

Научная статья

УДК 634.739

doi: 10.34655/bgsha.2022.68.3.016

**АДАПТАЦИЯ КРАСНИКИ (*VACCINIUM PRAESTANS* LAMB.) *IN VITRO*
К НЕСТЕРИЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ *EX VITRO* ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ
НА НЕЛЕСНЫХ ЗЕМЛЯХ В ЮЖНО-ТАЕЖНОМ РАЙОНЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ
РОССИИ**

А.И. Чудецкий¹, С.А. Родин², И.Б. Кузнецова³, С.С. Макаров⁴

^{1,4}Филиал ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» «Центрально-европейская лесная опытная станция», Кострома, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, Пушкино, Московская обл., Россия

³Костромская государственная сельскохозяйственная академия, п. Караваево, Костромская обл., Россия

¹a.chudetsky@mail.ru

²info@vniilm.ru

³sonnereiser@yandex.ru

⁴makarov_serg44@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по изучению влияния субстрата, обработки современным ростостимулирующими препаратами и мульчирования на процесс адаптации растений красники (*Vaccinium praestans* Lamb.) *in vitro* к нестерильным условиям *ex vitro*. В последнее время происходит интенсивное уменьшение запасов естественных угодий ценных видов лесных ягодных растений. Красника – малоизвестное в европейской части России лесное ягодное растение с ограниченным ареалом естественного произрастания. Для промышленного выращивания лесных ягодных растений целесообразно использовать метод микроклонального размножения. Адаптация к нестерильным условиям *ex vitro* – один из самых ответственных и сложных этапов микроклонального размножения. На этапе адаптации красники *in vitro* к нестерильным условиям *ex vitro* оптимальным сроком пересадки является май. Наибольшая приживаемость (90–93%) отмечена на смеси торфа с песком 1:1 с обработкой препаратом НВ-101 0,1 мл/л и опрыскиванием водой, на верховом торфе и смеси торфа с вермикулитом 1:4 с обработкой препаратом НВ-101 0,1 мл/л. Максимальное количество побегов (3,1–3,9 шт.) и листьев (4,5–4,9 шт.) красники *ex vitro* выявлено при обработке препаратом НВ-101 0,1 мл/л. Приживаемость растений красники с мульчированием посадок мхом *Sphagnum* L. оказалась незначительно выше, чем в вариантах без мульчирования.

Ключевые слова: красника, *Vaccinium praestans* Lamb., *in vitro*, *ex vitro*, клональное микроразмножение, адаптация, субстрат, приживаемость.

Original article

**KAMCHATKA BILBERRY (*VACCINIUM PRAESTANS* LAMB.) ADAPTATION
IN VITRO TO NON-STERILE EX VITRO CONDITIONS
FOR GROWING ON NON-FOREST LANDS IN THE SOUTHERN TAIGA REGION
IN THE EUROPEAN PART OF RUSSIA**

Anton I. Chudetsky¹, Sergey A. Rodin², Irina B. Kuznetsova³, Sergey S. Makarov⁴

^{1,4}Central European Forest Experiment Station – Branch of All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Kostroma, Russia

²All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Pushkino, Moscow region, Russia

³Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo village, Kostroma region, Russia

¹a.chudetsky@mail.ru

²info@vniilm.ru

³sonnereiser@yandex.ru

⁴makarov_serg44@mail.ru

Abstract. *The article deals with the results of the research on the study of the effect of the substrate, treatment with modern growth-stimulating agents and mulching on the process of adaptation of Kamchatka bilberry (*Vaccinium praestans* Lamb.) plants in vitro to non-sterile ex vitro conditions. At present, an intensive decrease in the reserves of natural lands of valuable species of forest berry plants is observed. Kamchatka bilberry is a forest berry plant with a limited range of natural growth and almost unknown in the European part of Russia. For industrial cultivation of forest berry plants the method of clonal micropropagation is advisable. Adaptation to non-sterile ex vitro conditions is one of the most crucial and difficult stages of clonal micropropagation. At the stage of in vitro adaptation of Kamchatka bilberry to non-sterile ex vitro conditions the optimal transplantation period is May. The highest survival rate (90–93%) is observed on a mixture of peat with sand 1:1 with treatment with HB-101 0.1 ml/l and spraying with water, on high moor peat and a mixture of peat with vermiculite 1:4 with treatment with HB-101 0.1 ml/l. The maximum number of shoots (3.1–3.9 pcs.) and leaves (4.5–4.9 pcs.) ex vitro is revealed after treatment with HB-101 0.1 ml/l. The survival rate of Kamchatka bilberry plants with mulching of plantings with *Sphagnum* L. moss turned out to be slightly higher than in variants without mulching.*

