

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2023. № 1(70). С. 141–149.

Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov. 2023;1(70):141–149.

Научная статья

УДК 634.738

doi : 10.34655/bgsha.2023.70.1.017

ОРГАНОГЕНЕЗ ГИБРИДНЫХ ФОРМ БРУСНИКИ ОБЫКНОВЕННОЙ РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ *IN VITRO* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ И РОСТОРЕГУЛИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Антон Игоревич Чудецкий¹, Сергей Сергеевич Макаров¹,
Ирина Борисовна Кузнецова², Юлия Васильевна Александрова³,
Андрей Николаевич Кульчицкий³

¹Центрально-европейская лесная опытная станция, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, Кострома, Россия

²Костромская государственная сельскохозяйственная академия, п. Караваево, Костромской р-н, Костромская обл., Россия

³Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Антон Игоревич Чудецкий, a.chudetsky@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по изучению влияния состава питательной среды и концентраций цитокинина 2-*iP* и ауксина ИУК на рост и развитие микрорастений брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) российских гибридных форм 6-91 и 7-91 *in vitro*. Создание специализированных плантаций брусники обыкновенной сортовым посадочным материалом российской селекции на выработанных торфяниках будет в значительной степени способствовать восстановлению зарослей лесных ягодных растений и удовлетворению спроса на ягодную продукцию. Для получения высококачественного сортового посадочного материала лесных ягодных растений в целях плантационного выращивания целесообразно использовать метод микроклонального размножения. На этапе «собственно микроразмножение» наибольшие значения количества (5,9–6,0 шт.) и суммарной длины (28,2–31,3 см) микропобегов гибридных форм брусники обыкновенной *in vitro* выявлены на питательной среде AN 1/2. Суммарная длина микропобегов растений при концентрации цитокинина 2-*iP* 1,0 мг/л была в 1,1 раза больше, чем при концентрации 2,0 мг/л. На этапе «укоренение микропобегов» растения брусники гибридной формы 6-91 имели наибольшие показатели количества (в среднем, 4,8 шт.) и суммарной длины (в среднем, 8,5 см) корней на питательной среде AN, гибридная форма 7-91 – на питательной среде AN (5,4 шт. и 9,9 см соответственно). Повышение концентрации ауксина ИУК от 1,0 до 2,0 мг/л способствовало увеличению количества корней гибридных форм брусники обыкновенной в 1,2–1,4 раза, тогда как по суммарной длине корней статистически значимых различий не отмечено.

Ключевые слова: брусника обыкновенная, гибридные формы, микроклональное размножение, побегообразование, корнеобразование, питательная среда, регуляторы роста, *in vitro*.

ORGANOGENESIS OF HYBRID VARIETIES OF COWBERRY OF THE RUSSIAN SELECTION *N VITRO* DEPENDING ON THE COMPOSITION OF THE NUTRIENT MEDIUM AND GROWTH-REGULATING SUBSTANCES

Anton I. Chudetsky¹, Sergey S. Makarov¹, Irina B. Kuznetsova², Yuliya V. Aleksandrova³, Andrey N. Kulchitskiy³

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

²Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo village, Kostroma district, Kostroma region, Russia

³Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

Corresponding author: Anton I. Chudetsky, a.chudetsky@mail.ru

Abstract. *The article provides the results of studies on the influence of the composition of the nutrient medium and the concentrations of 2-iP cytokinin and IAA auxin on the growth and development of microplants of cowberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) of the Russian hybrid forms 6-91 and 7-91 in vitro. Establishment of specialized plantations of cowberry with a varietal planting material of Russian selection on depleted peatlands will greatly contribute to the restoration of thickets of forest berry plants and meet the demand for berry products. Use the method of clonal micropropagation is advisable to obtain a high-quality varietal planting material of forest berry plants for plantation cultivation. The highest values of the number (5.9–6.0 pcs.) and total length (28.2–31.3 cm) of microshoots of hybrid forms of cowberry in vitro are found with the nutrient medium AN 1/2 at the “proper micropropagation” stage. The total length of plant microshoots at a 2-iP cytokinin concentration of 1.0 mg/l is 1.1 times greater than at a concentration of 2.0 mg/l. Cowberry plants of the hybrid form 6-91 have the highest indicators of the number (average 4.8 pieces) and total length (average 8.5 cm) of roots with the AN nutrient medium, the hybrid form 7-91 –with the nutrient medium AN (5.4 pieces and 9.9 cm, respectively) at the “rooting of microshoots” stage. An increase in the concentration of IAA auxin from 1.0 to 2.0 mg/l contributed to an increase in the number of roots of hybrid forms of cowberry by 1.2–1.4 times, while no statistically significant differences are noticed in the total length of roots.*

