоров А.А., Ефремова М.И., Чирикова Н.К. Перспективы использования растительных ресурсов Якутии. *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2016;4:4:89–90.
Fedorov A.A., Efremova M.I., Chirikova N.K. Prospects for the use of plant resources in Yakutia. *Current problems in the humanities and natural sciences*. 2016; 4:4:89–90. (In Russ.)
7. Буракова Л.Н., Мозжерина И.В. Подбор сырья для приготовления функциональных продуктов питания с иммуномодулирующими свойствами для людей, проживающих в условиях Арктики. В кн.: *Региональный рынок потребительских товаров: перспективы развития, качество и безопасность товаров, особенности подготовки кадров в условиях развивающихся IT-технологий: Материалы VII Международной научно-практической конференции, г. Тюмень, 27 апреля 2018 года*. Тюмень: Тюменский индустриальный университет; 2018. С. 128–131.
Burakova L.N., Mozhherina I.V. Selection of raw materials for the preparation of functional food products with immunomodulatory properties for people living in the Arctic. In: *Regional consumer goods market: development prospects, quality and safety of goods, features of personnel training in the conditions of developing IT technologies: Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference*; 2018, pp. 128–131. (In Russ.)
8. Белина С.А., Неверов В.Ю., Тригуб В.В. Разработка функционального продукта из арктического сырья. В кн.: Попов В.Г. (ред.). *Региональный рынок потребительских товаров и продовольственная безопасность в условиях Сибири и Арктики: Материалы VIII Международной научно-практической онлайн-конференции, г. Тюмень, 26 апреля 2019 г.* Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2019. С. 88–91.
Belina S.A., Neverov V.Yu., Trigub V.V. Development of a functional product from Arctic raw materials. In: Popov V.G. (ed.). *Regional consumer goods market and food security in Siberia and the Arctic: Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Online Conference, Tyumen, April, 26, 2019*. Tyumen: Tyumen Industrial University, pp. 88–91. (In Russ.)
10. Фоменко С.Е., Кушнерова Н.Ф., Спрыгин В.Г. и др. Химический состав и биологическое действие экстракта из плодов рябины. *Химия растительного сырья*. 2015;(2):161–168. <https://doi.org/10.14258/jcrpm.201502571>
Fomenko S.E., Kushnerova N.F., Sprygin V.G., et al. Chemical composition and biological activity of the rowanberry extract. *Chemistry of raw plant material*. 2015;(2): 161–168. (In Russ.)
11. Величко Н.А., Берикашвили З.Н. Исследования химического состава ягод голубики обыкновенной и разработка рецептур напитков на ее основе. *Вестник КрасГай*. 2016;118(7):126–128.
Velichko N.A., Berikashvili Z.N. The study of the chemical composition of berries of blueberry and common development of formulations of drinks on its basis. *Bulletin of KrasGau*. 2016;118(7):126–128. (In Russ.)
12. Акимов М.Ю. Роль плодов и ягод в обеспечении человека жизненно важными биологически актив-

ными веществами. *Достижения науки и техники АПК*. 2019;33(2):55–60. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10214>

Akimov M.Yu. Role of fruits and berries in providing human with vital biologically active substances. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2019;33(2):55–60. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10214>

13. Степанов К.М., Петрова Л.В., Егорова В.Р. и др. Продукты местного производства в структуре питания населения арктической зоны Якутии. *Вестник АГАТУ*. 2021;4(4):58–64.

Stepanov K.M., Petrova L.V., Egorova V.R., et al. Local products in the food structure of Arctic zone of Yakutia produced products in the nutritional structure of the population of the Arctic zone of Yakutia population. *Vestnic ASAU*. 2021;4(4):58–64. (In Russ.)

14. Андреева Н.В., Малогулова И.Ш. Виды шикши как перспективный источник БАВ в условиях Якутии. *Современные наукоемкие технологии*. 2013;9:51–52.

Andreeva N.V., Malogulova I.Sh. Types of shiksha as a promising source of biologically active substances in the conditions of Yakutia. *Modern high technologies*. 2013;9:51–52. (In Russ.)

15. Нилова Л.П., Малуотенкова С.М., Кайгородцева М.С. Морошка: особенности биохимического состава, антиоксидантные свойства, использование. *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии»*. 2017;5(4):19–26. <https://doi.org/10.14529/food170403>

Nilova L.P., Malyutenkova S.M., Kaygorodtseva M.S. Cloudberries: features of biochemical composition, antioxidant properties and use. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnologies*. 2017;5(4):19–26. <https://doi.org/10.14529/food170403>. (In Russ.)

16. Серба Е.М., Волкова Г.С., Соколова Е.Н. и др. Плоды брусники – перспективный источник биологически активных веществ. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2018;4(4):48–58.

Serba E.M., Volkova G.S., Sokolova E.N., et al. Lingonberry fruits are a promising source of biologically active substances. *Storage and Processing of Agricultural Raw Materials*. 2018;4(4):48–58. (In Russ.)

17. Ленинджер А.Л. *Биохимия. Молекулярные основы структуры и функций клетки*. М.: Мир; 1974. 957 с.

Leninger A.L. *Biochemistry. The Molecular Basis of Cell Structure and Function*. Moscow: Mir; 1974. 957 p. (In Russ.)

18. Непомнящих С.Ф., Куклина Л.Б., Гуцол Л.О. и др. Значение незаменимых аминокислот в жизнедеятельности человека (обзорный материал). В кн.: *Актуальные вопросы совершенствования методологии социальной и профилактической медицины: Материалы XV межрегиональной научно-практической конференции, г. Иркутск, 25–26 апреля, 2019 г.* Иркутск: Иркутский государственный медицинский университет Минздрава России; 2019. С. 112–119.

Nepomnyashchikh S.F., Kuklina L.B., Gutsol L.O., et al. The importance of essential amino acids in human life (review material). In: *Current issues in improving the methodology of social and preventive medicine: Proceedings of the 15th Interregional Scientific and Practical Conference, Irkutsk, April 25–26, 2019*. Irkutsk: Irkutsk State Medical University; 2019, pp. 112–119. (In Russ.)

19. Калугина Е.А., Коношина С.Н. Физиологическое значение и качественное определение аминокислот. В кн.: *Химия и жизнь: сборник XX Международной научно-практической студенческой конференции, г. Новосибирск, 13 мая 2021 г.* Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос»; 2021. С. 149–153.

Kalugina E.A., Konoshina S.N. Physiological significance and qualitative determination of amino acids. In: *Chemistry and Life: Proceedings of the 20th International Scientific and Practical Student Conference, Novosibirsk, May 13, 2021*. Novosibirsk: Zolotoy Kolos; 2021, pp. 149–153. (In Russ.)

20. Калугина Е.А. Физиологическое значение и качественное определение отдельных аминокислот. В кн.: Сукиасян А.А. (ред.) *Информационные технологии как основа эффективного инновационного развития: Сборник статей Международной научно-практической конференции, г. Самара, 27 августа 2023 г.* Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «OMEGA SCIENCE»; 2023. С. 90–93.

Kalugina E.A. Physiological significance and qualitative determination of individual amino acids. In: Sukiasyan A.A. (ed.) *Information technology as the basis for effective innovative development: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Samara, August 27, 2023*. Ufa: OMEGA SCIENCE; 2023, pp. 90–93. (In Russ.)

21. Ларин Ф.С., Моисеенок А.Г., Воскобоев А.И. и др. В кн.: Островский Ю.М. (ред.) *Метаболические эффекты недостаточности функционально связанных В-витаминов*. Минск: Наука и техника; 1987. С. 7–148.

Larin F.S., Moiseenok A.G., Voskoboev A.I., et al. In: Ostrovsky Yu.M. (ed.) *Metabolic effects of deficiency of functionally related B vitamins*. Minsk: Nauka i Technika; 1987, pp. 7–148. (In Russ.)

22. Уфлянд Н.М. Биологическое значение витаминов в жизни человека. В кн.: *Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России: Сборник статей XXI Международной научно-практической конференции, г. Пенза, 23–24 января 2023 г.* Пенза: Пензенский государственный аграрный университет; 2023. С. 259–263.

Uflyand N.M. Biological significance of vitamins in human life. In: *Natural resource potential, ecology and sustainable development of Russian regions: Proceedings of the 21st International Scientific and Practical*

Conference, Penza, January 23-24, 2023. Penza: Penza State Agrarian University; 2023, pp. 259–263. (In Russ.)

23. Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Обеспеченность витаминами В1, В2 организма коренных северян, ведущих полукочевой и оседлый образ жизни. *Журнал медико-биологических исследований*. 2021;9(3):295–304. <https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z067>

Potolitsyna N.N., Boyko E.R. Provision of vitamins B1, B2 to the body of indigenous northerners leading a semi-nomadic and sedentary lifestyle. *Journal of Medical and Biological Research*. 2021;9(3):295–304. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z067>

24. ГОСТ Р 52349-2005 *Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определение*. М.: Стандартинформ; 2006. 12 с.

GOST R 52349-2005 *Food products. Functional food products. Terms and definition*. Moscow: Standartinform; 2006. P. 12. (In Russ.)

25. Забодалова Л.А. *Научные основы создания продуктов функционального назначения: Учебно-методическое пособие*. СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий; 2015. 84 с.

Zabodalova L.A. *Scientific foundations for creating functional products: Educational and methodological manual*. St. Petersburg; 2015. 84 p. (In Russ.)

26. Берестова А.В. *Основы функционального питания: Учебное пособие*. Оренбург: ОГУ; 2021. 167 с.

Berestova A.V. *Basics of functional nutrition: Textbook*. Orenburg: Orenburg State University; 2021. 167 p. (In Russ.)

Об авторах

КАЙЗЕР Андрей Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, <https://orcid.org/0009-0002-7547-4553>, SPIN: 1270-8788, e-mail: doctor.kaizer@mail.ru

ЛАЙШЕВ Касим Анверович, доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0003-2490-6942>, SPIN: 1839-1453, e-mail: layshev@mail.ru

ЮЖАКОВ Александр Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-0633-4074>, Scopus Author ID: 57202281387, SPIN: 5423-0492, e-mail: alyuzhakov@yandex.ru

Вклад авторов

Кайзер А.А. – разработка концепции, методология, проведение статистического анализа, проведение исследования, создание черновика рукописи

Лайшев К.А. – методология, проведение исследования, редактирование рукописи, визуализация

Южаков А.А. – методология, проведение статистического анализа, проведение исследования, редактирование рукописи

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

About the authors

KAISER, Andrey Aleksandrovich, Dr. Sci. (Agr.), Chief Researcher, <https://orcid.org/0009-0002-7547-4553>, SPIN: 1270-8788, e-mail: doctor.kaizer@mail.ru

LAYSHEV, Kasim Anverovich, Dr. Sci. (Vet.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-2490-6942>, SPIN: 1839-1453, e-mail: layshev@mail.ru

YUZHAKOV, Alexander Aleksandrovich, Dr. Sci. (Agr.), Chief Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-0633-4074>, Scopus Author ID: 57202281387, SPIN: 5423-0492, e-mail: alyuzhakov@yandex.ru

Authors' contribution

Kaiser A.A. – conceptualization, methodology, formal analysis, investigation, original draft

Layshev K.A. – methodology, formal analysis, review & editing, visualization

Yuzhakov A.A. – methodology, formal analysis, investigation, supervision

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию / Submitted 01.04.2024

Поступила после рецензирования / Revised 27.04.2024

Принята к публикации / Accepted 15.05.2024