

<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2025-1-2558>
<https://elibrary.ru/LOMPCR>

Оригинальная статья
<https://fptt.ru>

Совершенствование технологии адаптации *Vaccinium angustifolium* и *Vaccinium corymbosum* *ex vitro* в открытом грунте



С. С. Макаров^{1,*}, А. И. Чудецкий¹, И. Б. Кузнецова²,
Е. И. Куликова³, А. Н. Кульчицкий⁴, Н. Р. Сунгурова⁴

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева^{ROR}, Москва, Россия

² Костромская государственная сельскохозяйственная академия^{ROR}, Караваево, Россия

³ Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина, Вологда, Россия

⁴ Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова^{ROR}, Архангельск, Россия

Поступила в редакцию: 15.03.2024

Принята после рецензирования: 09.04.2024

Принята к публикации: 07.05.2024

*С. С. Макаров: s.makarov@rgau-msha.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-0564-8888>

А. И. Чудецкий: <https://orcid.org/0000-0003-4804-7759>

И. Б. Кузнецова: <https://orcid.org/0000-0001-5011-3271>

Е. И. Куликова: <https://orcid.org/0000-0002-5981-2690>

Н. Р. Сунгурова: <https://orcid.org/0000-0002-8464-4596>

© С. С. Макаров, А. И. Чудецкий, И. Б. Кузнецова,
Е. И. Куликова, А. Н. Кульчицкий, Н. Р. Сунгурова, 2025



Аннотация.

В связи с необходимостью импортозамещения ягодной продукции и посадочного материала на российском рынке требуется испытание сортов голубики в различных природно-климатических условиях. Цель – изучить влияние субстрата и ростостимулирующих веществ на приживаемость и морфометрические показатели голубики *ex vitro* в открытом грунте в природно-климатических условиях г. Москвы.

Объекты исследования – растения *Vaccinium corymbosum* L. 6 сортов (Bluecrop, Bluegold, Denise Blue, Duke, Kaz Pliszka, Patriot) и *Vaccinium Angustifolium* Ait. 6 сортов (Northblue, Northcountry, Лакомка, Нерль, Нея, Поморочка). Для адаптации к нестерильным условиям *ex vitro* использовали торфяные субстраты различного состава и ростостимулирующие препараты (Циркон, Эпин-Экстра). В условиях открытого грунта использовали мульчирование опадом и опилками хвойных пород, обработку препаратами Циркон и Эпин-Экстра.

Наибольшая приживаемость растений *V. angustifolium* при адаптации к нестерильным условиям *ex vitro* наблюдалась у российских сортов при обработке Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мл/л на смесях торфа с вермикулитом 3:1 и торфа с цеолитом 3:1 (82–89 %), наибольшее число побегов – на смеси торфа с перлитом 3:1 (4,5–5,0 шт.). Наибольшая приживаемость в открытом грунте на верховом торфе у однолетних растений *V. angustifolium* составляла 100 %, у *V. corymbosum* – 75–90 %, наибольшее число побегов – при мульчировании опилками и опадом сосны и ели (5,0–8,7 шт.). Сохранность двухлетних растений *V. angustifolium* составляла 95–100 %, *V. corymbosum* – 84–90 %, максимальный суммарный прирост побегов отмечен после обработки Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мл/л.

Полученные результаты можно использовать для совершенствования и дальнейшей оптимизации технологий размножения голубики с целью промышленного выращивания в почвенно-климатических условиях Центральной Нечерноземной зоны России. Препарат Эпин-Экстра способствует увеличению числа побегов голубики при адаптации *ex vitro* и в открытом грунте на верховом торфе. Мульчирование опилками и опадом сосны оказывает положительное влияние на побегообразование однолетних растений голубики в открытом грунте.

Ключевые слова. Ягода, голубика, *Vaccinium corymbosum* L., *Vaccinium angustifolium* Ait., микрклональное размножение, *ex vitro*, мульчирование, стимуляторы роста

Финансирование. Статья написана в рамках тематического плана-задания на выполнение научно-исследовательских работ по заказу Минсельхоза России по теме «Разработка агротехнологий нового поколения для ягодных растений с использованием биотехнологических методов для закладки ягодных плантаций» за счет средств федерального бюджета в 2024 году.

Для цитирования: Макаров С. С., Чудецкий А. И., Кузнецова И. Б., Куликова Е. И., Кульчицкий А. Н. и др. Совершенствование технологии адаптации *Vaccinium angustifolium* и *Vaccinium corymbosum ex vitro* в открытом грунте. Техника и технология пищевых производств. 2025. Т. 55. № 1. С. 107–121. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2025-1-2558>

Improving the *Ex Vitro* Adaptation Technology for *Vaccinium Angustifolium* and *Vaccinium Corymbosum* on the Field



Sergey S. Makarov^{1,*}, Anton I. Chudetsky¹, Irina B. Kuznetsova²,
Elena I. Kulikova³, Andrey N. Kulchitsky⁴, Natalia R. Sungurova⁴

¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy^{ROR}, Moscow, Russia

² Kostroma State Agricultural Academy^{ROR}, Karavaevo, Russia

³ Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Vologda, Russia

⁴ Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov^{ROR}, Arkhangelsk, Russia

Received: 15.03.2024

Revised: 09.04.2024

Accepted: 07.05.2024

*Sergey S. Makarov: s.makarov@rgau-msha.ru,

<https://orcid.org/0000-0003-0564-8888>

Anton I. Chudetsky: <https://orcid.org/0000-0003-4804-7759>

Irina B. Kuznetsova: <https://orcid.org/0000-0001-5011-3271>

Elena I. Kulikova: <https://orcid.org/0000-0002-5981-2690>

Natalia R. Sungurova: <https://orcid.org/0000-0002-8464-4596>

© S.S. Makarov, A.I. Chudetsky, I.B. Kuznetsova, E.I. Kulikova,
A.N. Kulchitsky, N.R. Sungurova, 2025



Abstract.

Russian food market is striving to substitute imported blueberry products and planting material. This research featured the effect of various substrates and growth stimulators on the survival rate and morphometric parameters of blueberry *ex vitro* in the climate of Moscow.

The study involved six cultivars of *Vaccinium corymbosum* L. (Bluecrop, Bluegold, Denise Blue, Duke, Kaz Pliszka, Patriot) and six cultivars of *V. angustifolium* Ait. (Northblue, Northcountry, Lakomka, Nerl, Neya, Pomorochka). The *ex vitro* experiment included various compositions of peat substrates and growth-stimulating preparations (Zircon, Epin-Extra) at the stage of adaptation to non-sterile conditions. Mulching with litter and sawdust of coniferous trees and treatment with Zircon and Epin-Extra were used in the field conditions.

The highest survival rate (82–89%) of *V. angustifolium* in non-sterile conditions *ex vitro* belonged to the Russian cultivars treated with Epin-Extra 0.5 mL/L on mixes of peat and vermiculite (3:1) and peat and zeolite (3:1). The largest number of shoots (4.5–5.0 pcs.) was registered on peat and perlite (3:1). The highest survival rate on high-moor peat was 100% for annual *V. angustifolium* and 75–90% for *V. corymbosum*. The largest number of shoots (5.0–8.7 pcs.) was obtained from the samples treated sawdust and pine-and-spruce waste. The survival rate was 95–100% for perennial *V. angustifolium* and 84–90% for *V. corymbosum*. The maximal total shoot growth was observed after Epin-Extra 0.5 mL/L.

The optimal substrates and growth regulators could be used to improve blueberry propagation for industrial cultivation in the soil and climate of Russia's Central Non-Chernozem Zone. Epin-Extra made it possible to increase the number of shoots during *ex vitro* adaptation and on high-moor peat. Sawdust and pine litter had a positive effect on shoot formation for annual blueberry plants in the field.

Keywords. Berry, blueberry, *Vaccinium corymbosum* L., *Vaccinium angustifolium* Ait., clonal micropropagation, adaptation, *ex vitro*, mulching, growth stimulants

Funding. The research was supported by the Ministry of Agriculture of Russia (2024) as part of research topic on New-generation agricultural technologies for biotechnological berry farming.

For citation: Makarov SS, Chudetsky AI, Kuznetsova IB, Kulikova EI, Kulchitsky AN, et al. Improving the *Ex Vitro* Adaptation Technology for *Vaccinium Angustifolium* and *Vaccinium Corymbosum* on the Field. Food Processing: Techniques and Technology. 2025;55(1):107–121. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2025-1-2558>

Введение

В настоящее время в связи с актуализацией экологического обеспечения продовольственной безопасности общества [1, 2] и возрастающим на рынке переработки

и потребления спросом на плодово-ягодную продукцию [3–6] возникает необходимость промышленного выращивания ценных дикорастущих ягодных растений, таких как голубика, клюква, брусника, морошка,

княженика, красника и др. Сбор ягод в природных местах произрастания зачастую не удовлетворяет запросы рынка по причине разбросанности популяций, непостоянства урожайности, интенсивного сокращения запасов ягодников (вплоть до исчезновения) вследствие ведения хозяйственной деятельности, труднодоступности территорий и отсутствия правильной организации или контроля процессов сбора и сбыта сырья [7–9]. Поэтому необходимо получить здоровый и генетически однородный посадочный материал для выращивания в производственных масштабах.

