



DOI 10.23859/estr-230123

EDN AZTMRP

УДК 581.192.2

Краткое сообщение

Содержание фенольных соединений в растениях семейства Ericaceae в условиях криолитозоны

Н.Н. Иванова*, Н.К. Чирикова

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Россия, 677000, республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Кулаковского, д. 46

*niklaida@mail.ru

Аннотация. Изучено содержание фенольных соединений в плодах различных видов растений семейства Ericaceae, собранных на территории Республики Саха (Якутия) в период плодоношения в июле – августе. Исследование подтверждает, что растения, произрастающие в условиях криолитозоны, накапливают большое количество фенольных соединений. В результате фитохимического анализа установлено, что наиболее ценным растительным сырьем по содержанию фенольных соединений является *Vaccinium uliginosum*.

Ключевые слова: *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Arctostaphylos uva-ursi*, арбутин, экстрактивные вещества, флавоноиды, дубильные вещества, Якутия

Финансирование. Результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России (FSRG-2023-0027).

ORCID:

Н.Н. Иванова, <https://orcid.org/0000-0002-9247-8110>

Н.К. Чирикова, <https://orcid.org/0000-0003-1130-3253>

Для цитирования: Иванова, Н.Н., Чирикова, Н.К., 2023. Содержание фенольных соединений в растениях семейства Ericaceae в условиях криолитозоны. *Трансформация экосистем* 6 (5), 3–10. <https://doi.org/10.23859/estr-230123>

Поступила в редакцию: 23.01.2023

Принята к печати: 15.02.2023

Опубликована онлайн: 01.12.2023

DOI 10.23859/estr-230123

EDN AZTMRP

UDC 581.192.2

Short communication

The phenolic compound content in plants of the family Ericaceae under cryolithozone conditions

Niklaida N Ivanova* , Nadezhda K. Chirikova 

M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, ul. Kulakovskogo 46, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), 677000 Russia

*niklaida@mail.ru

Abstract. The content of phenolic compounds in the fruits of various plant species of the family Ericaceae, collected on the territory of the Republic of Sakha (Yakutia) during the fruiting period in July–August, was studied. The study confirms that plants growing in permafrost conditions accumulate large amounts of phenolic compounds. As a result of phytochemical analysis, it was found that the most valuable plant raw material in terms of content of phenolic compounds is *Vaccinium uliginosum*.

Keywords: *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Arctostaphylos uva-ursi*, arbutin, extractives, flavonoids, tannins, Yakutia

Funding. The results were obtained as part of the state assignment of the Russian Ministry of Education and Science (FSRG-2023-0027).

ORCID:

N.N. Ivanova, <https://orcid.org/0000-0002-9247-8110>

N.K. Chirikova, <https://orcid.org/0000-0003-1130-3253>

To cite this article: Ivanova, N.N., Chirikova, N.K., 2023. The phenolic compound content in plants of the family Ericaceae under cryolithozone conditions. *Ecosystem Transformation* 6 (5), 3–10. <https://doi.org/10.23859/estr-230123>

Received: 23.01.2023

Accepted: 15.02.2023

Published online: 01.12.2023

Введение

Представители семейства Вересковые (Ericaceae) и продукты их переработки успешно используются в качестве функциональных продуктов питания и нутрицевтиков. В определенной степени многие лечебные свойства плодово-ягодных растений обусловлены накоплением фенольных соединений (Ершова, 2016). Известно, что местный климат и сезонные изменения, а также прочие внешние факторы влияют на химический состав растений, используемых в медицине (Борисов и Ноговицын, 2019), а адаптация растений к изменяющимся экологическим условиям окружающей среды приводит к увеличению накопления биологически активных веществ с антиоксидантными свойствами в их тканях (Попова и др., 2008). Использование растительных ресурсов в качестве сырья и изучение механизмов адаптации и применения фенольных соединений в лекарственных целях вызывают большой интерес благодаря уникальной флоре Якутии и ее большому интродукционному потенциалу.

Брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.) произрастает во всех флористических районах Якутии в светлых, смешанных лесах и редколесьях, ерниках, горных тундрах (Афанасьева, 2020).

В бруснике обнаружены такие полифенолы, как флавоноиды, полифенольные кислоты, органические кислоты, витамины (А, В₁, В₂, В₃ и С), калий, кальций, магний и фосфор (Drózdź et al., 2018; Ек, 2006; Kowalska et al., 2019). В плодах брусники обнаружены производные феруловой и кумаровой кислот, кофеилхилина из группы фенольных кислот (Ек, 2006; Kowalska et al., 2019). Кроме того, в ягодах были обнаружены такие флавоноиды, как кверцетин и его гликозилированные производные, а также два флавонола, идентифицированные как катехин и эпикатехин (Kowalska et al., 2019).

Ягоды брусники широко применяются в народной медицине в качестве мочегонного средства, при цинге, для укрепления организма при простудных заболеваниях, подагре, ревматизме и гастрите, а также для повышения иммунитета в целом. В официальной медицине в настоящее время используются различные формы ягод брусники: настойки, сиропы, экстракты и порошки, а также биологически активные добавки (Лютникова, 2013).

Голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L.) широко распространена по территории Республики Саха. Встречается на заболоченных хвойных лесах и редколесьях, в зарослях кустарников, ерниках, горной и равнинной тундре, на окраинах болот, наледных полянах (Афанасьева, 2020).

В голубике обнаружены бензойная, яблочная, лимонная, щавелевая, винная, аскорбиновая, салициловая кислоты, дубильные вещества, гликозиды: мальвидин, дельфинидин, цианидин. Состав плодов голубики характеризуется высоким уровнем витаминов С, К, Е (Курлович, 2014). Ягоды содержат много воды, углеводов (глюкоза, фруктоза, сахароза), белков, клетчатки, пектиновых веществ, органических кислот и значительное количество макро- и микроэлементов (Черкасов и др., 1999).

Плоды голубики обладают противодиабетическим, противовоспалительным, противоопухолевым, противогрибковым, противогрибковым и глистогонным действием. Ягоды нормализуют обмен веществ, снижают уровень сахара в крови, укрепляют стенки кровеносных капилляров, нормализуют работу кишечника и поджелудочной железы (Дикорастущие..., 2001).

Толокнянка обыкновенная (*Arctostaphylos uva-ursi* L.) отмечается во всех флористических районах Якутии, кроме Арктического и Колымского. *A. uva-ursi* – светолюбивое растение. Встречается в сухих сосновых, реже лиственных лесах, на их опушках (Афанасьева, 2020).

Толокнянка содержит дубильные вещества пирогалловой группы – эллаготанины и галлотанины, в частности биологически активный эллаготанин корилагин (Куркин и др., 2015). Основными действующими веществами толокнянки являются фенольные гликозиды: арбутин, метиларбутин, пирозид, кофеиларбутин. Кроме того, химический профиль толокнянки характеризуется наличием урсоловой, дубильной, галловой, паракумаровой, сиреневой кислот и галлоиларбутина (Olenikov and Chekhirova, 2013; Ștefănescu et al., 2019).

Arctostaphylos uva-ursi обладает сильным вяжущим действием, главным образом благодаря наличию гликозидов. Толокнянка широко используется при лечении заболеваний почек, мочевого пузыря и мочевыводящих путей (Radulovic, 2010).

Целью работы является изучение количественного состава фенольных соединений в плодах растений семейства Ericaceae, произрастающих в Якутии.