Keywords: Kamchatka bilberry, *Vaccinium praestans* Lamb., in vitro, ex vitro, clonal micropropagation, adaptation, substrate, survival rate.

Введение. В связи с повышенной антропогенной и техногенной нагрузкой, ухудшением экологической ситуации в последнее время происходит интенсивное уменьшение запасов естественных угодий хозяйственно ценных видов лесных ягодных растений, а для некоторых видов возникает угроза их исчезновения. По этой причине, а также из-за очень низкой транспортной доступности лесов в таежной зоне и сокращения сельского населения как потенциальных заготовителей пищевого и лекарственного сырья, все большую актуальность приобретает проблема неполного вовлечения недревесной продукции леса в лесопользование. Кроме

того, на сегодняшний день в результате промышленной деятельности и природно-климатических факторов сформировалось большое количество неиспользуемых площадей нарушенных нелесных земель, в том числе выработанных торфяных месторождений, гарей и вышедших из сельскохозяйственного оборота площадей. В связи с этим возникает необходимость биологической рекультивации таких территорий с целью уменьшения пожарной опасности, предотвращения эрозии почв и изменения гидрологического режима, увеличения ягодных запасов, повышения биологического разнообразия и решения ряда других сопутствующих про-

блем. Посадки некоторых видов могут успешно использоваться для биологической рекультивации нарушенных нелесных земель, в частности выработанных торфяников, гарей, заброшенных сельскохозяйственных угодий и т.п. [1-5]. При решении обозначенных проблем целесообразно создание плантаций лесных ягодных растений.

Красника (*Vaccinium praestans* Lamb.) (или клоповка сахалинская, камчатская брусника и др.) – малоизвестное в европейской части России и странах СНГ лесное ягодное растение, имеющее довольно ограниченный ареал естественного произрастания (в основном, Дальний Восток, включая Камчатку, Сахалин, Курильские острова, Хабаровский край, некоторые острова Японии). Это теневыносливый вегетативно-подвижный листопадный, корневищный кустарничек, произрастающий в тенистых местах тайги во влажных хвойных и смешанных лесах, в долинах и на горных склонах, на таежных прогалинах и вырубках, на моховых болотах, расположенных вдоль морского побережья, на старых лесных дорогах, просеках, тропинках и облесенных окраинах болот. Данный вид обладает достаточной морозоустойчивостью, однако чувствителен к поздневесенним заморозкам [6-8]. Плод красники – многосемянная шаровидная ягода ярко-красного цвета с уникальными вкусовыми свойствами и резким запахом – содержит вещества, имеющие высокую лекарственную и пищевую ценность [9-11]. Опыт исследований по интродукции красники показал перспективы ее культивирования в природно-климатических условиях европейской части России [12].

При создании ягодных плантаций необходима разработка оптимальных экономически эффективных и экологических безопасных технологий выращивания, тогда как традиционные методы вегетативного размножения лесных ягодных растений не полностью соответствуют подобным требованиям. Для промышленного выращивания лесных ягодных растений целесообразно использовать метод микроклонального размножения, по-

зволяющего в краткие сроки получить большое количество оздоровленного высококачественного посадочного материала вне зависимости от сезонности [13; 14]. Адаптация к нестерильным условиям *ex vitro* является одним из самых ответственных и сложных этапов микроклонального размножения, где ключевым моментом является обеспечение оптимальных благоприятных условий для роста и развития растений путем регулирования химических и физических факторов, в том числе правильного выбора состава субстрата, типов и концентраций росторегулирующих веществ, освещения и т.д. [15; 16].

