

Биологические ресурсы

УДК 58.009:58.01/.07:634.739

<https://doi.org/10.31242/2618-9712-2025-30-4-638-648>



Оригинальная статья

Черника Смолла (*Vaccinium smallii* a. Gray): биологические особенности и отбор форм из природных популяций острова Сахалин

В. В. Шейко¹, Д. В. Лебедев¹, В. Н. Сорокопудов^{✉,2}, О. А. Сорокопудова³

¹Ботанический сад-институт ДВО РАН, отдел Сахалинский ботанический сад,
г. Южно-Сахалинск, Российская Федерация

²ВНИИ люпина – филиал «ВИК им. В.Р. Вильямса»,
комплексное научно-исследовательское отделение направления плодоводства,
пос. Мичуринский, Российская Федерация

³Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений,
г. Москва, Российская Федерация

✉sorokopud2301@mail.ru

Аннотация

Ягодный кустарник черника Смолла (*Vaccinium smallii*) – вид, распространенный, кроме северной части Японии, на островах Сахалин, Кунашир и Итуруп и в Советско-Гаванском районе Хабаровского края. Впервые проводится исследование ценопопуляций *V. smallii* на о. Сахалин. Объектом исследования были произрастающие там растения черники Смолла, отборные формы с комплексом хозяйственно-ценных признаков, а также интродуцированные формы в условиях отдела Сахалинский ботанический сад Ботанического сада-института Дальневосточного отделения РАН. Исследования проводятся с 2019 г. в природных условиях о. Сахалин и на стационаре в Ботаническом саду. Сад расположен в зоне холодно-умеренного климата в области влияния восточноазиатских океанических муссонов. Исследована биология вида *V. smallii*. Помимо фенологических наблюдений и оценки реакции растений на лимитирующие факторы и характеристики биотопов, исследовали химический состав плодов, листьев и однолетних побегов, а также особенности семенного размножения. Предпочтение видом освещенных участков, позднее начало вегетации и цветения, нивелирующее поздние заморозки, нетребовательность к почвам, влагообеспеченности, устойчивость к болезням и вредителям, постепенная акклиматизация образцов на полностью освещенном экспериментальном участке, превосходство над рядом известных окультуренных видов по качеству плодов, а также широкий диапазон изменчивости некоторых характеристик плодов позволяют рассматривать этот вид как перспективный к введению в культуру и для селекционных исследований. Выявлена более чем 15-кратная разница между типичной и отборной формами по содержанию в плодах сахаров, а по витамину С – в 4,1 раза. Введение *V. smallii* в культуру следует рассматривать как актуальную задачу. Изучение выделенных отборных форм с комплексом хозяйственно-ценных признаков в природных условиях и культуре, параллельная селекция этого вида с созданием новых наиболее продуктивных сортов будут способствовать разработке агротехнологий возделывания *V. smallii* как новой нетрадиционной ягодной культуры.

Ключевые слова: Сахалин, *Vaccinium smallii* A. Gray, отбор, аскорбиновая кислота, сахара, каротиноиды, продуктивность, феноритм

Финансирование. Работа выполнена в рамках госзадания «Введение в культуру, изучение и сохранение генетических ресурсов хозяйственно ценных растений Восточной Азии» (№ 122040800086-1), в рамках госзадания согласно плану НИР «Оценка современного биологического разнообразия и ресурсного потенциала флоры Восточной Азии» (проект № АААА-А20-120031990009-4) и «Аборигенная и инвазионная флора Восточной Азии: трансформация в условиях возрастающей антропогенной нагрузки на экосистемы» (НИОКТР № 122040800085-4); в соответствии с темой НИР «Определение ресурсного потенциала дикорастущих видов лекарственных растений, разработка адаптивных агротехнологий и создание устойчивых сортов лекарственных культур» (№ FGUU-2025-0006).

Благодарности. Выражаем благодарность Ботаническому саду-институту ДВО РАН за финансовую поддержку.

Для цитирования: Шейко В.В., Лебедев Д.В., Сорокопудов В.Н., Сорокопудова О.А. Черника Смолла (*Vaccinium smallii* a. Gray): биологические особенности и отбор форм из природных популяций острова Сахалин. *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. 2025;30(4):638–648. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2025-30-4-638-648>

Original article

Small's blueberry (*Vaccinium smallii* A. Gray): Biological characteristics and selection of forms from natural populations on Sakhalin Island

Viktor V. Sheiko¹, Dmitry V. Lebedev¹, Vladimir N. Sorokopudov^{✉,2},
Olga A. Sorokopudova³

¹Botanical Garden-Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,
Sakhalin Botanical Garden Department, Yuzhno-Sakhalinsk, Russian Federation

²All-Russian Research Institute of Lupine – Branch of the Federal Scientific Center
“Williams Research of Forage Production and Agroecology”, Michurinsky settlement, Russian Federation

³All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow, Russian Federation

✉sorokopud2301@mail.ru

Abstract

Small's blueberry (*Vaccinium smallii*) is a berry shrub species widely distributed in northern Japan, Sakhalin Island, the Kunashir and Iturup islands, and the Sovetsko-Gavansky district of Khabarovsk Krai. This study presents the first investigation of *V. smallii* coenopopulations on Sakhalin Island. Research focused on native plants, selected forms exhibiting economically valuable traits, and introduced cultivars maintained at the Sakhalin Botanical Garden Department of the Botanical Garden-Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. Field studies on Sakhalin Island, complemented by stationary research at the Botanical Garden conducted since 2019, have characterized the species' biology. *V. smallii* shows a preference for well-lit habitats, a late vegetation and flowering onset that reduces late frost damage, low soil and moisture requirements, disease and pest resistance, and successful acclimatization in full-light experimental plots. The fruits exhibit superior quality compared to several cultivated species, with notable variability in key traits, indicating high potential for introduction into cultivation and selection research. Analysis revealed a more than 15-fold difference in sugar content and 4,1-fold difference in vitamin C in fruits between typical and selected fruit forms. Therefore, the introduction of *V. smallii* into cultivation is a timely and important objective. Future research on high-value selected forms under both natural and cultivated conditions, combined with parallel efforts to develop improved varieties, will advance the cultivation of *V. smallii* as a promising novel berry crop.