На сегодняшний день отмечается особый интерес к ягодным культурам рода *Vaccinium* L. ввиду их полезных свойств для здоровья человека, обусловленных содержанием в них различных групп биологически активных соединений. Одной из наиболее популярных ягод для реализации на рынке за последние годы стала голубика [4, 10]. Голубика обладает высокой пищевой и лекарственной ценностью. Ягоды голубики употребляют в пищу как в свежем, так и в замороженном виде, применяют их для изготовления различных джемов, варений, соков, морсов, настоек, кондитерских, хлебобулочных изделий и др. Благодаря содержанию в плодах большого количества аминокислот, витаминов (А, В₁, В₂, В₆, В₁₂, С, Е, К₁, РР), пектинов, антоцианов, флавоноидов, каротиноидов, микро- (марганец, железо, цинк, медь, селен) и макроэлементов (калий, фосфор, кальций, магний, натрий), других полезных веществ голубика может использоваться в фармацевтической промышленности для лечения воспалительных, сердечно-сосудистых, офтальмологических болезней, атеросклероза, гипертонии, ангины, ревматизма, капилляротоксикозов, ожирения, лихорадок, предотвращения диабета, цинги, снижения риска развития раковых и других серьезных заболеваний, а также в косметологии. Отвар из сухих ягод голубики в народной медицине используется как поливитаминный источник и вяжущее средство при расстройствах пищеварения, гастритах и энтеритах. Отвар из листьев голубики может применяться при сахарном диабете, заболеваниях сердца, мочеполовой системы, малокровии и в качестве слабительного средства. Польза потребления плодов и листьев голубики ввиду действия содержащихся в них биологически активных соединений подкрепляется растущим числом научных данных, полученных в результате многолетних клинических исследований [11–31]. Содержание тех или иных соединений в химическом составе плодов, листьев и других органов голубики также может зависеть от сорта и способа размножения [32]. Кроме того, голубика ввиду габитуса растений и фенологических особенностей разных видов и сортов, особенно в периоды цветения, плодоношения и осеннего окрашивания листьев, может успешно использоваться в декоративном садоводстве и ландшафтном дизайне [33, 34].

В промышленных масштабах в большинстве стран выращиваются преимущественно голубика высоко-

рослая (*Vaccinium corymbosum* L.) и голубика узколистная (*Vaccinium angustifolium* Ait.), которая относится к группе низкорослых культивируемых голубик и в настоящее время представлена в основном гибридными полувысокорослыми сортами с голубикой высокорослой (*V. angustifolium* × *V. corymbosum*). Отмечено, что полная окупаемость голубичной плантации при правильной организации участков наступает на 3–4-й год после закладки насаждений, а долговечность их может достигать 30–40 лет [35–37]. Основными производителями голубики на мировом рынке по состоянию на 2016 г. являлись США (около 40 %), Канада, Чили, а уже с 2019 г. лидером стал Китай; в значительно меньшей степени ягоды данной культуры производят в Мексике, Германии, Польше, Франции, Нидерландах, Испании, Португалии и других странах. Общий объем импортируемых ягод рода *Vaccinium* (голубика, черника, клюква, брусника) в Россию в 2019 г. превышал 7 тыс. т, а доля импорта возросла с 2016 по 2019 г. более чем в 3 раза. Доля импорта ягодной продукции голубики на российском рынке в последнее десятилетие превышала 90 %, при этом экспертами отмечалось постоянное увеличение данного показателя (например, в 2020 г. – на 23,6 % по сравнению с 2019 г.). В 2021–2022 гг. объем импортируемой свежей голубики в России составлял около 11 тыс. т в год, тогда как внутри страны производилось не более 1 т ягод. При этом основными поставщиками были такие страны, как Беларусь, Перу, Марокко, Сербия, Чили, Грузия, Аргентина [4, 10, 38].

Голубика является одной из самых морозостойких ягодных культур. На территории России имеются огромные перспективы и возможности для увеличения внутреннего производства голубики – в плане земельных и водных ресурсов, подходящих для выращивания микрорзон, а также доступности финансирования и государственной поддержки по сравнению со странами Европы. Промышленными посадками голубики в стране занято не более 1 тыс. га, однако в настоящее время открываются новые предприятия по возделыванию данной культуры. При этом на плантациях выращивается обширный ассортимент зарубежных сортов голубики высокорослой (Aurora, Bluecrop, Bluegold, Bluejay, Brigita Blue, Chandler, Darrow, Denise Blue, Denise Gold, Duke, Early Blue, Elizabeth, Elliott, Hannah's Choice, Hardy Blue, Jersey, Legacy, Liberty, Nelson, Patriot, Polaris, Reka, Sierra, Spartan, Sunrise, Toro и др.) и гибридных сортов голубики высокорослой и голубики узколистной – Northblue, Northcountry (канадской селекции), Northland (американской селекции), Putte (шведской селекции), которые отличаются сроками созревания, размерами плодов, урожайностью и морозостойкостью. На сегодняшний день в России наиболее крупные плантации, где возделывается *V. corymbosum*, имеются в хозяйствах преимущественно южных регионов европейской части России (Краснодарский край, Ставропольский край, республики Крым, Кабардино-

Балкария, Карачаево-Черкессия, Адыгея, области Воронежская, Ростовская, Тамбовская, Липецкая), где условия выращивания по основным экологическим параметрам (температура и относительная влажность воздуха, количество осадков) сходны с континентальным климатом основных районов возделывания в Северной Америке. Также промышленным выращиванием *V. corymbosum* занимаются и в других регионах европейской части России (Калининградская, Московская, Ярославская, Рязанская, Смоленская, Ленинградская, Архангельская области), в Сибири (Тюменская область) и на Дальнем Востоке (Сахалинская область, Хабаровский край). В свою очередь *V. angustifolium* достаточно устойчива к отрицательным температурам (до $-33 \dots -35$ °C) и ввиду своих размеров обычно зимует под снегом, поэтому является наиболее оптимальным видом для возделывания в Средней полосе России, тогда как у *V. corymbosum* чаще наблюдается подмерзание побегов [36]. При этом важно отметить, что урожайность ягод голубики в разных природно-климатических условиях значительно варьируется в зависимости от погодных условий и имеет сортовые особенности [35, 39–42]. Посадки гибридных сортов *V. angustifolium* имеются в хозяйствах Архангельской, Костромской областей, Ханты-Мансийского АО – Югры, Хабаровского края. Питомники, в которых выращивают саженцы голубики, имеются по всей территории России – в Краснодарском крае, Московской, Ленинградской, Калужской, Нижегородской, Белгородской, Воронежской, Свердловской, Ульяновской, Смоленской, Владимирской, Ярославской, Челябинской, Пензенской, Томской областях, республиках Крым, Татарстан и Марий Эл, Алтайском и Приморском краях.

Используемый посадочный материал нередко является импортным, причем не всегда соответствует надлежащим требованиям к фитосанитарному состоянию. В связи с этим и с учетом современных экономических условий для обеспечения российского рынка ягодной продукцией голубики необходимо решать задачу импортозамещения посадочного материала, в том числе с использованием сортов и гибридных форм отечественной селекции. В результате многолетних работ, проводимых с начала 2000-х гг., российскими селекционерами были выведены и в 2022–2023 гг. внесены Госсортомиссией РФ в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, первые отечественные сорта голубики узколистной: Лакомка, Нея, Нерль, Поморочка, – характеризующиеся сравнительно высокой зимостойкостью, крупноплодностью, большой урожайностью и устойчивостью к болезням и вредителям. Данные сорта успешно показали себя в природно-климатических условиях некоторых регионов России (Костромская, Архангельская области, Ханты-Мансийский АО – Югра, Хабаровский край) и по своим характеристикам потенциально пригодны для выращивания в различ-

ных почвенно-климатических зонах страны: в Северном, Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском, Центрально-Черноземном, Северо-Кавказском, Средневожском, Нижневожском, Уральском, Западно-Сибирском, Восточно-Сибирском и Дальневосточном округах [43]. При этом проведение дополнительных испытаний сортов голубики узколистной отечественной селекции в различных природно-климатических условиях является необходимым.

В естественных природных условиях голубика размножается как семенным способом, так и вегетативно через обширную подземную систему корневищ. Традиционно голубику размножают в питомниках методом черенкования, что требует много времени для крупномасштабного производства посадочного материала. Семенной способ размножения голубики редко используется в производстве, поскольку растения не сохраняют в полном объеме хозяйственно ценные характеристики материнских экземпляров [35]. Для того, чтобы получить большие объемы стандартного оздоровленного посадочного материала голубики в целях плантационного выращивания необходимо прибегать к использованию высокотехнологичных и экономически эффективных технологий, таких как микроклональное размножение, что позволяет сохранить генетическую идентичность потомства и все ценные биохимические характеристики плодов растений. Результаты экспериментов по микроклонированию голубики (в том числе с использованием различных составов питательных сред, регуляторов роста и ростостимулирующих препаратов, светодиодного освещения определенного спектрального состава) показывают положительные тенденции роста и развития растений-регенерантов как в культуре *in vitro*, так и при их адаптации к нестерильным условиям *ex vitro*, где выявлено формирование большего количества побегов большей длины, чем при классических способах размножения [37, 44–46]. Вместе с тем исследователями отмечалось, что методы размножения ягодных культур рода *Vaccinium* оказывают прямое влияние на антиоксидантную активность плодов и листьев растений. Таким образом, установлено, что суммарная антиоксидантная активность в плодах образцов различных видов и сортов голубики, а также брусники, черники, клюквы, размноженных с помощью культуры клеток и тканей, была значительно выше по сравнению с растениями, выращенными с помощью традиционного черенкования [47].