Цель исследований – изучить влияние состава субстрата с использованием минеральных компонентов и мульчирования на рост и развитие красники, выращенной в условиях *in vitro*, при адаптации к нестерильным условиям *ex vitro* и при последующем выращивании в условиях нарушенных нелесных земель южной тайги ЕЧР.

Объекты и методы. Исследования проводились в 2019–2021 гг. в лаборатории клонального микроразмножения на базе Центрально-европейской лесной опытной станции ВНИИЛМ по общепринятым методикам [17]. В качестве объектов исследования служили растения красники Сахалинской и Курильской форм, отобранные в местах естественного произрастания в Сахалинской области на юге о. Сахалин (Корсаковский район) и о. Итуруп (Курильский район) соответственно. Растения-регенеранты культивировали на питательной среде Woody Plant Medium (WPM) [18], разбавленной в 2 раза, в условиях световой комнаты при температуре +23...+25°C, влажности 75–80% и фотопериоде 16/8 часов. На этапе «собственно микроразмножение» в качестве росторегулирующих веществ цитокининовой группы использовали 6-БАП (6-бензиламинопурил) в концентрациях 0,5–1,0 мг/л. На этапе укоренения микропобегов в качестве ауксинов применяли индолилмасляную (ИМК) и индолилуксусную (ИУК) кислоты в концентрациях

1,0–2,0 мл/л. Повторность опыта – 10-кратная, по 30 растений в каждой.

Полученные растения с хорошо развитой корневой системой доставали пинцетом из пробирки и для предотвращения развития патогенной микрофлоры промывали корни в 1%-м растворе $KMnO_4$, после чего укорененные растения адаптировали к нестерильным условиям. Учи-

тывали приживаемость растений в зависимости от сроков посадки. В качестве субстрата для адаптации использовали торф верхового типа ($pH_{KCl} - 3,5...4,0$) (рис. 1), в том числе в смеси с песком (в соотношении 1:1), вермикулитом (в соотношении 1:4) и перлитом (в соотношении 1:4).



Рисунок 1. Адаптируемые к нестерильным условиям *ex vitro* растения красники на субстрате из торфа верхового типа

В течение 10 суток ежедневно проводили опрыскивание посадок водой (контрольный вариант) и растворами ростостимулирующих биопрепаратов Циркон в концентрации 0,5 мл/л и НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л. Одновременно с этим заложили аналогичный опыт с мульчированием (толщина слоя – до 1 см) посадок мхом *Sphagnum L.*, обладающим антисептическими и гигроскопическими свойствами. Определяли приживаемость растений (по отношению количества выживших к количеству высаженных), учитывали коли-

чество побегов и образовавшихся листьев. Повторность опыта 3-кратная. Статистическую обработку экспериментальных данных выполняли при помощи программного пакета Microsoft Office 2016, а также по общепринятой методике полевого опыта [19].

Результаты исследований. На этапе адаптации красники *ex vitro* установлено, что наиболее благоприятно пересадку растений в нестерильные условия производить в мае (табл. 1).

Таблица 1 – Приживаемость (%) красники *ex vitro* в зависимости от сроков пересадки в нестерильные условия

Месяц	Декада			В среднем за месяц
	1-я	2-я	3-я	
Март	41	48	53	47,3
Апрель	55	64	70	63,0
Май	80	85	90	85,0

Через 10 дней после пересадки растений в емкости с субстратами без муль-

чирования и опрыскиваниями их различными ростостимулирующими препаратами

ми отмечено, что наибольшие показатели приживаемости красники наблюдались при использовании смеси торфа с песком 1:1 с обработкой препаратом НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л (93%) и опрыски-

ванием водой (91%), а также на субстрате из верхового торфа и на смеси торфа с вермикулитом (1:4) при обработке препаратом НВ-101 0,1 мл/л (90%) (табл. 2).

