

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-238-250

УДК 615.322:582.912.46

МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ ПРОФИЛЬ БРУСНИКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*VACCINIUM VITIS-IDAEA L.*), ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ЛЕСНОЙ ЗОНЕ ГОРОДА МАГАДАНА

Е.М. Степанова, Е.А. Луговая

Цель исследования – установление качественного и количественного минерального состава брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea L.*) лесной зоны города Магадана.

Материал и методы. Пробы ягод собирали в пределах лесной зоны города Магадана с дикорастущих растений. Методами АЭС-ИСП и МС-ИСП определяли содержание в исследуемых объектах 25 макро- и микроэлементов.

Результаты и обсуждение. Содержание Ca, K, Mg, Na, P, Si в ягодах брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea L.*), произрастающей в лесной зоне города Магадана, отличалось от аналогичных значений, приведенных в справочниках химического состава пищевых продуктов Дании, Норвегии, России, Словакии, Финляндии, Швеции, Эстонии.

Порция свежих ягод (100 г) удовлетворяет суточную потребность взрослого человека в марганце ($3,1 \pm 0,3$ мкг%) на 155%, кремнии ($1,5 \pm 0,2$ мкг%) – на 29%, селене ($9,8 \pm 1,5$ мкг%) – на 14%, боре ($80,5 \pm 0,8$ мкг%) – на 4%, калии ($66,5 \pm 0,7$ мкг%) и меди ($0,03 \pm 0,004$ мкг%) – на 3%, цинке ($0,2 \pm 0,02$ мкг%) и хrome ($0,9 \pm 0,09$ мкг%) – на 2%, кальции ($8,6 \pm 0,8$ мкг%), магнии ($5,1 \pm 0,5$ мкг%), фосфоре ($8,0 \pm 0,7$ мкг%), железе ($0,1 \pm 0,01$ мкг%), кобальте ($0,1 \pm 0,01$ мкг%), ванадии ($0,1 \pm 0,01$ мкг%) и литии ($0,1 \pm 0,01$ мкг%) – на 1%, йоде ($0,2 \pm 0,02$ мкг%) – на 0,1%.

При анализе содержания токсичных элементов и тяжелых металлов превышения их ПДК в бруснике не обнаружено, таким образом можно констатировать об экологической безопасности районов произрастания и традиционного сбора ягод населением региона.

Заключение. Полученные данные о количественном и качественном минеральном составе брусники обыкновенной, произрастающей в лесной зоне города Магадана, могут стать дополнением имеющейся в отечественной и зарубежной литературе информации о ее химическом составе.

Ключевые слова: брусника обыкновенная; *Vaccinium vitis-idaea* L.; макро- и микроэлементы; Магадан

Для цитирования. Степанова Е.М., Луговая Е.А. Макро- и микроэлементный профиль брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), произрастающей в лесной зоне города Магадана // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. Т. 13, № 4. С. 238-250. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-238-250

MINERAL PROFILE OF LINGONBERRY (*VACCINIUM VITIS-IDAEA* L.), GROWING IN THE FOREST ZONE OF MAGADAN

E.M. Stepanova, E.A. Lugovaya

Purpose. This study aimed to ascertain qualitative and quantitative mineral value of the Lingonberry fruit (*Vaccinium vitis-idaea* L.) that grows in the forest zone surrounding the city of Magadan.

Materials and methods. Berry samples were collected from wild plants within the forest zone of Magadan city. Atomic emission spectrometry and inductively coupled plasma mass spectrometry were used to determine amounts of twenty-five minerals and trace elements in the objects under study.

Results and discussion. Amounts of Ca, K, Mg, Na, P, and Cu in the Lingonberry fruit (*Vaccinium vitis-idaea* L.) from the forest zone of Magadan tended to differ from similar variables available in database of chemical composition of those growing further in land of Russia, as well as Denmark, Norway, Slovakia, Finland, Sweden, and Estonia.