Keywords: Sakhalin Island, *Vaccinium smallii* A. Gray, selection, ascorbic acid, sugars, carotenoids, productivity, phenorhythm

Funding. This study was conducted within the framework of the state assignment “Introduction to the culture, study and conservation of genetic resources of economically valuable plants of East Asia” (No. 122040800086-1). It also aligns with the state assignment under the research plan “Assessment of modern biological diversity and resource potential of the flora of East Asia” (No. AAAA-A20-120031990009-4) and the research plan “Aboriginal and invasive flora of East Asia: transformation in the context of increasing anthropogenic load on ecosystems” (No. 122040800085-4). Additionally, it was conducted within the framework of the research plan “Determination of the resource potential of wild species of medicinal plants, development of adaptive agricultural technologies and creation of resistant varieties of medicinal crops” (No. FGUU-2025-0006).

Acknowledgements. We would like to express our gratitude to the Botanical Garden-Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences for their financial support.

For citation: Sheiko V.V., Lebedev D.V., Sorokopudov V.N., Sorokopudova O.A. Small's blueberry (*Vaccinium smallii* A. Gray): Biological characteristics and selection of forms from natural populations on Sakhalin Island. *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2025;30(4):638–648. (In Russ.); <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2025-30-4-638-648>

Введение

Широкораспространенный на о. Сахалин и южных Курильских островах ягодный кустарник черника Смолла – *Vaccinium smallii* A. Gray описан в 1859 г. Эйсой Греем по образцу, собранному Чарльзом Райтом в Японии. Образец был собран в цветущем состоянии и с тремя недоразвитыми плодами [1], и это породило противоречия в понимании вида. Советские авторы и составители Plants of the World Online [2; и др.] рассматривают его как вид *V. hirtum* Thunb. 1784, который был описан К.П. Тунбергом по образцу, собранному в апреле тоже в цветущем состоянии [3, р. 155]. Японский автор J. Ohwi [4] рассматривал последний вид как кустарник с красными плодами, распространенный по всей Японии. Согласно последним исследованиям [5], красная окраска плодов у трибы Vaccinieae, по видимому, была первичной, смещаясь к темной из-за повышения концентрации антоцианов, необходимых для адаптации к яркому освещению и патогенам, особенно грибам (но не к предпочтениям животных-распространителей семян).

В то же время составители Global Biodiversity Information Facility, признавая *V. smallii* в качестве самостоятельного вида, рассматривают его как вид, распространенный, кроме России, на всех основных Японских островах (на о. Кюсю – лишь на наиболее высоких горах). Это приводит к путанице в указаниях ареала вида *V. smallii*, которую до сих пор иногда указывают как вид, произрастающий, кроме островов, включая юг Японии, также в Северной и Южной Корее. При этом авторы статей с такой трактовкой ссылаются на одну из основополагающих работ по молекулярной филогении *Vaccinium* [6], где ареал для *V. smallii* указан как Япония, Северная и Южная Корея, для *V. hirtum* – Япония и Южная Корея, для *V. praestans* – «SE Asia» – т. е. Юго-Восточная, а не Северо-Восточная Азия, а источники информации об ареалах не указаны. Родственные отношения вида продолжают исследовать методом анализа участка ITS (Internal Transcribed Spacer) ядерного генома и гена matK (Maturase K) хлоропластного генома [7]. Т. Мияшита [8] указывает *V. hirtum*, *V. smallii* и *V. uliginosum* L. как полиплоиды 4n или выше. А.В. Громадин и А.Н. Сахоненко [9], отождествляющие оба первых вида с упоминанием черных плодов, указывают для них 48 хромосом в качестве 2n.

Мы, вслед за В.Ю. Баркаловым и А.А. Тара-ном [10], рассматриваем *V. smallii* в понимании

J. Ohwi [4]. Кроме северной части Японии, вид распространен на южной (2/3) части о. Сахалин, островах Кунашир и Итуруп и в Советско-Гаванском районе Хабаровского края [2], где располагается анклав нескольких видов сахалино-хоккайдской флоры.

В Японии вид встречается в районах с обильным снегом. В юго-западной части Хоккайдо этот вид обитает в лесах из *Fagus crenata* Blume. В Северных Японских Альпах (вблизи западного побережья о. Хонсю), в самых многоснежных районах Японии *V. smallii* встречается в продуваемом ветрами сообществе альпийских кустарников, в горах центральных районов этого острова – в качестве подлеска в субальпийских лесах из пихты. В Японии вид *V. smallii* связан в основном с грибами порядка Helotiales. Н. Toju, A.S. Tanabe и H.S. Ishii выдвигают гипотезу, что вересковые растения в суровых условиях могут содержать неожиданно разнообразные корневые грибные таксоны, составляя сети, структуры которых похожи на структуры ранее описанных эктомикоризных сетей, но не на структуры арбускулярных микоризных сетей [11; и др.]. Вредителем плодов *Vaccinium*, включая *V. smallii*, в Японии является *Drosophila suzukii*. В качестве перспективного средства борьбы с этим видом дрозophilы рассматривают неописанный вид наездника *Asobara* sp. TK1 (Braconidae), специализирующийся только на *Drosophila suzukii* [12].

V. smallii – это листопадный кустарник до 2 м высотой с лежащим типом составных скелетных осей. Многолетние побеги блестящие, гладкие, коричневого цвета, которые, старея, приобретают серый цвет, с отшелушивающейся чешуйками корой. Стебли однолетних побегов зеленые, округлые в поперечном сечении, блестящие, к осени розовеющие до пурпура вместе с листвой. Листья простые кожистые, правильной овально-ланцетной формы с мелкозубчатым краем и хорошо заметными вдавленными жилками. Снизу лист светлее. Цветки собраны в малоцветковых кистях (соцветия представляют собой однобокую кисть). Первоначальная закладка цветков происходит по спирали, но в процессе развития генеративного побега зачатки цветков смещаются на одну сторону от центральной оси побега. В соцветии обычно 5–7 (максимально до 9) цветков, закладывающихся и раскрывающихся в акропетальной последовательности; когда первая завязь начала разрастаться, а последний цветок еще не раскрывается [13].

Интродукцией и селекцией *V. smallii* занимаются в разных странах. Так, в Латвии исследовали влияние повышенного содержания углекислого газа (1000 мг/л) на рост недревесневших черенков *V. smallii* и сортов американского вида *V. corymbosum* L. (черника, или голубика щитковая), высаженных в камерах роста во влажный торфяной мох [14]. Эффект оказался положительным, но у *V. smallii* слабее, чем у американских сортов. В Японии вид *V. smallii* был успешно скрещен с *V. corymbosum* [8]. По мнению G.J. Galletta [15], при межвидовой гибридизации в роде *Vaccinium* обычно легко получить гибриды между гомоплоидами (2х–2х, 4х–4х, 6х–6х), но сложно между гетероплоидами.