Keywords: cowberry, hybrid varieties, micropropagation, shoot formation, root formation, nutrient medium, growth regulators, *in vitro*.

Введение. В последние годы возрастает спрос на ягодную продукцию лесных ягодных растений рода *Vaccinium* L., в том числе брусники обыкновенной, ягоды которой отличаются высокой пищевой и лекарственной ценностью благодаря значительному содержанию в них биологически активных веществ. В то же время лесохозяйственная и промышленная деятельность, техногенное загрязнение, лесные пожары, повышенная антропогенная нагрузка и нерегулируемая эксплуатация высокопродуктивных ягодных угодий приводят к значительному сокращению площадей хозяйственно ценных видов лесных ягодных растений [1-3]. Дикорастущие ягодники брусники нередко про-

израстают на торфяных залежах верхового и переходного типов до их разработки, однако их площади также неуклонно сокращаются, не последнюю роль в этом играют торфоразработки. В настоящее время вопрос о рекультивации вышедших из-под торфодобычи земель и дальнейшем их использовании имеет важное природоохранное и народнохозяйственное значение [4].

Культивирование ягодных растений в контролируемых условиях с применением агротехники гарантирует получение стабильных и высоких урожаев. Восстановлению зарослей лесных ягодных растений может в значительной степени способствовать создание специализированных

плантаций на выработанных торфяниках. Эффективность данного способа биологической рекультивации таких земель подтверждается мировым опытом [2; 5; 6]. Несмотря на многочисленные исследования по культивированию брусники обыкновенной, плантационное выращивание вида до сих пор не получило широкого распространения. Рядом исследователей в странах бывшего СССР показана перспективность выращивания на выработанных торфяниках брусники обыкновенной [7-9]. При этом более перспективными для выращивания являются культурные сорта [10].

Имеющиеся сорта брусники обыкновенной зарубежной селекции предназначены для достаточно мягких климатических условий и по ряду важнейших признаков (зимостойкости, срокам созревания ягод и др.) не подходят для выращивания во многих регионах России, в связи с чем возникает необходимость размножения перспективных гибридных форм, обладающих более высокой урожайностью и устойчивостью к внешним факторам окружающей среды. В результате многолетней работы на Центрально-европейской лесной опытной станции ВНИИЛМ были созданы первые отечественные сорта и отобраны новые хозяйственно ценные формы брусники обыкновенной с заданными свойствами для промышленного выращивания на плантациях [11], что открывает широкую перспективу их плантационного выращивания в условиях Нечерноземной зоны европейской части России.

При создании ягодных плантаций необходима разработка оптимальных экономически эффективных и экологических безопасных технологий выращивания. Для промышленного выращивания лесных ягодных растений целесообразно использование метода микроклонального размножения, позволяющего в короткие сроки получить большое количество оздоровленного высококачественного посадочного материала вне зависимости от сезонности [12; 13]. Ряд исследований по микроклональному размножению брусники обыкновенной указывает на сортовые

особенности в зависимости от условий выращивания [14-16]. Однако работ по выращиванию сортов и форм брусники российской селекции, адаптированных к местным природно-климатическим условиям, в культуре *in vitro* крайне мало [17; 18], в связи с чем необходимо совершенствование технологии.

Цель исследований – изучить влияние состава питательной среды и концентрации росторегулирующих веществ цитокининовой и ауксиновой групп на процессы образования микропобегов и корней российских гибридных форм брусники обыкновенной *in vitro*.