A 100 g portion of the Lingonberry berries proved to meet an adult's daily requirements for manganese ($3,1 \pm 0,3$ мг%) by 155%; siliceous ($1,5 \pm 0,2$ мг%) by 29%; selenium ($9,8 \pm 1,5$ мкг%) by 14%; boron ($80,5 \pm 0,8$ мкг%) by 4%; potassium ($66,5 \pm 0,7$ мг%) and copper ($0,03 \pm 0,004$ мг%) by 3%; zinc ($0,2 \pm 0,02$ мг%) and chromium ($0,9 \pm 0,09$ мкг%) by 2%; calcium ($8,6 \pm 0,8$ мг%), magnesium ($5,1 \pm 0,5$ мг%), phosphorus ($8,0 \pm 0,7$ мг%), iron ($0,1 \pm 0,01$ мг%), cobaltous ($0,1 \pm 0,01$ мкг%), vanadium ($0,1 \pm 0,01$ мкг%), and lithium ($0,1 \pm 0,01$ мкг%) by 1%; iodine ($0,2 \pm 0,02$ мкг%) by 0.1%.

Lingonberry fruit samples were analyzed for toxic and heavy metal levels and no accelerated maximum permitted concentration was found which confirmed ecological safety of the place of traditional berry picking by the population.

Conclusion. *The obtained data on qualitative and quantitative mineral facts about the wild Lingonberries that grow in the forest zone of the city of Magadan can add information available in domestic and foreign references on chemical contents of foods.*

Keywords: *Lingonberry; Vaccinium vitis-idaea L.; minerals and trace elements; Magadan*

For citation. *Stepanova E.M., Lugovaya E.A. Mineral Profile of Lingonberry (Vaccinium vitis-idaea L.), Growing in the Forest Zone of Magadan. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 238-250. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-238-250*

В последнее время наряду с изучением биологически активных веществ органической природы, которые содержатся в растительном сырье, большое внимание уделяется также веществам минерального происхождения. Известно, что биохимический состав растений зависит от сорта, места произрастания, времени сбора и способа консервации. Микроэлементный профиль растений несет в себе информацию об экологическом состоянии региона и непосредственно самого растения [6].

Изучение химического состава ягод дикорастущих растений, в том числе и брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea L.*) активно ведется исследователями разных стран [3, 11, 12, 18]. Информация о количественном содержании некоторых макро- (кальций, калий, магний, натрий, фосфор) и микроэлементов (медь, железо, йод, марганец, селен, цинк) в плодах брусники обыкновенной содержится в справочниках химического состава пищевых продуктов разных стран и встречается в научных публикациях [3, 7, 10, 17].

Важная роль принадлежит макро- и микроэлементам, содержащимся в исследуемых плодах в виде биодоступных комплексов. Биогенные элементы (калий, натрий, кальций, железо, кобальт, цинк, медь, марганец и др.) играют особую физиологическую роль в работе многих систем организма человека [10]. Большинство тяжелых металлов и радионуклидов проявляют токсические и канцерогенные свойства. Поэтому важны данные по содержанию в исследуемых образцах таких элементов, как ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, сурьма, бром и др. В связи с тем, что районы сбора ягод, как правило, типичные для региона эколого-географические зоны и находятся в ближайшей пригородной лесной территории, актуальным является определение степени нагрузки тяжелыми металлами, а также решение ряда сопутствующих экологических вопросов: загрязненность территории, где эти ягоды произрастают, и возможное влияние техногенных факторов [2, 10].

Цель настоящей работы – определение качественного и количественного состава дикорастущей брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), произрастающей в лесной зоне города Магадана.

Материал и методы

Бруснику обыкновенную (*Vaccinium vitis-idaea* L., n=10) собирали в лесной зоне муниципального образования город Магадан в сухую ясную погоду в фазу активного плодоношения – сентябрь 2018 года. Климатические условия в местах произрастания растительного сырья и отбора проб были идентичными. Для определения концентраций химических элементов достаточно было пробы, каждая массой 10 г. Из общей массы ягоды (100 г) отбирали 3 точечные пробы, гомогенизировали массу и выделяли среднюю пробу, определяя в ней трехкратным измерением абсолютное содержание искомым макро- и микроэлементов.