Продолжаются испытания по совершенствованию агротехники выращивания голубики в открытом грунте, включая использование мульчирования, внекорневых обработок, систем ирригации, фертигации и других элементов, проведение своевременных мероприятий по уходу за посадками [37, 48, 49]. Требуются дополнительные исследования в отношении *V. angustifolium* (включая российские сорта) в природно-климатических условиях европейской части России.

Цель – изучить влияние субстрата и стимуляторов роста на приживаемость и морфометрические показатели размноженных *in vitro* растений голубики в нестерильных условиях *ex vitro*, а также способов мульчирования и обработки ростостимулирующими препаратами в открытом грунте – на сохранность и морфометрические показатели роста голубики в природно-климатических условиях г. Москвы.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в 2020–2024 гг. В качестве объектов исследований использовали растения голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) 6 сортов (Bluecrop, Bluegold, Denise Blue, Duke, Kaz Pliszka, Patriot) и голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) 6 сортов (Northblue, Northcountry, Лакомка, Нерль, Нея, Поморочка). Опыты по микроклональному размножению растений проводили в биотехнологических лабораториях Северного (Арктического) федерального университета имени М. В. Ломоносова (САФУ имени М. В. Ломоносова), Костромской государственной сельскохозяйственной академии, Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н. В. Верещагина и филиала Центрально-европейской лесной опытной станции [36, 43].

Опыты по адаптации полученных *in vitro* растений-регенерантов к нестерильным условиям *ex vitro* проводили в САФУ имени М. В. Ломоносова и Российском государственном аграрном университете – МСХА имени К. А. Тимирязева. Субстратами для укоренения выступили торф верхового типа ($pH_{\text{KCl}} = 2,8\text{--}3,1$), а также смеси торфа с песком в соотношении 3:1, торфа с вермикулитом в соотношении 3:1, торфа с перлитом в соотношении 3:1, торфа с цеолитом в соотношении 3:1. В мае проводили внекорневые обработки ростостимулирующими препаратами – Циркон в концентрации 0,5 мл/л и Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мл/л; в качестве контрольного варианта применяли опрыскивание водой. На 14 сутки после пересадки растений учитывали их приживаемость, а также количество образовавшихся побегов и листьев.

Через 90 суток адаптации растения пересаживали в открытый грунт на территории Дендрологического сада имени Р. И. Шредера на базе РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева (г. Москва) в подготовленные траншеи шириной 1,5–2,0 м и глубиной 0,7 м, наполненные верховым торфом. Схема посадки *V. angustifolium* – 1,5×3,0 м, *V. corymbosum* – 1,5×4,0 м. Фенологические особенности растений наблюдали согласно общепринятой методологии [50]. Проводили опыты с мульчированием опилками и опадом хвойных древесных пород (ель, сосна, лиственница); в качестве контроля рассматривали вариант без мульчирования. Учитывали приживаемость растений, число образовавшихся побегов и листьев. Кроме того, проводили вне-

корневые обработки ростостимулирующими препаратами Циркон (0,5 мл/л) и Эпин-Экстра (0,5 мл/л). Через 1 год после высадки растений в открытый грунт учитывали сохранность саженцев, а также морфометрические показатели – число побегов в расчете на одно растение, среднюю длину побегов и их суммарный прирост.

Результаты и их обсуждение

В результате исследований, проведенных на этапе адаптации *Vaccinium angustifolium* Ait. отечественных сортов к нестерильным условиям *ex vitro*, выявлено, что максимальная приживаемость растений наблюдалась при использовании субстратов из смесей торфа с вермикулитом (3:1) и торфа с цеолитом (3:1) с обработкой препаратом Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мл/л она достигала у сорта Лакомка 89 и 86 %, у сорта Нерль – 85 и 84 %, у сорта Нея – 84 и 82 %, у сорта Поморочка – 82 и 84 % соответственно. У сорта Лакомка в вариантах использования торфа верхового типа и смеси торфа с цеолитом (3:1) при обработке препаратом Циркон в концентрации 0,5 мл/л приживаемость составляла 82 %, в вариантах со смесью торфа с песком (3:1) при обработке Цирконом и со смесью торфа с перлитом (3:1) при обработке Эпин-Экстра – 80 %. Такая же приживаемость отмечена у сорта Нерль в варианте со смесью торфа с цеолитом (3:1) при обработке Цирконом и у сорта Поморочка – в варианте смеси торфа с перлитом (3:1) при обработке препаратом Эпин-Экстра. Самая низкая приживаемость растений отмечена на всех изучаемых субстратах в контрольных вариантах (без обработки ростостимулирующими препаратами) и варьировалась от 45 до 68 % (табл. 1).

При обработке препаратом Циркон в концентрации 0,5 мл/л количество побегов у исследуемых сортов растений *V. angustifolium* на всех изучаемых субстратах варьировалось от 3,80 до 4,60 шт. У сортов Лакомка, Нерль и Нея число побегов в варианте использования смеси торфа с перлитом (3:1) с обработкой препаратом Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мл/л составляло в среднем 4,50 шт., а у сорта Поморочка – 5,00 шт. Наибольшее число листьев формировалось у растений *V. angustifolium* сортов Нерль и Нея. Оно составило в вариантах со смесью торфа с вермикулитом (3:1) и торфа с цеолитом (3:1) при обработке препаратом Эпин-Экстра у сорта Нерль – 30,10 и 26,50 шт., у сорта Нея – 38,30 и 40,20 шт. соответственно. У этих же сортов *V. angustifolium* в варианте со смесью торфа и цеолита (3:1) при обработке Цирконом количество листьев составляло в среднем 20,10–20,40 шт. У двух других исследуемых сортов *V. angustifolium* количество листьев было значительно меньше. Так, у сорта Лакомка лучшие показатели – в вариантах с торфом верхового типа с обработкой Цирконом (10,10 шт.), смесями торфа с перлитом (3:1) и торфа с цеолитом (3:1) при обра-

ботке препаратом Эпин-Экстра – 10,30 и 12,30 шт. соответственно. Для сорта Поморочка лучшими вариантами оказались торф верхового типа с обработкой Цирконом (11,30 шт.), смесь торфа с перлитом (3:1)

с обработкой препаратами Цирконом (11,10 шт.) и Эпин-Экстра (13,20 шт.), а также вариант со смесью торфа с цеолитом (3:1) с обработкой этими же препаратами – 14,20 и 15,00 шт. соответственно.

Таблица 1. Приживаемость и морфометрические показатели растений *Vaccinium angustifolium* Ait. отечественных сортов при адаптации к нестерильным условиям *ex vitro* с различными вариантами обработки ростостимулирующими препаратами

Table 1. Survival and morphometric parameters of domestic *Vaccinium angustifolium* Ait. during adaptation to non-sterile conditions *ex vitro* with different growth stimulators