Объекты и методы. Исследования проводили в 2020–2021 гг. на базе Центрально-европейской лесной опытной станции ВНИИЛМ и Костромской ГСХА по общепринятым методикам [19]. В качестве объектов исследований использовали растения брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) двух перспективных гибридных форм 6-91 и 7-91, отобранных из естественных условий в Костромской области и характеризующихся высокой урожайностью, крупноплодностью и повышенным содержанием сахаров (более 10%) в ягодах.

Растения-регенеранты культивировали на питательной среде Андерсона (AN) [20], в том числе с разбавлением минеральной основы в 2 и 4 раза, в условиях световой комнаты при фотопериоде 16 ч света и 8 ч темноты, поддержании температуры +23...+25°C и влажности воздуха 75–80%. В качестве росторегулирующих веществ на этапе «собственно микроразмножение» использовали 2-изопенталаденин (2-iP) в концентрациях 1,0 и 2,0 мг/л, на этапе «укоренение микропобегов» – индолилуксусную кислоту (ИУК) в виде порошка в тех же концентрациях. Учитывали количество, среднюю и суммарную длину микропобегов и корней в расчете на одно растение. Повторность опыта 10-кратная, по 15 пробирочных растений в каждой. Оценку достоверности опытов проводили с помощью наименьшей существенной разности на 5% уровне значимости ($НСП_{05}$), где: фактор А – питатель-

ная среда; фактор В – концентрация цитокинина или ауксина. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью программ Microsoft Office Excel 2016 и AGROS v.2.11.

Результаты и обсуждение. В результате исследований на этапе «собственно микроразмножение» выявлено, что наибольшее количество микропобегов формировалось у растений-регене-

рантов гибридных форм брусники обыкновенной на питательной среде AN 1/2 и составляло, в среднем, 5,9–6,0 шт., что в 1,2 раза больше, чем на среде AN, и в 1,5–1,6 раза больше, чем на среде AN 1/4. Количество микропобегов у исследуемых гибридов брусники при концентрации цитокинина 2-іР 1,0 мг/л составляло 5,0–5,3 шт., что незначительно больше, чем при концентрации 2,0 мг/л (табл. 1).

Таблица 1 – Количество микропобегов (шт.) гибридных форм брусники обыкновенной *in vitro* в зависимости от состава питательной среды и концентрации цитокинина 2-іР

Питательная среда	Концентрация 2-іР, мг/л		Среднее
	1,0	2,0	
Гибридная форма 6-91			
AN	5,4	4,8	5,1
AN 1/2	6,2	5,8	6,0
AN 1/4	4,2	4,0	4,1
Среднее	5,3	4,9	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,95, фактор В = 1,13, общ. = 1,75			
Гибридная форма 7-91			
AN	5,0	4,9	4,9
AN 1/2	5,8	6,0	5,9
AN 1/4	4,1	3,1	3,6
Среднее	5,0	4,7	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,87, фактор В = 1,21, общ. = 1,62			

Средняя длина микропобегов гибридных форм брусники обыкновенной была статистически значимо больше у растений на питательной среде AN 1/2 и составляла: у гибридной формы 6-91 – 4,7 см, у формы 7-91 – 5,3 см. На среде AN дан-

ный показатель был меньше в 1,3–1,4 раза, на среде AN 1/4 – в 1,5 раза. Статистически значимых различий в зависимости от концентрации цитокинина 2-іР не выявлено (табл. 2).

Таблица 2 – Средняя длина микропобегов (см) гибридных форм брусники обыкновенной *in vitro* в зависимости от состава питательной среды и концентрации цитокинина 2-іР

Питательная среда	Концентрация 2-іР, мг/л		Среднее
	1,0	2,0	
Гибридная форма 6-91			
AN	3,8	3,0	3,4
AN 1/2	4,6	4,8	4,7
AN 1/4	3,0	3,3	3,1
Среднее	3,8	3,7	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,67, фактор В = 1,10, общ. = 1,34			
Гибридная форма 7-91			
AN	4,2	4,0	4,1
AN 1/2	5,2	5,4	5,3
AN 1/4	3,8	3,2	3,5
Среднее	4,4	4,2	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,82, фактор В = 1,27, общ. = 1,67			