Материалы и методы

Объектами исследования являются плоды *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Arctostaphylos uva-ursi*. Образцы растительного сырья были собраны в июле – августе в Центральной Якутии: плоды брусники и толокнянки – в окрестностях г. Якутск (N 62°3'40" E 129°31'20"), голубики – в окрестностях с. Магарас, Горного района (N 62°8'52" E 128°3'41") во время плодоношения. На территории Якутии развиты многолетние мерзлотные породы. Место сбора растительных образцов характеризуется резко-континентальным климатом с большими колебаниями температур. По многолетним данным, средняя годовая температура воздуха в Якутске составляет –10.2 °С. Средняя температура января составляет –42.7 °С, июля – +18.7 °С. Абсолютный минимум Горного района равен –65 °С, а максимум – +37 °С. Средняя температура января: –36... –40 °С, июля: +16... +17 °С (Присяжный, 2003).

Сбор, сушка и хранение растительного сырья проводились согласно фармакопейным требованиям (Государственная фармакопея РФ, 2015).

Метаболомный анализ проводили с применением спектрофотометрического, титриметрического и весового методов. Определение количественного содержания суммы фенольных соедине-

ний в исследуемых объектах проводилось с использованием реагента Фолина-Чокальтеу (Singleton et al., 1999). Количественное содержание флавоноидов оценивалось в пересчете на концентрацию рутина в плодах исследуемых растений. Содержание экстрактивных веществ и дубильных веществ проведены по стандартным методикам (Государственная фармакопея РФ, 2015).

Результаты и обсуждение

Показатель «содержание экстрактивных веществ» характеризует содержание в лекарственном растительном сырье всей суммы биологически активных веществ. В плодах *Vaccinium vitis-idaea* установлен высокий уровень экстрактивных веществ, извлекаемых водой. Вероятнее всего, это связано с содержанием в плодах водорастворимых компонентов (моносахариды, растворимые полисахариды) (Юдина и Максимова, 1993). Плоды *Arctostaphylos uva-ursi* и *Vaccinium uliginosum*, напротив, богаты липофильными БАВ (жирорастворимые витамины, воски, фосфолипиды) (Тарантул и Елисеева, 2020), что приводит к снижению выхода экстрактивных веществ (Табл. 1).

По содержанию фенольных соединений лидируют плоды *Vaccinium vitis-idaea* и *Vaccinium uliginosum*; существенно ниже их содержание в плодах *Arctostaphylos uva-ursi* (Табл. 1). Предположительно это связано с тем, что плоды брусники и голубики характеризуются гораздо большим разнообразием фенольных соединений, чем ягоды толокнянки (Ек, 2006; Lin and Harnly, 2007). По данным исследования плодов *Vaccinium vitis-idaea* и *Vaccinium uliginosum*, произрастающих на территории Югры, содержание фенольных соединений составляет 16.3 ± 1.7 и 25.5 ± 0.9 мг/г соответственно (Белова и др., 2020), что ниже полученных нами результатов.

Наибольшее содержание флавоноидов идентифицировано в ягодах *Vaccinium uliginosum*, а наименьшее – в плодах *Arctostaphylos uva-ursi* (Табл. 1). Согласно фитохимическим исследованиям ягод растений, произрастающих в Нижнем Новгороде, плоды *Vaccinium uliginosum* накапливают меньшее количество флавоноидов – около 1.34 мг/г (Павлова и др., 2012).

Плоды голубики и брусники более легко высвобождают дубильные вещества по сравнению с толокнянкой (Табл. 2).

Содержание арбутина повышается в ряду *Arctostaphylos uva-ursi* – *Vaccinium vitis-idaea* – *Vaccinium uliginosum*. Высокий уровень содержания арбутина в растениях может быть связан с адаптацией к стрессовым условиям, таким как арктические низкие температуры или стресс от засухи (Panusa et al., 2015).

Таким образом, проведенное исследование демонстрирует, что плоды растений из семейства *Ericaceae*, произрастающих в Якутии, характеризуются значительным количеством фенольных соединений, обладающих антиоксидантными свойствами. Предположительно это может объясняться активацией окислительного стресса при действии низких температур.

Табл. 1. Экстрактивность и количественное содержание органических соединений в исследуемых растениях (на абсолютно сухое сырье).