Сорт	Субстрат	Вариант обработки	Приживаемость, %	Число побегов, шт.	Число листьев, шт.
Лакомка	Торф верхового типа	Контроль (вода)	56	3,50 ± 0,11	6,40 ± 0,21
		Циркон, 0,5 мл/л	82	4,30 ± 0,16	10,10 ± 0,29
		Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	76	3,60 ± 0,17	9,20 ± 0,17
	Торф верхового типа + песок (3:1)	Контроль (вода)	62	3,30 ± 0,15	5,80 ± 0,31
		Циркон, 0,5 мл/л	80	4,20 ± 0,19	8,30 ± 0,19
		Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	74	4,10 ± 0,09	9,00 ± 0,22
	Торф верхового типа + вермикулит (3:1)	Контроль (вода)	54	3,30 ± 0,12	5,90 ± 0,24
		Циркон, 0,5 мл/л	76	3,90 ± 0,14	6,70 ± 0,27
		Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	89	4,00 ± 0,16	8,20 ± 0,31
	Торф верхового типа + перлит (3:1)	Контроль (вода)	65	4,00 ± 0,17	8,40 ± 0,36
		Циркон, 0,5 мл/л	76	4,30 ± 0,11	9,60 ± 0,29
		Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	80	4,50 ± 0,13	10,30 ± 0,33
Торф верхового типа + цеолит (3:1)	Контроль (вода)	70	3,20 ± 0,13	7,30 ± 0,26	
	Циркон, 0,5 мл/л	82	3,80 ± 0,14	9,60 ± 0,18	
	Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	86	3,80 ± 0,15	12,30 ± 0,39	
Нерль	Торф верхового типа	Контроль (вода)	50	3,70 ± 0,11	10,30 ± 0,32
		Циркон, 0,5 мл/л	77	4,60 ± 0,14	14,90 ± 0,33
		Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	70	3,90 ± 0,11	15,30 ± 0,40
	Торф верхового типа + песок (3:1)	Контроль (вода)	58	4,00 ± 0,09	10,90 ± 0,29
		Циркон, 0,5 мл/л	77	4,50 ± 0,18	11,60 ± 0,30
		Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	70	4,30 ± 0,17	13,60 ± 0,26
	Торф верхового типа + вермикулит (3:1)	Контроль (вода)	69	3,50 ± 0,13	8,90 ± 0,18
		Циркон, 0,5 мл/л	72	3,90 ± 0,16	10,30 ± 0,10
		Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	85	4,00 ± 0,19	30,10 ± 0,44
	Торф верхового типа + перлит (3:1)	Контроль (вода)	62	4,10 ± 0,16	11,90 ± 0,21
		Циркон, 0,5 мл/л	72	4,30 ± 0,15	16,30 ± 0,36
		Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	75	4,50 ± 0,13	17,20 ± 0,41
Торф верхового типа + цеолит (3:1)	Контроль (вода)	68	3,50 ± 0,10	12,30 ± 0,31	
	Циркон, 0,5 мл/л	80	4,00 ± 0,14	20,10 ± 0,19	
	Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	84	4,10 ± 0,18	26,50 ± 0,31	
Нея	Торф верхового типа	Контроль (вода)	45	3,80 ± 0,11	16,20 ± 0,13
		Циркон, 0,5 мл/л	75	4,60 ± 0,14	19,20 ± 0,21
		Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	70	3,90 ± 0,11	18,30 ± 0,31
	Торф верхового типа + песок (3:1)	Контроль (вода)	52	4,00 ± 0,09	15,30 ± 0,16
		Циркон, 0,5 мл/л	75	4,50 ± 0,18	15,90 ± 0,23
		Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	70	4,40 ± 0,17	17,90 ± 0,17
	Торф верхового типа + вермикулит (3:1)	Контроль (вода)	65	3,50 ± 0,13	13,20 ± 0,14
		Циркон, 0,5 мл/л	70	3,90 ± 0,16	16,20 ± 0,10
		Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	84	4,00 ± 0,19	38,30 ± 0,40
	Торф верхового типа + перлит (3:1)	Контроль (вода)	60	4,10 ± 0,16	15,30 ± 0,22
		Циркон, 0,5 мл/л	68	4,30 ± 0,15	18,30 ± 0,19
		Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	72	4,50 ± 0,13	19,20 ± 0,30
Торф верхового типа + цеолит (3:1)	Контроль (вода)	65	4,00 ± 0,17	15,30 ± 0,40	
	Циркон, 0,5 мл/л	77	3,80 ± 0,20	20,40 ± 0,32	
	Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	82	4,40 ± 0,24	40,20 ± 0,32	

Продолжение таблицы 1

Сорт	Субстрат	Вариант обработки	Приживаемость, %	Число побегов, шт.	Число листьев, шт.
Поморочка	Торф верхового типа	Контроль (вода)	45	3,30 ± 0,16	6,80 ± 0,19
		Циркон, 0,5 мл/л	50	4,20 ± 0,21	11,30 ± 0,37
		Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	77	3,80 ± 0,19	9,80 ± 0,21
	Торф верхового типа + песок (3:1)	Контроль (вода)	70	3,00 ± 0,14	6,20 ± 0,24
		Циркон, 0,5 мл/л	60	4,00 ± 0,19	8,30 ± 0,32
		Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	56	2,90 ± 0,13	7,40 ± 0,22
	Торф верхового типа + вермикулит (3:1)	Контроль (вода)	60	4,10 ± 0,20	7,30 ± 0,20
		Циркон, 0,5 мл/л	76	3,80 ± 0,18	8,20 ± 0,32
		Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	82	3,60 ± 0,17	10,10 ± 0,39
	Торф верхового типа + перлит (3:1)	Контроль (вода)	65	4,10 ± 0,21	8,00 ± 0,34
		Циркон, 0,5 мл/л	75	4,20 ± 0,23	11,10 ± 0,42
		Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	80	5,00 ± 0,31	13,20 ± 0,49
Торф верхового типа + цеолит (3:1)	Контроль (вода)	68	4,50 ± 0,28	7,60 ± 0,22	
	Циркон, 0,5 мл/л	79	4,30 ± 0,26	14,20 ± 0,29	
	Эпин-Экстра, 0,5 мл/л	84	4,20 ± 0,24	15,00 ± 0,32	

Далее адаптированные к нестерильным условиям *ex vitro* растения голубики пересаживали в открытый грунт на торф верхового типа, при этом применяли мульчирование опилками и опадом таких хвойных пород, как ель, сосна и лиственница. Приживаемость у всех исследуемых сортов *V. angustifolium* во всех вариантах достигала 100 %. Как правило, наибольшее количество побегов формировалось в вариантах с мульчированием опилками и опадом сосны и составляло у сорта Northblue 5,40 и 5,20 шт. соответственно, у сорта Northcountry – 5,60 и 5,00 шт., у сорта Лакомка – 5,90 и 5,70 шт., у сорта Нерль – 6,00 и 5,80 шт., у сорта Нея – 6,40 и 5,20 шт., у сорта Поморочка – 5,20 и 4,90 шт. У сортов Нея и Поморочка максимальное число побегов отмечено в вариантах с мульчированием опилками ели – 7,00 и 6,60 шт. соответственно. В вариантах без мульчирования число побегов было наименьшим (табл. 2).

Наибольшее количество листьев *V. angustifolium* у сортов российской селекции наблюдалось в вариантах с мульчированием опилками и опадом ели и сосны, оно варьировалось у сорта Лакомка от 26,30 до 30,00 шт., у сорта Нерль – от 28,60 до 32,20 шт., у сорта Нея – от 36,30 до 42,30 шт., у сорта Поморочка – от 30,30 до 40,10 шт., тогда как у растений *V. angustifolium* сорта Northblue зарубежной селекции лучшие показатели были в вариантах с мульчированием опилками ели, сосны и лиственницы (14,30–15,30 шт.), у сорта Northcountry – при мульчировании опилками сосны и лиственницы (22,60–23,60 шт.) Наименьшее число листьев отмечено в контрольных вариантах.

Самая высокая приживаемость адаптированных растений-регенерантов *Vaccinium corymbosum* L. после пересадки в открытый грунт на торф верхового типа была отмечена у сорта Kaz Pliszka и достигала 90 %, несколько меньше была приживаемость у сортов Blue-

crop и Patriot – по 85 %, у сортов Bluegold и Duke – по 80 %, а у сорта Denise Blue – лишь 75 % (табл. 3). Наибольшее количество побегов у растений *V. corymbosum* формировалось в вариантах с мульчированием опилками и опадом сосны и составляло: у сорта Bluecrop – 7,10 и 6,80 шт. соответственно, у сорта Bluegold – 7,00 и 6,70 шт., у сорта Denise Blue – 7,40 и 7,30 шт., у сорта Duke – 7,70 и 7,30 шт., у сорта Kaz Pliszka – 7,90 и 6,80 шт., у сорта Patriot – 8,00 и 6,80 шт. Однако у сортов Kaz Pliszka и Patriot максимальное количество побегов наблюдалось в варианте с мульчированием опилками ели – 8,60 и 8,70 шт. соответственно. В вариантах без мульчирования количество побегов было наименьшим.

Наибольшее количество листьев однолетних растений *V. corymbosum* на верховом торфе наблюдалось у сортов Patriot и Denise Blue в варианте с мульчированием сосновыми опилками (44,70 и 44,80 шт. соответственно) и опадом (46,40 и 46,60 шт.). У сортов Duke и Kaz Pliszka наиболее высокие значения данного показателя также были отмечены в этих вариантах (33,40–36,60 шт.). Следует отметить, что сорта Bluecrop и Bluegold значительно уступали другим сортам по количеству листьев: в лучших для них вариантах с мульчированием опилками лиственницы и сосны у них образовалось по 18,90–19,90 и 26,50–27,90 шт. листьев соответственно. У всех исследуемых сортов *V. corymbosum* наименьшим число листьев было также в контрольных вариантах.

В ходе исследований было выявлено, что после перезимовки в открытом грунте среди растений *V. corymbosum* лучше остальных сохранились двулетние сорта Denise Blue (до 90 %), далее по мере убывания следовали сорта Duke (88 %), Patriot (87 %), Bluegold (86 %), Kaz Pliszka (85 %) и Bluecrop (84 %). Сохранность двулетних растений *V. angustifolium* была значительно выше: у отечественных сортов она достигала 100 %, у

Таблица 2. Приживаемость и средние морфометрические показатели однолетних растений *Vaccinium angustifolium* Ait. в открытом грунте на торфе верхового типа с различными вариантами мульчирования в природно-климатических условиях г. Москвы

Table 2. Survival rate and average morphometric parameters of annual *Vaccinium angustifolium* Ait. on high-moor peat with different mulching options in the natural climate of Moscow

