

Влияние климатических условий на качество и урожайность ягод брусники обыкновенной, произрастающей в арктической зоне Якутии

Т. В. Слепцова¹✉, В. Т. Васильева¹

¹ Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Якутск, Россия

✉ E-mail: SlepsovaTV@yandex.ru

Аннотация. Ягоды являются ценным источником полезных веществ и антиоксидантов в рационе питания населения Якутии. **Цель** исследования – изучить влияние климатических условий на качество и урожайность ягод брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), произрастающей в арктических улусах Якутии. **Методы исследований.** Материалом для исследования являлись ягоды брусники обыкновенной, произрастающие в трех арктических улусах Якутии. Биохимический состав ягод определен методом инфракрасной спектроскопии на анализаторе Spectra Star 2200 в лаборатории переработки сельскохозяйственных продукции и биохимических анализов ЯНИИСХ. Урожайность ягод брусники определяли на 30 учетных площадках по массе ягод, собранных с площадки размером 1 м². Для оценки увлажненности зон произрастания брусники использован гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова (ГТК). **Результаты.** Установлено, что ягоды брусники арктических улусов Якутии являются важным источником антиоксидантных показателей и макро- и микроэлементов. Наиболее высокое содержание витаминов С (15,3 ± 0,04 мг / 100 г), В1 (0,011 мг / 100 г), В2 (0,021 мг / 100 г) и Е (1,04 мг / 100 г) отмечено у ягод брусники участка Юрюнг-Хая Анабарского улуса. Наибольшие содержание железа отмечено в ягодах брусники участка Юрюнг-Хая Анабарского улуса (0,4 ± 0,01 мг / 100 г), фосфора – в ягодах участка Соболах Момского улуса (16,8 мг / 100 г), калия – в ягодах участка Юрюнг-Хая Анабарского улуса (92,5 мг / 100 г). Масса ягод варьировала в пределах 0,08–0,30 г/шт. Наибольшая урожайность брусники отмечена на участке Соболах Момского улуса – 12,9 т/га. **Научная новизна.** Получены новые знания по биохимическому составу, пищевой ценности и урожайности брусники обыкновенной, произрастающей в 3 арктических улусах Якутии.

Ключевые слова: *Vaccinium vitis-idaea* L., климатические показатели, химический состав, витамины, минеральные вещества, урожайность, арктические улусы.

Для цитирования: 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. Т. 23, № 11. С. 98–108. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-11-98-108.

Дата поступления статьи: 23.03.2023, **дата рецензирования:** 15.05.2023, **дата принятия:** 01.09.2023.

The influence of climatic conditions on the quality and yield of cranberry berries growing in the Arctic zone of Yakutia

T. V. Sleptsova¹✉, V. T. Vasilyeva¹

¹ Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after Safronov M. G. – a separate division of Federal Research Center “Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, Yakutsk, Russia

✉ E-mail: SlepsovaTV@yandex.ru

Abstract. Berries are a valuable source of nutrients and antioxidants in the diet of the population of Yakutia. **The purpose** is to study the influence of climatic conditions on the quality and yield of cranberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.) growing in the Arctic districts of Yakutia. **Research methods.** The material for the study was the berries of the common lingonberry, growing in three Arctic uluses of Yakutia. The biochemical composition of the berries was determined by infrared spectroscopy on the Spectra Star 2200 analyzer, in the laboratory of processing agricultural products and biochemical analyses of the YSRIA. The yield of cranberries was determined at 30 accounting sites by the weight of berries collected from a 1 m² site. The hydrothermal coefficient of G. T. Selyaninov (HTC) was used to assess the moisture content of the cranberry growing zones. **Results.** It has been established that cranberry berries of the Arctic uluses of Yakutia are an important source of antioxidant indicators and macro- and microelements. The highest content of vitamins C (15.3 ± 0.04 mg / 100 g), B1 (0.011 mg / 100 g), B2 (0.021 mg / 100 g) and E (1.04 mg / 100 g) was observed in lingonberry berries of the Yuryung-Khaya section of Anabarskiy ulus. The highest iron content was noted in the cranberries of the Yuryung-Khaya of Anabarskiy ulus (0.4 ± 0.01 mg / 100 g), phosphorus – in the berries of the Sobolokh Momskiy ulus (16.8 mg / 100 g), potassium – in the berries of the Yuryung-Khaya of Anabarskiy ulus (92.5 mg / 100 g). The weight of berries varied within 0.08–0.30 g/pcs. The highest yield of cranberries was noted on the Sobolokh site of Momskiy ulus – 12.9 t/ha. **Scientific novelty.** New knowledge has been obtained on the biochemical composition, nutritional value and yield of common cranberries growing in 3 Arctic uluses of Yakutia.

Keywords: *Vaccinium vitis-idaea* L., climatic parameters, chemical composition, vitamins, minerals, yield, Arctic uluses.

For citation: Sleptsova T. V., Vasilyeva V. T. Vliyanie klimaticheskikh usloviy na kachestvo i urozhaynost' yagod brusniki obyknovennoy, proizrastayushchey v arkticheskoy zone Yakutii [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. Vol. 23, No. 11. Pp. 98–108. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-11-98-108. (In Russian.)

Date of paper submission: 23.03.2023, **date of review:** 15.05.2023, **date of acceptance:** 01.09.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Питание является главной составляющей здоровья человека и определяет качество его жизни. Ягоды традиционно рассматриваются в питании как природные источники биологически активных веществ, включая пищевые волокна, витамин С, флавоноиды, микро- и макроэлементы и др. При этом ягоды, являясь биологическими объектами, отличаются значительной вариабельностью состава [1, с. 102; 2, с. 26].

Для минеральных веществ биологическая изменчивость в зависимости от вида и природы происхождения элемента составляет в среднем 26 % при его концентрации более 0,1 %; 36 % – при концентрации в пределах 0,01–0,1 %; 42 % – при концентрации менее 0,01 %. Технология производства вносит свой вклад в общую вариабельность результатов, для минеральных веществ он достигает 10 % [3, с. 320].

В последние годы большое внимание уделяется изучению биологически активных компонентов ягодных растений. При этом особую ценность представляют дикорастущие растения, которые имеют относительно высокую приспособленность к условиям окружающей среды. Ягоды брусники широко применяются в народной медицине в качестве жаропонижающего, мочегонного, стимулирующего и тонизирующего средства, для профилактики простудных заболеваний и повышения иммунитета. В настоящее время на их основе производятся

и активно продаются как у нас в стране, так и за рубежом настойки, сиропы, экстракты и порошки, биологические активные добавки, а также фармакологические препараты [4, с. 50; 5; 112].