Вид растения	Содержание экстрактивных веществ, %	Содержание фенольных соединений, мг/г	Содержание флавоноидов, мг/г
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	94.51 ± 2.78	73.14 ± 0.41	0.91 ± 0.08
<i>Vaccinium uliginosum</i>	50.13 ± 0.87	62.38 ± 0.17	6.85 ± 0.19
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	44.00 ± 0.86	20.34 ± 0.28	0.32 ± 0.07

Табл. 2. Количественное содержание дубильных веществ и арбутина в исследуемых растениях (на абсолютно сухое сырье).

Вид растения	Содержание дубильных веществ, %	Содержание арбутина, мг/г
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	8.31 ± 0.34	24.22 ± 0.18
<i>Vaccinium uliginosum</i>	8.87 ± 0.22	58.51 ± 0.31
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	3.33 ± 0.18	9.24 ± 0.08

Выводы

Исследовано содержание фенольных соединений в плодах различных видов растений семейства Ericaceae, произрастающих на территории Республики Саха (Якутия).

Экстрактивность в водном извлечении исследуемых растений варьировала от $44.00 \pm 0.86\%$ в плодах *Arctostaphylos uva-ursi* до $94.51 \pm 2.78\%$ – в *Vaccinium vitis-idaea*. Наибольшее содержание фенольных соединений в водных экстрактах отмечено в плодах *Vaccinium vitis-idaea* (73.14 ± 0.41 мг/г), наибольшее содержание флавоноидов (6.85 ± 0.19 мг/г) и дубильных веществ ($8.87 \pm 0.22\%$) – в ягодах *Vaccinium uliginosum*. Количественное содержание арбутина в водных экстрактах у представителей семейства Ericaceae повышается в ряду *Arctostaphylos uva-ursi* (9.24 ± 0.08 мг/г) – *Vaccinium vitis-idaea* (24.22 ± 0.18 мг/г) – *Vaccinium uliginosum* (58.51 ± 0.31 мг/г). Таким образом, *Vaccinium uliginosum* может считаться наиболее ценным местным растительным сырьем по содержанию фенольных соединений.

Список литературы

- Афанасьева, Е.А., 2020. Определитель высших растений Якутии. Товарищество научных изданий КМК, Москва, Россия, 896 с.
- Белова, Е.А., Кривых, Е.А., Кавушевская, Н.С., Быстревская, Л.К., Жаутикова, С.Б., 2020. Цитопротекторный потенциал полифенольных экстрактов плодов рода *Vaccinium*, произрастающих на территории Югры, в условиях *in vitro*. *Вестник СурГУ. Медицина* 1 (43), 86–93.
- Борисов, В.Е., Ноговицын, Р.Р., 2019. Особенности природно-климатических факторов для создания новых биотехнологических производств в Республике Саха (Якутия). *Материалы Международной научно-практической конференции «Ресурсная экономика в контексте современных тенденций глобализации»*, Якутск, 22–23.03.2019. Якутск, Россия, 67–73.
- Государственная фармакопея Российской Федерации. XIII издание, 2015. Минздрав России, Москва, Россия, 1470 с.
- Дикорастущие полезные растения России, 2001. Буданцев, А.Л. и Лесиовская, Е.Е. (ред.). СПХФА, Санкт-Петербург, Россия, 663 р.
- Ершова, И.В., 2016. Содержание биологически активных фенольных соединений в сибирских плодах и ягодах. *Достижения науки и техники АПК* 30 (9), 44–47.
- Куркин, В.А., Рязанова, Т.К., Платонов, И.А., Павлова, Л.В., 2015. Количественное определение арбутина в листьях толокнянки обыкновенной. *Химия растительного сырья* 1, 95–100.
- Курлович, Т.В., 2014. Голубика высокорослая: биологические особенности и лекарственные свойства. *Материалы III Международной научно-практической конференции «Лекарственное растениеводство: от опыта прошлого до современных технологий»*, Полтава, 15–16.05.2014. Полтава, Украина, 122–126.
- Лютюкова, М.Н., 2013. Изучение состава биологически активных компонентов дикорастущих ягод *Vaccinium vitis-idaea* и *Oxycoccus palustris* в зависимости от степени их зрелости и условий хранения. *Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук*. Сургут, Россия, 124 с.
- Павлова, Е.Е., Березина, Е.В., Мишукова, И.В., Брилкина, А.А., 2012. Анализ содержания фенольных соединений и аскорбиновой кислоты у различных видов голубики (*Vaccinium* L.) в периоды цветения и плодоношения. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского* 2 (3), 222–229.
- Попова, А.С., Миронова, Г.Е., Аргунов, В.А., 2008. Антиоксидантные системы защиты организмов и биотехнологические пути коррекции их нарушений в условиях севера. Издательство ЯНЦ СО РАН, Якутск, Россия, 128 с.