Сорт	Вариант мульчирования	Приживаемость, %	Число побегов, шт.	Число листьев, шт.	
Northblue	Контроль (без мульчирования)		100	2,30 ± 0,12	10,20 ± 0,14
	Опилки хвойных пород	ель		4,20 ± 0,14	14,50 ± 0,13
		сосна		5,40 ± 0,17	15,30 ± 0,13
		лиственница		3,60 ± 0,16	14,30 ± 0,17
	Опад хвойных пород	ель		4,30 ± 0,19	12,10 ± 0,10
		сосна		5,20 ± 0,20	13,80 ± 0,15
		лиственница		3,10 ± 0,15	11,30 ± 0,12
Northcountry	Без мульчирования (контроль)		100	3,10 ± 0,16	15,30 ± 0,10
	Опилки хвойных пород	ель		4,30 ± 0,20	20,20 ± 0,19
		сосна		5,60 ± 0,19	23,60 ± 0,21
		лиственница		3,90 ± 0,22	22,60 ± 0,32
	Опад хвойных пород	ель		4,80 ± 0,13	19,90 ± 0,12
		сосна		5,00 ± 0,17	20,30 ± 0,23
		лиственница		3,00 ± 0,10	21,50 ± 0,29
Лакомка	Без мульчирования (контроль)		100	3,50 ± 0,18	17,60 ± 0,19
	Опилки хвойных пород	ель		4,50 ± 0,14	26,30 ± 0,23
		сосна		5,90 ± 0,23	28,90 ± 0,19
		лиственница		3,60 ± 0,20	24,30 ± 0,26
	Опад хвойных пород	ель		4,60 ± 0,11	26,30 ± 0,28
		сосна		5,70 ± 0,23	30,00 ± 0,25
		лиственница		3,60 ± 0,29	25,30 ± 0,30
Нерль	Без мульчирования (контроль)		100	2,90 ± 0,18	18,10 ± 0,27
	Опилки хвойных пород	ель		4,50 ± 0,15	28,60 ± 0,26
		сосна		6,00 ± 0,17	31,20 ± 0,32
		лиственница		3,30 ± 0,13	29,60 ± 0,27
	Опад хвойных пород	ель		4,40 ± 0,16	30,20 ± 0,21
		сосна		5,80 ± 0,11	32,20 ± 0,19
		лиственница		3,90 ± 0,10	25,60 ± 0,19
Нея	Без мульчирования (контроль)		100	3,40 ± 0,20	21,30 ± 0,32
	Опилки хвойных пород	ель		7,00 ± 0,31	36,30 ± 0,29
		сосна		6,40 ± 0,21	40,30 ± 0,23
		лиственница		3,80 ± 0,16	32,10 ± 0,33
	Опад хвойных пород	ель		4,30 ± 0,12	37,10 ± 0,36
		сосна		5,20 ± 0,30	42,30 ± 0,38
		лиственница		4,20 ± 0,22	30,10 ± 0,26
Поморочка	Без мульчирования (контроль)		100	3,10 ± 0,23	19,20 ± 0,28
	Опилки хвойных пород	ель		6,60 ± 0,29	30,30 ± 0,21
		сосна		5,20 ± 0,18	34,50 ± 0,30
		лиственница		3,20 ± 0,12	29,00 ± 0,25
	Опад хвойных пород	ель		4,00 ± 0,10	35,20 ± 0,32
		сосна		4,90 ± 0,26	40,10 ± 0,34
		лиственница		3,80 ± 0,18	26,30 ± 0,20

а у зарубежных – 95–96 %, что является явным доказательством их большей зимостойкости в природно-климатических условиях г. Москвы по сравнению с *V. corymbosum* (табл. 4).

После перезимовки максимальное количество побегов у исследуемых сортов обоих видов голубики

в открытом грунте на торфе верхового типа формировалось в вариантах с обработкой препаратом Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мл/л: у *V. corymbosum* варьировалось от 4,40 до 6,20 шт., у *V. angustifolium* – от 5,30 до 6,90 шт. Исключение составил сорт *V. angustifolium* Northblue, где наибольшее число побегов

Таблица 3. Приживаемость и средние морфометрические показатели однолетних растений *Vaccinium corymbosum* L. в открытом грунте на торфе верхового типа с различными вариантами мульчирования в природно-климатических условиях г. Москвы

Table 3. Survival rate and average morphometric parameters of annual *Vaccinium corymbosum* L. on high-moor peat with different mulching options in the natural climate of Moscow

Сорт	Вариант мульчирования	Приживаемость, %	Число побегов, шт.	Число листьев, шт.	
Bluescrop	Контроль (без мульчирования)		85	3,70 ± 0,17	14,10 ± 0,18
	Опилки хвойных пород	ель		5,40 ± 0,26	18,40 ± 0,22
		сосна		7,10 ± 0,34	19,90 ± 0,28
		лиственница		5,20 ± 0,25	18,90 ± 0,24
	Опад хвойных пород	ель		6,00 ± 0,29	16,40 ± 0,20
		сосна		6,80 ± 0,31	18,00 ± 0,21
		лиственница		4,90 ± 0,22	14,70 ± 0,17
Bluegold	Контроль (без мульчирования)		80	4,80 ± 0,24	19,70 ± 0,27
	Опилки хвойных пород	ель		5,80 ± 0,29	24,50 ± 0,34
		сосна		7,00 ± 0,33	27,90 ± 0,41
		лиственница		5,50 ± 0,28	26,50 ± 0,38
	Опад хвойных пород	ель		6,40 ± 0,30	24,10 ± 0,30
		сосна		6,70 ± 0,32	24,60 ± 0,32
		лиственница		4,60 ± 0,23	26,10 ± 0,37
Denise Blue	Контроль (без мульчирования)		75	5,10 ± 0,24	25,60 ± 0,35
	Опилки хвойных пород	ель		6,20 ± 0,32	40,40 ± 0,51
		сосна		7,40 ± 0,39	44,80 ± 0,53
		лиственница		5,00 ± 0,24	36,70 ± 0,48
	Опад хвойных пород	ель		6,10 ± 0,31	41,20 ± 0,50
		сосна		7,30 ± 0,36	46,60 ± 0,55
		лиственница		5,10 ± 0,23	35,00 ± 0,47
Duke	Контроль (без мульчирования)		80	4,50 ± 0,22	22,20 ± 0,31
	Опилки хвойных пород	ель		6,20 ± 0,30	32,90 ± 0,42
		сосна		7,70 ± 0,40	35,80 ± 0,47
		лиственница		5,00 ± 0,26	33,80 ± 0,45
	Опад хвойных пород	ель		6,00 ± 0,32	35,00 ± 0,48
		сосна		7,30 ± 0,37	36,60 ± 0,49
		лиственница		5,50 ± 0,29	30,10 ± 0,42
Kaz Pliszka	Контроль (без мульчирования)		90	5,00 ± 0,24	21,80 ± 0,30
	Опилки хвойных пород	ель		8,60 ± 0,45	30,50 ± 0,38
		сосна		7,90 ± 0,41	33,40 ± 0,44
		лиственница		5,20 ± 0,25	28,90 ± 0,29
	Опад хвойных пород	ель		6,00 ± 0,29	30,70 ± 0,41
		сосна		6,80 ± 0,35	34,60 ± 0,45
		лиственница		5,80 ± 0,29	30,00 ± 0,36
Patriot	Контроль (без мульчирования)		85	5,00 ± 0,26	25,50 ± 0,32
	Опилки хвойных пород	ель		8,70 ± 0,42	40,40 ± 0,48
		сосна		8,00 ± 0,39	44,70 ± 0,52
		лиственница		5,10 ± 0,23	36,80 ± 0,47
	Опад хвойных пород	ель		5,90 ± 0,28	42,00 ± 0,51
		сосна		6,80 ± 0,34	46,40 ± 0,54
		лиственница		6,00 ± 0,27	34,50 ± 0,46

было в варианте с обработкой Цирконом (6,30 шт.). Средняя длина побегов у всех изучаемых сортов была наибольшей в варианте с обработкой препаратом Эпин-Экстра: у *V. corymbosum* она составляла 24,00–30,20 см, тогда как у *V. angustifolium* отечественных сортов – 45,6–61,3 см, у зарубежных – 29,1–35,2 см.

Суммарный прирост побегов у двулетних растений исследуемых видов голубики в открытом грунте также был больше в вариантах с обработкой препаратом Эпин-Экстра. Максимальные показатели отмечены у сортов *V. angustifolium* отечественной селекции: Лакомка – 241,7 см, Нерль – 320,4 см, Нея –

Таблица 4. Сохранность и показатели роста и развития двулетних растений голубики на торфе верхового типа в природно-климатических условиях г. Москвы

Table 4. Survival rate, growth, and development of perennial blueberry on high-moor peat in the natural climate of Moscow