Цель исследований – выявить биологические особенности перспективных форм *Vaccinium smallii* для введения в культуру и селекционных исследований в условиях о. Сахалин.

Материалы и методы исследования

Объектом изучения биологии вида в естественных условиях служили растения *V. smallii* из природных популяций разных районов и высотных поясов южного Сахалина и пересаженные в питомник отдела Сахалинский ботанический сад Ботанического сада-института ДВО РАН отборные формы. Одна из отборных форм представлена 18 клонами с пересадкой их в питомник 12 октября 2023 г. Исходная особь произрастала в природе в условиях кустарниково-разнотравного редколесья, сформированного березами с примесью *Sorbus commixta* Hedl. и искусственных насаждений *Larix cajanderi* Mayr. Ботанический сад располагается на восточной окраине г. Южно-Сахалинск на пологом шлейфе горного хребта, сформированном рыхлыми и маломощными плиоценовыми отложениями, смытыми со склонов гор в ходе денудационных процессов и скопившимися в виде четвертичных осадков. На них преобладают буро-таежные почвы. Сад расположен в зоне холодно-умеренного климата в области влияния восточноазиатских муссонов, для типичного варианта которых характерно чередование дождливого и сухого периодов. Термический максимум, как и во всей Восточной Азии, на Сахалине смещен на вторую половину лета.

Особенностью Сахалина является то, что он, как и Япония, располагается вблизи границы муссонного и океанического климатов. Поэтому влияние сухого зимнего муссона на этой территории ослаблено. Наоборот, нередко подходы

тропических циклонов, вызывающих в Японии сильные дожди, а на Сахалине – обильные снегопады. В результате снежный покров зимой на острове значительно мощнее, чем даже в большинстве районов северо-западной части Евразии с умеренно-континентальным климатом. А в горах существует высотный градиент осадков, приводя к кратному (иногда до 4 м) увеличению глубины снежного покрова в сравнении с долинами. Зима на Сахалине более мягкая, а лето, наоборот, более прохладное, чем на прилегающих территориях материка. Летней прохладой способствуют также позднее стаивание накопившегося за зиму глубокого снега и преобладание облачной погоды.

Среднемесячная температура января в Южно-Сахалинске –13,5 °С, августа +17,5 °С. Абсолютный минимум –39 °С, абсолютный максимум +34,7 °С. Среднегодовая сумма осадков 840 мм. Продолжительность периода с положительными температурами 7,1 месяца, с температурами выше +5 °С – 5,6 месяца. Сумма положительных среднесуточных температур за год в Южно-Сахалинске составляет в среднем 2150 °С, сумма эффективных температур выше +5 °С – 2035, выше +10 °С – 1621, выше +15 °С – 767 °С [16]. Достаточно низкая географическая широта (46°56') обуславливает высокое положение солнца весной и, как следствие его сочетания с затяжной весной, – резкие суточные перепады температуры (до 30 °С).

При интродукции растений из природы в условия культуры создавали благоприятные условия для микоризообразующих грибов путем мульчирования смесью влажных ферментированных опилок и продуктов дробления веток шредером.

Для оценки влияния снега на разных высотах совершали с помощью снегоступов зимние и весенние восхождения на среднегорные изучаемые местообитания вида, отмечая места формирования лавинных козырьков, нивальных (долгоснежных) участков и ранних проталин. В ботаническом саду с той же целью за 20-летний период проводили регулярные (примерно раз в декаду) измерения глубины снега на разных участках.

Для сравнения урожайности и обилия цветения подсчитывали среднее количество цветков/плодов на 50 побегов каждого растения. Зимостойкость оценивали по 7-балльной шкале [17]. В этой методике баллы, именуемые баллами зимостойкости, отражают интенсивность зимних повреждений. Низшая зимостойкость – это 7 баллов (вымерзание), максимальная – 1 балл (отсут-

ствие повреждений). Регулярные фенонаблюдения за растениями в ботаническом саду вели по наиболее популярной в ботанических садах России методике [17].

Для оценки всхожести свежесобранные или подвергнутые холодной стратификации семена поверхностно высевали в емкости с двумя видами субстратов: в торфо-песочную смесь, составленную в равных пропорциях, и в торфо-песочно-перегнойную смесь, с помещением этих емкостей в условия легкого притенения. С интервалом 7–15 дней подсчитывали количество всходов и измеряли их высоту.

Осенью оценивали степень одревеснения главных побегов и подсчитывали количество пар листьев, весной оценивали зимостойкость по 7-балльной шкале. Время начала формирования флоральной меристемы в генеративных почках определяли исследованием анатомии почек с помощью стереомикроскопа МБС-9. Сравнение плодов по вкусу и консистенции проводили по 5-балльной шкале. Плоды, листья и побеги для сравнительного анализа брали из природных популяций (для отборной формы – до ее пересадки в ботанический сад). Химический состав плодов, листьев и однолетних побегов оценивали в соответствии со следующими государственными стандартами: массовая доля сухих веществ – по ГОСТ 28561-90 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги»; титруемая кислотность – по ГОСТ ISO 750-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности»; массовая доля растворимых углеводов (сахаров) – по ГОСТ 26176-2019 «Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов»; массовая концентрация каротиноидов – по ГОСТ Р 54058-2010 «Продукты пищевые функциональные. Метод определения каротиноидов»; массовая доля витамина С – по ГОСТ 24556-89 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С».

Результаты и обсуждение

Черника Смолла предпочитает освещенные участки, имеющие, как правило, пирогенное происхождение, где благодаря ксилоризомам может формировать обширные куртины-клоны. Наиболее плотные заросли отмечаются вдоль водоразделов на подветренных, чаще южных склонах – местах формирования лавинных козырьков. Наибольшая

урожайность *V. smallii* отмечена в предгорьях при хорошем, но не полном освещении (безлесный северо-западный склон, редколесье на южном склоне), где она также образует заросли. На открытых солнцу ветробойных участках *V. smallii* может образовывать обширные низкорослые куртины сенильных растений с сильным обмерзанием скелетных осей. На тех открытых участках, где велика вероятность выдувания снега, растения, независимо от возраста и урожайности, отличаются низкорослостью. В горах этот вид обычно не поднимается выше 830 м н.у.м. Но на юго-восточном краю Сусунайского хребта – самой южной из горных гряд Сахалина высотой более 1000 м, плодоносящие куртины *V. smallii* встречаются и на высоте 1000 м. Близ теплого юго-западного побережья острова кустарник встречается в подлеске широколиственно-хвойных лесов в зарослях некрупных бамбуков рода *Sasa* и вечнозеленых растений *Skimmia repens* Nakai (Rutaceae) на сравнительно богатых рыхлых горно-лесных бурых почвах, где из-за затенения плодоносит редко.