Присяжный, М.Ю., 2003. Географические основания развития отдельных частей Якутии в кратких описаниях улусов, наслегов и населенных мест республики. Сахаполиграфиздат, Якутск, Россия, 696 с.

Тарантул, А., Елисеева, Т., 2020. Голубика (лат. *Vaccinium uliginosum*). Журнал здорового питания и диетологии 13, 14–25. <https://doi.org/10.59316/vi13.80>

Черкасов, А.Ф., Горбунов, А.Б., Тяк, Г.В., Макеев, В.А., Левгерова, Н.С., 1999. Клюква, брусника и голубика. В: Седов, Е.Н., Огольцова, Т.П. (ред.), Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. ВНИИСПК, Орел, Россия, 481–492.

Юдина, В.Ф., Максимова, Т.А., 1993. Сезонное развитие растений болот. КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия, 168 с.

Drózdź, P., Šežienė, V., Wójcik, J., Pyrżyńska, K., 2018. Evaluation of bioactive compounds, minerals and antioxidant activity of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) fruits. *Molecules* 23 (1), 53. <https://doi.org/10.3390/molecules23010053>.

Ek, S., 2006. Characterization of phenolic compounds from lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54 (26), 9834–9842.

Kowalska, K., Olejnik, A., Zielińska-Wasielica, J., Olkowicz, M., 2019. Inhibitory effects of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) fruit extract on obesity-induced inflammation in 3T3-L1 adipocytes and RAW 264.7 macrophages. *Journal of Functional Foods* 54, 371–380. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.01.040>

Lin, L.-Z., Harnly, J.M., 2007. A screening method for the identification of glycosylated flavonoids and other phenolic compounds using a standard analytical approach for all plant materials. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55 (4), 1084–1096. <https://doi.org/10.1021/jf062431s>

Olennikov, D.N., Chekhirova, G.V., 2013. 6"-Galloylpicein and other phenolic compounds from *Arctostaphylos uva-ursi*. *Chemistry of Natural Compounds* 49 (1), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s10600-013-0491-6>

Panusa, A., Petrucci, R., Marrosu, G., Multari, G., Gallo, F.R., 2015. UHPLC-PDA-ESI-TOF/MS metabolic profiling of *Arctostaphylos pungens* and *Arctostaphylos uva-ursi*. A comparative study of phenolic compounds from leaf methanolic extracts. *Phytochemistry* 115, 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2015.01.002>

Radulovic, N., 2010. Comparative study of the leaf volatiles of *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng. and *Vaccinium vitis-idaea* L. (Ericaceae). *Molecules* 15 (9), 6168–6185. <https://doi.org/10.3390/molecules15096168>

Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R.M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* 299, 152–178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)

Ștefănescu, B.E., Szabo, K., Mocan, A., Crișan, G., 2019. Phenolic compounds from five Ericaceae species leaves and their related bioavailability and health benefits. *Molecules* 24 (11), 2046. <https://doi.org/10.3390/molecules24112046>

References

Afanasiyeva, E.A., 2020. *Opredelitel' vysshikh rasteniy Yakutii* [Key to higher plants of Yakutia]. KMK Scientific Press Ltd, Moscow, Russia, 896 p. (In Russian).