Сорт	Вариант обработки	Сохранность, %	Число побегов, шт. / саженец	Средняя длина побега, см	Суммарный прирост побегов, см
<i>Vaccinium corymbosum</i> L.					
Bluecrop	Контроль (вода)	84	3,10 ± 0,13	25,30 ± 0,13	78,40 ± 0,45
	Циркон, 0,5 мл/л		5,60 ± 0,19	26,40 ± 0,19	147,80 ± 1,13
	Эпин-Экстра, 0,5 мл/л		6,20 ± 0,11	30,20 ± 0,26	187,20 ± 1,63
Bluegold	Контроль (вода)	86	3,60 ± 0,16	23,40 ± 0,24	84,20 ± 0,65
	Циркон, 0,5 мл/л		4,30 ± 0,12	24,60 ± 0,31	105,80 ± 1,19
	Эпин-Экстра, 0,5 мл/л		5,20 ± 0,20	27,20 ± 0,26	125,80 ± 1,25
Denise Blue	Контроль (вода)	90	2,30 ± 0,19	24,20 ± 0,30	55,70 ± 1,35
	Циркон, 0,5 мл/л		4,20 ± 0,17	26,30 ± 0,26	110,50 ± 1,45
	Эпин-Экстра, 0,5 мл/л		4,40 ± 0,21	30,10 ± 0,21	132,50 ± 1,80
Duke	Контроль (вода)	88	3,00 ± 0,15	18,30 ± 0,19	54,90 ± 1,92
	Циркон, 0,5 мл/л		4,90 ± 0,19	24,60 ± 0,14	120,50 ± 1,63
	Эпин-Экстра, 0,5 мл/л		5,60 ± 0,17	30,20 ± 0,16	169,20 ± 1,80
Kaz Pliszka	Контроль (вода)	85	2,60 ± 0,11	19,60 ± 0,18	51,10 ± 1,16
	Циркон, 0,5 мл/л		4,20 ± 0,23	25,10 ± 0,19	105,40 ± 1,01
	Эпин-Экстра, 0,5 мл/л		5,90 ± 0,15	26,90 ± 0,21	158,70 ± 1,69
Patriot	Контроль (вода)	87	3,20 ± 0,18	19,00 ± 0,33	60,80 ± 1,66
	Циркон, 0,5 мл/л		5,00 ± 0,22	21,30 ± 0,30	106,50 ± 1,59
	Эпин-Экстра, 0,5 мл/л		5,70 ± 0,23	24,00 ± 0,13	136,80 ± 1,89
<i>Vaccinium angustifolium</i> Ait.					
Northblue	Контроль (вода)	96	3,80 ± 0,22	24,30 ± 1,30	92,30 ± 1,66
	Циркон, 0,5 мл/л		6,30 ± 0,26	26,30 ± 0,27	165,70 ± 1,58
	Эпин-Экстра, 0,5 мл/л		4,90 ± 0,18	29,10 ± 0,13	142,60 ± 2,30
Northcountry	Контроль (вода)	95	3,60 ± 0,29	23,80 ± 0,10	85,70 ± 1,90
	Циркон, 0,5 мл/л		4,20 ± 0,10	30,10 ± 0,26	126,40 ± 1,37
	Эпин-Экстра, 0,5 мл/л		5,30 ± 0,16	35,20 ± 0,18	186,60 ± 1,92
Лакомка	Контроль (вода)	100	2,80 ± 0,14	35,30 ± 0,20	98,80 ± 1,66
	Циркон, 0,5 мл/л		4,30 ± 0,19	37,90 ± 0,24	162,90 ± 1,68
	Эпин-Экстра, 0,5 мл/л		5,30 ± 0,21	45,60 ± 0,19	241,70 ± 2,10
Нерль	Контроль (вода)	100	3,00 ± 0,23	30,20 ± 0,36	90,60 ± 2,09
	Циркон, 0,5 мл/л		4,90 ± 0,30	40,30 ± 0,40	197,50 ± 1,93
	Эпин-Экстра, 0,5 мл/л		5,90 ± 0,14	54,30 ± 0,39	320,40 ± 2,32
Нея	Контроль (вода)	100	2,00 ± 0,12	35,10 ± 0,12	70,20 ± 2,61
	Циркон, 0,5 мл/л		5,60 ± 0,16	39,30 ± 0,35	220,10 ± 2,10
	Эпин-Экстра, 0,5 мл/л		6,90 ± 0,18	50,60 ± 0,42	349,20 ± 3,6
Поморочка	Контроль (вода)	100	3,10 ± 0,20	30,00 ± 0,32	93,00 ± 1,11
	Циркон, 0,5 мл/л		4,20 ± 0,21	45,60 ± 0,44	191,50 ± 2,10
	Эпин-Экстра, 0,5 мл/л		5,50 ± 0,24	61,30 ± 0,38	337,20 ± 3,69

349,2 см, Поморочка – 337,20 см, в то время как у зарубежных сортов не превышали 186,60 см. У растений *V. corymbosum* суммарная длина побегов в аналогичных вариантах варьировалась от 125,80 до 187,20 см.

Минимальные значения числа, средней длины и суммарного прироста побегов *V. corymbosum* и *V. angustifolium* были в контрольных вариантах без обработки.

Результаты фенологических наблюдений за двулетними растениями голубики на следующий год после пересадки в открытый грунт приведены в таблицах 5 и 6.

Фазу набухания почек у исследуемых сортов *V. corymbosum* наблюдали 23–27 апреля, у сортов *V. angu-*

stifolium – 26–30 апреля, распускание вегетативных почек зафиксировали спустя 9–16 дней.

На втором году жизни растения в норме еще не вступают в плодоношение, поэтому фенологические фазы бутонизации, цветения и плодоношения авторами отмечено не было.

Окончание роста побегов отмечали у растений *V. corymbosum* 1–9 сентября, у *V. angustifolium* – 25–30 августа. Процесс изменения сезонной окраски листьев наблюдали в течение 25–36 дней, начиная с 29 августа – 1 сентября у *V. corymbosum*, с 24–27 августа – у *V. angustifolium*. Начало листопада отмечали у растений

Таблица 5. Сроки наступления фенологических фаз двухлетних растений *Vaccinium corymbosum* L. в природно-климатических условиях г. Москвы в 2023 г.

Table 5. Phenological timing of perennial *Vaccinium corymbosum* L. in the natural climate of Moscow, 2023

Фенологическая фаза	Bluecrop	Bluegold	Denise Blue	Duke	Kaz Pliszka	Patriot
Набухание почек	25 апреля	23 апреля	26 апреля	25 апреля	25 апреля	27 апреля
Бутонизация	Не наблюдалась					
Распускание вегетативных почек	7 мая	8 мая	7 мая	8 мая	9 мая	9 мая
Распускание генеративных почек	Не наблюдалось					
Начало роста побегов ветвления	17 мая	19 мая	18 мая	19 мая	21 мая	20 мая
Начало роста побегов формирования	8 июня	12 июня	17 июня	21 июня	19 июня	13 июня
Начало цветения	Не наблюдались					
Массовое цветение						
Окончание цветения						
Начало созревания ягод						
Полное созревание ягод						
Окончание роста побегов ветвления и формирования	1 сентября	4 сентября	5 сентября	1 сентября	8 сентября	8 сентября
Начало изменения сезонной окраски листьев	30 октября	1 сентября	31 октября	29 октября	30 октября	30 октября
Полное изменение сезонной окраски листьев	29 сентября	28 сентября	25 сентября	30 сентября	28 сентября	1 октября
Начало листопада	12 октября	14 октября	10 октября	12 октября	12 октября	15 октября
Окончание листопада	1 ноября	3 ноября	3 ноября	4 ноября	8 ноября	5 ноября

Таблица 6. Сроки наступления фенологических фаз двухлетних растений *Vaccinium angustifolium* Ait. в природно-климатических условиях г. Москвы в 2023 г.

Table 6. Phenological timing of perennial *Vaccinium angustifolium* Ait. in the natural climate of Moscow, 2023

Фенологическая фаза	Northblue	Northcountry	Лакомка	Нерль	Нея	Поморочка
Набухание почек	26 апреля	29 апреля	29 апреля	30 апреля	30 апреля	28 апреля
Бутонизация	Не наблюдалась					
Распускание вегетативных почек	6 июня	8 июня	7 июня	9 июня	8 июня	7 июня
Распускание генеративных почек	Не наблюдалось					
Начало роста побегов ветвления	15 июня	18 июня	17 июня	18 июня	19 июня	19 июня
Начало роста побегов формирования	7 июля	10 июля	11 июля	9 июля	9 июля	10 июля
Начало цветения	Не наблюдались					
Массовое цветение						
Окончание цветения						
Начало созревания ягод						
Полное созревание ягод						
Окончание роста побегов ветвления и формирования	27 октября	30 октября	28 октября	26 октября	28 октября	25 октября
Начало изменения сезонной окраски листьев	25 октября	24 октября	25 октября	27 октября	25 октября	26 октября
Полное изменение сезонной окраски листьев	26 сентября	27 сентября	25 сентября	28 сентября	27 сентября	28 сентября
Начало листопада	8 октября	9 октября	7 октября	10 октября	8 октября	9 октября
Окончание листопада	29 октября	27 октября	30 октября	29 октября	28 октября	25 октября

V. corymbosum во второй декаде октября, у *V. angustifolium* – в конце первой декады октября, его продолжительность у данных видов составляла 19–31 и 16–23 дней соответственно.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что на этапе адаптации к нестерильным условиям *ex vitro* наиболее высокая приживаемость

растений *Vaccinium angustifolium* Ait. отечественных сортов наблюдалась при использовании субстратов из смесей торфа с вермикулитом (3:1) и торфа с цеолитом (3:1) совместно с обработкой препаратом Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мл/л. При этом наибольшее число побегов *V. angustifolium* исследуемых сортов наблюдалось в варианте использования торфа с перлитом (3:1) и обработкой препаратом Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мл/л, а также на различных субстратах при обработке препаратом Циркон в концентрации 0,5 мл/л. Максимальное число листьев формировалось у растений *V. angustifolium* исследуемых сортов Нерль и Нея в вариантах применения смесей торфа с вермикулитом (3:1) и торфа с цеолитом (3:1) с одновременной обработкой препаратом Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мл/л, тогда как у сортов Лакомка и Поморочка количество листьев было значительно меньше, а лучшие показатели у них наблюдались в вариантах с торфом верхового типа и обработкой Цирконом, а также с использованием смесей торфа с перлитом (3:1) и торфа с цеолитом (3:1) с обработкой препаратом Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мл/л.

При пересадке в открытый грунт на торф верхового типа приживаемость у сортов *V. angustifolium* отечественной и зарубежной селекции во всех вариантах была 100 %. Наибольшее количество побегов у однолетних растений формировалось в вариантах при мульчировании опилками и опадом сосны, а максимальное количество листьев – в вариантах с мульчированием опилками и опадом ели и сосны. Приживаемость растений *V. corymbosum* L. исследуемых сортов составляла 75–90 %. При этом наибольшее количество побегов у однолетних растений формировалось в вариантах при мульчировании опилками и опадом сосны, у сортов Kaz Pliszka и Patriot – опилками ели, а наибольшее количество листьев у сортов Denise Blue, Duke, Kaz Pliszka, Patriot – в вариантах с мульчированием опилками и опадом сосны, у сортов Bluescor и Bluegold – опилками лиственницы и сосны.

В условиях Центральноевропейской части России наиболее высокой была сохранность двулетних расте-

ний *V. angustifolium* отечественных сортов (100 %) и достаточно высокой – у зарубежных сортов (95–96 %), тогда как для сортов *V. corymbosum* сохранность составляла 84–90 %. Максимальные число, средняя длина и суммарный прирост побегов *V. corymbosum* и *V. angustifolium* наблюдались в вариантах с обработкой препаратом Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мл/л. Значения биометрических показателей *V. angustifolium* отечественных сортов были значительно выше, чем у зарубежных, в аналогичных вариантах.

Полученные положительные результаты исследований могут быть использованы как элементы совершенствования и дальнейшей оптимизации научно обоснованных технологий размножения голубики высокорослой и голубики узколистной с целью промышленного выращивания в почвенно-климатических условиях зоны Центрального Нечерноземья России. Создание ягодных плантаций с использованием адаптированного посадочного материала голубики позволит удовлетворить возрастающую потребность населения страны в ягодной продукции, что приобретает большую практическую значимость в существующих экономических условиях необходимости импортозамещения на российском рынке пищевой продукции и лекарственного сырья.

Критерии авторства

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку данной статьи.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

All authors contributed equally to the study and are equally responsible for the information published in this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest regarding the publication of this article.

Список литературы / References

1. Прокопьев М. Г. Экологическая составляющая обеспечения продовольственной безопасности. Эколого-экономическое регулирование рынка. 2018. № 4. С. 64–68. [Prokopiev MG. The ecological component of food security. Market Economy Problems. 2018;(4):64–68. (In Russ.)] <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2018-4-64-68>
2. Жевлаков Г. Д. Продовольственная и экологическая устойчивость в обеспечении безопасности общества. Азиатско-Тихоокеанский регион: экономика, политика, право. 2019. № 1. С. 79–95. [Zhevlakov GD. Food and environmental sustainability in ensuring the security of society. Pacific Rim: Economics, Politics, Law. 2019;(1):79–95. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24866/1813-3274/2019-1/79-95>
3. Грибова Н. А., Елисеева Л. Г. Исследование спроса и потребительских предпочтений переработанного плодово-ягодного сырья и продуктов на их основе. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2022. Т. 84. № 3. С. 432–438. [Gribova NA, Eliseeva LG. Study of demand and consumer preferences of processed fruit and berry raw materials and products based on them. Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2022;84(3):432–438. (In Russ.)] <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-3-432-438>

4. Ибрашева Л. Р., Обухова Н. И., Быстренина И. Е., Васильев В. В., Сычева И. Н. и др. Международная торговля агропродовольственными товарами: факторы, тенденции, основные подгруппы. *Московский экономический журнал*. 2023. Т. 8. № 7. Номер статьи 17. [Ibrasheva LR, Obukhova NI, Bystrenina IE, Vasiliev VV, Sycheva IN, *et al.* International trade in agricultural and food products: Factors, trends, main subgroups. *Moscow Economic Journal*. 2023;8(7):17. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/AZCFXM>
5. Козий И. Сезонность формирования цен при реализации ягод в розничные сети. Ягоды России. 2023. Т. 2. № 9. С. 10–15. [Kozyi I. Seasonal price formation for berries in retail chains. *Berries of Russia*. 2023;2(9):10–15. (In Russ.)]
6. Обухова Н. И., Ибрашева Л. Р., Быстренина И. Е., Пучкова О. С., Васильев В. В. и др. Изменение глобального и российского импорта плодовойягодной продукции. *Столыпинский вестник*. 2023. Т. 5. № 7. Номер статьи 29. [Obukhova NI, Ibrasheva LR, Bystrenina IE, Puchkova OS, Vasiliev VV, *et al.* Changes in global and Russian imports of fruit and berry products. *Stolypin Bulletin*. 2023;5(7):29. (In Russ.)]
7. Набиева А. Р. Потребительская кооперация в структуре рынка дикорастущих плодово-ягодных культур и лесных грибов. *Вестник Марийского государственного университета*. 2019. Т. 5. № 4. С. 470–481. [Nabieva AR. Consumer cooperation in the structure of the market of wild fruit and berry crops and forest mushrooms. *Bulletin of the Mari State University*. 2019;5(4):470–481. (In Russ.)] <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-4-470-480>
8. Минаков И. А., Малюков В. В. Проблемы и перспективы развития ягодоводства в России. *Наука и Образование*. 2022. Т. 5. № 2. Номер статьи 24. [Minakov IA, Maluykov VV. Problems and prospects for the development of berry growing in Russia. *Science and Education*. 2022;5(2):24. (In Russ.)]
9. Мартынюк А. А., Курлович Л. Е., Трушина И. Г., Трушина Н. И. Лесные дикоросы – ресурсы, использование и нормативное правовое регламентирование: аналитический обзор. *Лесохозяйственная информация*. 2023. № 4. С. 117–165. [Martynuk AA, Kurlovich LE, Trushina IG, Trushina NI. Forest wild plants – Resources, use and legal regulation: Analytical review. *Forestry Information*. 2023;(4):117–165. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2023.4.11>
10. Безуглова В. Бизнес распробовал свежую голубику. *Эксперт*. 2022. № 40. С. 39–41. [Bezuglova V. Business has approved of fresh blueberries. *Expert*. 2022;(40):39–41. (In Russ.)]
11. Флюрик Е. А., Бушкевич Н. В. Биотехнологические аспекты использования голубики. *Эпоха науки*. 2020. № 21. С. 293–296. [Flyurik EA, Bushkevich NV. Biotechnological aspects of the use of blueberry. *Era of Science*. 2020;(21):293–296. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/TXTWDF>
12. Khakhutaishvili M, Djaparidze I, Vanidze M, Kalandia A. Chemical study of various blueberry varieties introduced in Georgia. *International Journal of Life Science*. 2019;7(3):483–490.
13. Ştefanescu BE, Szabo K, Mocan A, Crisan G. Phenolic compounds from five ericaceae species leaves and their related bioavailability and health benefits. *Molecules*. 2019;24(11):2046. <https://doi.org/10.3390/molecules24112046>
14. Fayyaz S, Attar R, Xu B, Sabitaliyevich UY, Adylova A, *et al.* Realizing the potential of blueberry as a natural inhibitor of metastasis and powerful apoptosis inducer: Tapping the treasure trove for effective regulation of cell signaling pathways. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*. 2020;20(15):1780–1786. <https://doi.org/10.2174/187152062066620-0311103206>
15. Kalt W, Cassidy A, Howard LR, Krikorian R, Stull AJ, *et al.* Recent research on the health benefits of blueberries and their anthocyanins. *Advances in Nutrition*. 2020;11(2):224–236. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz065>
16. Mengist MF, Grace MH, Xiong J, Kay CD, Bassil N, *et al.* Diversity in metabolites and fruit quality traits in blueberry enables ploidy and species differentiation and establishes a strategy for future genetic studies. *Frontiers in Plant Science*. 2020;11:370. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00370>
17. Miraghajani M, Momenyan S, Arab A, Dehkordi AH, Symonds ME. Blueberry and cardiovascular disease risk factors: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine*. 2020;53:102389. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2020.102389>
18. Travica N, D’Cunha NM, Naumovski N, Kent K, Mellor DD, *et al.* The effect of blueberry interventions on cognitive performance and mood: A systematic review of randomized controlled trials. *Brain, Behavior, and Immunity*. 2020;85:96–105. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2019.04.001>
19. Bell L, Williams CM. Blueberry benefits to cognitive function across the lifespan. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2021;72(5):650–652. <https://doi.org/10.1080/09637486.2020.1852192>
20. Han T, Wu W, Li W. Transcriptome analysis revealed the mechanism by which exogenous ABA increases anthocyanins in blueberry fruit during veraison. *Frontiers in Plant Science*. 2021;12:758215. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.758215>
21. Prvulović D, Tukuljac MP, Kolarov R, Kolbas N, Kolbas A, *et al.* Chemical composition and antioxidant properties of blueberry fruits and jam. *Agriculture & Food*. 2021;9:78–85.
22. Рябцева Т. В. Голубика – перспективная культура часть 2. Тенденции мирового рынка. *Наше сельское хозяйство*. 2022. № 3. С. 116–121. [Ryabtseva TV. Blueberries as a promising crop, Part 2. World market trends. *Our agriculture*. 2022;(3):116–121. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/NJURWE>
23. Azari H, Morovati A, Gargari BP, Sarbakhsh P. Beneficial effects of blueberry supplementation on the components of metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Food & Function*. 2022;13(9):4875–4900. <https://doi.org/10.1039/D1FO03715C>

24. Duan Y, Tarafdar A, Chaurasia D, Singh A, Bhargava PC, et al. Blueberry fruit valorization and valuable constituents: A review. *International Journal of Food Microbiology*. 2022;381:109890. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109890>
25. Dunford NT. Blueberries and health. *Functional Food Science*. 2022;2(1):1–15. <https://doi.org/10.31989/ffs.v2i1.875>
26. Kiernożek E, Maslak P, Kozłowska E, Jarzyna I, Średnicka-Tober D, et al. Biological activity of extracts from differently produced blueberry fruits in inhibiting proliferation and inducing apoptosis of HT-29 cells. *Foods*. 2022;11(19):3011. <https://doi.org/10.3390/foods11193011>
27. Krishna P, Pandey G, Thomas R, Parks S. Improving blueberry fruit nutritional quality through physiological and genetic interventions: A review of current research and future directions. *Antioxidants*. 2023;12(4):810. <https://doi.org/10.3390/antiox12040810>
28. Samani P, Costa S, Cai S. Neuroprotective effects of blueberries through inhibition on cholinesterase, tyrosinase, cyclooxygenase-2, and amyloidogenesis. *Nutraceuticals*. 2023;3(1):39–57. <https://doi.org/10.3390/nutraceuticals3010004>
29. Wilder-Smith CH, Materna A, Olesen SS. Blueberries improve abdominal symptoms, wellbeing and functioning in patients with functional gastrointestinal disorders. *Nutrients*. 2023;15(10):2396. <https://doi.org/10.3390/nu15102396>
30. Prieto Martínez A, Coutiño Diaz M, Anaya Romero L, Ali Redha A, Zare R, et al. Effects of *Vaccinium* berries (blueberries, cranberries and bilberries) on oxidative stress, inflammation, exercise performance, and recovery – A systematic review. *Food & Function*. 2024;15(2):444–459. <https://doi.org/10.1039/d3fo04435a>
31. Czernicka M, Sowa-Borowiec P, Puchalski C, Czerniakowski ZW. Content of bioactive compounds in highbush blueberry *Vaccinium corymbosum* L. Leaves as a potential raw material for food technology or pharmaceutical industry. *Foods*. 2024;13(2):246. <https://doi.org/10.3390/foods13020246>
32. Santos-Rufo A, Rodríguez-Solana R, Fernández-Recamales MA, Sayago-Gómez A, Weiland-Ardaiz CM. Comparative analysis of anatomical characteristics and phenolic compounds of two highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) Cultivars with different rooting ability of semi-hardwood cuttings. *Scientia Horticulturae*. 2024;324:112591. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112591>
33. Finn CE, Strik BC, Mackey TA, Jones PA, Bassil NV, et al. ‘Echo’ ornamental reflowering blueberry. *HortScience*. 2019;54(2):368–370. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13646-18>
34. Симахин М. В., Зубик И. Н., Аниськина Т. С., Донских В. Г., Покинъчереда А. М. Оценка декоративных качеств сортов голубики высокорослой (*Vaccinium Corymbosum* L.) в условиях Москвы. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 8. С. 75–79. [Simakhin MV, Zubik IN, Aniskina TS, Donskikh VG, Pokinchereda AM. Assessment of the ornamental qualities of highbush blueberry varieties (*Vaccinium corymbosum* L.) in Moscow. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2021;(8):75–79. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/AAKORK>
35. Курлович Т. В. Голубика для любителей и профессионалов. М.: Де’Либри; 2020. 130 с. [Kurlovich TV. Blueberries for amateurs and professionals. Moscow: De’Libri; 2020. 130 p. (In Russ.)]
36. Радкевич Т. В. Современное состояние и тенденции развития культуры голубики. Плодоводство. 2022. Т. 34. С. 211–219. [Radkevich TV. Current state and trends in the development of blueberry culture. *Fruit Growing*. 2022;34:211–219. (In Russ.)] <https://doi.org/10.47612/0134-9759-2022-34-211-219>
37. Макаров С. С., Упадышев М. Т., Хамитов Р. С., Антонов А. М., Куликова Е. И. и др. Перспективы промышленного выращивания и биотехнологические методы размножения лесных ягодных растений. М.: Колос-с; 2023. 152 с. [Makarov SS, Upadyshev MT, Khamitov RS, Antonov AM, Kulikova EI, et al. Prospects for industrial cultivation and biotechnological methods of propagation of forest berries. Moscow: Kolos-s; 2023. 152 p. (In Russ.)]
38. Латков Н. Ю., Видякин А. В., Коржук А. Б., Латкова Е. В. Анализ и перспективы развития ягодного растениеводства в РФ. Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. Т. 63. № 6. С. 47–58. [Latkov NYu, Vidyakin AV, Korzhuk AB, Latkova EV. Analysis and prospects for the development of berry crop production in the Russian Federation. *International Agricultural Journal*. 2020;63(6):47–58. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24411/2588-0209-2020-10231>
39. Дрозд О. В. Сохраняемость плодов голубики в зависимости от сортовой специфики и метеорологических условий сезона. Плодоводство. 2019. Т. 31. С. 242–249. [Drozd OV. Reservation of blueberry fruits depending on varietal specificity and meteorological conditions of the season. *Fruit Growing*. 2019;31:242–249. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/CZKXKQ>
40. Jiang Y, Zeng Q, Wei J, Jiang J, Li Y, et al. Growth, fruit yield, photosynthetic characteristics, and leaf microelement concentration of two blueberry cultivars under different long-term soil pH treatments. *Agronomy*. 2019;9(7):357. <https://doi.org/10.3390/agronomy9070357>
41. Strik BC, Vance AJ. Highbush blueberry cultivars differ in the relationship between seed number and berry weight during the harvest season. *HortScience*. 2019;54(10):1728–1736. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI114198-19>
42. Barai K, Calderwood L, Wallhead M, Vanhanen H, Hall B, et al. High variation in yield among wild blueberry genotypes: Can yield be predicted by leaf and stem functional traits? *Agronomy*. 2022;12(3):617. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030617>
43. Makeeva Г. Ю., Тяк Г. В., Makeev В. А., Макаров С. С. Создание первых российских сортов голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.). Современное садоводство. 2023. № 1. С. 1–14. [Makeeva GYu, Tyak GV, Makeev VA, Makarov SS. Creation of the first Russian cultivars of blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.). *Contemporary horticulture*. 2023;(1):1–14. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/ORCZRX>

44. Макаров С. С., Родин С. А., Кузнецова И. Б., Чудецкий А. И., Цареградская С. Ю. Влияние освещения на ризогенез ягодных растений при клональном микроразмножении. *Техника и технология пищевых производств*. 2021. Т. 51. № 3. С. 520–528. [Makarov SS, Rodin SA, Kuznetsova IB, Chudetsky AI, Tsaregradskaya SYu. Effect of lighting on rhizogenesis of berry plants during clonal micropropagation. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2021;51(3):520–528. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-3-520-528>
45. Макаров С. С., Упадышев М. Т., Кузнецова И. Б., Заушинцева А. В., Куликова Е. И. и др. Применение освещения различного спектрального диапазона при клональном микроразмножении лесных ягодных растений. *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2022. № 6. С. 82–93. [Makarov SS, Upadyshev MT, Kuznetsova IB, Zaushintsena AV, Kulikova EI, *et al.* The use of lighting of various spectral ranges for clonal micropropagation of forest berry plants. *Russian Forestry Journal*. 2022;(6):82–93. (In Russ.)] <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-6-82-93>
46. Makarov SS, Kuznetsova IB, Chudetsky AI, Rodin SA. Obtaining high-quality planting material of forest berry plants by clonal micropropagation for restoration of cutover peatlands. *Russian Forestry Journal*. 2021;(2):21–29. <https://elibrary.ru/ZZIXQR>
47. Debnath SC, Goyal JC. In Vitro propagation and variation of antioxidant properties in micropropagated *Vaccinium* berry plants – A review. *Molecules*. 2020;25(4):788. <https://doi.org/10.3390/molecules25040788>
48. Fang Y, Nunez GH, de Silva MN, Phillips DA, Munoz PR. A review for southern highbush blueberry alternative production systems. *Agronomy*. 2020;10(10):1531. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101531>
49. Nunes de Lima F, Yamanishi OK, de Pires MC, Saba ED, Pereira AR, *et al.* Ecophysiology of the southern highbush blueberry cv. biloxi in response to nitrogen fertigation. *Comunicata Scientiae*. 2020;11:e3245. <https://doi.org/10.14295/cs.v11i0.3245>
50. Владимиров Д. Р., Гладилин А. А., Гнеденко А. Е., Глухов А. И., Грудинская В. А. и др. Методика ведения фенологических наблюдений. М.: Альпина PRO; 2023. 208 с. [Vladimirov DR, Gladilin AA, Gnedenko AE, Glukhov AI, Grudinskaya VA, *et al.* Methodology for phenological observations. Moscow: Alpina PRO; 2023. 208 p. (In Russ.)]