Кустарник, адаптированный к многоснежным островным зимам, в малоснежные зимы обмерзает до высоты снежного покрова. Весной после малоснежной зимы 2023 г. снег в отделе Сахалинский ботанический сад Ботанического сада-института ДВО РАН сошел 30 марта при среднемноголетнем сроке 20 апреля. В периоды с 10 апреля по 12 мая дважды фиксировали теплые дни с максимальной дневной температурой до 8–18 °С и трижды – периоды ночных заморозков до –4...–8 °С. Вегетация у *V. smallii* началась 4 мая, отрастание побегов – 15 мая. Цветение в этот год происходило с 18 по 27 июня. При этом урожайность на побегах, не затронутых обмерзанием, не отличалась заметно от типичной. С 18 молодых генеративных кустов-рамет одного клона собрали около 250 г, или около 390 штук плодов. Слабая степень влияния температурных контрастов на урожайность связана с поздним началом вегетации и цветения у этого вида, предохраняющим растения от аномальных перепадов температуры после раннего схода снега в малоснежную зиму.

Зима 2023/24 гг., хотя и была многоснежной, завершилась аномально сильным заморозком в горах, где 3–4 мая, спустя неделю после разрушения снежного покрова, вновь лег снег, сохранявшийся в течение 2 дней. У *V. smallii* обмерзаний генеративной сферы после этого не

было отмечено, в отличие от распространенного в тех же биотопах вида *V. ovalifolium*, цветки которого обмерзали на протяжении обоих лет наблюдений в связи с более ранним началом вегетации и цветения – на 11–13 (вегетация) и 24–39 (цветение) суток раньше, чем у *V. smallii*.

Фенологические наблюдения в предгорьях вели за двумя образцами *V. smallii*, высаженными на экспозицию ботанического сада в 2021 г. (рис. 1).

Формирование генеративных почек начинается в конце июля–начале августа предшествующего цветению вегетационного периода. Цветение длится около месяца. К началу раскрытия цветков (рис. 2), несмотря на отмеченную нами протоандрию, рыльце пестика либо начинает раздвигать конус из пыльников, либо появляется над его верхушкой. Длина столбика в бутоне составляет 4,4 мм, при распускании венчика возрастает до 5 мм, к концу цветения варьирует от 5 до 5,3 мм.

В 2023 г. во время окрашивания первых бутонов были заизолированы три ветви с кистями бутонов, изоляты периодически встряхивали (раз в три дня), но плодов не завязалось. У другого бутона, позже изолированного у того же образца, плод сформировался, созрел 16 августа, но семена (73 % которых были невыполненными) не взошли. Семена, посеянные нами от свободного опыления, взятые из естественных популяций, дали полноценные всходы, и сеянцы благополучно развиваются (рис. 3). В природе наблюдается нормальное плодоношение растений с достаточно крупными для рода плодами (рис. 4).

На юге о. Сахалин плоды созревают в августе–начале сентября. Ягоды 7–10 мм длины, пурпурно-черные, без воскового налета, с остающимися зубцами чашечки на верхушке, форма варьирует от круглой до удлинённой. Ягоды имеют плотную консистенцию – тверже, чем у распространенной в культуре черники щитковой (*Vaccinium corymbosum* L.), но мягче, чем у брусники (*V. vitis-idaea* L.) до заморозков. По нашему мнению, консистенцию можно оценить на 5 баллов. Местное население массово заготавливает ягоды для использования в пищу в сыром виде и приготовления варенья с очень приятным специфическим вкусом.

В 2024 г. проведены лабораторные исследования содержания основных биологически активных веществ в листьях и однолетних побегах *V. smallii*, собранных в природе на момент полного созревания ягод (29 августа). Результаты

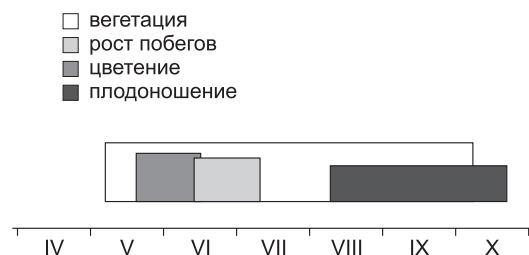


Рис. 1. Феноритмы *Vaccinium smallii* в 2024 г.

Fig. 1. Phenological rhythms of *Vaccinium smallii* in 2024

анализов демонстрируют на момент созревания плодов у черники Смолла высокую ассимиляционную активность листьев, в листьях содержалось в два раза больше сахаров, чем в ягодах (1,6 и 0,8 г/100 г соответственно), в побегах – в три раза больше (2,4 г/100 г). По-видимому, имеет место известный механизм, когда активно образующиеся углеводы и другие ассимилянты в листьях и микоризованных корнях транспортируются к созревающим семенам. В этот момент в листьях в 25 раз больше каротиноидов, чем в ягодах (170,4 и 7,3 г/100 г соответственно), но близкое содержание витамина С (12,9 и 11,8 мг/100 г соответственно). То есть аскорбиновая кислота, ассимилируясь в листьях, накапливается в плодах. Кроме листьев, ценным сырьем для фармакологического и пищевого использования могут служить однолетние побеги *V. smallii* в период созревания плодов, содержащие углеводы, витамин С, а также каротиноиды, концентрация которых более чем в 5 раз превышает содержание в ягодах (39 и 7,3 мг/кг соответственно).