Таблица 2 – Приживаемость и биометрические показатели красники на этапе адаптации к нестерильным условиям *ex vitro* без мульчирования в зависимости от субстрата и варианта обработки стимуляторами роста

Субстрат	Вариант обработки	Приживаемость, %	Количество побегов, шт.	Количество листьев, шт.
Торф верховой	Контроль (вода)	88	2,5±0,24	4,0±0,48
	Циркон 0,5 мл/л	75	3,2±0,29	4,2±0,43
	НВ-101 0,1 мл/л	90	3,8±0,34	4,9±0,52
Торф + песок (1:1)	Контроль (вода)	91	1,9±0,21	4,2±0,44
	Циркон 0,5 мл/л	82	2,8±0,25	4,4±0,49
	НВ-101 0,1 мл/л	93	3,1±0,32	4,7±0,50
Торф + вермикулит (1:4)	Контроль (вода)	76	2,7±0,29	4,1±0,45
	Циркон 0,5 мл/л	82	3,4±0,33	4,5±0,51
	НВ-101 0,1 мл/л	90	3,9±0,36	4,8±0,54
Торф + перлит (1:4)	Контроль (вода)	68	2,6±0,29	4,2±0,46
	Циркон 0,5 мл/л	75	3,2±0,35	4,5±0,43
	НВ-101 0,1 мл/л	88	3,7±0,41	4,7±0,52

Существенных различий по биометрическим показателям красники *ex vitro* в зависимости от типа субстрата не выявлено. При этом максимальные значения количества побегов (3,1–3,9 шт.) и количества листьев (4,5–4,9 шт.) отмечены при обработке стимулятором роста НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л.

В опытах с мульчированием посадок мхом *Sphagnum* L. приживаемость растений красники была несколько выше и почти не отличалась в сравнении с опытами без мульчирования и имела наибольшие показатели при использовании сме-

си торфа с песком 1:1 с обработкой препаратом НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л (94%) и опрыскиванием водой (93%), а также на субстрате из верхового торфа, на смеси торфа с вермикулитом 1:4 и смеси торфа с перлитом 1:4 при обработке препаратом НВ-101 0,1 мл/л (92%, 92% и 91% соответственно) (табл. 3).

По биометрическим показателям статистических значимых различий между вариантами опытов с мульчированием и без него не отмечено, при этом сохраняется тенденция лучшего формирования побегов (3,0–3,8 шт.) и листьев (4,7–5,1 шт.)

Таблица 3 – Приживаемость и биометрические показатели красники на этапе адаптации к нестерильным условиям *ex vitro* с мульчированием мхом *Sphagnum* L. в зависимости от субстрата и варианта обработки стимуляторами роста

Субстрат	Вариант обработки	Приживаемость, %	Количество побегов, шт.	Количество листьев, шт.
Торф верховой	Контроль (вода)	90	2,7±0,29	4,1±0,55
	Циркон 0,5 мл/л	78	3,2±0,32	4,4±0,49
	НВ-101 0,1 мл/л	92	3,8±0,36	5,1±0,57
Торф + песок (1:1)	Контроль (вода)	93	2,1±0,25	4,4±0,52
	Циркон 0,5 мл/л	85	2,7±0,31	4,7±0,56
	НВ-101 0,1 мл/л	94	3,0±0,37	4,9±0,53
Торф + вермикулит (1:4)	Контроль (вода)	78	2,8±0,33	4,1±0,46
	Циркон 0,5 мл/л	86	3,3±0,35	4,5±0,49
	НВ-101 0,1 мл/л	92	3,8±0,42	4,8±0,52
Торф + перлит (1:4)	Контроль (вода)	72	2,7±0,33	4,3±0,44
	Циркон 0,5 мл/л	79	3,1±0,36	4,5±0,48
	НВ-101 0,1 мл/л	91	3,6±0,44	4,7±0,51

при обработке растений препаратом НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л по сравнению с другими вариантами обработки посадок.