Суммарная длина микропобегов брусники обыкновенной была наибольшей в вариантах с питательной средой AN 1/2 и достигала: у гибридной формы 6-91 – 28,2 см, у гибридной формы 7-91 – 31,3 см, в то время как в вариантах с AN она была меньше в 1,5–1,6 раза, с AN 1/4 –

в 2,2–2,5 раза. При концентрации 2-иР 1,0 мг/л у обоих гибридов брусники суммарная длина микропобегов была больше и составляла 20,5 и 22,3 см, тогда как при концентрации 2,0 мг/л она была в 1,1 раза меньше (табл. 3).

Таблица 3 – Суммарная длина микропобегов (см) гибридных форм брусники обыкновенной *in vitro* в зависимости от состава питательной среды и концентрации цитокинина 2-иР

Питательная среда	Концентрация 2-иР, мг/л		Среднее
	1,0	2,0	
Гибридная форма 6-91			
AN	20,5	14,4	17,5
AN 1/2	28,5	27,8	28,2
AN 1/4	12,6	13,2	12,9
Среднее	20,5	18,5	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,73, фактор В = 1,90, общ. = 2,35			
Гибридная форма 7-91			
AN	21,0	19,6	20,3
AN 1/2	30,2	32,4	31,3
AN 1/4	15,6	9,9	12,7
Среднее	22,3	20,6	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,56, фактор В = 1,65, общ. = 2,20			

На этапе «укоренение *in vitro*» количество корней брусники обыкновенной было наибольшим на питательной среде AN (5,2–5,4 шт.), что в 1,1 раза больше, чем на среде AN 1/2, и в 1,2–1,3 раза больше, чем на AN 1/4. При концентрации в пита-

тельной среде ауксина ИУК 2,0 мг/л количество корней гибридных форм брусники обыкновенной составляло 5,4 шт., что в 1,2–1,4 раза больше, чем при концентрации 1,0 мг/л (табл. 4).

Таблица 4 – Количество корней (шт.) гибридных форм брусники обыкновенной *in vitro* в зависимости от состава питательной среды и концентрации ауксина ИУК

Питательная среда	Концентрация ИУК, мг/л		Среднее
	1,0	2,0	
Гибридная форма 6-91			
AN	4,5	5,8	5,2
AN 1/2	4,0	5,6	4,8
AN 1/4	3,5	4,8	4,2
Среднее	4,0	5,4	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,82, фактор В = 0,96, общ. = 1,12			
Гибридная форма 7-91			
AN	4,8	6,0	5,4
AN 1/2	4,5	5,4	4,9
AN 1/4	3,8	4,9	4,3
Среднее	4,4	5,4	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,90, фактор В = 0,72, общ. = 1,08			

Средняя длина корней брусники у гибридной формы 6-91 была наибольшей на

питательной среде AN (в среднем, 2,1 см), наименьшей на AN 1/4 (1,4 см), тогда как

у гибридной формы 7-91 статистически значимых различий в зависимости от состава среды не выявлено. При повышении в питательной среде концентрации

ауксина ИУК от 1,0 до 2,0 мг/л средняя длина корней гибридных форм брусники обыкновенной уменьшалась, в среднем, в 1,3 раза (табл. 5).

Таблица 5 – Средняя длина корней (см) гибридных форм брусники обыкновенной *in vitro* в зависимости от состава питательной среды и концентрации ауксина ИУК

Питательная среда	Концентрация ИУК, мг/л		Среднее
	1,0	2,0	
Гибридная форма 6-91			
AN	2,4	1,8	2,1
AN 1/2	2,0	1,6	1,8
AN 1/4	1,6	1,3	1,4
Среднее	2,0	1,6	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,68, фактор В = 0,90, общ. = 1,10			
Гибридная форма 7-91			
AN	2,0	1,5	1,7
AN 1/2	2,5	1,6	2,0
AN 1/4	1,9	1,4	1,6
Среднее	2,1	1,5	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,98, фактор В = 1,23, общ. = 1,92			

Суммарная длина корней брусники гибридной формы 6-91 была максимальной на питательной среде AN и составляла, в среднем, 10,6 см, что больше в 1,2 раза, чем на AN 1/2, и в 1,8 раза, чем на AN 1/4 (табл. 6). У гибридной формы 7-91

значимых различий по суммарной длине корней на питательных средах AN и AN 1/2 не выявлено, тогда как на среде AN 1/4 суммарная длина была в 1,3–1,4 раза меньше.

