

У.М. Лебедева^{1,2}Т.В. Слепцова¹✉В.Т. Васильева¹К.Н. Нициевская³С.В. Станкевич³

¹Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова — обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» Якутск, Россия

²Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, Россия

³Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р. п. Краснообск, Новосибирская область, Россия

✉ SleptsovaTV@yandex.ru

Поступила в редакцию: 04.05.2026

Одобрена после рецензирования: 10.08.2026

Принята к публикации: 26.08.2026

© Лебедева У.М., Слепцова Т.В.,
Васильева В.Т., Нициевская К.Н.,
Станкевич С.В.

Ulyana M. Lebedeva^{1,2}Tatyana V. Sleptsova¹✉Valentina T. Vasilyeva¹Ksenia N. Nitievskaya³Svetlana V. Stankevich³

¹M.G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture — Division of Federal Research Centre “The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, Yakutsk, Russia

²M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

³Siberian Federal Scientific Center of Agro-Biotechnology of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russia

✉ SleptsovaTV@yandex.ru

Received by the editorial office: 04.05.2026

Accepted in revised: 10.08.2026

Accepted for publication: 26.08.2026

© Lebedeva U.M., Sleptsova T.V.,
Vasilyeva V.T., Nitievskaya K.N.,
Stankevich S.V.

Биохимический состав и органолептические свойства сублимированных дикорастущих ягод голубики и шиповника Западной Якутии

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Дикорастущие ягоды являются экологически безопасным источником ценных питательных веществ и антиоксидантов в рационе человека. Существуют различные способы обработки и консервации ягод, позволяющие длительно сохранять их полезные свойства. Одним из эффективных способов консервации продуктов путем быстрого и полного удаления влаги является сублимационная сушка, в процессе которой продукт подвергается воздействию вакуума с последующей сублимацией и десорбцией воды.

Методы и объекты исследования. Объектами исследований были дикорастущие ягоды, собранные в фазе технической спелости в 2024 г. на территории Западной зоны Якутии. Сублимационная сушка ягод проводилась при температуре 16°C в течение 24 часов на сушильной установке АК 6-50 производства ГК «ПроФЛаб» (Россия). Методы исследований — общепринятые, стандартные.

Результаты. Установлено, что при сублимационной сушке дикорастущие ягоды сохраняют наилучшие органолептические показатели. Показано, что содержание сахарозы в ягодах голубики уменьшается на 3,26%, а в ягодах шиповника увеличивается на 0,32%. Сублимация снижает содержание аскорбиновой кислоты в ягодах голубики на 28%, в ягодах шиповника — в 3 раза, антоциана цианидин-3,5-диглюкозида — соответственно на 9 и 29%, а содержание катехинов увеличивается в 5 и 10 раз.

Ключевые слова: дикорастущие ягоды, сублимационная сушка, органолептические показатели, биохимический состав, сухое вещество, сахароза, титруемая кислотность, аскорбиновая кислота, цианидин-3,5-диглюкозид, эпигаллокатехингаллат

Для цитирования: Лебедева У.М., Слепцова Т.В., Васильева В.Т., Нициевская К.Н., Станкевич С.В. Биохимический состав и органолептические свойства сублимированных дикорастущих ягод голубики и шиповника Западной Якутии. *Аграрная наука*. 2026; 410(09): 170–174.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-410-09-170-174>

The biochemical composition and organoleptic properties of freeze-dried wild blueberries and rose hips from Western Yakutia

ABSTRACT

Relevance. Wild berries are an ecologically safe source of valuable nutrients and antioxidants in the human diet. There are various methods of processing and preserving berries, allowing them to preserve their beneficial properties for a long time. One of the most effective ways to preserve products by quickly and completely removing moisture is freeze drying, during which the product is exposed to vacuum, followed by sublimation and desorption of water.