Ранее другими авторами [18, 19] из экстракта листьев *V. smallii* были структурно идентифицированы и изучены *in vitro* как потенциальные средства профилактики рака 10 вторичных метаболитов, включая флавоноиды, кофейную и хлорогеновую кислоты. Результаты показали, что они ингибировали вызванную EGF неопластическую трансформацию мышинных клеток JB6 Cl 41 P+ в мягком агаре с концентрацией ингибирования (концентрация, ингибирующая злокачественную трансформацию 50 % клеток) 20–80 мкм. Более того, все эти натуральные продукты были нетоксичны против клеток JB6 Cl 41 P+ вплоть до концентрации 200 мкм. Н.С. Фурса, Д.С. Круглов и М.М. Белокуров исследовали содержание макро- и микроэлементов в листьях различных видов *Vaccinium*, включая *V. smallii* [20]. У *V. smallii*, наряду с другими видами черник,

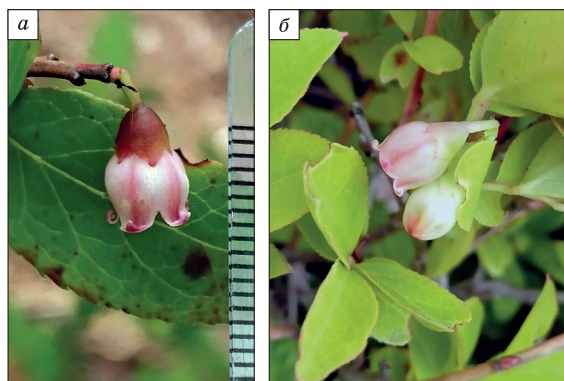


Рис. 2. Цветки (а, б) и бутоны (б) отборной формы *Vaccinium smallii*, 09.07.2024 г.

Fig. 2. Flowers (a, б) and buds (б) of the selected *Vaccinium smallii*, 09.07.2024



Рис. 3. Однолетние сеянцы *Vaccinium smallii*

Fig. 3. One-year-old seedlings of *Vaccinium smallii*

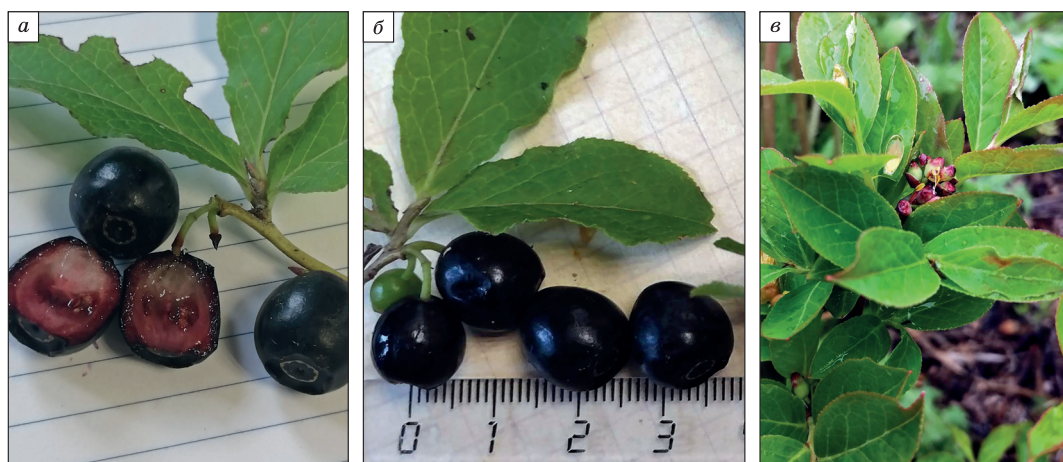


Рис. 4. Плоды отборной формы *Vaccinium smallii*: а – в разрезе, б – с масштабной линейкой, в – на растении

Fig. 4. Fruits of the selected *Vaccinium smallii*: а – in cross-section, б – with scale ruler, в – on the plant

оказалось очень высокое содержание марганца (1169 мкг/кг). По мнению авторов, это связано, вероятно, с обитанием растений на слабокислых почвах и более интенсивным усвоением этого элемента, участвующего в регулировании окислительно-восстановительных процессов в растительных клетках и способствующего биосинтезу веществ с высоким восстановительным потенциалом, таких как фенольные соединения [20].

При изучении содержания отдельных компонентов в плодах *V. smallii* в качестве отборного образца этого вида были взяты 18 экземпляров, составляющих клон, занимавший участок $4,8 \times 4,5$ м. Высота растений варьировала от 50 до 85 см, диаметр кроны – от 15 до 60 см. Плоды у отборной формы отличались лучшими, чем у типичных растений в природе, вкусовыми каче-

ствами (4 балла против 3). Их средний размер составлял 11×9 мм, масса 0,76 г, тогда как у типичной формы эти показатели были меньше: 6×5 мм и 0,34 г соответственно. Характеристики состава плодов приведены в таблице.

При сравнении показателей у различных форм *V. smallii* наблюдается явное превосходство отборной формы по содержанию сахаров – в 15,5 раза и витамина С – в 4,1 раза. Это свидетельствует о сильном варьировании показателей в популяции и целесообразности ведения селекции не только на продуктивность, устойчивость к факторам среды, но и на качество плодов.

Сравнение этих данных с аналогичными у сортов распространенных в культуре видов – культуре североамериканской черники щитковой (*Vaccinium corymbosum* L.) [21, 22] и жимолости

Содержание различных компонентов в плодах отборной формы и типичной *Vaccinium smallii*, произраставших в природных условиях

Average data on fruit composition in selected and typical forms of *Vaccinium smallii* from natural conditions

Показатель	Отборная форма	Типичная форма
Массовая доля сахаров (%)	12,4±0,3	0,8±0,3
Сахаро-кислотный индекс	4,8±0,3	–
Кислотность (%)	2,6±0,2	–
Содержание витамина С (мг/100 г)	53,0±4,1	12,9±0,3
Содержание каротиноидов (мг/100 г)	5,3±1,0	7,3±1,0
Массовая доля антиоксидантов (мг/100 г)	876,0±61,0	–
Массовая концентрация суммы антоцианинов (мг/100 г)	612,0±43,0	–
Массовая доля сухого вещества (%)	13,5±0,4	10,9±0,4

Примечание. Прочерк – определение не проводили.

Note. A dash (–) indicates that the parameter was not determined.

синей (*Lonicera caerulea* L.) [23, 24] выявило: варьирование содержания сахаров типичной и отборной формами *V. smallii* гораздо выше, чем между сортами *V. corymbosum* (от 10,1 до 17,4 %) и *L. caerulea* (от 6,4 до 14,2 %); сахаро-кислотный индекс у отборного образца *V. smallii* близок к лучшим сортам жимолости синей (5,86) [25]; по содержанию витамина С отборный образец *V. smallii* превышает показатели *Lonicera caerulea* в 1,3 раза, по содержанию каротиноидов – в 10–12 раз при сравнении с данными А.В. Тимошина [26].