- Belova, E.A., Krivykh, E.A., Kavushevskaya, N.S., Bystrevskaya, L.K., Zhautikova, S.B., 2020. Tsitoprotekturnyi potentsial polifenol'nykh ekstraktov plodov roda *Vaccinium*, proizrastaiushchikh na territorii lugry, v usloviakh *in vitro* [Cytoprotective potential of polyphenolic extracts of fruits of the genus *Vaccinium* growing on the territory of Ugra under *in vitro* conditions]. *Vestnik SurGU. Meditsina* [Bulletin of Surgut State University. Medicine] **1** (43), 86–93. (In Russian).
- Borisov, V.E., Nogovitsyn, R.R., 2019. Osobennosti prirodno-klimaticheskikh faktorov dlya sozdaniya novykh biotekhnologicheskikh proizvodstv v respublike Sakha (Yakutiya) [Features of natural and climatic factors for the creation of new biotechnological production in the Republic of Sakha (Yakutia)]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Resursnaya ekonomika v kontekste sovremennykh tendentsii globalizatsii"* [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Resursnaya ekonomika v kontekste sovremennykh tendentsiy globalizatsii"], Yakutsk, 22–23.03.2019. Yakutsk, Russia, 67–73. (In Russian).
- Cherkasov, A.F., Gorbunov, A.B., Tyak, G.V., Makeyev, V.A., Levgerova, N.S., 1999. Klyukva, brusnika i golubika [Cranberries, lingonberries and blueberries]. In: Sedov, E.N. and Ogoltsova, T.P. (eds.), *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* [Program and methodology for studying varieties of fruit, berry and nut crops]. All-Russian Research Institute for Breeding Fruit Crops, Orel, Russia, 481–492 (In Russian).
- Dikorastushchiye poleznyye rasteniya Rossii [Wild useful plants of Russia], 2001. Budantsev, A.L. and Lesiovskaya, E.E. (eds.). Saint Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University, St. Petersburg, Russia, 663 p. (In Russian).
- Drózdź, P., Šežienė, V., Wójcik, J., Pyrżyńska, K., 2018. Evaluation of bioactive compounds, minerals and antioxidant activity of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) fruits. *Molecules* **23** (1), 53. <https://doi.org/10.3390/molecules23010053>
- Ek, S., 2006. Characterization of phenolic compounds from lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **54** (26), 9834–9842.
- Ershova, I.V., 2016. Soderzhaniye biologicheskii aktivnykh fenol'nykh soyedineniy v sibirskikh plodakh i yagodakh [Content of biologically active phenolic compounds in Siberian fruits and berries]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex] **30** (9), 44–47. (In Russian).
- Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii. XIII izdanie [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIII edition], 2015. Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia, 1470 p. (In Russian).
- Kowalska, K., Olejnik, A., Zielińska-Wasielica, J., Olkowicz, M., 2019. Inhibitory effects of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) fruit extract on obesity-induced inflammation in 3T3-L1 adipocytes and RAW 264.7 macrophages. *Journal of Functional Foods* **54**, 371–380. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.01.040>
- Kurkin, V.A., Ryazanova, T.K., Platonov, I.A., Pavlova, L.V., 2015. Kolichestvennoye opredeleniye arbutina v list'yakh toloknyanki obyknovennoy [Quantitative determination of arbutin in bearberry leaves]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of Plant Materials] **1**, 95–100. (In Russian).
- Kurlovich, T.V., 2014. Golubika vysokoroslaya: biologicheskiye osobennosti i lekarstvennyye svoystva [Highbush blueberry: biological features and medicinal properties]. *Materialy III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Lekarstvennoye rastenievodstvo: ot opyta proshlogo do sovremennykh tekhnologiy"* [Materials of the III International Scientific and Practical Conference "Lekarstvennoye rasteniyevodstvo: ot opyta proshlogo do sovremennykh tekhnologiy"]. Poltava, 15–16.05.2014, Poltava, Ukraine, 122–125. (In Russian).