Methods and objects of research. The objects of research were wild berries harvested in the phase of technical ripeness in 2024 on the territory of the Western zone of Yakutia. Freeze-drying of the berries was carried out at a temperature of 16 °C for 24 hours on an AK 6-50 drying unit manufactured by ProfLab Group of Companies (Russia). Research methods are generally accepted and standard.

Results. It has been established that wild berries retain the best organoleptic properties during freeze-drying. It has been shown that the sucrose content in blueberries decreases by 3.26%, and in rosehip berries — increases by 0.32%. Sublimation reduces the content of ascorbic acid in blueberries by 28%, in rosehip berries — by 3 times, anthocyanin cyanidin-3,5-diglycoside — by 9 and 29%, respectively, and the content of catechins increases by 5 and 10 times..

Key words: wild berries, freeze-drying, organoleptic characteristics, biochemical composition, dry matter, sucrose, titrated acidity, ascorbic acid, cyanidin-3,5-diglucoside, epigallocatechin gallate

For citation: Lebedeva U.M., Sleptsova T.V., Vasilyeva V.T., Nitievskaya K.N., Stankevich S.V. The biochemical composition and organoleptic properties of freeze-dried wild blueberries and rose hips from Western Yakutia. *Agrarian science*. 2026; 410(09): 170–174 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-410-09-170-174>

Введение/Introduction

В последние годы активно исследуются полезные вещества дикорастущих ягод Якутии, являющихся важным натуральным и экологически чистым источником полезных элементов питания, витаминов, антиоксидантов, а также минеральных веществ [1–3]. Заготовка и переработка дикорастущих ягод рассматривается как перспективная составляющая устойчивого развития экономики Республики Саха (Якутия). Принципиально важным является возможность использования дикорастущих ягод как самостоятельных продуктов питания, так и включение их в уже существующие рационы и рецептуры продуктов. Выявление эффективных способов консервации ягодного сырья, длительно сохраняющих его питательную ценность, имеет важное значение.

Определенный интерес в этом отношении представляют дикорастущие ягодные культуры, такие как голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L.) и шиповник иглистый (*Rosa acicularis* L.), широко произрастающие и употребляемые в нашей республике. Содержание аскорбиновой кислоты составляет 20,0 мг/100 г свежих ягод голубики. В бруснике этот показатель ниже — 15,0 мг/100 г. Наибольшая концентрация аскорбиновой кислоты среди дикорастущих ягод Якутии отмечается у шиповника иглистого 3100,0 мг/100 г. Употребление всего 5,0 г шиповника удовлетворяет суточную потребность взрослого человека в витамине С на 155% [4].

Свежие ягоды относятся к скоропортящейся продукции, что сокращает возможность их круглогодичного потребления. Решение проблемы консервации ягод на более длительный срок с максимальным сохранением питательных веществ является актуальной задачей. В настоящее время широко распространенным способом удаления влаги из ягод и увеличения срока их хранения является тепловая обработка. Однако, при тепловой сушке наблюдается значительные потери биологически активных веществ [5].

Среди существующих способов сушки одним из наиболее эффективных является сублимационная сушка — высушивание продуктов в замороженном состоянии под вакуумом. Этот способ позволяет обеспечить максимальное сохранение питательных свойств продуктов, вкуса, аромата и структуры [6, 7]. Исследования И.Ж. Темировой [8] выявили, что наилучшие органолептические показатели ягод малины и максимальное содержание в них витамина С (21,3 мг/100 г) обеспечивала сублимационная сушка при температуре 35 °С в течение 18 часов. В исследованиях Т.Г. Причко с соавторами [9] показано, что при

сублимационной сушке замороженных плодов и ягод (при –82 °С в течение 36–68 часов) потери витаминов С и Р составляют от 3,6 до 7,5%. Это свидетельствует о незначительном снижении содержания данных веществ. При этом отмечено высокое качество вкуса и аромата сублимированных продуктов. В опытах А.Н. Никитенко с соавторами, изучалось влияние технологических параметров переработки фруктового сырья, в том числе способов сушки, на содержание фенольных веществ. Установлено, что сублимационная сушка превосходит другие способы сушки и обеспечивает сохранение 82% фенольных веществ и 63% антоцианов фруктового сырья [10].