Через 3 месяца после доращивания красники в условиях *ex vitro* растения с закрытой корневой системой пересаживали в естественные условия (южно-таежный лесной район европейской части России) на участки нелесных земель лесного фонда (Костромской район Костромской области). Приживаемость растений красники всех исследуемых сортов на участке выработанного торфяного месторождения переходного типа составила 83%, на участке гари после поверхностно-торфяного пожара – 80%.

Заключение. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что при адаптации растений

красники, полученных методом *in vitro*, к нестерильным условиям *ex vitro* оптимальным сроком пересадки растений является май. Наибольшая приживаемость выявлена при использовании смеси торфа с песком 1:1 с обработкой препаратом НВ-101 в концентрации 0,1 мл/л и опрыскиванием водой, верхового торфа и смеси торфа с вермикулитом 1:4 с обработкой препаратом НВ-101 0,1 мл/л. Статистически значимых различий по биометрическим показателям красники *ex vitro* в зависимости от типа субстрата не отмечено, однако максимальные значения количества побегов и листьев наблюдались при обработке препаратом НВ-101 0,1 мл/л, что говорит о перспективности его использования на этапе адаптации растений к нестерильным условиям. Приживаемость растений крас-

ники в посадках с мульчированием мхом *Sphagnum* L. оказалась незначительно выше, чем в вариантах без мульчирования, что позволяет рассматривать результаты данных опытов как элемент совершенствования технологии адаптации красники к торфяным субстратам.

Список источников

1. Основные направления действий по сохранению и рациональному использованию торфяных болот России. Москва. 2003. 24 с.

2. Тяк Г.В., Курлович Л.Е., Тяк А.В. Биологическая рекультивация выработанных торфяников путем создания посадок лесных ягодных растений // Вестник Казанского гос. аграрного ун-та. 2016. Т. 11. № 2. С. 43–46. EDN: WHQVNF

3. Проблемы использования и воспроизводства фитогенных пищевых и лекарственных ресурсов леса на землях лесного фонда Костромской области / С.С. Макаров, Е.С. Багаев, С.Ю. Цареградская, И.Б. Кузнецова // ИВУЗ. Лесной журнал. 2019. № 6. С. 118–131. doi: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.118. EDN: DSJOXN

4. Noormets M., Karp K., Paal T. Recultivation of Open-cast Peat Pits with *Vaccinium* Culture in Estonia // Ecosystems and Sustainable Development. 2003. Vol. 2. Pp. 1005–1014.

5. Vahejõe K. [et al.] Berry Cultivation in Cutover Peatlands in Estonia: Agricultural and Economical Aspects // Baltic Forestry. 2010. Vol. 16. No. 2. Pp. 264–272.

6. Красикова В. И. Биология и рациональное использование красники (*Vaccinium praestans* Lamb.) на Сахалине. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. 108 с.

7. Красикова В.И., Корнева И.Г., Алексеева Л.М. Изучение брусничных на Сахалине // Брусничные в СССР: сб. науч. тр. Новосибирск : Наука, СО, 1990. С. 28–32.

8. Чернягина О.А. Красника *Vaccinium praestans* на Камчатке // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : мат-лы XIII Междунар. науч. конф., посв. 75-летию со дня рождения д.б.н. С. А. Дыренкова (г. Петропавловск-Камчатский, 14–15 ноября 2012 г.). Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2012. С. 124–128.

9. Крышняя С.В., Красикова В.И. Химический состав плодов и листьев *Vaccinium*

praestans // Наземные экосистемы острова Сахалина: современное состояние, природно-антропогенное изменение, охрана и рациональное использование природных ресурсов. Южно-Сахалинск, 1999. С. 121–128.

10. Исаева И.С. Красника – удар по гипертонии // Сады России. 2012. № 7 (28). С. 26–32.

11. Плаксен Н.В., Степанов С.В., Устинова Л.В. Гепатопротекторное действие сиропа из плодов *Vaccinium* превосходного // Тихоокеанский медицинский журнал. 2014. № 2. С. 59–61. EDN: SNMJSJ

12. Смирнов И. Ю. Перспективы окультуривания красники // Плодоводство и ягодоводство России. 2001. Т. 8. С. 94–99.