- Lin, L.-Z., Harnly, J.M., 2007. A screening method for the identification of glycosylated flavonoids and other phenolic compounds using a standard analytical approach for all plant materials. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **55** (4), 1084–1096. <https://doi.org/10.1021/jf062431s>
- Lyutikova, M.N., 2013. Study of the composition of biologically active components of wild berries *Vaccinium vitis-idaea* and *Oxycoccus palustris* depending on their degree of maturity and storage conditions [Izucheniye sostava biologicheskii aktivnykh komponentov dikorastushchikh yagod *Vaccinium vitis-idaea* i *Oxycoccus palustris* v zavisimosti ot stepeni ikh zrelosti i usloviy khraneniya]. *PhD in Chemistry thesis*. Surgut, Russia, 124 p. (In Russian).
- Olennikov, D.N., Chekhirova, G.V., 2013. 6"-Galloylpicein and other phenolic compounds from *Arctostaphylos uva-ursi*. *Chemistry of Natural Compounds* **49** (1), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s10600-013-0491-6>
- Panusa, A., Petrucci, R., Marrosu, G., Multari, G., Gallo, F.R., 2015. UHPLC-PDA-ESI-TOF/MS metabolic profiling of *Arctostaphylos pungens* and *Arctostaphylos uva-ursi*. A comparative study of phenolic compounds from leaf methanolic extracts. *Phytochemistry* **115**, 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2015.01.002>
- Pavlova, E.E., Berezina, E.V., Mishukova, I.V., Brilkina, A.A., 2012. Analiz sodержaniia fenol'nykh soedinenii i askorbinovoi kisloty u razlichnykh vidov golubiki (*Vaccinium* L.) v periody tsvetenii i plodonosheniia [Analysis of the content of phenolic compounds and ascorbic acid in various blueberry species (*Vaccinium* L.) during flowering and fruiting]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo* [Bulletin of Nizhny Novgorod University named after N.I. Lobachevsky] **2** (3), 222–229. (In Russian).
- Popova, A.S., Mironova, G.E., Argunov, V.A., 2008. Antioksidantnyye sistemy zashchity organizmov i biotekhnologicheskiye puti korrektsii ikh narusheniy v usloviyakh severa [Antioxidant systems for protecting organisms and biotechnological ways to correct their violations in northern conditions]. Publishing House of the Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch RAS, Yakutsk, Russia, 128 p. (In Russian).
- Prisyazhnyy, M.Yu., 2003. Geograficheskiye osnovaniya razvitiya otdel'nykh chastey Yakutii v kratkikh opisaniyakh ulusov, naslegov i naselennykh mest respubliki [Geographical basis for the development of individual parts of Yakutia in brief descriptions of uluses, naslegs and populated areas of the republic]. Sakhapoligrafizdat, Yakutsk, Russia, 696 p. (In Russian).
- Radulovic, N., 2010. Comparative study of the leaf volatiles of *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng. and *Vaccinium vitis-idaea* L. (Ericaceae). *Molecules* **15** (9), 6168–6185. <https://doi.org/10.3390/molecules15096168>
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R.M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* **299**, 152–178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Ștefănescu, B.E., Szabo, K., Mocan, A., Crișan, G., 2019. Phenolic compounds from five Ericaceae species leaves and their related bioavailability and health benefits. *Molecules* **24** (11), 2046. <https://doi.org/10.3390/molecules24112046>
- Tarantul, A., Eliseeva, T., 2020. Golubika (lat. *Vaccinium uliginosum*) [Blueberry (lat. *Vaccinium uliginosum*)]. *Zhurnal zdorovogo pitaniia i dietologii* [Journal of Healthy Eating and Dietetics] **13**, 14–25. (In Russian). <https://doi.org/10.59316/vi13.80>
- Yudina, V.F., Maksimova, T.A., 1993. Sezonnoye razvitiye rasteniy bolot [Seasonal development of swamp plants]. Karelian Research Center RAS, Petrozavodsk, Russia, 168 p. (In Russian).