В утвержденном главным санитарным врачом Республики Саха (Якутии) примерном цикличном 20-дневном меню горячих обедов включены витаминизированные напитки из местных ягод (брусника, шиповник, смородина), печенья, обогащенные пищевой добавкой из местных дикорастущих ягод (брусника, шиповник, смородина, голубика, морошка и др.), а также варенье, повидло и мед из местного сырья [6, с. 40].

В пространственном отношении территориальную структуру республики образуют районы, объединенные в экономические зоны: Западная, Южная, Восточная, Центральная и Арктическая [7, с. 20]. Фактически высокие показатели по сборам брусники наблюдаются в Западной зоне Якутии (50 %), средние объемы заготовок – в Центральной (20 %) и Южной зонах (12 %) Якутии. Наименьшая доля заготовок (по 9 %) производится в Восточной и Арктической зонах Якутии.

Министерством сельского хозяйства РС (Я) в 2019 г. создана организация по сбору и заготовке дикорастущих плодов и ягод РСХПССК «Дикоросы Якутии», куда вошли улусы Западной и Центральной зон республики. Организация планирует заготовить дикоросов к 2024 г. 1148 т в Западной зоне и 1043 т в Центральной зоне республики, со-

ответственно, должны быть построены и оснащены заготовительные пункты: в западной зоне – 41, в центральной зоне – 49. Заготовку планируют организовать в каждом населенном пункте Якутии на базе маслоцехов и пунктов приема молока. Особое внимание должно быть уделено дикорастущей морошке, ее эксплуатационные запасы в Арктической зоне составляют 318 т, в Восточной зоне – 4485 т [8, с. 470].

Арктическая зона Якутии относится к территориям с крайне суровыми условиями жизни не только для людей, но и для растений из-за крайне низких температур в зимний период, больших годовых, сезонных и суточных колебаний температур воздуха, засушливого климата, короткого безморозного периода, низкотемпературных многолетнемерзлых пород и холодных почв с низким плодородием. Зима суровая и продолжительная, период с отрицательными температурами длится 200–220 дней. С самого начала зимы устанавливается холодная погода, средняя температура зимних месяцев составляет $-35 \dots -45$ °С, абсолютный минимум достигает -67 °С. Лето короткое, сухое и холодное. В июле (самый теплый месяц) средняя температура воздуха составляет $8-15$ °С, абсолютный максимум температуры может достигать $+35$ °С. По сумме годовых осадков (около 215 мм) Арктическая зона Якутии приближается к степным и полупустынным районам. За летний период (июнь – август) выпадает 110–150 мм, гидротермический коэффициент равен $0,6-1,0$ [9, с. 98]. По данным Г. В. Филиппова, синтез биологически активных веществ в растениях Якутии зависит от температуры воздуха и количества осадков [10, с. 414]. Таким образом, изучение влияния метеорологических факторов на накопление питательных веществ в ягодах является актуальным, особенно в условиях Арктической зоны Якутии.

Цель данной работы – изучить влияние климатических условий на качество и урожайность ягод брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), произрастающей в арктических улусах Якутии.

Методология и методы исследования (Methods)

В 2022 г. были собраны пробы ягод брусники и почвы в 3 арктических улусах: в Анабарском улусе на участке Юрюнг-Хая (31 августа), в Булунском улусе около п. г. т. Тикси (4 сентября) и в Момском улусе на участке Соболах (26 августа).

Анабарский улус расположен на крайнем северо-западе Республики Саха (Якутия), занимает площадь 55,6 тыс. км² и граничит с Булунским и Оленекским улусами республики, а также Таймырским районом Красноярского края и с севера омывается морем Лаптевых. Вся территория Анабарского района лежит за Полярным кругом [11, с. 11].

Булунский улус расположен на севере Якутии, в низовьях рек Лена, Оленек и Омолой. В состав

улуса входят Новосибирские острова. Граничит на востоке с Усть-Янским и Верхоянским улусами, на юге – с Эвено-Бытантайским и Жиганским, на западе – с Оленекским, на северо-западе – с Анабарским. На севере и северо-востоке омывается водами моря Лаптевых, Новосибирские острова – Восточно-Сибирским морем. Площадь района – 223,6 тыс. км² [12, с. 479].

Момский улус расположен на северо-востоке республики, занимает площадь 104,6 тыс. км², что составляет 3,3 % площади всей Якутии. Территория района располагается в зоне лесотундры, богатой растительностью, деревьями и кустарниками. Климат района резко континентальный. Эта климатическая область, соседствующая с полюсом холода Северного полушария Земли, характеризуется резкими колебаниями температуры [13, с. 30].

Пробы отбирали по ГОСТ Р 59425-2021. Ягоды собраны вручную в сухую погоду и только зрелые. Свежие ягоды хранились в чистых, сухих, неотпливаемых помещениях без постороннего запаха при температуре не выше $3-5$ °С. Собранные ягоды для сохранения питательных веществ и для дальнейших анализов были заморожены в морозильных камерах с температурой не выше -28 °С.

Оценку урожайности ягод определяли на 30 учетных площадках по массе ягод, собранных с площадки размером 1 м². На каждой учетной площадке собрали всю массу сырья в соответствии с предъявляемыми к ним требованиями и затем рассчитали среднюю величину урожая на единицу площади [14, с. 76].

Почвенные пробы брали по ГОСТ Р 58595-2019. Подготовка проб к анализу проводилась по ГОСТ 17.4.4.02-2017.

Биохимические анализы ягод, агрохимические анализы почвы проведены на инфракрасном анализаторе Spectra Star 2200 в лаборатории переработки сельскохозяйственных продуктов и биохимических анализов ЯНИИСХ. Данные среднемесячной температуры и количества выпавших осадков с июня по сентябрь 2022 г. в Анабарском, Булунском и Момском улусах были получены от ФГБУ «Якутское УГМС». Расчет гидротермического коэффициента (ГТК) произвели по методике Г. Т. Селянинова [15, с. 20].

Данные обрабатывали методами вариационной статистики с использованием коэффициента Стьюдента при $p \leq 0,05$.