13. Бутенко Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. Москва : ФБК-Пресс, 1999. 160 с.

14. Сельскохозяйственная биотехнология : учебник / В.С. Шевелуха [и др.]. Москва : Высшая школа, 2008. 416 с. EDN: WHQVNF

15. Упадышев М.Т., Вершинина О.В. Сравнительная оценка воздействия магнитно-импульсной обработки на этапе адаптации микрорастений ежевики и малино-ежевичных гибридов к нестерильным условиям // Плодоводство и ягодоводство России. 2020. № 63. С. 53–60. doi: 10.31676/2073-4948-2020-63-53-60. EDN: AWSWUM

16. Бъядовский И.А., Упадышев М.Т., Бронзова А.Д. Действие импульсного магнитного поля на процессы адаптации и вегетативного развития микрорастений земляники садовой (*Fragaria Chananassa* Duch.) // Садоводство и виноградарство. 2021. № 4. С. 19–24. doi: 10.31676/0235-2591-2021-4-19-24. EDN: FXXYGI

17. Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений : учеб. пособие. Москва : Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. 318 с.

18. Lloyd G., McCown B. Commercially-feasible Micropropagation of Mountain Laurel, *Kalmia latifolia*, by Use of Shoot Tip Culture // Combined Proceedings of the International Plant Propagator's Society. 1980. Vol. 30. Pp. 421–427.

19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Osnovnye napravleniya dejstvij po sohraneniyu i racional'nomu ispol'zovaniyu torfyanyh bolot Rossii [The Main Directions of