Размеры (рис. 5) и форма плодов образцов *V. smallii* в питомнике ботанического сада от-

личались разнообразием. Форма отмечена грушевидная, полусферическая, реже овальная или неправильная.

Семена *Vaccinium smallii* имеют оболочку бурого цвета, покрытую выступающими узкими складками или ребрами, которые делят ее на вытянутые ячейки. Зародыш узкоцилиндрической формы длиной 0,7–0,8 мм, шириной около 0,17 мм, располагается со стороны микропиле, занимая около 60 % длины семени, около 25 % его ширины и около 20 % площади среза. У отборного образца в одном плоде насчитывалось в среднем около 50 семян, 82 % из них были полноценными.

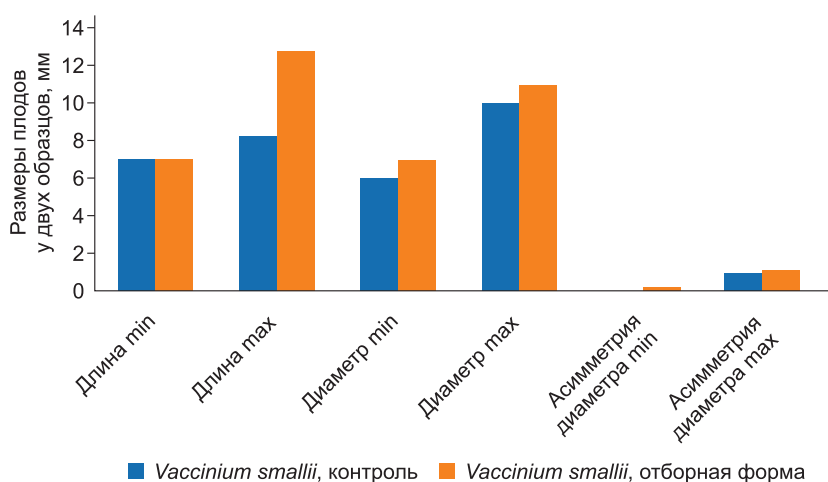


Рис. 5. Вариационный размах размеров плодов у двух образцов *Vaccinium smallii*; min и max – минимальные и максимальные значения

Fig. 5. Range of fruit sizes in two forms of *Vaccinium smallii*; min and max represent the minimum and maximum values, respectively.

Все свежесобранные семена отборной формы были высеяны поверхностно в торфо-песочную смесь в посевном ящике на открытом воздухе 11 сентября 2023 г. Всходы появились 31 мая следующего года, продолжая появляться в течение 4,5 месяцев. Первый настоящий лист был отмечен спустя 11 суток, первичный побег – еще через 2 суток, высота сеянцев не превышала 1 см. Всхожесть составила 7,1 %.

Аналогичное исследование с более длительными наблюдениями, проведенное на другом образце из природы, но после посева в более плотный субстрат, состоящий из равных пропорций торфа, песка и перегноя, показало наличие еще одной, хотя и крайне незначительной, волны всходов – на третий год, во второй половине лета. Но в целом всхожесть за весь период наблюдений у другого образца была в 5,5 раза меньше.

Урожайность отборного образца *V. smallii* составила около 150 кг/га. Следует отметить, что по мере нивелирования постпересадочного стресса урожайность образцов *V. smallii* на экспериментальном участке год от года кратно возрастает.

А.М. Ивлев, классифицировавший почвы Сахалина [25], предлагает использовать для выращивания аборигенных для Сахалина видов черники горно-лесные кислые гумусо-иллювиальные оподзоленные почвы, занимающие крутые горные склоны в высотном поясе каменноберезовых лесов на высотах 600–800 м над уровнем моря. Неустойчивость к малоснежным зимам, предпочтение условий подлеска и условий среднегорья у наиболее массового вида черники – *V. ovalifolium* заставляют рассматривать такие заведомо нерентабельные для сельхозиндустрии высотные территории как единственно возможные с точки зрения биологии вида. Но это не относится к исследуемому нами *V. smallii*.

Заключение

Предпочтение *V. smallii* освещенных участков, позднее начало вегетации и цветения, нивелирующее поздние заморозки, нетребовательность к почвам, влагообеспеченности, устойчивость к болезням и вредителям, постепенная акклиматизация образцов на полностью освещенном экспериментальном участке, превосходство над рядом известных окультуренных видов по качеству плодов, а также широкий диапазон изменчивости некоторых из этих характеристик

позволяют рассматривать этот вид как перспективный к введению в культуру и для селекции. Благоприятным условием для отборов является более чем 15-кратная разница между типичной и отборной формами по содержанию в плодах сахаров, а по витамину С – в 4,1 раза. Введение *V. smallii* в культуру следует рассматривать как актуальную задачу. Об актуальности этого направления свидетельствуют также исследования, проводившиеся с данным видом в других странах. Изучение выделенных отборных форм с комплексом хозяйственно-ценных признаков в природных условиях и культуре, параллельная селекция этого вида с созданием новых наиболее продуктивных сортов будут способствовать разработке агротехнологий возделывания *V. smallii* как новой нетрадиционной ягодной культуры.

Список литературы / References

1. World Flora Online Plant List. Snapshots of the taxonomy. June 2023. Available at: https://powo.science.kew.org/taxon/859141-1?_gl=1*q66cnt*_ga*MTQ0NDI4MDc4Ni4xNjc5Mzc5ODEy*_ga_ZVV2NHV7P6*MTY5OTI0NjYxMi41LjEuMTY5OTI0NjYzOS4wLjAuMA (accessed: 12.08.2025)
2. Мазуренко М.Т., Хохряков А.П. Сем. 68. ВЕРЕСКО-ВЫЕ – ERICACEAE Juss. В кн.: *Сосудистые растения Советского Дальнего Востока*. СПб.: Наука; 1991. С. 119–166.
3. Mazurenko M.T., Khokhryakov A.P. Family 68. Heather – Ericaceae Juss. *Vascular plants of the Soviet Far East*. Saint Petersburg: Nauka; 1991, pp. 119–166. (In Russ.)
4. Thunberg C.T. *Flora japonica sistens plantas insularum japonicarum secundum systema sexuale emendatum redactas ad XX classes, ordines, genera et species*. Bibliopolio I.G. Mølleriano: Lipsiae; 1784. 418 p. Available at: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/50709923#page/253/mode/1up> (accessed: 07.10.2024)
5. Ohwi J. *Flora of Japan (in English). A combined, much revised, and extended translation by the author of his Flora of Japan (1953) and Flora of Japan – Pteridophyta (1957)*. Washington: Smithsonian Institution; 1965. 1067 p. Available at: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/95083#page/542/mode/1up> (accessed: 07.10.2024)
6. Becker A.L., Crowl A.A., Luteyn J.L., et al. A global blueberry phylogeny: Evolution, diversification, and biogeography of Vaccinieae (Ericaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2024;201:108202. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2024.108202>
7. Powell E.A., Kron K.A. Hawaiian blueberries and their relatives – a phylogenetic analysis of *Vaccinium* sections *Macropelma*, *Myrtillus*, and *Hemimyrtillus* (Ericaceae). *Systematic Botany*. 2002;(27):768–779. <https://doi.org/10.1043/0363-6445-27.4.768>
8. Жидкин Р.Р., Матвеева Т.В. Проблемы филогении рода *Vaccinium* L. и пути их решения. *Экологическая генетика*. 2022;20(2):151–164. <https://doi.org/10.17816/ecogen109142>
9. Zhidkin R.R., Matveeva T.V. Problems of phylogeny of the genus *Vaccinium* L. and ways of their solution. *Ecological Genetics*. 2022;20(2):151–164. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/ecogen109142>