Определение качественного и количественного минерального состава ягоды проводили в лабораторных условиях в ООО «Микронутриенты» (Москва) в соответствии с методическими указаниями МУК 4.1.985-00 «Определение содержания токсичных элементов в пищевых продуктах и продовольственном сырье. Методика автоклавной пробоподготовки» методами атомной эмиссионной спектроскопии (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой (МС-ИСП) на приборах Optima 2000 DV и NexION 300D (Perkin Elmer, США). В объекте исследования определяли и анализировали алюминий (Al), мышьяк (As), бор (B), бериллий (Be), кальций (Ca), кадмий (Cd), кобальт (Co), хром (Cr), медь (Cu), железо (Fe), ртуть (Hg), йод (I), калий (K), литий (Li), магний (Mg), марганец (Mn), натрий (Na), фосфор (P), свинец (Pb), селен (Se), кремний (Si), ванадий (V), цинк (Zn).

В статистическом анализе полученных данных о содержании химических элементов в образцах применяли методы параметрической статистики: расчет средней и ошибки измерения ($M \pm m$), нормальности распределения частот. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось при $p < 0,05$. Степень удовлетворения суточной потребности взрослого человека в макро- и микроэлементах при включении в рацион питания брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), определяли на основе расчёта концентрации элементов в порции 100 г сырого продукта и в соответствии с Нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации, приведенными в Методических рекомендациях МР 2.3.1.2432-08.

Результаты и обсуждение

Абсолютное содержание эссенциальных химических элементов представлено в табл. 1. Полученные результаты сравнивали с концентрациями в ягоде брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), произрастающей в некоторых странах [8, 13-16, 19, 20].

Таблица 1.

**Содержание эссенциальных макро- и микроэлементов (МЭ)
в ягоде брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.)**

МЭ	г. Магадан M±m	Справочники химического состава продуктов питания							Адекватный уровень су- точного по- требления [4, 5]
		Дания [15]	Норвегия [16]	Россия [8]	Словакия [19]	Финляндия [14]	Швеция [20]	Эстония [13]	
Макроэлементы									
Ca, мг%	8,6±0,8	20,0	25,0	25,0	18,0	22,0	16,0	16,0	1250 мг
K, мг%	66,5±0,7	89,0	118,0	90,0	77,0	80,0	87,0	87,0	2500 мг
Mg, мг%	5,1±0,5	9,0	11,0	7,0	6,0	9,0	9,0	9,0	400 мг
Na, мг%	0,1±0,01	2,0	0	7,0	5,0	2,0	1,0	2,0	1300 мг
P, мг%	8,0±0,7	16,0	26,0	16,0	11,0	17,0	16,0	17,0	800 мг
Микроэлементы									
Cu, мг%	0,03±0,004	0,1	0,1	-	0,2	-	0,1	0,1	1,0 мг
Fe, мг%	0,1±0,01	0,4	0,3	0,4	0,7	0,4	0,4	0,4	10-15 мг
I, мкг%	0,2±0,02	0,2	0,2	-	0,1	1,0	0,2	1,0	150 мкг
Mn, мг%	3,1±0,3	3,2	-	-	-	-	-	3,2	2,0 мг
Se, мкг%	9,8±1,5	0	0	-	0	0,1	0	0,1	70 мкг
Zn, мг%	0,2±0,02	0,2	0,2	-	0,3	0,2	0,2	0,2	12 мг

Согласно справочным данным [8, 13-16, 19, 20], концентрация кальция лежит в диапазоне 16,0-25,0 мг%. Наименьшее из проанализированных значений – в магаданской ягоде (табл. 1), при этом порция массой 100 г удовлетворяет суточную потребность взрослого человека в кальции всего на 1%. Содержание калия в бруснике ниже содержания элемента по данным справочников в 1,1-1,7 раз [8, 13-16, 19, 20]. Суточную потребность в калии для взрослого человека порция магаданской ягоды удовлетворяет на 3%. В анализируемых странах содержание магния в ягодах брусники варьирует от 6,0 мг% в Словакии до 11,0 мг% в Норвегии [8, 13-16, 19, 20]. Концентрация элемента в магаданской ягоде отличается от справочного диапазона, при этом суточную потребность в магнии порция брусники удовлетворяет на 1%. Несоизмеримо высокое значение концентрации натрия в бруснике

приводится в Справочнике химического состава и калорийности российских продуктов питания – 7,0 мг% [8]. В остальных проанализированных базах данных значение элемента колеблется от нулевых значений в Норвегии [16] до 5,0 мг% – в Словакии [19]. По результатам нашего исследования концентрация натрия в бруснике обыкновенной ниже порога обнаружения. Значение концентрации фосфора в одной порции ягоды согласно справочникам химического состава пищевых продуктов варьирует от 11 мг до 26 мг в 100 г свежей порции [8, 13-16, 19, 20], в магаданской ягоде ниже справочных величин в 1,4-3,3 раза. Порция 100 г свежей ягоды способствует покрытию суточной потребности в элементе на 1%.