- Action for the Conservation and Rational Use of Peat Bogs in Russia]. Moscow, 2003. 24 p. (In Russ.)
2. Tyak G.V., Kurlovich L.E., Tyak A.V. Biological recultivation of degraded peatlands by creating forest berry plants. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Kazan State Agricultural University]*. 2016;11(2):43–46 (In Russ.)
 3. Makarov S.S., Bagaev E.S., Tsaregradskaya S.Yu., Problems of Use and Reproduction of Phytogetic Food and Medicinal Forest Resources on the Forest Fund Lands of the Kostroma Region. *Lesnoy Zhurnal Russian Forestry Journal*. 2019;6:118–131 (In Russ.)
 4. Noormets M., Karp K., Paal T. Recultivation of Opencast Peat Pits with Vaccinium Culture in Estonia. *Ecosystems and Sustainable Development*. 2003;2:1005–1014.
 5. Vahejxe K. [et al.]. Berry Cultivation in Cutover Peatlands in Estonia: Agricultural and Economical Aspects. *Baltic Forestry*. 2010;16(2):264–272.
 6. Krasikova V.I. Biologija i racional'noe ispol'zovanie krasniki (*Vaccinium praestans* Lamb.) na Sahaline [Biology and Rational Use of the Kamchatka Bilberry (*Vaccinium praestans* Lamb.) in Sakhalin]. Vladivostok, Far East Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR Publ., 1987. 108 p. (In Russ.)
 7. Krasikova V.I., Korneva I. G., Alekseeva L. M. Izuchenie brusnichnyh na Sahaline [Study of Lingonberries in Sakhalin]. *Brusnichnye v SSSR [Lingonberries in the USSR]*. Novosibirsk, Nauka, Siberian branch, 1990. 28–32 (In Russ.)
 8. Chernjagina O.A. Krasnika *Vaccinium praestans* na Kamchatke [Kamchatka Bilberry (*Vaccinium praestans*) in Kamchatka]. *Proc. of XIII Int. Conf. "Sohranenie bioraznoobrazija Kamchatki i prilegajushhih morej"*. Petropavlovsk-Kamchatsky, November 14–15, 2012. 124–128 (In Russ.)
 9. Kryshnjaja S.V., Krasikova V.I. Himicheskij sostav plodov i list'ev *Vaccinium praestans* [Chemical Composition of Fruits and Leaves of *Vaccinium praestans*]. *Nazemnye jekosistemy ostrova Sahalina: sovremennoe sostojanie, prirodno-antropogennoe izmenenie, ohrana i racional'noe ispol'zovanie prirodnyh resursov [Terrestrial Ecosystems of Sakhalin Island: Current State, Natural and Anthropogenic Change, Protection and Rational Use of Natural Resources]*. Yuzhno-Sakhalinsk, 1999. 121–128 (In Russ.)
 10. Isaeva I.S. Krasnika – udar po gipertonii [Kamchatka Bilberry – A Blow to Hypertension]. *Sady Rossii [Gardens of Russia]*. 2012;7(28):26–32 (in Russ.)
 11. Plaksen N.V., Stepanov S.V., Ustinova L.V. Hepatoprotective Effect of Syrup from the Fruits of Excellent Vaccinium]. *Tihookeanskij medicinskij zhurnal [Pacific Medical Journal]*. 2014;2:59–61 (in Russ.)
 12. Smirnov I.Yu. Perspektivy okul'turivanija krasniki [Prospects for the Cultivation of Kamchatka Bilberry]. *Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii [Fruit and Berry Growing in Russia]*. 2001;8:94–99 (In Russ.)
 13. Butenko R.G. Biologiya kletok vysshih rastenij in vitro i biotekhnologii na ih osnove [Biology of Cells of Higher Plants In Vitro and Biotechnology Based on Them]. Moscow: FBK-Press, 1999. 160 p. (In Russ)
 14. Sheveluha V.S. [et al.]. Sel'skohozyajstvennaya biotekhnologiya [Agricultural Biotechnology]. Moscow: Vysshaya shkola, 2008. 416 p. (In Russ.)
 15. Upadyshev M.T., Vershinina O.V. Sravnitel'naya ocenka vozdejstviya magnitno-impul'snoj obrabotki na etape adaptacii mikrorastenij ezheviki i malino-ezhevichnyh gibridov k nesteril'nym usloviyam [Comparative Assessment of the Impact of Magnetic Pulse Treatment at the Stage of Adaptation of Blackberry Microplants and Raspberry-Blackberry Hybrids to Non-sterile Conditions]. *Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii [Fruit and Berry Growing in Russia]*. 2020;63:53–60 (In Russ.)
 16. Byadovsky I.A., Upadyshev M.T., Bronzova A.D. Pulsed magnetic field impact on adaptation and vegetation of strawberry microplants (*Fragaria* × *Ananassa* Duch.). *Horticulture and viticulture*. 2021;4:19–24 (In Russ.)
 17. Kalashnikova E.A. Kletochnaya inzheneriya rastenij [Cellular Plant Engineering]. Moscow. Urait, 2020. 333 p. (In Russ.)
 18. Lloyd G., McCown B. Commercially-feasible Micropropagation of Mountain Laurel, *Kalmia latifolia*, by Use of Shoot Tip Culture. *Combined Proceedings of the International Plant Propagator's Society*. 1980;30:421–427.
 19. Dospexhov B.A. Metodika polevogo opyta [Method of Field Experiment]. Moscow. Agropromizdat, 1985. 351 p. (in Russ.)

Информация об авторах

Антон Игоревич Чудецкий – ведущий инженер;

Сергей Анатольевич Родин – заместитель директора по научной работе;

Кузнецова Ирина Борисовна – доцент кафедры агрохимии, почвоведения и защиты растений;

Сергей Сергеевич Макаров – старший научный сотрудник группы недревесной продукции леса.

Information about the authors

Anton I. Chudetsky – Leading Engineer;

Sergey A. Rodin – Deputy Director for Research;

Irina B. Kuznetsova – Associate Professor, Agrochemistry, Soil Science and Plant Protection Chair;

Sergey S. Makarov – Senior Researcher of Non-timber Forest Products Group.

Статья поступила в редакцию 02.11. 2021; одобрена после рецензирования 16.11.2021; принята к публикации 17.07. 2022.

The article was submitted 02.11.2021; approved after reviewing 16.11.2021; accepted for publication 17.07.2022.