8. Мияшита Т. Анализ генетических связей между видами *Vaccinium*, включая чернику и местные японские дикие виды, а также использование межвидовых гибридов в селекции. *AgriKnowledge (A database providing information on agricultural science and technology of Japan)*. 2017;(12):1–58. (Яп.) <https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010911470>
- Miyashita T. Analysis of genetic relationships among *Vaccinium* species including blueberry and Japanese local wild species, and the use of interspecific hybrids in breeding. Available at: *AgriKnowledge (A database providing information on agricultural science and technology of Japan)*. 2017;(12):1–58. (In Japanese) <https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010911470>
9. Громадин А.В., Сахоненко А.Н. Дендрологический справочник. *Деревья и кустарники, пригодные для культивирования в открытом грунте на территории России*. М.: Т-во научных изданий КМК; 2025. 695 с.
- Gromadin A.V., Sakhonenko A.N. *Dendrological reference book. Trees and shrubs suitable for cultivation in open ground on the territory of Russia*. Moscow: KMK; 2025. 695 p. (In Russ.)
10. Баркалов В.Ю., Таран А.А. Список видов сосудистых растений острова Сахалин. В кн.: *Растительный и животный мир острова Сахалин (Материалы Международного сахалинского проекта)*. Ч. 1. Владивосток: Дальнаука; 2004. С. 39–66.
- Barkalov V.Yu., Taran A.A. List of species of vascular plants of Sakhalin Island. In: *Flora and fauna of Sakhalin Island (Materials of the International Sakhalin Project)*. Part 1. Vladivostok: Dalnauka; 2004, pp. 39–66. (In Russ.)
11. Toju H., Tanabe A.S., Ishii H.S. Ericaceous plant-fungus network in a harsh alpine-subalpine environment. *Molecular Ecology*. 2016;25(13):3242–3257. <https://doi.org/10.1111/mec.13680>
12. Nomano F.Y., Mitsui H., Kimura M.T. Capacity of Japanese *Asobara* species (Hymenoptera; Braconidae) to parasitize a fruit pest *Drosophila suzukii* (Diptera; Drosophilidae). *Journal of Applied Entomology*. 2015;139(1-2):105–113. <https://doi.org/10.1111/jen.12141>
13. Копанина А.В. Биология, экология и хозяйственное значение черники овалнолистной (*Vaccinium ovalifolium* Smith) на Сахалине. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток; 2005. 19 с.
- Kopanina A.V. Biology, ecology and economic importance of blueberry (*Vaccinium ovalifolium* Smith) on Sakhalin. Abstr. ... Diss. Cand. Sci. Vladivostok; 2005. 19 p. (In Russ.)
14. Prokaj E., Saigusa M., Kitamura K., Suzuki K. The effect of atmospheric carbon dioxide enrichment on the growth of blueberry softwood cuttings atmosféras CO₂ bagātināšanas ietekme uz krūmmelleņu lapoto spraudēņu augšanu. *Agromijas vēstis (Latvian Journal of Agronomy)*. 2006;(9):124–129. <https://lufb.llu.lv/conference/agrvestis/content/n9/AgrVestis-Nr9.pdf>
15. Galletta G.J. Blueberries and cranberries. In: Janick J., Moore J.N. (eds). *Advances in Fruit Breeding*. Purdue Univ. Press, West Lafayette; 1975, pp. 154–196.
16. *Климат Южно-Сахалинска*. Ц.А. Швер, Д.Ф. Лазарева (ред.). Л.: Гидрометеиздат; 1982. 256 с.
- Climate of Yuzhno-Sakhalinsk*. Shver Ts.A., Lazareva D.F. (eds.). Leningrad: Gidrometeoizdat; 1982. 256 p. (In Russ.)
17. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. *Бюл. Главн. ботан. сада*. 1979;113:3–11.
- Methodology of phenological observations in botanical gardens of the USSR. *Bull. of the Main Botanical Garden*. 1979;113:3–11. (In Russ.)
18. Mechikova G.Ya., Kuzmich A.S., Ponomarenko L.P., et al. Cancer-preventive activities of secondary metabolites from leaves of the bilberry *Vaccinium smallii* A. Gray. *Phytoterapy Research*. 2010;24(11):1730–1732. <https://doi.org/10.1002/ptr.3282>
19. Ferlemi A.-V., Lamari F.N. Berry Leaves: An Alternative Source of Bioactive Natural Products of Nutritional and Medicinal Value. *Antioxidants (Basel)*. 2016;5(2):17. <https://doi.org/10.3390/antiox5020017>
20. Фурса Н.С., Круглов Д.С., Белокуров М.М. Элементный состав листьев растений рода вакциниум. *Фармация. Фармацевтическая химия и фармакогнозия*. 2017;66(1):33–36. <https://pharmaciyajournal.ru/sites/default/files/fulltext-pdf/25419218-2017-01-08.pdf>
- Fursa N.S., Kruglov D.S., Belokurov M.M. Elemental composition of leaves of plants of the genus *Vaccinium*. *Pharmacy. Pharmaceutical chemistry and pharmacognosy*. 2017;66(1):33–36. (In Russ.) <https://pharmaciyajournal.ru/sites/default/files/fulltext-pdf/25419218-2017-01-08.pdf>
21. Симахин М.В., Ладыженская О.В., Донских В.Г. и др. Сравнительный анализ плодов у сортов голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) в условиях Московской области. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022;(9):98–101.
- Simakhin M.V., Ladyzhenskaya O.V., Donskikh V.G., et al. Comparative analysis of fruits in highbush blueberry varieties (*Vaccinium corymbosum* L.) in the Moscow region. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2022; 9:98–101. (In Russ.)
22. Рупасова Ж.А., Василевская Т.И., Криницкая Н.Б. и др. Сравнительная оценка биохимического состава плодов новых интродуцированных сортов голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) в условиях Беларуси. *Плодоводство*. 2017;29:117–123.
- Rupasova Zh.A., Vasilevskaya T.I., Krinitskaya N.B., et al. Comparative assessment of the biochemical composition of fruits of new introduced varieties of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in the conditions of Belarus. *Fruit growing*. 2017;29:117–123. (In Russ.)
23. Богданова Ю.С., Данилин С.И. Жимолость – перспективное сырье для получения продуктов функционального назначения. В кн.: Григорьева Л.В. (ред.). *Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения). Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 85-й годовщине со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук, лауреата Государственной премии Потапова Виктора Александровича*. Michurinsk: Мичуринский ГАУ; 2019. С. 145–149.
- Bogdanova Yu.S., Danilin S.I. Honeysuckle – a promising raw material for obtaining functional products. In: Grigorieva L.V. (ed.). *Priority areas for the development of horticulture (I Potapov Readings). Proceedings of the National Scientific and Practical Conference dedicated to the 85th anniversary of the birth of Professor, Doctor of Agricultural Sciences, State Prize Laureate Viktor Aleksandrovich Potapov*. Michurinsk: Michurinsk State Agrarian University; 2019, pp. 145–149. (In Russ.)
24. Богатырёв А.Н., Степанова Н.Ю. Технологическая оценка разных сортов жимолости для замораживания и сушки. *Пищевая промышленность*. 2016;3:44–47.
- Bogatyrev A.N., Stepanova N.Yu. Technological evaluation of different varieties of honeysuckle for freezing and drying. *Food industry*. 2016;3:44–47. (In Russ.)
25. Уфимцева Л.В., Глаз Н.В., Лёзин М.С. Сахаро-кислотный индекс при оценке вкусовых качеств сортообразцов жимолости. *Ученые записки Челябинского отделения Русского ботанического общества. Сборник статей*. 2020;3: 123–127.