Полученные нами данные в целом сопоставимы с данными ряда исследователей [1, 3, 9]: из макроэлементов в бруснике преобладает калий – 730 мг/кг свежих ягод, содержание натрия в зрелых плодах брусники колеблется в интервале 70-170, кальция – 96,6-400, магния – 22,4-70, фосфора 44,5-160 мг/кг сырой массы.

Большинство значений концентраций микроэлементов соответствовало содержанию их в бруснике обыкновенной, произрастающей в разных местностях. Содержание цинка в разных странах составляет 0,2-0,3 мг% [13-16, 19, 20]. В магаданской ягоде содержание элемента соотносимо со справочными значениями, при этом порция в 100 г удовлетворяет суточную потребность взрослого человека всего на 2%. Содержание железа и меди оказалось ниже справочных величин (табл. 1). Суточную потребность взрослого человека в железе порция брусники удовлетворяет на 1%, в меди – на 3%. Концентрация марганца соотносима с аналогичным значением в ягоде, произрастающей в Дании и Эстонии [13, 15]. При этом порция свежей ягоды способствует покрытию суточной потребности в марганце на 155%, что согласуется с литературными данными о том, что все кустарники рода *Vaccinium* названы концентраторами марганца [7]. Средняя концентрация йода в магаданской бруснике аналогична концентрации элемента в бруснике, произрастающей в Дании, Норвегии и Швеции, и в 2 раза превышает содержание микроэлемента в ягоде, произрастающей в Словакии, Финляндии и Эстонии [15, 16, 13, 14, 19, 20]. Суточная потребность в йоде для взрослого человека при употреблении порции магаданской ягоды 100 г покрывается на незначительные 0,1%. Концентрация селена в бруснике составила 9,8 мг% (табл. 1), что покрывает суточную потребность в элементе на 14%. По данным, приведенным в статье М.Н. Лютиковой и соавт. [3], концентрация цинка составила 2 мг/кг сырой массы, железа – 11,17-190, меди – 20, марганца – 83-140.

В табл. 2 представлено содержание условно эссенциальных микроэлементов. 100 г ягод брусники обыкновенной содержит 29% кремния, 4% – бора, 2% – хрома, 1% – кобальта, ванадия, лития от адекватного суточного потребления согласно Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю).

Таблица 2.

Содержание условно эссенциальных микроэлементов в ягоде брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.)

Микроэлемент	Абсолютная концентрация мкг/г, $M \pm m$	Адекватный уровень суточного потребления
B	0,805±0,097	2 мг
Co	0,001±0,0002	10 мкг
Cr	0,009±0,002	50 мкг
V	0,001±0,0002	15 мкг
Si	14,55±1,45	5 мг
Li	0,001±0,0002	100 мкг
Ni	0,017±0,003	нет данных

Полученные значения концентраций токсичных микроэлементов в ягоде сравнивали с Гигиеническими требованиями безопасности к пищевой продукции, согласно техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011). Превышения допустимых уровней токсичных элементов в ягоде не обнаружено (табл. 3).

Таблица 3.

Содержание токсичных микроэлементов в ягоде брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.)

Микроэлемент	Абсолютная концентрация мкг/г, $M \pm m$	Верхний допустимый уровень
Al	3,04±0,3	нет данных
As	0,0005±0,0001	0,2
Cd	0,0008±0,0002	0,03
Hg	0,0036±0,0004	0,02
Pb	0,004±0,001	0,4
Sn	0,004±0,001	нет данных
Sr	0,187±0,022	нет данных

Заключение

Содержание макроэлементов и некоторых микроэлементов (медь, железо) в ягоде брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), произрастающей в лесной зоне Магадана, отличалось от значений, приведенных в справочниках химического состава пищевых продуктов Дании, Норвегии, России, Словакии, Финляндии, Швеции, Эстонии [8, 13-16, 19, 20] в сторону более низких концентраций. Значение концентрации микроэлементов марганца, йода и цинка соответствовало содержанию их в бруснике обыкновенной, произрастающей в разных местностях, приведенному в справочной литературе.