Основные цифровые данные, полученные в исследованиях, обработаны биометрическим методом с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты (Results)

Брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.) относится к семейству вересковых – Ericaceae. В Якутии растет повсеместно в хвойных и

лиственных лесах [16, с. 45]. Метеорологические условия улусов отличались разнообразием, что позволило оценить реакцию брусники обыкновенной на различные условия по влагообеспеченности. Сумма активных температур за вегетационный период (июнь – сентябрь) варьировала по зонам от 701 до 1202 °С.

В Анабарском улусе сумма положительных температур равна 812 °С. Обильные осадки (17,1 мм) отмечались во второй декаде июля. В июне средняя температура была +8,5 °С, минимальное значение составило –3,3 °С, максимальное значение +23,6 °С. Среднедекадная температура в 1-й декаде этого месяца составила +6,2 °С, во 2-й декаде +10,4 °С. В 3-й декаде наблюдается снижение среднесуточных температур воздуха до +8,8 °С. С 1-й декады июля наблюдалось постепенное повышение температуры (с +2,0 до +21,1 °С). Средняя температура воздуха в июле была прохладной (+13,1 °С). В 1-й и 2-й декадах августа среднее значение температуры было +11,5 °С и +8,6 °С соответственно. Значительные осадки выпали в 3-й декаде августа – 26,4 мм.

В Булунском улусе погода была холодной и в меру влажной. Сумма положительных температур равна 701 °С. Дата устойчивого перехода среднесуточных температур воздуха через 0 °С зарегистрирована 4 июня, 10 июня отмечен устойчивый переход температур через +5 °С. Среднедекадная температура в 1-й декаде этого месяца была +3,8 °С, во 2-й – 4,9 °С, в 3-й декаде – 4,4 °С, минимальное

значение –1,1 °С (27 июня), максимальное значение +16,7 °С (29 июня). Июнь был в меру влажный: в 1-й декаде выпало 0,5 мм, во 2-й и 3-й – по 10,2 мм. Июль характеризовался холодной погодой. Так, среднедекадная температура 1-й декады оказалась равной +7,3 °С, минимальное значение составило +0,8 °С. Максимальная температура была в 3-й декаде (+31,7 °С). В 1-й декаде этого месяца выпало большое количество осадков – 49,7 мм, в среднем за июль выпало 62,3 мм. В августе средняя температура воздуха равна 9,8 °С, сумма осадков за месяц составила 53,1 мм.

В Момском улусе сумма положительных температур равна 1202 °С. Погодные условия вегетационного периода были умеренно теплыми. В июне средняя температура воздуха была 14,0 °С. Среднедекадная температура в 1-й декаде июля составила +16,3 °С, во 2-й декаде – 17,8 °С, в 3-й декаде – 16,0 °С. Среднесуточная температура августа составила 13,9 °С. С 24 августа похолодало, днем температура была + 13,5 °С. Обильные осадки отмечались в 3-й декаде июня (35,8 мм) и в 1-й декаде июля (22,1 мм). Дефицит дождя – 1,8 мм осадков – отмечен во 2-й декаде августа, что соответствует сильной засухе. Согласно классификации ГТК, вегетационный период арктических зон 2022 г. характеризовался как засушливый (ГТК = 0,6...1,0), Анабарский улус – сильная засуха (ГТК = 0,6), Булунский улус – на грани засухи (ГТК = 0,7), Момский улус – относительно сухой (ГТК = 1,0) (таблица 1).

Таблица 1
Метеорологические условия вегетационного периода брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) в 2022 г.

Улусы	Сумма активных температур, °С	Среднесуточная температура воздуха за вегетационный период, °С	Сумма осадков, мм (выше 10 °С)	ГТК
Анабарский	812	9,7	45,4	0,6
Булунский	701	7,6	49,2	0,7
Момский	1202	14,2	121,7	1,0

Table 1
Meteorological conditions of the growing season of cranberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.) in 2022

Uluses	Sum of active temperatures, °C	Average daily air temperature during the growing season, °C	Precipitation amount, mm (above 10 °C)	HTC
Anabarskiy	812	9.7	45.4	0.6
Bulunskiy	701	7.6	49.2	0.7
Momskiy	1202	14.2	121.7	1.0

Таблица 2
Агрохимические показатели почвы

Компонент	Участок Юрюнг-Хая, Анабарский улус	Участок Тикси, Булунский улус	Участок Соболах, Момский улус
Гумус, %	6,1	2,1	2,7
pH водное	9,9	8,5	7,8
N-NO ₃ , мг / 100 г	0,70	0,23	0,19
P ₂ O ₅ , мг / 100 г	55,4	19,4	23,6
K ₂ O ₅ , мг / 100 г	26,0	23,2	23,5

Table 2
Agrochemical indicators of the soil

Component	Yuryung-Khaya site, Anabarskiy ulus	Tiksi site, Bulunskiy ulus	Sobolokh site, Momskiy ulus
Humus, %	6.1	2.1	2.7
pH water	9.9	8.5	7.8
N-NO ₃ , mg / 100g	0.70	0.23	0.19
P ₂ O ₅ , mg / 100 g	55.4	19.4	23.6
K ₂ O ₃ , mg / 100 g	26.0	23.2	23.5

Таблица 3
Биохимические показатели брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.)

Компонент	Участок Юрюнг-Хая, Анабарский улус	Участок Тикси, Булунский улус	Участок Соболах, Момский улус
Сухое вещество, %	12,7 ± 0,03	13,1 ± 0,01*	12,9 ± 0,03
Жир, г/100 г	0,65 ± 0,01*	0,50 ± 0,03	0,58 ± 0,02
Зола, г/100 г	0,22 ± 0,03*	0,19 ± 0,01	0,21 ± 0,03
Сахара, %	5,4 ± 0,02*	5,0 ± 0,01	5,2 ± 0,03
С (аскорбиновая кислота), мг / 100 г	15,3 ± 0,04*	14,9 ± 0,01	15,1 ± 0,03
В1 (тиамин), мг / 100 г	0,011 ± 0,29*	0,010 ± 0,13	0,010 ± 0,36
В2 (рибофлавин), мг / 100 г	0,021 ± 0,54*	0,020 ± 0,25	0,020 ± 0,68
В3 (ниацин), мг / 100 г	0,16 ± 0,002	0,15 ± 0,002	0,16 ± 0,002
Е (токоферол), мг / 100 г	1,04 ± 0,003*	1,00 ± 0,001	1,02 ± 0,003

*p ≤ 0,05.

Table 3
Biochemical parameters of cranberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.)

Component	Yuryung-Khaya site, Anabarskiy ulus	Tiksi site, Bulunskiy ulus	Sobolokh site, Momskiy ulus
Dry matter, %	12.7 ± 0.03	13.1 ± 0.01*	12.9 ± 0.03
Fat, g / 100 g	0.65 ± 0.01*	0.50 ± 0.03	0.58 ± 0.02
Ash, g / 100 g	0.22 ± 0.03*	0.19 ± 0.01	0.21 ± 0.03
Sugar, %	5.4 ± 0.02*	5.0 ± 0.01	5.2 ± 0.03
C (ascorbic acid), mg / 100 g	15.3 ± 0.04*	14.9 ± 0.01	15.1 ± 0.03
B1 (thiamine), mg / 100 g	0.011 ± 0.29*	0.010 ± 0.13	0.010 ± 0.36
B2 (riboflavin), mg / 100 g	0.021 ± 0.54*	0.020 ± 0.25	0.020 ± 0.68
B3 (niacin), mg / 100 g	0.16 ± 0.002	0.15 ± 0.002	0.16 ± 0.002
E (tocopherol), mg / 100g	1.04 ± 0.003*	1.00 ± 0.001	1.02 ± 0.003

*p ≤ 0.05.

Нами были исследованы образцы почвы произрастания брусники обыкновенной. Выявлено, что реакция исследованных участков щелочная, pH водной вытяжки равен 7,8–9,9 (таблица 2). Почва участков характеризуются низким содержанием нитратного азота (0,19–0,70 мг / 100 г). Содержание гумуса на участке Юрюнг-Хая высокое – 6,1 %, а в почвах участков Тикси и Соболах – низкое (2,1 % и 2,7 % соответственно). Малое количество гумуса в почвенных образцах участка Тикси объясняется сильными ветрами, которые сдувают верхний слой почвы, уменьшая мощность гумусового профиля, в среднем на 3–5 см, а участок Соболах ежегодно затапливается полыми водами реки Индигирка, остатки растительности разлагаются хуже, поэтому содержание гумуса в таких почвах бывает очень

низким. Содержание подвижного фосфора в почве участка Юрюнг-Хая очень высокое – 55,4 мг / 100 г, участка Соболах – повышенное (23,6 мг / 100 г), а в почве участка Тикси – среднее (19,4 мг / 100 г). Содержание обменного калия в почве участка Юрюнг-Хая очень высокое – 26,0 мг / 100 г, в почве участков Тикси, Соболах – высокое 23,2 и 23,5 мг / 100 г.

Исследования биохимического состава ягод брусники показали, что в условиях дефицита влаги и невысоких дневных температур в арктических улусах Якутии количество сухого вещества высокое (12,7–13,1 %). Содержание жира колеблется в пределах (0,50–0,65 г / 100 г). Фактически минимальные отличия были установлены в количестве золы и сахаров, вариации которых не превышали 8 % (таблица 3).

Таблица 4

Содержание макро- и микроэлементов брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), мг / 100 г

Компонент	Участок Юрюнг-Хая, Анабарский улус	Участок Тикси, Булунский улус	Участок Соболах, Момский улус
Макроэлементы			
Кальций (Ca), мг / 100 г	26,5 ± 0,11*	25,5 ± 0,06	25,0 ± 0,22
Фосфор (P), мг / 100 г	16,2 ± 0,09	15,9 ± 0,02	16,8 ± 0,04*
Магний (Mg), мг / 100 г	7,4 ± 0,02*	7,0 ± 0,01	7,1 ± 0,05
Натрий (Na), мг / 100 г	7,3 ± 0,02*	6,9 ± 0,01	7,01 ± 0,04
Калий (K), мг / 100 г	92,5 ± 0,24*	89,2 ± 0,11	90,8 ± 0,28
Микроэлементы			
Железо (Fe), мг / 100 г	0,4 ± 0,01*	0,3 ± 0,01	0,3 ± 0,01
Марганец (Mn), мг / 100 г	3,6 ± 0,05*	2,9 ± 0,02	3,3 ± 0,06
Молибден (Mo), мкг / 100 г	3,08 ± 0,04*	2,53 ± 0,02	2,80 ± 0,05
Свинец (Pb), мг/кг	0,067 ± 0,001*	0,050 ± 0,001	0,058 ± 0,002
Медь (Cu), мг/кг	13,5 ± 0,24*	10,2 ± 0,11	11,8 ± 0,30
Цинк (Zn), мг/кг	28,0 ± 0,44*	21,9 ± 0,20	24,9 ± 0,56

* $p \leq 0,05$.

Table 4

The content of macro- and microelements of cranberries *Vaccinium vitis-idaea* L.), mg / 100 g

Component	Yuryung-Khaya site, Anabarskiy ulus	Tiksi site, Bulunskiy ulus	Sobolokh site, Momskiy ulus
Macronutrients			
Calcium (Ca), mg / 100 g	26.5 ± 0.11*	25.5 ± 0.06	25.0 ± 0.22
Phosphorus (P), mg / 100 g	16.2 ± 0.09	15.9 ± 0.02	16.8 ± 0.04*
Magnesium (Mg), mg / 100 g	7.4 ± 0.02*	7.0 ± 0.01	7.1 ± 0.05
Sodium (Na), mg / 100 g	7.3 ± 0.02*	6.9 ± 0.01	7.01 ± 0.04
Potassium (K), mg / 100 g	92.5 ± 0.24*	89.2 ± 0.11	90.8 ± 0.28
Micronutrients			
Iron (Fe), mg / 100 g	0.4 ± 0.01*	0.3 ± 0.01	0.3 ± 0.01
Manganese (Mn), mg / 100 g	3.6 ± 0.05*	2.9 ± 0.02	3.3 ± 0.06
Molybdenum (Mo), mcg / 100 g	3.08 ± 0.04*	2.53 ± 0.02	2.80 ± 0.05
Lead (Pb), mg/kg	0.067 ± 0.001*	0.050 ± 0.001	0.058 ± 0.002
Медь (Cu), mg/kg	13.5 ± 0.24*	10.2 ± 0.11	11.8 ± 0.30
Zinc (Zn), mg/kg	28.0 ± 0.44*	21.9 ± 0.20	24.9 ± 0.56

* $p \leq 0,05$.

Аскорбиновая кислота имеет важнейшее значение в обмене веществ не только как антиоксидант, но и как участник значительного числа окислительно-восстановительных реакций [17, с. 65]. Ягоды брусники являются прежде всего источником комплекса водорастворимых антиоксидантов. Максимальное количество витамина С содержалось в бруснике участка Юрюнг-Хая Анабарского улуса – 15,3 мг / 100 г при ГТК = 0,6. Е. Н. Кожухарь и др. провели химический анализ ягод брусники, собранной на территории Республики Тыва, содержание витамина С составило 6,4 мг / 100 г, что значительно ниже, чем в ягодах брусники арктических улусов Якутии [18, с. 139]. При употреблении 100 г ягод брусники степень удовлетворения в витамине С может составить 26 % согласно ТР ТС 022/2011 и 17 % согласно требованиям МР 2.3.1.2432-08. Наиболее высокое содержание витаминов В1 (0,011 мг / 100 г), В2 (0,021 мг / 100 г) и

Е (1,04 мг / 100г) отмечено у ягод брусники участка Юрюнг-Хая Анабарского улуса. Во всех исследованных участках содержание витамина В3 в ягодах брусники было приблизительно одинаковым – в пределах 0,15–0,16 мг / 100 г.

В. В. Михайлов и др. считают [19, с. 615; 20, с. 142], что к экстремальным климатическим условиям увеличивается содержание антиоксидантов в растениях. Наши исследования показывают, что накопление витаминов является адаптивной реакцией в ответ на воздействие стрессирующих факторов.

При изучении содержания макроэлементов (таблица 4) установлено, что ягоды брусники характеризуются сравнительно низким содержанием кальция (25,0–26,5 мг / 100 г). По литературным данным, в садовых ягодах черной смородины, произрастающей в Магаданской области, содержится 64,2 мг / 100 г [21, с. 85], в ягодах калины, произрастающей Тамбовской области, – 73,8 мг / 100 г кальция [22, с. 278].

Таблица 5

Коэффициенты корреляции между тяжелыми металлами и показателями химического состава брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.)

Химический состав ягод	Сухое вещество, %	Сахара, %	Зола, г / 100 г	Аскорбиновая кислота, мг / 100 г
Свинец (Pb)	-0,99	+0,99	+0,97	+0,99
Цинк (Zn)	-0,99	+0,99	+0,98	+0,99
Железо (Fe)	-0,86	+0,86	+0,75	+0,86
Медь (Cu)	-0,99	+0,99	+0,97	+0,99

Table 5

Correlation coefficients between heavy metals and indicators of the chemical composition of cranberries (*Vaccinium vitis-idaea* L.)

Chemical composition of berries	Dry matter, %	Sugar, %	Ash, g / 100 g	Ascorbic acid, mg / 100 g
Lead (Pb)	-0.99	+0.99	+0.97	+0.99
Zinc (Zn)	-0.99	+0.99	+0.98	+0.99
Iron (Fe)	-0.86	+0.86	+0.75	+0.86
Copper (Cu)	-0.99	+0.99	+0.97	+0.99

Таблица 6

Урожайность ягод брусники, г/м²/шт

Улусы	Количество ягод, шт/м ²	Масса ягод г/м ²	Масса одной ягоды, г
Участок Юрюнг-Хая, Анабарский улус	607 ± 0,06	74 ± 0,03	0,12 ± 0,01
Участок Тикси, Булунский улус	785 ± 0,03	64 ± 0,02	0,08 ± 0,01
Участок Соболах, Момский улус	429 ± 0,03	129 ± 0,05	0,30 ± 0,02

Table 6

Yield of cranberries, g/m²/pcs

Uluses	Number of berries, pcs/m ²	Berry weight g/m ²	Weight of one berry, g
Yuryung-Khaya site, Anabarskiy ulus	607 ± 0.06	74 ± 0.03	0.12 ± 0.01
Tiksi site, Bulunskiy ulus	785 ± 0.03	64 ± 0.02	0.08 ± 0.01
Sobolokh site, Momskiy ulus	429 ± 0.03	129 ± 0.05	0.30 ± 0.02

По результатам проведенных исследований максимальная концентрация магния установлено в ягодах брусники участка Юрюнг-Хая Анабарского улуса – 7,4 ± 0,01 мг / 100 г, фосфора – в ягодах участка Соболах Момского улуса – 16,8 мг / 100 г. Наибольшее содержание калия отмечено в ягодах участка Юрюнг-Хая Анабарского улуса – 92,5 мг / 100 г. В ягодах брусники Магаданской области содержание калия составляет 66,5 мг / 100 г, что в 1,4 раза ниже ягод брусники участка Юрюнг-Хая Анабарского улуса [23, с. 242]. В ягодах брусники содержатся железо, марганец, молибден, свинец, медь и цинк, среди которых наибольшей токсичностью обладают свинец. Медь, железо и цинк являются био-генными элементами, они положительно влияют на организм человека. Наибольшее количество токсичного элемента (свинца) было выявлено в ягодах брусники участка Юрюнг-Хая – 0,067 мг/кг, минимальное накопление свинца было в ягодах участка Тикси – 0,050 мг/кг. При этом у всех образцов не выявлено превышение ПДК – 0,4 мг/кг. Среди исследу-

дованных образцов наибольшее содержание марганца (3,6 мг / 100 г), молибдена (3,08 мкг / 100 г), меди (13,5 мг/кг) и цинка (28,0 мг/кг) установлено в ягодах участка Юрюнг-Хая, существенной разницы по содержанию этих элементов по участкам не наблюдается, коэффициент вариации не превышает 13 %. Порция (100 г) свежих ягод брусники обыкновенной удовлетворяет суточную потребность взрослого человека, согласно ТР ТС 022/2011, в цинке на 18,6 %, в калии на 3 %, в железе на 2,9 %, в кальции на 2,6 %, в магнии на 1,8 %. В исследованных пробах брусники не прослеживается тенденция изменения содержания элементов в зависимости от гидротермического коэффициента.

Нами была рассчитана корреляция содержания химических элементов и уровня тяжелых металлов в ягодах брусники обыкновенной. Выявлена существенная положительная связь между тяжелыми металлами (свинец, цинк, железо и медь) и сахарами ($r = 0,86...0,99$), аскорбиновой кислотой ($r = 0,86...0,99$), а также золой ($r = 0,75...0,98$) (таблица 5).

Установлено сильная отрицательная связь между содержанием в ягодах свинца, цинка, железа, меди и сухих веществ (–0,99; –0,99; –0,86 –0,99 соответственно).

Как видно из таблицы 6, урожайность сильно отличалась по исследуемым улусам. Наибольшая урожайность брусники характерна для Момского улуса – 129 г/м². В Анабарском и Булунском улусах урожайность ягод брусники по сравнению с Момским улусом была меньше (74 и 64 г/м²), коэффициент вариации составлял 39 %. Средняя масса одной ягоды варьировала от 0,08 г/шт (участок Тикси, Булунский улус) до 0,30 г/шт (участок Соболах, Момский улус) при коэффициенте вариации 70 %.

Низкую урожайность ягод брусники двух улусов можно объяснить погодными условиями 2022 года. Год характеризовался низкими температурами в июне, а также минимальными количествами осадков, выпавших в это время. Особенно важно достаточное количество влаги во время интенсивного роста и образования завязей (начало июня) и в период налива ягод (примерно 3-я декада июня – 1-я декада июля).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Погодные условия районов исследования неодинаковы. По данным Гидрометеорологического центра ФГБУ «ЯУГМС», среднесуточная температура воздуха за вегетационный период за 2022 г. составляет 7,6 °С в Булунском улусе, 9,7 °С в Анабарском улусе и 14,2 °С в Момском улусе, сумма эффективных температур – в пределах 701–1202 °С, сумма осадков (выше 10 °С) – от 45,4 до 121,7 мм. Эти арктические улусы Якутии с показателями ГТК 0,6–1,0 являются засушливой зоной.

Ягоды брусники арктических улусов Якутии богаты витамином С по сравнению с ягодами брусники регионов России. Высокое содержание витамина С в ягодах может трактоваться как приспособительная реакция к неблагоприятным условиям. По результатам исследований ягоды брусники Анабарского улуса (при ГТК = 0,6, сумме осадков за вегетационный период 45,4 мм, среднесуточной температуре воздуха 9,7 °С) имеют высокую пищевую ценность и отличаются наиболее высоким содержанием витамина С (15,3 мг / 100 г) и витаминов группы В.

Низкую урожайность ягод брусники Анабарского и Булунского улусов можно объяснить погодными условиями 2022 года, который характеризовался низкими температурами в 1-й и 2-й декадах июня, а также минимальными количествами осадков, выпавших в это время. На цветение брусники (в начале июня) угнетающе действует недостаточное количество осадков при низкой температуре воздуха.

Таким образом, исследование брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) Арктической зоны Якутии выявило зависимость произрастания дикорастущих ягод от природно-климатических факторов, рассчитана урожайность по улусам, что позволит организовать сбор и развивать переработку экологически безопасного дикорастущего сырья.

Благодарности (Acknowledgements)

Работа выполнена в рамках государственного задания FWRS-2021-0005 с использованием оборудования (ИК-анализатор Spectra Star 2200) на базе ЦКП ФИЦ ЯНЦ СО РАН.

Библиографический список

1. Papadaki F., Sanchez-Tainta A. Fruits and vegetables // The Prevention of Cardiovascular Disease Through the Mediterranean Diet / A. Sanchez-Villegas, A. Sanchez-Tainta (eds.). London: Academic Press, 2018. Pp. 101–109. DOI: 10.1016/B978-0-12-811259-5.00006-8.
2. Dickerson R. N. Metabolic support challenges with obesity during critical // Nutrition. 2019. Vol. 57. Pp. 24–31. DOI: 10.1016/j.nut.2018.05.008.
3. Sarkar P., Thirumurugan K. Modulatory functions of bioactive fruits, vegetables and spices in adipogenesis and angiogenesis // Journal of Functional Foods. 2019. Vol. 53. Pp. 318–336. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10055.
4. Серба Е. М., Волкова Г. С., Соколова Е. Н., Фурсова Н. А., Юраскина Т. В. Плоды брусники – перспективный источник биологически активных веществ // Хранение и переработка сельхозсырья. 2018. № 4. С. 48–58.
5. Белова Е. А., Тритэк В. С., Шульгау З. Т. [и др.] Изучение фенольных соединений ягод трех видов растений рода *Vaccinium*, произрастающих в Ханты-Мансийском автономном округе // Химия растительного сырья. 2020. № 1. С. 107–116. DOI: 10.14258/jcrpm.2020014534.
6. Примерное цикличное 20-дневное меню горячих школьных завтраков и обедов для детей и подростков Республики Саха (Якутия) в возрастной категории от 7 до 10 и от 11 до 18 лет, утвержденное главным санитарным врачом РС (Я) от 05.03.2019 г. [Электронный ресурс]. URL: https://dypsynscola.ucoz.com/primernoe_ciklichnoe_20-dnevnoe_menju_gorijachikh_s.pdf (дата обращения: 09.03.2023).
7. Стратегия социально-экономического развития РС (Я) до 2035 года с целевым видением до 2050 г.: Закон Республики Саха (Якутия) от 19 декабря 2018 г. 2077-3 № 45-VI // Собрание (Ил Тумэн) РС (Я). 2018. № 46-VI.

8. Система ведения сельского хозяйства в республике Саха (Якутия) на период 2021–2025 годы: методическое пособие. Белгород: Изд-во Сангалова К. Ю., 2021. 592 с.
9. Гаврилова М. К. Климаты холодных регионов Земли. Якутск: Изд-во СО РАН, 1998. 206 с.
10. Филиппова Г. В., Андросова Д. Н., Филиппов Э. В., Прокопьев И. А. Влияние температуры и осадков на морфологию, прорастание и стрессоустойчивость семян некоторых представителей флоры Севера // Экология. 2019. № 6. С. 410–418. DOI: 10.1134/S0367059719050044.
11. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2021 год. Москва: Изд-во «Росгидромет», 2022. 104 с.
12. Гуков А. Ю. Население Тикси и Булунского района Якутии // Международный демографический форум «Демография и глобальные вызовы». Воронеж, 2021. С. 477–480.
13. Алферов И. В. Зоотехническая характеристика, продуктивные качества и некоторые биологические особенности молодняка лошадей чкутской породы арктической зоны (Момский улус): дис. ... канд. с.-х. наук. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства, 2022. 128 с.
14. Руководство по учету и оценке второстепенных лесных ресурсов и продуктов побочного лесопользования. Москва: ВНИИЛМ, 2003. 315 с.
15. Ионова Е. В., Лиховидова В. А., Лобунская И. А. Засуха и гидротермический коэффициент увлажнения как один из критериев оценки степени ее интенсивности (обзор литературы) // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6 (66). С. 8–12. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22.
16. Семенова В. В., Данилова Н. С., Борисова С. З. [и др.] Лекарственные растения Якутии. Якутск: Айар, 2022. 368 с.
17. Еликов А. В., Цапок П. И., Карпова Е. М. [и др.] Влияние продуктов питания с добавкой порошка из ягод голубики (*Vaccinium uliginosum* L.) на показатели метаболизма // Вятский медицинский вестник. 2021. № 2 (70). С. 63–66. DOI: 10.24412/2220-7880-2021-2-63-66.
18. Кожухарь Е. Н., Нарылкова К. В., Невзоров В. Н. Исследование и обоснование рецептуры напитка функционального назначения с использованием природных ресурсов Сибири // Вестник КрасГАУ. 2015. № 8 (107). С. 138–144.
19. Михайлов В. В., Слепцов И. В., Рожина С. М., Кершенгольдц Б. М. Перспективность рационального использования биологически активных веществ из хвои *Pinus sylvestris* для создания биопрепаратов // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2022. Т. 27. № 4. С. 610–617. DOI: 10.31242/2618-9712-2022-27-4-610-617.
20. Дударева Л. В., Семенова Н. В., Нохсоров В. В., Рудиковская Е. Г., Петров К. А. Компонентный состав фитостероидов надземной части хвоща пестрого *Equisetum Variegatum* Schlecht. Ex. Web., произрастающего в северо-восточной Якутии // Химия растительного сырья. 2020. № 2. С. 133–148. DOI: 10.14258/jcrpm.2020025555.
21. Степанова Е. М., Луговая Е. А. Макро- и микроэлементный профиль плодов смородины черной (*Ribes nigrum* L.), произрастающей в Северо-Восточном регионе России // Вопросы питания. 2019. Т. 88. № 4. С. 83–87. DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10045.
22. Акимова М. Ю., Бессонова В. В., Коденцова В. М. [и др.] Биологическая ценность плодов и ягод российского производства // Вопросы питания. 2020. Т. 89. № 4. С. 220–232. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10055.
23. 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. № 4. С. 238–248. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-238-250.

Об авторах:

Татьяна Васильевна Слепцова¹, научный сотрудник лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции и биохимических анализов, ORCID 0000-0001-5570-3254, AuthorID 543741; +7 914 226-47-36, SleptsovaTV@yandex.ru

Валентина Тихоновна Васильева¹, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции и биохимических анализов, ORCID 0000-0002-0393-324X, AuthorID 543737; +7 914 281-05-73, vasvalti@mail.ru

¹ Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Якутск, Россия

References

1. Papadaki F., Sanchez-Tainta A. Fruits and vegetables // The Prevention of Cardiovascular Disease Through the Mediterranean Diet / A. Sanchez-Villegas, A. Sanchez-Tainta (eds.). London: Academic Press, 2018. Pp. 101–109. DOI: 10.1016/B978-0-12-811259-5.00006-8.
2. Dickerson R. N. Metabolic support challenges with obesity during critical // Nutrition. 2019. Vol. 57. Pp. 24–31. DOI: 10.1016/j.nut.2018.05.008.
3. Sarkar P., Thirumurugan K. Modulatory functions of bioactive fruits, vegetables and spices in adipogenesis and angiogenesis // Journal of Functional Foods. 2019. Vol. 53. Pp. 318–336. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10055.
4. Serba E. M., Volkova G. S., Sokolova E. N., Fursova N. A., Yuraskina T. V. Plody brusniki – perspektivnyy istochnik biologicheskii aktivnykh veshchestv [Lingonberry fruits – a promising source of biologically active substances] // Storage and Processing of Farm Products. 2018. No. Pp. 48–58. (In Russian.)
5. Belova E. A., Tritek V. S., Shul'gau Z. T. et al. Izuchenie fenol'nykh soedineniy yagod trekh vidov rasteniy roda Vaccinium, proizrastayushchikh v Khanty-Mansiyskom avtonomnom okruge [Study of phenolic compounds of berries of three Vaccinium species growing in Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug] // Chemistry of plant raw material. 2020. No. 1. Pp. 107–116. DOI: 10.14258/jcprm.2020014534. (In Russian.)
6. Primernoe tsiklichnoe 20-dnevnoe menyuu goryachikh shkol'nykh zavtrakov i obedov dlya detey i podrostkov Respubliki Sakha (Yakutiya) v vozrastnoy kategorii ot 7 do 10 i ot 11 do 18 let, utverzhdennoe glavnym sanitarnym vrachom RS (Ya) ot 05.03.2019 g. [Approximate cyclical 20-day menu of hot school breakfasts and lunches for children and adolescents of the Republic of Sakha (Yakutia) in the age category from 7 to 10 and from 11 to 18 years, approved by the chief sanitary doctor of the RS (Ya) from 05.03.2019] [e-resource] URL: https://dypsynscola.ucoz.com/primernoe_ciklichnoe_20-dnevnoe_menju_gorijachikh_s.pdf (date of reference: 09.03.2023). (In Russian.)
7. Strategiya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya RS (Ya) do 2035 goda s tselevym videniem do 2050 g.: Zakon Respubliki Sakha (Yakutiya) ot 19 dekabrya 2018 g. 2077-Z № 45-VI [Strategy of socio-economic development of the RS (Ya) until 2035 with a target vision until 2050: Law of the Republic of Sakha (Yakutia) of December 19, 2018 2077-Z No. 45-VI] // Sobranie (Il Tumen) RS (Ya). 2018. No. 46-VI. (In Russian.)
8. Sistema vedeniya sel'skogo khozyaystva v respublike Sakha (Yakutiya) na period 2021–2025 gody: metodicheskoe posobie [The system of agriculture in the Republic of Sakha (Yakutia) for the period 2021–2025: a methodological guide]. Belgorod: Izd-vo Sangalova K. Yu., 2021. 592 p. (In Russian.)
9. Gavrilova M. K. Klimaty kholodnykh regionov Zemli [Climates of the cold regions of the Earth]. Yakutsk: Izd-vo SO RAN, 1998. 206 p. (In Russian.)
10. Filippova G. V., Androsova D. N., Filippov E. V., Prokop'ev I. A. Vliyanie temperatury i osadkov na morfologiyu, prorastanie i stressoustoychivost' semyan nekotorykh predstaviteley flory Severa [The influence of temperature and precipitation on the morphology, germination and stress resistance of seeds of some representatives of the flora of the North] // Ekologiya. 2019. No. 6. Pp. 410–418. DOI: 10.1134/S0367059719050044. (In Russian.)
11. Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossiyskoy Federatsii za 2021 god [Report on climate features in the territory of the Russian Federation for 2021]. Moscow: Izd-vo "Rosgidromet", 2022. 104 p. (In Russian.)
12. Gukov A. Yu. Naselenie Tiksi i Bulunskogo rayona Yakutii [The population of Tiksi and Bulunsky district of Yakutia] // Mezhdunarodnyy demograficheskii forum "Demografiya i global'nye vyzovy". Voronezh, 2021. Pp. 477–480. (In Russian.)
13. Alferov I. V. Zootehnicheskaya kharakteristika, produktivnye kachestva i nekotorye biologicheskie osobennosti molodnyaka loshadey chkutskoy porody arkticheskoy zony (Momskiy ulus): dis. ... kand. s.-kh. nauk [Zootechnical characteristics, productive qualities and some biological features of young horses of the Chkut breed of the Arctic zone (Momsky ulus): dissertation ... candidate of agricultural sciences]. Moscow: Institute of Horse Breeding, 2022. 128 p. (In Russian.)
14. Rukovodstvo po uchetu i otsenke vtorstepennykh lesnykh resursov i produktov pobochnogo lesopol'zovaniya. [Guidelines for accounting and evaluation of secondary forest resources and by-products of forest management]. Moscow: VNIILM, 2003. 315 p. (In Russian.)
15. Ionova E. V., Likhovidova V. A., Lobunskaya I. A. Zasukha i gidrotermicheskiy koeffitsient uvlazhneniya kak odin iz kriteriev otsenki stepeni ee intensivnosti (obzor literatury) [Drought and hydrothermal moisture coefficient as one of the criteria for assessing the degree of its intensity (Literature review)] // Grain Economy of Russia. 2019. No. 6 (66). Pp. 8–12. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22. (In Russian.)
16. Semenova V. V., Danilova N. S., Borisova S. Z. et al. Lekarstvennye rasteniya Yakutii [Medicinal plants of Yakutia]. Yakutsk: Ayar, 2022. 368 p. (In Russian.)
17. Elikov A. V., Tsapok P. I., Karpova E. M. et al. Vliyanie produktov pitaniya s dobavkoy poroshka iz yagod golubiki (Vaccinium uliginosum L.) na pokazateli metabolizma [The effect of food with the addition of blueberry powder (Vaccinium uliginosum L.) on metabolic parameters] // Vyatskiy meditsinskiy vestnik. 2021. No. 2 (70). Pp. 63–66. DOI: 10.24412/2220-7880-2021-2-63-66. (In Russian.)

18. Kozhukhar' E. N., Narylkova K. V., Nevzorov V. N. Issledovanie i obosnovanie retseptury napitka funktsional'nogo naznacheniya s ispol'zovaniem prirodnykh resursov Sibiri [Research and substantiation of the formulation of a functional drink using the natural resources of Siberia] // Vestnik KrasGAU. 2015. No. 8 (107). Pp. 138–144. (In Russian.)
19. Mikhaylov V. V., Sleptsov I. V., Rozhina S. M., Kershengol'ts B. M. Perspektivnost' ratsional'nogo ispol'zovaniya biologicheskii aktivnykh veshchestv iz khvoi Pinus sylvestris dlya sozdaniya biopreparatov [The prospects of rational use of biologically active substances from Pinus sylvestris needles for the creation of biological products] // Arctic and Subarctic Natural Resources. 2022. Vol. 27. No. 4. Pp. 610–617. DOI: 10.31242/2618-9712-2022-27-4-610-617. (In Russian.)
20. Dudareva L. V., Semenova N. V., Nokhsorov V. V., Rudikovskaya E. G., Petrov K. A. Komponentnyy sostav fitosterinov nadzemnoy chasti khvoshcha pestrogo Equisetum Variegatu Schleich. Ex. Web., proizrastayushchego v severo-vostochnoy Yakutii [Component composition of phytosterols of the aboveground part of variegated horsetail Equisetum Variegatu Schleich. Ex. Web., growing in northeastern Yakutia] // Chemistry of plant raw material. 2020. No 2. Pp. 133–148. DOI: 10.14258/jcprm.2020025555. (In Russian.)
21. Stepanova E. M., Lugovaya E. A. Makro- i mikroelementnyy profil' plodov smorodiny chernoy (Ribes nigrum L.), proizrastayushchey v Severo-Vostochnom regione Rossii [Macro- and microelement profile of the fruits of black currant (Ribes nigrum L), growing in the North-Eastern region of Russia] // Problems of Nutrition. 2019. Vol. 88. No.4. Pp. 83–87. DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10045. (In Russian.)
22. Akimova M. Yu., Bessonova V. V., Kodentsova V. M. [i dr.] Biologicheskaya tsennost' plodov i yagod rossiyskogo proizvodstva [Biological value of Russian-made fruits and berries] // Problems of Nutrition. 2020. Vol. 89. No 4. Pp. 220–232. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10055. (In Russian.)
23. Stepanova E. M., Lugovaya E. A. Makro- i mikroelementnyy profil' brusniki obyknovennoy (Vaccinium vitis-idaea L.), proizrastayushchey v lesnoy zone goroda Magadana [Macro- and microelement profile of cowberry (Vaccinium vitis-idaea L.), growing in the forest zone of the city of Magadan] // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. No.4. Pp. 238–248. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-238-250. (In Russian.)

Authors' information:

Tatyana V. Sleptsova¹, researcher at the laboratory of agricultural products processing and biochemical analysis, ORCID 0000-0001-5570-3254, AuthorID 543741; +7 914 226-47-36, SlepsovaTV@yandex.ru

Valentina T. Vasilyeva¹, candidate of biological sciences, leading researcher at the laboratory of agricultural products processing and biochemical analysis, ORCID 0000-0002-0393-324X, AuthorID 543737; +7 914 281-05-73, vasvalt@mail.ru

¹ Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after Safronov M. G. – a separate division of Federal Research Center “Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, Yakutsk, Russia