Ufimtseva L.V., Glaz N.V., Lezin M.S. The use of sugar-acid index in the evaluation of varieties taste of honeyberry. *Scientific notes of the Chelyabinsk branch of the Russian Botanical Society*. 2020;3:123–127. (In Russ.)

26. Тимошин А.В. Качественный состав плодов жимолости различных сортов, введенных в культуру в Красноярском крае. *Вестник КрасГУ*. 2010;(7):52–54.

Timoshin A.V. Qualitative composition of honeysuckle fruits of different varieties introduced into cultivation in Krasnoyarsk Krai. *Vestnik Krasnoyarsk State University*. 2010;7:52–54. (In Russ.)

27. Ивлев А.М. *Почвы Сахалина*. М.: Наука; 1965. 115 с.
Ivlev A.M. *Soils of Sakhalin*. Moscow: Nauka; 1965. 115 p. (In Russ.)

Об авторах

ШЕЙКО Виктор Витальевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-8042-656X>, ResearcherID: AAC-8496-2022, Scopus Author ID: 57210289900, SPIN: 8150-4978, e-mail: viktorsheiko@mail.ru

ЛЕБЕДЕВ Дмитрий Валерьевич, младший научный сотрудник, <https://orcid.org/0009-0009-0063-0540>, Scopus Author ID: 58688262900, SPIN: 5514-5669, e-mail: dimitriileb@yandex.ru

СОРОКОПУДОВ Владимир Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-0133-6919>, ResearcherID: B-1520-2018, SPIN: 6202-7770, e-mail: sorokopud2301@mail.ru

СОРОКОПУДОВА Ольга Анатольевна, доктор биологических наук, профессор, SPIN: 5139-3029, e-mail: osorokopudova@yandex.ru

Вклад авторов

Шейко В.В. – разработка концепции, методология, верификация данных, проведение исследования, создание черновика рукописи, редактирование рукописи, визуализация, руководство исследованием; **Лебедев Д.В.** – разработка концепции, методология, верификация данных, проведение исследования, выполнение статистического анализа, ресурсное обеспечение исследования, визуализация, редактирование рукописи, администрирование проекта, получение финансирования; **Сорокопудов В.Н.** – руководство исследованием, администрирование данных, редактирование рукописи, администрирование проекта; **Сорокопудова О.А.** – администрирование данных, редактирование рукописи, администрирование проекта

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

About the authors

SHEIKO, Viktor Vitalievich, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-8042-656X>, ResearcherID: AAC-8496-2022, Scopus Author ID: 57210289900, SPIN: 8150-4978, e-mail: viktorsheiko@mail.ru

LEBEDEV, Dmitry Valerievich, Junior Researcher, <https://orcid.org/0009-0009-0063-0540>, Scopus Author ID: 58688262900, SPIN: 5514-5669, e-mail: dimitriileb@yandex.ru

SOROKOPUDOV, Vladimir Nikolaevich, Dr. Sci. (Agr.), Professor, Chief Researcher, ResearcherID: B-1520-2018, <https://orcid.org/0000-0002-0133-6919>, SPIN: 6202-7770, e-mail: sorokopud2301@mail.ru

SOROKOPUDOVA, Olga Anatolyevna, Dr. Sci. (Biol.), Professor, <https://orcid.org/0000-0002-5774-6271>, ResearcherID: Y-8452-2018, Scopus Author ID: 24528900600, SPIN: 5139-3029, e-mail: osorokopudova@yandex.ru

Authors' contribution

Sheiko V.V. – conceptualization, methodology, validation, investigation writing – original draft, writing – review & editing, visualization, supervision;; **Lebedev D.V.** – conceptualization, methodology, validation, investigation, formal analysis, resources, visualization, writing – review & editing, project administration, funding acquisition; **Sorokopudov V.N.** – supervision, data curation, writing – review & editing, project administration; **Sorokopudova O.A.** – data curation, writing – review & editing, project administration

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию / Submitted 03.09.2025

Поступила после рецензирования / Revised 17.10.2025

Принята к публикации / Accepted 20.11.2025