Таблица 6 – Суммарная длина корней (см) гибридных форм брусники обыкновенной *in vitro* в зависимости от состава питательной среды и концентрации ауксина ИУК

Питательная среда	Концентрация ИУК, мг/л		Среднее
	1,0	2,0	
Гибридная форма 6-91			
AN	10,8	10,4	10,6
AN 1/2	8,0	9,0	8,5
AN 1/4	5,6	6,3	5,9
Среднее	8,1	8,5	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,39, фактор В = 1,52 общ. = 1,93			
Гибридная форма 7-91			
AN	9,6	9,0	9,3
AN 1/2	11,3	8,6	9,9
AN 1/4	7,2	6,9	7,1
Среднее	9,4	8,2	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,28, фактор В = 1,70, общ. = 2,02			

В зависимости от концентрации в питательной среде ауксина ИУК статистически значимых различий по суммарной длине корней у исследуемых гибридных форм брусники не отмечено.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие **вы-**

воды: 1. На этапе «собственно микроразмножение» количество, средняя и суммарная длина микропобегов гибридных форм 6-91 и 7-91 брусники обыкновенной *in vitro* в вариантах с питательной средой AN 1/2 была больше, чем в вариантах со средами AN и AN 1/4.

2. При содержании в питательной среде цитокинина 2-иР в концентрации 1,0 мг/л суммарная длина микропобегов исследуемых гибридных форм брусники обыкновенной *in vitro* была несколько больше, чем при концентрации 2,0 мг/л.

3. На этапе «укоренение микропобегов» у гибридной формы 6-91 количество, средняя и суммарная длина корней *in vitro* были наибольшими при культивировании растений на питательной среде AN. У гибридной формы 7-91 суммарная длина корней на питательных средах AN и AN 1/2 была статистически значимо больше, чем на среде AN 1/4.

4. При повышении в питательной среде концентрации ауксина ИУК от 1,0 до 2,0 мг/л количество корней *in vitro* у гибридных форм брусники обыкновенной значительно увеличивалось, средняя длина незначительно уменьшалась, а по суммарной длине статистически значимых различий не выявлено.

Список источников

1. Павловский Н.Б., Рубан Н.Н. Сортовая брусника в Белорусском Полесье. Минск: Тэхналогія, 2000. 230 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. Шутов В.В., Черкасов А.Ф. О проблемах повышения эффективности использования дикорастущих ягодников // Сб. науч. ст., посв. 50-летию Костромской лесной опытной станции ВНИИЛМ. Кострома: ВНИИЛМ, 2006. С. 241–247.
4. Основные направления действий по сохранению и рациональному использованию торфяных болот России. Москва, 2003. 24 с.
5. Starast M., Karp K., Paal T. The Effect of Using Different Mulches and Growth Substrates on Half-highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* Ч *V. angustifolium*) Cultivars “Northblue” and “Northcountry” // Acta Horticulturae, Proc. of the 7th Int. Symp., Chile, 2000. Pp. 281–286.
6. Vahejxe K., Albert T., Noormets M. [et al.] Berry Cultivation in Cutover Peatlands in Estonia: Agricultural and Economical Aspects // Baltic Forestry. 2010. V. 16. No. 2. Pp. 264–272.
7. Рипа А.К. Новые ягодные культуры на отработанных торфяниках // Плантационное выращивание лесных грибов и ягод: тез. докл. Гомель, 1988. С. 37–39.
8. Худобкин Т.М. Культура клюквы, брусники и голубики на торфяных выработках // Эколого-биологическое изучение ягодных растений семейства Брусничные и опыт освоения их промышленной культуры в СССР : тез. докл. Ганцевичи, 1991. С. 200–201.
9. