

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2020.2.10
УДК 634.73

Влияние состава субстрата на приживаемость и корнеобразование адаптируемых *ex vitro* растений голубики полувысокой североамериканских сортов

С.С. Макаров

Центрально-европейская лесная опытная станция, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, старший научный сотрудник, аспирант, г. Кострома, Российская Федерация, takarov_serg44@mail.ru

С.А. Родин

Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, заместитель директора по научной работе, академик РАН, г. Пушкино, Московская обл., Российская Федерация, info@vniilm.ru

И.Б. Кузнецова

Костромская государственная сельскохозяйственная академия, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, г. Кострома, Российская Федерация

В статье приведены результаты исследований по изучению влияния состава субстрата на приживаемость и корнеобразование на этапе адаптации к условиям *ex vitro* растений голубики полувысокой североамериканских сортов *Northblue* и *Northcountry*. Подобран почвенный субстрат для адаптации растений, размноженных *in vitro*, к нестерильным условиям *ex vitro*. Самая высокая приживаемость растений голубики выявлена на торфе переходного типа.

Ключевые слова: голубика полувысокая, клональное микроразмножение, состав субстрата, *in vitro*, *ex vitro*.

Для ссылок: DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2020.2.10.

Макаров, С.С. Влияние состава субстрата на приживаемость и корнеобразование адаптируемых *ex vitro* растений голубики полувысокой североамериканских сортов / С.С. Макаров, С.А. Родин, И.Б. Кузнецова. – DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2020.2.10. – Текст: электронный // Лесхоз. информ. : электрон. сетевой журн. – 2020. – № 2. – С. 119–126. URL: <http://lhi.vniilm.ru/>

В настоящее время голубика полувысокая пользуется все большей популярностью в России, а во многих странах уже давно считается одной из ведущих ягодных культур. Голубика полувысокая является гибридом видов *Vaccinium corymbosum* × *V. angustifolium* Ait. Эта культура малотребовательна к теплообеспеченности вегетационного периода, а зимой способна выдерживать под снежным покровом температуру до -37...-40 °С [1–4]. Голубика полувысокая является высокоурожайным и устойчивым к различным болезням и вредителям видом.

Ягоды голубики сочнее и слаще черники, имеют приятный кисло-сладкий вкус, их можно употреблять как в свежем виде, так и перерабатывать на различные заготовки (компоты, варенья и т.д.). Ягоды голубики в легко усваиваемой форме содержат богатый состав биологически активных веществ, провитамин А, витамины В1, В2, С, РР, фосфор, кальций и железо. Ягоды можно использовать для профилактики и лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта, нервной и сердечно-сосудистой систем. Их регулярное употребление способствует снижению уровня холестерина в крови, укреплению стенок кровеносных сосудов, восстановлению зрения, выведению из организма радионуклидов и солей тяжелых металлов, а также снижению риска онкологических заболеваний. Листья и стебли растений также обладают лекарственными свойствами [5, 6].

Мировой опыт показывает перспективность использования голубики полувысокой для биологической рекультивации выработанных верховых и переходных торфяников путем создания на них плантаций лесных ягодных растений [1, 2].

Для получения сортового посадочного материала голубики полувысокой можно использовать только вегетативные способы размножения – стеблевые черенки, партикуляцию (деление куста) и клональное микроразмножение. Последний метод является наиболее эффективным и позволяет работать в лаборатории независимо от сезона, получать определенное количество безвирусных растений к заданному

сроку, создавать банк пробирочных растений, сохраняя их при пониженных температурах.

Цель исследований – изучить влияние состава субстрата на приживаемость и корнеобразование адаптируемых *ex vitro* растений голубики полувысокой.

Объекты и методика исследований. Исследования были проведены в 2017–2018 гг. в Лаборатории клонального микроразмножения растений Центрально-европейской лесной опытной станции ВНИИЛМ и Лаборатории биотехнологии Костромской ГСХА. Объектами исследования служили сорта голубики полувысокой – Northblue и Northcountry.

Northblue – среднеспелый сорт. Ягоды крупные (средняя масса одной ягоды – 1,5 г, максимальная – 2,5 г), темно-синие, с естественным ароматом голубики. Данный сорт был создан в Университете штата Миннесота (США) в 1983 г. в качестве альтернативы существующим сортам высокорослой голубики для выращивания на бедных почвах в районах с низкими зимними температурами [7, 8]. Высокую урожайность сорта в условиях умеренного климата подтвердили и исследования в Орегоне. В культуре необходимо регулярно осуществлять разреживание старых посевов, что уменьшает потребность кустов в подрезке в первые 5 лет. Сорт Northblue рекомендован для посадок на крупных промышленных плантациях и в фермерских хозяйствах в условиях умеренного климата.

Northcountry – среднеспелый сорт. Ягоды средне-синие, среднего размера (масса одной ягоды: средняя – 0,6 г, максимальная – 1,5 г), вкус умеренно сладкий. Куст сильный, раскидистый, средневысокий, высокопродуктивный. Плодоношение продолжается в течение 2–3 недель. Northcountry наиболее высоко ценится в регионах с холодным климатом и в местах, где случаются экстремальные перепады летне-зимних температур, т.е. там, где практически невозможно выращивать другие имеющиеся на сегодняшний день сорта. Northcountry – более зимостойкий сорт, чем Northblue, благодаря тому, что его раскидистый куст лучше укрывается снегом. Наилучшие показатели урожайности

сорта Northcountry отмечены в Канаде, а также на экспериментальных участках на западе США и в других регионах с преобладанием холодных зим. Этот сорт рекомендован для внедрения в промышленное производство на плантациях и фермерских хозяйствах в северных регионах.

На этапе адаптации *ex vitro* размноженных *in vitro* растений (рис. 1) мы исследовали влияние состава субстрата (торф переходного типа, торф+песок в соотношении 3:1 и торф+грунт 1:1) на приживаемость и корнеобразование растений голубики полувысокой сортов Northblue и Northcountry. Приживаемость определяли по отношению количества жизнеспособных растений к высаженным в субстрат, выраженному в процентах. Учитывали количество и длину образовавшихся у растений корней. Повторность опыта 15-кратная. Осуществляли двухфакторный анализ: фактор А – тип почвогрунта, фактор В – сорт. Различие между вариантами определяли по наименьшей существенной разнице (НСР) для 5%-го уровня значимости. Статистическую обработку данных проводили с помощью программного пакета Microsoft Office 2010.

Результаты и обсуждение. Культивирование *in vitro* осуществляли на питательной среде Woody Plant Medium (WPM), содержащей основные макро- и микроэлементы, витамины, регуляторы роста, с добавлением 30 г/л сахарозы и 7 г/л агар-агара. Показатель pH среды составил 4,3–4,5. В культивационной комнате поддерживали температуру 23–25 °С и влажность воздуха 75%.

На этапе адаптации растения с хорошо развитой корневой системой вытаскивали из пробирки пинцетом, промывали корни 1%-м раствором перманганата калия, чтобы предотвратить развитие патогенной микрофлоры. Затем их высаживали в кассеты, заполненные различным субстратом (рис. 2), которые предварительно в течение недели хранили в темном месте и проливали 5%-м раствором перманганата калия.

Адаптацию растений осуществляли при температуре +25 °С, влажности – 80–90% и освещенности 8 000 лк. Каждый день в течение



Рис. 1. РАСТЕНИЕ ГОЛУБИКИ ПОЛУВЫСОКОЙ *IN VITRO* С КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

недели растения-регенеранты опрыскивали, а через 10 сут после высадки в кассеты провели их первую подкормку половинным минеральным составом среды WPM и ревизию. Дальнейшее



Рис. 2. АДАПТИРОВАННЫЕ РАСТЕНИЯ ГОЛУБИКИ ПОЛУВЫСОКОЙ В УСЛОВИЯХ *EX VITRO*

выращивание проходило по принятой для данного вида растения агротехнике.

В 2018 г. адаптированные к почвенным субстратам растения голубики полувысокой *ex vitro* были высажены в полевые условия в кв. 59, выд. 13 Пригородного участкового лесничества ОГКУ «Костромское лесничество» для доращивания (рис. 3).



Рис. 3. Адаптированные растения голубики полувысокой *ex vitro*, высаженные в полевые условия

Самая высокая приживаемость адаптируемых растений голубики в среднем по годам и сортам отмечена на торфе переходного типа (86%), затем в порядке уменьшения следуют торф+песок 3:1 (80%) и торф+грунт 1:1 (50%) (табл. 1). Закономерных существенных различий в приживаемости адаптируемых растений в зависимости от сорта не выявлено.

Количество корней голубики полувысокой не различалось в зависимости от субстрата и составляло в среднем 1,4–1,5 шт. на 1 растение. У растений сорта Northblue формировалось большее количество корней, чем у растений Northcountry, но разница незначительна (табл. 2).

На среднюю длину корней голубики оказывали сильное влияние как состав субстрата, так и сорт. Средняя длина корней адаптированных растений была наибольшей на смеси торф+грунт в соотношении 1:1, а наименьшей – на торфе переходного типа. У голубики сорта Northcountry средняя длина корней была несколько больше, чем у сорта Northblue (табл. 3).

Суммарная длина корней различалась в зависимости от состава субстрата и сорта (табл. 4).

ТАБЛИЦА 1. ПРИЖИВАЕМОСТЬ РАСТЕНИЙ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ СОРТОВ ГОЛУБИКИ ПОЛУВЫСОКОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА СУБСТРАТА, %

СУБСТРАТ	СОРТ (2017 г.)		СОРТ (2018 г.)		СРЕДНЕЕ
	NORTHBLUE	NORTHCOUNTRY	NORTHBLUE	NORTHCOUNTRY	
Торф переходного типа	90	85	85	85	86
Торф+песок 3:1	75	85	70	89	80
Торф+грунт 1:1	50	45	50	55	50

ТАБЛИЦА 2. КОЛИЧЕСТВО КОРНЕЙ НА 1 РАСТЕНИЕ ГОЛУБИКИ ПОЛУВЫСОКОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА СУБСТРАТА И СОРТА, ШТ.

СУБСТРАТ	СОРТ		СРЕДНЕЕ
	NORTHBLUE	NORTHCOUNTRY	
Торф переходного типа	1,4	1,3	1,4
Торф+песок 3:1	1,6	1,3	1,5
Торф+грунт 1:1	1,7	1,3	1,5
Среднее	1,6	1,3	-
НСР _{общ.} = 0,46; Φ_a = 0,27; Φ_6 = 0,32			

ТАБЛИЦА 3. СРЕДНЯЯ ДЛИНА КОРНЕЙ НА ОДНО РАСТЕНИЕ ГОЛУБИКИ ПОЛУВЫСОКОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА СУБСТРАТА И СОРТА, СМ

СУБСТРАТ	СОРТ		СРЕДНЕЕ
	NORTHBLUE	NORTHCOUNTRY	
Торф переходного типа	1,0	0,9	0,9
Торф+песок 3:1	1,6	1,7	1,7
Торф+грунт 1:1	2,2	2,8	2,5
Среднее	1,6	1,8	-
НСР _{общ.} = 0,13; Φ_a = 0,07; Φ_b = 0,09			

ТАБЛИЦА 4. СУММАРНАЯ ДЛИНА КОРНЕЙ НА 1 РАСТЕНИЕ ГОЛУБИКИ ПОЛУВЫСОКОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА СУБСТРАТА И СОРТА, СМ

СУБСТРАТ	СОРТ		СРЕДНЕЕ
	NORTHBLUE	NORTHCOUNTRY	
Торф переходного типа	9,4	4,7	7,0
Торф+песок 3:1	10,3	8,8	9,6
Торф+грунт 1:1	14,4	14,5	14,5
Среднее	11,4	9,3	-
НСР _{общ.} = 0,78; Φ_a = 0,45; Φ_b = 0,55			

Наибольшая суммарная длина корней у адаптированных растений наблюдалась на субстрате торф+грунт 1:1, наименьшая – на торфе переходного типа. Суммарная длина корней голубики сорта Northblue была больше, чем у растений сорта Northcountry.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. Наиболее высокий уровень приживаемости адаптируемых растений исследуемых сортов

отмечен на торфе переходного типа (86%), затем в порядке уменьшения следуют торф+песок в отношении 3:1 (80%) и торф+грунт 1:1 (50%).

2. Количество корней у растений голубики не зависело от состава субстрата, а их суммарная длина была больше на субстрате торф+грунт 1:1, наименьшая – на торфе переходного типа.

3. Наибольшая суммарная длина корней наблюдалась у растений голубики сорта Northblue.

Список использованных источников

1. Makeev, V.A. Vliyaniye mineral'nykh udobreniy na rost i plodonosheniye golubiki uzkolistnoy na vyrabotannom torfyanike verhovogo tipa / V.A. Makeev, G.Yu. Makeeva // *Современные сорта и технологии для интенсивных садов : матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 275-летию А.Т. Болотова (г. Орел, 15–18 июля 2013 г.)*. – Орел : ВНИИСПК, 2013. – С. 147–149.
2. Makeev, V.A. Golubika uzkolistnaya v rossijskom sadu // V.A. Makeev, G.Yu. Makeeva // *Гавриш*. – 2016. – № 3. – С. 6–9.
3. Atroshchenko, G.P. Hozyajstvenno-biologicheskie osobennosti sortov golubiki poluvysokoy v usloviyah Leningradskoj oblasti / G.P. Atroshchenko, A.I. Koshman // *Изв. СПбГАУ*. – 2017. – № 4 (49). – С. 16–20.
4. Proiskhozhdeniye brusnichno-golubichnogo gibrida selekcii central'nogo botanicheskogo sada NAN Belarusi / A.B. Gorbunov, T.V. Kurlovich, S.V. Asbaganov, T.I. Snakina // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. – 2017. – Т. 47. – № 2 (255). – С. 13–21.
5. Baranova, I.I. Biologicheski aktivnye veshchestva nekotorykh dikorastushchih yagod Yuzhnoj Karelii / I.I. Baranova, L.M. Smirnova, G.F. Ershova // *Эколого-биологические особенности и продуктивность растений болот*. – Петрозаводск, 1982. – С. 134–140.
6. Kurlovich, T.V. Golubika vysokoroslaya / T.V. Kurlovich // *Наше сельское хозяйство*. – 2016. – № 1. – С. 52–56.
7. Starast, M. The Effect of Using Different Mulches and Growth Substrates on Half-highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* × *V. angustifolium*) Cultivars “Northblue” and “Northcountry” / M. Starast, K. Karp, T. Paal // *Acta Horticulturae : Proceedings of the 7th International Symposium (Chile, 2000)*. – P. 281–286.
8. Paal, T. Cultivation of *Vaccinium angustifolium* from Seed / T. Paal // *Problems of Rational Utilization and Reproduction of Berry Plants in Boreal Forests on the Eve of the XXI Century : Proceedings of the Interational Conference (11–15 September 2000, Glubokoye-Gomel, Belarus)*. – P. 193–196.

References

1. Makeev, V.A. Vliyaniye mineral'nykh udobrenij na rost i plodonosheniye golubiki uzkolistnoj na vyrabotannom torfyanike verhovogo tipa / V.A. Makeev, G. Yu. Makeeva // *Sovremennye sorta i tekhnologii dlya intensivnykh sadov : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 275-letiyu A.T. Bolotova (g. Orel, 15–18 iyulya 2013 g.)*. – Orel : VNIISPК, 2013. – S. 147–149.
2. Makeev, V.A. Golubika uzkolistnaya v rossijskom sadu // V.A. Makeev, G.Yu. Makeeva // *Gavrish*. – 2016. – № 3. – S. 6–9.
3. Atroshchenko, G.P. Hozyajstvenno-biologicheskie osobennosti sortov golubiki poluvysokoj v usloviyah Leningradskoj oblasti / G.P. Atroshchenko, A.I. Koshman // *Izv. SPbGAU*. – 2017. – № 4 (49). – S. 16–20.
4. Proiskhozhdeniye brusnichno-golubichnogo gibrida selekcii central'nogo botanicheskogo sada NAN Belarusi / A.B. Gorbunov, T.V. Kurlovich, S.V. Asbaganov, T.I. Snakina // *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki*. – 2017. – T. 47. – № 2 (255). – S. 13–21.
5. Baranova, I.I. Biologicheski aktivnye veshchestva nekotorykh dikorastushchih yagod Yuzhnoj Karelii / I.I. Baranova, L.M. Smirnova, G.F. Ershova // *Ekologo-biologicheskie osobennosti i produktivnost' rastenij bolot*. – Petrozavodsk, 1982. – S. 134–140.
6. Kurlovich, T.V. Golubika vysokoroslaya / T.V. Kurlovich // *Nashe sel'skoe hozyajstvo*. – 2016. – № 1. – S. 52–56.

7. Starast, M. The Effect of Using Different Mulches and Growth Substrates on Half-highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* × *V. angustifolium*) Cultivars “Northblue” and “Northcountry” / M. Starast, K. Karp, T. Paal // *Acta Horticulturae* : Proceedings of the 7th International Symposium (Chile, 2000). – R. 281–286.

8. Paal, T. Cultivation of *Vaccinium angustifolium* from Seed / T. Paal // *Problems of Rational Utilization and Reproduction of Berry Plants in Boreal Forests on the Eve of the XXI Century* : Proceedings of the International Conference (11–15 September 2000, Glubokoye-Gomel, Belarus). – R. 193–196.

Influence of Substrate Composition On Survival Rate and Root Formation of Adaptable *ex vitro* Plants of North American Varieties of Half-Highbush Blueberry

S. Makarov

Central-European Forest Experimental Station Russian, branch Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Senior Researcher, Postgraduate Student, Kostroma, Russian Federation, makarov_serg44@mail.ru

S. Rodin

Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Deputy Director for Research, Academician of the Russian Academy of Sciences, Pushkino, Moscow region, Russian Federation, info@vniilm.ru

I. Kuznetsova

Kostroma State Agricultural Academy, Assistant Professor, Candidate of Agricultural Sciences, Kostroma, Russian Federation

Key words: half-highbush blueberry, clonal micropropagation, substrate composition, *in vitro*, *ex vitro*.

The article presents the results of studies of the influence of substrate composition on the survival rate and root formation at the stage of adaptation of North American varieties (Northblue and Northcountry) of half-highbush blueberry plants to the *ex vitro* conditions. The half-highbush blueberry is a hybrid of *Vaccinium corymbosum* × *V. angustifolium* Ait species. This species is frost-resistant, high-yielding, and resistant to various diseases and pests. Blueberry fruits contain a rich composition of biologically active substances, provitamin A, vitamins B₁, B₂, C, PP, phosphorus, calcium and iron in an easily digestible form.

Studies on the adaptation of blueberry plants of the half-highbush varieties Northblue and Northcountry on three types of soil substrate: peat+soil 1:1, peat+sand 3:1, transitional peat type. An optimal soil substrate is selected for plant adaptation *in vitro* to *ex vitro* non-sterile conditions. The highest percentage of blueberry plant survival is on the substrate peat of the transitional type. The largest total length of the roots is observed in adapted plants on the substrate "peat + soil 1: 1" is observed (14,5 cm), on the substrate "peat + sand 3: 1" – 9,6 cm.

Both the composition of the substrate and the variety have a significant impact on the average length of blueberry roots. The average root length of Northcountry blueberry varieties is 1,8 cm, which is longer than Northblue (1,6 cm). The largest total length of the roots is observed in Northblue blueberry plants. The percentage survival rate of viable plants of the half-highbush blueberry reached up to 90%.