Порция (100 г) свежих ягод брусники обыкновенной удовлетворяет суточную потребность взрослого человека в марганце на 155%, кремнии – на 29%, селене – на 14%, боре – на 4%, калии и меди – на 3%, цинке и хrome – на 2%, кальции, магнии, фосфоре, железе, кобальте, ванадии и литии – на 1%, йоде – на 0,1%.

При анализе содержания токсичных элементов и тяжелых металлов превышения их ПДК в бруснике не обнаружено, таким образом можно констатировать об экологической безопасности районов произрастания и традиционного сбора ягод магаданцев.

Полученные данные о количественном и качественном минеральном составе брусники обыкновенной, произрастающей в лесной зоне Магадана, могут стать дополнением имеющейся в отечественной и зарубежной литературе информации о ее химическом составе.

Список литературы

1. Зайцева А.Н., Сорокина Е.Ю., Аксюк И.Н., Левин Л.Г. Ягоды брусники: химический состав, пищевые и целебные свойства // Вопросы питания. 1997. № 2. С. 38-40.
2. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник в 6 книгах / Под ред. Э. К. Буренкова. М., 1994-1999.
3. Лютикова М.Н., Ботиров Э.Х. Химический состав и практическое применение ягод брусники и клюквы // Химия растительного сырья. 2015. № 2. С. 5-27. <https://doi.org/10.14258/jcprm.201502429>
4. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. 36 с.
5. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: Методические рекомендации МР 2.3.1.1915-04. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 28 с.

6. Рудая М.А., Тринеева О.В., Сливкин А.И. Исследование элементного состава плодов Облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.) различных сортов // Микроэлементы в медицине. 2018. № 19(3). 49-59. <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2018-19-3-49-59>
7. Сафронова И.В., Гольдина И.А., Гайдудль К.В. Козлов В.А. Особенности химического состава брусники обыкновенной и перспективы ее применения в медицине и здоровом питании // Инновации и продовольственная безопасность. 2015. № 4 (10). С. 63-73. <https://innfoodsecr.elpub.ru/jour/article/view/123>
8. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочник. М.: ДеЛи принт, 2008. 276 с.
9. Терентьева В.М. Биохимическая оценка высушенных ягод брусники Центральной Якутии [Оценка качества дикорастущих ягод с целью разработки технологий переработки и хранения] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2008. № 10. С. 113-116.
10. Цыбукова Т.Н., Петрова Е.В., Рабцевич Е.С., Зейле Л.А., Тихонова О.К., Агашева Е.А. Элементный состав плодов брусники обыкновенной и клюквы болотной // Химия растительного сырья. 2017. № 4. С. 229-233. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2017041899>
11. Shamilov A.A., Bubenchikova V.N., Chernikov M.V., Pozdnyakov D.I., Garsiya E.R. *Vaccinium vitis-idaea* L.: Chemical Contents, Pharmacological Activities // *Pharmaceutical Sciences*, 2020, vol. 26, no. 4, pp. 344-362. <https://doi.org/10.34172/PS.2020.54>
12. Borowska E. Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: A review // *Plant Foods Human Nutr*, 2008, no. 63, pp. 147-156. <https://doi.org/10.1007/s11130-008-0097-5>
13. Estonian food composition database (Estonia). <https://tka.nutridata.ee/et/> (accessed August 05, 2021).
14. Finely Finnish Food Composition Database (Finland). <https://fineli.fi/fineli/fi/elin-tarvikkeet/440?foodType=ANY&ingredientClass=BERRY&portionUnit=G&portionSize=100&sortByColumn=name&sortOrder=desc&component=2331&> (accessed August 05, 2021).
15. Fodevaredata, DTU Fodevareinstituttet (Denmark). <https://frida.fooddata.dk/food/769> (accessed August 05, 2021).
16. Norwegian Food Composition table (Norway). <https://www.matvaretabellen.no> (accessed August 05, 2021).
17. Pöykiö R., Mäenpää A., Perämäki P., Niemelä M., Välimäki I. Heavy metals (Cr, Zn, Ni, V, Pb, Cd) in lingonberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.) and assessment