Цель исследований — определить биохимический состав и органолептические свойства сублимированных ягод голубики обыкновенной и шиповника иглистого, произрастающих в Западной Якутии.

Материал и методы исследования / Material and methods

Объектами исследований выбраны ягоды дикорастущей голубики обыкновенной (*Vaccinium uliginosum* L.) и шиповника иглистого (*Rosa acicularis* L.).

Сбор образцов проводился в 2024 году на территории Вилуйского района, расположенного в Западной Якутии.

Пробы ягод голубики обыкновенной и шиповника иглистого для исследования отобраны по ГОСТ Р 59425-2021¹ с двенадцати делянок площадью по 1 м² на каждом из трех участков.

Образцы ягод загружали в морозильную камеру Forma 902 производства компании Thermo Scientific (США), где при температуре –70 °С проводилась длительная заморозка для создания внутри материала ровной кристаллической структуры. После заморозки образцы перемещали в сушильную камеру, представляющую собой полую цилиндрическую емкость со встроенными полками. Образцы размещали на полках, после чего включали вакуумную откачку, давление внутри сушильной камеры снижали до значения, обеспечивающего удаление влаги из замороженных ягод. Сублимационная сушка ягод проводилась при давлении 0,04 мбар (4 Па) и температуре 16 °С в течение 24 часов на установке АК 6-50 производства ГК «ПроФлаб» (Россия), данный режим выбран на основе предварительных экспериментов.

Биохимические исследования проведены в Сибирском федеральном научном центре агробиотехнологий (СФНЦА) РАН (р. п. Краснообск, Новосибирская область, Россия). Содержание сухих веществ определяли по ГОСТ 28561-90².

¹ ГОСТ Р 59425-2021 «Продукция органическая из дикорастущего сырья. Правила сбора, заготовки, переработки, хранения, транспортирования и маркировки». Москва: Стандартинформ, 2021. — 13 с.

² ГОСТ 28561-90 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги». Москва: Стандартинформ, 2011. — 84 с.

Титруемую кислотность определяли по ГОСТ ISO 750-2013³. Содержание антоцианов определяли по ГОСТ 32709-2014⁴.

Исследования по содержанию катехинов⁵ проводили по стандартным методикам [11]. Определение аскорбиновой кислоты⁶ проведено методом обратного йодометрического титрования. Содержание общего количества растворимых углеводов определяли методом окисления углеводов дихроматом калия в сильноокислой среде⁷.

Проведена дегустация органолептических показателей дикорастущих ягод после сублимационной сушки комиссией из 5 экспертов (2 мужчин, 3 женщин) — сотрудников Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства, в соответствии с ГОСТ 34130-2017⁸ и ГОСТ 8756.1-2017⁹.

Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel 2010 (США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Органолептическая оценка показала, что дикорастущие ягоды после сублимационной сушки обладали хорошим вкусом (4,4 балла), запахом (4,7 балла), цветом (4,6 балла) и внешним видом (4,5 балла) (таблица 1). Установлено, что вариабельность органолептических показателей ягод была незначительной (коэффициент вариации CV = 1,6–9,6 %).

Форма протокола демонстрирует отклонение от стандартизированной структуры, закрепленной в действующем в ГОСТ 8756.1-2017⁹.

Результаты исследований, представленные в таблице 2, свидетельствуют о том, что под влиянием сублимационной сушки биохимический состав ягод изменялся различно в зависимости от конкретного показателя и вида. Так, влажность ягод голубики после сушки составила 8,9%, шиповника 5,4%, а титруемая кислотность увеличилась соответственно на 2,33 и 0,68 ммоль Н⁺/100 г или в 2,4 и 1,8 раза. Содержание сахарозы в ягодах голубики после сублимации снизилось на 39,3%, шиповника — увеличилось на 12,2%.

Содержание аскорбиновой кислоты является одним из важных показателей пищевой ценности ягод. После сублимационной сушки ее количество в ягодах голубики уменьшилось с 208,0 до 149,6 мг/100 г (на 28%), шиповника — в 3

Таблица 1. Органолептические показатели дикорастущих ягод после сублимационной сушки
Table 1. Organoleptic characteristics of wild berries from after freeze-drying

Ягоды	Внешний вид	Цвет	Запах	Вкус	Общая оценка
Голубика	4,5 ± 0,06	4,7 ± 0,07	4,5 ± 0,03	4,7 ± 0,06	4,6 ± 0,05
Шиповник	4,4 ± 0,03	4,4 ± 0,12	4,8 ± 0,11	4,1 ± 0,06	4,4 ± 0,08
Среднее	4,5	4,6	4,7	4,4	4,5
CV, %	1,6	4,7	4,6	9,6	3,3

раза (1166 до 387 мг/100г). Тем не менее, согласно МР 2.3.1.0253–21¹⁰, суточную потребность взрослого человека в витамине С удовлетворяет употребление всего 26 г ягод шиповника и 67 г ягод голубики, произрастающих на территории Западной Якутии и высушенных способом сублимации.

Антоцианы — растительные пигменты, придающие окраску различным органам растений (красную, синюю, фиолетовую) и способствующие устойчивости к неблагоприятным условиям. Содержание антоциана цианидин-3,5-диглюкозида в исходных ягодах голубики составило 222,5 мг/100 г, шиповника — 19,6 мг/100 г. Сублимационная сушка уменьшила его содержание соответственно на 9 и 29%. При этом сублимационные ягоды голубики не поменяли цвет и имели темно-фиолетовую окраску, а ягоды шиповника

Таблица 2. Влияние сублимационной сушки на биохимический состав дикорастущих ягод Западной Якутии
Table 2. The effect of freeze drying on the biochemical composition of wild berries of Western Yakutia

Показатель	Исходное сырье	Сублимационная сушка
Голубика обыкновенная (<i>Vaccinium uliginosum</i> L.)		
Влага, %	88,0 ± 0,01	8,9 ± 0,04
Титруемая кислотность, ммоль Н ⁺ /100 г	1,64 ± 0,03	3,97 ± 0,08
Сахароза (на с.в.), %	8,30 ± 0,08	5,04 ± 0,10
Аскорбиновая кислота (на с.в.), мг/100 г	208,0 ± 0,6	149,6 ± 0,72
Цианидин-3,5-диглюкозид (на с.в.), мг/100 г	222,5 ± 1,03	202,2 ± 1,1
Эпигаллокатехингаллат (на с.в.), %	1,16 ± 0,08	5,89 ± 0,09
Шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> L.)		
Влага, %	69,6 ± 0,03	5,4 ± 0,02
Титруемая кислотность, ммоль Н ⁺ /100г	0,87 ± 0,05	1,55 ± 0,03
Сахароза (на с.в.), %	2,63 ± 0,03	2,95 ± 0,06
Аскорбиновая кислота (на с.в.), мг/100 г	1166,1 ± 0,9	387,2 ± 1,9
Цианидин-3,5-диглюкозид (на с.в.), мг/100 г	19,6 ± 0,08	13,9 ± 0,1
Эпигаллокатехингаллат (на с.в.), %	0,49 ± 0,05	4,96 ± 0,07

³ ГОСТ ISO 750-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности». Москва: Стандартинформ, 2019. — 5 с.

⁴ ГОСТ 32709-2014 «Продукция соковая. Методы определения антоцианинов». Москва: Стандартинформ, 2014. — 17 с.

⁵ Запрометов М.Н. Биохимия катехинов. М, Наука, 1964; 294.