- of human exposure in two industrial areas in the Kemi-Tornio region, Northern Finland // Arch. Environ. Contam. Toxicol, 2005, no. 48, pp. 338-343. <https://doi.org/10.1007/s00244-004-0074-4>
18. Rodushkin I., Ödman F., Holmström H. Multi-element analysis of wild berries from northern Sweden by ICP techniques // Sci. Total Environ, 1999, no. 231, pp. 53-65. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(99\)00080-7](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(99)00080-7)
 19. Slovak online food composition database online (Slovakia). <http://www.pbd-online.sk/en> (accessed August 05, 2021).
 20. The Swedish Food Composition Database, Livsmedelsverket (Sweden). <https://www.livsmedelsverket.se> (accessed August 05, 2021).

References

1. Zaitseva A.N., Sorokina E.Yu., Aksyuk I.N., Levin L.G. Jagody brusniki: himicheskij sostav, pishhevye i celebnye svojstva [Lingonberries: chemical composition, nutritional and healing properties]. *Voprosy pitaniya* [Questions of nutrition], 1997, no. 2, pp. 38-40.
2. Ivanov V.V. *Jekologicheskaja geohimija jelementov: Spravochnik v 6 knigah* [Ecological geochemistry of elements: A reference book in 6 books] / Ed. E.K. Burenkov. Moscow, 1994-1999.
3. Ljutikova M.N., Botirov Je.H. Himicheskij sostav i prakticheskoe primenenie jagod brusniki i kljukvy [The chemical composition and the practical application of berries lingonberry and cranberry]. *Khimija rastitel'nogo syr'ja* [Chemistry of Plant Raw Material], 2015, no. 2, pp. 5-27. <https://doi.org/10.14258/jcprm.201502429>
4. *Normy fiziologicheskikh potrebnostej v jenergii i pishhevyh veshhestvah dlja razlichnyh grupp naselenija Rossijskoj Federacii: Metodicheskie rekomendacii MP 2.3.1.2432-08* [Methodical recommendations Rospotrebnadzor MR 2.3.1.2432-08 dated 18.12.2008 "Norms of physiological needs in energy and nutrients for different groups of the population of the Russian Federation"], 2008, 36 p.
5. *Rekomenduemye urovni potreblenija pishhevyh i biologicheskii aktivnyh veshhestv: Metodicheskie rekomendacii MR 2.3.1.1915-04* [Methodical recommendations Rospotrebnadzor MR 2.3.1.1915-04 dated 02.07.2004 "Recommended levels of consumption of food and biologically active substances"], 2004, 28 p.
6. Rudaja M.A., Trineeva O.V., Slivkin A.I. Issledovanie jelementnogo sostava plodov Oblepihi krushinovidnoj (Hippophae rhamnoides l.) razlichnyh sortov [Research of element composition of Sea buckthorn (Hippophae rhamnoides l.) fruits of various cultivars]. *Mikrojelementy v medicine* [Trace elements in

- medicine], 2018, vol. 19, no. 3, pp. 49-59. <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2018-19-3-49-59>
7. Safronova I.V., Gol'dina I.A., Gajdul' K.V. Kozlov V.A. Osobennosti himicheskogo sostava brusniki obyknovennoj i perspektivy ee primenenija v medicine i zdorovom pitanii [Peculiarities of chemical composition of lingonberry and opportunities of its usage in medicine and in the sphere of healthy food]. *Innovacii i prodovol'stvennaja bezopasnost'* [Innovations and Food Safety], 2015, vol. 4, no. 10, pp. 63-73. <https://innfoodsecr.elpub.ru/jour/article/view/123>
 8. Skurikhin I.M., Tutelyan V.A. Tablicy himicheskogo sostava i kalorijnosti rossijskikh produktov pitaniya: spravochnik [Tables of the chemical composition and caloric content of Russian food: Handbook]. Moscow: DeLi print, 2007, 276 p.
 9. Terentyeva V.M. Biohimicheskaja ocenka vysushennyh jagod brusniki Central'noj Jakutii [Ocenka kachestva dikorastushhih jagod s cel'ju razrabotki tehnologij pererabotki i hranenija] [Biochemical assessment of dried lingonberries in Central Yakutia [Wild berries quality assessment in order to develop processing and storage technologies]. *Sibirskij vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki* [Siberian Bulletin of Agricultural Science], 2008, vol. 10, pp. 113-116.
 10. Cybukova T.N., Petrova E.V., Rabceвич E.S., Zejle L.A., Tihonova O.K., Agasheva E.A. Jelementnyj sostav plodov brusniki obyknovennoj i kljukvy bolotnoj [Elemental composition of fruits of *Vaccinium Vitis-idaea* L. And *Oxycoccus Palustris* Pers.]. *Khimija rastitel'nogo syr'ja* [Chemistry of Plant Raw Material], 2017, vol. 4, pp. 229-233. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2017041899>
 11. Shamilov A.A., Bubenchikova V.N., Chernikov M.V., Pozdnyakov D.I., Garsiya E.R. *Vaccinium vitis-idaea* L.: Chemical Contents, Pharmacological Activities. *Pharmaceutical Sciences*, 2020, vol. 26, no. 4, pp. 344-362. <https://doi.org/10.34172/PS.2020.54>
 12. Borowska E. Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: A review. *Plant Foods Human Nutr*, 2008, no. 63, pp. 147-156. <https://doi.org/10.1007/s11130-008-0097-5>
 13. Estonian food composition database (Estonia). <https://tka.nutridata.ee/et/> (accessed August 05, 2021).
 14. Finely Finnish Food Composition Database (Finland). <https://fineli.fi/fineli.fi/elintarvikkeet/440?foodType=ANY&ingredientClass=BERRY&portionUnit=G&portionSize=100&sortByColumn=name&sortOrder=desc&component=2331&> (accessed August 05, 2021).

15. Fodevaredata, DTU Fodevareinstituttet (Denmark). <https://frida.fooddata.dk/food/769> (accessed August 05, 2021).
16. Norwegian Food Composition table (Norway). <https://www.matvaretabellen.no> (accessed August 05, 2021).
17. Pöykiö R., Mäenpää A., Perämäki P., Niemelä M., Välimäki I. Heavy metals (Cr, Zn, Ni, V, Pb, Cd) in lingonberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.) and assessment of human exposure in two industrial areas in the Kemi-Tornio region, Northern Finland. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 2005, no. 48, 338–343. <https://doi.org/10.1007/s00244-004-0074-4>
18. Rodushkin I., Ödman F., Holmström H. Multi-element analysis of wild berries from northern Sweden by ICP techniques. *Sci. Total Environ.*, 1999, no. 231, 53–65. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(99\)00080-7](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(99)00080-7)
19. Slovak online food composition database online (Slovakia). <http://www.pbd-online.sk/en> (accessed August 05, 2021).
20. The Swedish Food Composition Database, Livsmedelsverket (Sweden). <https://www.livsmedelsverket.se> (accessed August 05, 2021).

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Степанова Евгения Михайловна, научный сотрудник лаборатории физиологии экстремальных состояний
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук
пр. К. Маркса, 24, г. Магадан, Магаданская область, 685000, Российская Федерация
at-evgenia@mail.ru

Луговая Елена Александровна, кандидат биологических наук, доцент, врио директора
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук
пр. К. Маркса, 24, г. Магадан, Магаданская область, 685000, Российская Федерация
elena_plant@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Evgenia M. Stepanova, Researcher, Laboratory for Physiology of Extreme States

Scientific Research Center «Arktika» Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

24, Karl Marks Str., Magadan, 685000, Russian Federation

at-evgenia@mail.ru

SPIN-code: 671-460

ORCID: 0000-0002-2223-1358

ResearcherID: AAR-7209-2020

Scopus Author ID: 56727790700

Elena A. Lugovaya, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Acting Director, Scientific Research Center “Arktika”

Scientific Research Center «Arktika» Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

24, Karl Marks Str., Magadan, 685000, Russian Federation

elena_plant@mail.ru

ORCID: 0000-0002-6583-4175

ResearcherID: AAR-7391-2020

Scopus Author ID: 56728609500