⁶ Коренман Я.И., Лисицкая Р.П. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов: учеб. пособие. Воронеж, гос. технол. акад. Воронеж, 2002; 408.

⁷ Панова Т.М., Щеголев А.А. Технология и оборудование для переработки растительного сырья: методические указания по выполнению лабораторного практикума для студентов очной и заочной форм обучения. Направление 240100 «Химическая технология и биотехнология». Екатеринбург: УГЛТУ, 2010; 17.

⁸ ГОСТ 34130-2017 «Фрукты и овощи сушеные. Методы испытаний». Москва: Стандартинформ, 2018. — 11 с.

⁹ ГОСТ 8756.1-2017 «Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Методы определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема». Москва: Стандартинформ, 2019. — 11 с.

¹⁰ МР 2.3.1.0253-21. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.

приобрели более светлый оттенок. Согласно утвержденным нормам МР 2.3.1.0253-21¹⁰, адекватный уровень потребления антоцианов составляет 50 мг в сутки. Употребление всего 24,7 г сушеных ягод голубики удовлетворяет суточную потребность взрослого человека в них.

Флавоноид катехин является одним из важных показателей пищевой ценности продукта. Он регулирует проницаемость капилляров и увеличивает упругость их стенок, усиливает эффективность аскорбиновой кислоты, способствует расщеплению жиров и снижает уровень холестерина [12]. Для его сохранения сушку ягод необходимо проводить при температуре ниже 50 °С, так как при более высокой температуре окисление катехина в ягодах ускоряется [13]. Проведенные исследования показали, что содержание катехинов в исследуемых дикорастущих ягодах Якутии после сублимационной сушки увеличивается пропорционально

уменьшению массы продукта в процессе сушки: в ягодах голубики оно увеличилось в 5 раз, в ягодах шиповника — в 10 раз.

Выводы/Conclusion

Исследования показали, что после сублимации при температуре 16 °С в течение 24 часов ягоды, произрастающие в Западной зоне Якутии, сохраняют хорошие вкусовые качества, цвет и аромат.

Выявлено разнонаправленное действие сублимационной сушки на динамику изменения биохимических показателей разных видов ягод. В ягодах голубики содержание сахарозы уменьшалось на 39,3%, в ягодах шиповника — увеличивалось на 12,2%. Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах голубики снижалось на 28% (до 149 мг/100г), в ягодах шиповника — в 3 раза (до 387 мг/100г), антоциана цианидин-3,5-дигликозида — соответственно на 9 и 29%, а содержание катехинов — увеличивалось в 5 и 10 раз соответственно.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Научно-исследовательская работа проведена в рамках выполнения государственного задания FWRS-2024-0025 на оборудовании ЦКП ФИЦ ЯНЦ СО РАН.

FUNDING

The research was carried out as part of the state assignment FWRS-2024-0025 using the equipment of the Central Computer Center of the Federal Research Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Слепцова Т.В., Васильева В.Т., Егорова У.В., Баппагай Э.В. Витаминный состав ягод морошки в арктических районах Якутии. *Вопросы питания*. 2023; 9(55): 202–203. EDN EBWMVG
2. Лебедева У.М., Слепцова Т.В., Васильева В.Т. Исследование химического состава ягод голубики обыкновенной, произрастающей в Арктических районах Якутии. *Вопросы питания*. 2024; 93(6): 139–144. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2024-93-6-139-144>
3. Слепцова Т.В., Васильева В.Т. Влияние климатических условий на качество и урожайность ягод брусники обыкновенной, произрастающей в арктической зоне Якутии. *Аграрный вестник Урала*. 2023; 23(11): 98–108. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-23-11-98-108>
4. Васильева В.Т., Слепцова Т.В. Анализ содержания витамина С в местных продуктах питания Якутии. *Вестник КрасГАУ*. 2023; (12): 246–251. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-12-246-251>
5. Завалий А.А., Лаго Л.А., Рыбалко А.С. Кинетика влагоудаления и разрушения витамина С при инфракрасной сушке ягод и фруктов в многоярусном шкафом устройстве. *Агроинженерия*. 2020; (5): 56–63. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2020-5-56-63>
6. Каманова С.Г., Темирова И.Ж., Альдиева А.Б., Оспанкулова Г.Х. Влияние сублимационной сушки на органолептические свойства и химические состав ягод голубики. *Пищевая промышленность: наука и технологии*. 2023; 16(3): 36–41. EDN OONBKF
7. Ермолаев В.А., Яковченко М.А. Анализ процессов сублимационной сушки малины. *Вестник АПК Верхневолжья*. 2017; (4): 55–58. EDN YMJJAC
8. Темирова И.Ж., Оспанкулова Г.Х. Исследование влияния сублимационной сушки на органолептические показатели и содержание витамина С в ягодах малины. *Вестник Алтайского технологического университета*. 2023; (3): 57–62. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-3-57-62>
9. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В. Закономерности изменения показателей качества фруктов после лиофильной сушки. *Ползуновский вестник*. 2025; (1): 161–167. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2025.01.020>
10. Никитенко А.Н., Мазур А.М., Синило А.А., Клыпуненко М.А. Исследование влияния технологических параметров переработки фруктового сырья на изменения содержания фенольных веществ. *Пищевая промышленность: наука и технологии*. 2023; 16(3): 19–26. EDN CYMNF
11. Зиннер Н.С., Высоchina Г.И., Кукушкина Т.А., Свиридова Т.П. Биологически активные вещества *Hedysarum alpinum* L. и *H. theinum* Krasnob. (Fabaceae), интродуцируемых в Томскую область. *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2010; (4): 116–122. EDN NMVICX
12. Афонина С.Н., Лебедева Е.Н., Сетко Н.П. Биохимия компонентов чая и особенности его биологического действия на организм (обзор). *Оренбургский медицинский вестник*. 2017; 5(4): 17–33. EDN YLTIZ
13. Jin J.-C. et al. Widely targeted metabolomics reveals the effect of different raw materials and drying methods on the quality of instant tea. *Frontiers in Nutrition*. 2023; 10: 1236216. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1236216>

REFERENCES

1. Sleptsova T.V., Vasil'yeva V.T., Yegorova U.V., Bappagay E.V. Vitamin composition of cloudberry fruits in the Arctic regions of Yakutia. *Problems of nutrition*. 2023; 9(55): 202–203 (in Russian). EDN EBWMVG
2. Lebedeva U.M., Sleptsova T.V., Vasilyeva V.T. Chemical composition of blueberries in Arctic regions of Yakutia. *Problems of nutrition*. 2024; 93(6): 139–144 (in Russian). <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2024-93-6-139-144>
3. Sleptsova T.V., Vasilyeva V.T. The influence of climatic conditions on the quality and yield of cranberry berries growing in the Arctic zone of Yakutia. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2023; 23(11): 98–108 (in Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-23-11-98-108>
4. Vasilyeva V.T., Sleptsova T.V. Vitamin C content analysis in local food products of Yakutia. *Bulletin of KSAU*. 2023; (12): 246–251 (in Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-12-246-251>
5. Zavaliy A.A., Lago L.A., Rybalko A.S. Kinetics of dehumidification and destruction of vitamin C content during infrared drying of fruit and berries in a multi-tiered drier unit. *Agricultural Engineering*. 2020; (5): 56–63 (in Russian). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2020-5-56-63>
6. Kamanova S.G., Temirova I.Zh., Aldiyeva A.B., Ospankulova G.Kh. The effect of freeze-drying on the organoleptic properties and chemical composition of blueberries. *Food Industry: Science and Technologies*. 2023; 16(3): 36–41 (in Russian). EDN OONBKF
7. Ermolaev V.A., Yakovchenko M.A. Analysis of problems of freeze drying of raspberries. *Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region*. 2017; (4): 55–58 (in Russian). EDN YMJJAC
8. Temirova I.Zh., Ospankulova G.Kh. Determination of organoleptic indicators and vitamin c content in frozen raspberry. *The Journal of Almaty Technological University*. 2023; (3): 57–62 (in Russian). <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-3-57-62>
9. Prichko T.G., Droficheva N.V. Regularities of changes in the quality indicators of fruits after freeze drying. *Polzunovskiy vestnik*. 2025; (1): 161–167 (in Russian). <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2025.01.020>
10. Nikitenko A.N., Mazyr A.M., Sinilo A.A., Klyputenko M.A. Investigation of the influence of technological parameters of raw fruit processing on changes in the content of phenolic substances. *Food Industry: Science and Technology*. 2023; 16(3): 19–26 (in Russian). EDN CYMNF
11. Zinner N.S., Vysochina G.I., Kukushkina T.A., Sviridova T.P. Biologically active substances *Hedysarum alpinum* L. and *H. theinum* Krasnob. (Fabaceae) introduced to Tomsk region. *Tomsk State University Journal of Biology*. 2010; (4): 116–122 (in Russian). EDN NMVICX
12. Afonina S.N., Lebedeva E.N., Setko N.P. Biochemistry of the components of tea and especially its biological effect on the organism (review). *Orenburg medica herald*. 2017; 5(4): 17–33 (in Russian). EDN YLTIZ
13. Jin J.-C. et al. Widely targeted metabolomics reveals the effect of different raw materials and drying methods on the quality of instant tea. *Frontiers in Nutrition*. 2023; 10: 1236216. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1236216>

ОБ АВТОРАХ:

Ульяна Михайловна Лебедева^{1,2}

• кандидат медицинских наук заведующий лабораторией¹;
 • кандидат медицинских наук руководитель Центра
 лечебного и профилактического питания НИИ
 здоровья²
 ulev@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8990-3876>

Татьяна Васильевна Слепцова¹

кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник
 SlepsovaTV@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5570-3254>

Валентина Тихоновна Васильева¹

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
 vasvalt@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0393-324X>

Ксения Николаевна Нициевская³

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник
 nitsievskayakn@sfsca.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7302-106X>

Светлана Владимировна Станкевич³

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный
 сотрудник
 stankevichsv@sfsca.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5157-2004>

¹ Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова — подразделение Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», ул. Бестужева-Марлинского, 23/1, Якутск, 677001, Россия.

² Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, ул. Белинского, 58, Якутск, 677000, Россия.

³ Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, ул. Центральная, 7, р. п. Краснообск, Новосибирская область, 630501, Россия.

ABOUT THE AUTHORS

Ulyana Mikhailovna Lebedeva^{1,2}

• Candidate of Medical Sciences, Head of the Laboratory¹;
 • Candidate of Medical Sciences, Head of the Center for
 Therapeutic and Preventive Nutrition at the Research Institute
 of Health²
 ulev@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8990-3876>

Tatiana Vasilyevna Sleptsova¹

Candidate of Agricultural Sciences, Researcher
 SlepsovaTV@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5570-3254>

Valentina Tikhonovna Vasilyeva¹

Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher
 vasvalt@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0393-324X>

Kseniya Nikolaevna Nitsievskaya³

Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher
 nitsievskayakn@sfsca.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7302-106X>

Svetlana Vladimirovna Stankevich³

Candidate of Agricultural Sciences,
 Senior researcher
 stankevichsv@sfsca.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-5157-2004>

¹ M.G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture — Division of Federal Research Centre "The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences", 23/1 Bestuzhev-Marlinsky st., Yakutsk, 677001, Russia

² M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, 58 Belinsky st., Yakutsk, 677000, Russia. Yakutsk, Russia

³ Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 7 Tsentralnaya st., Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia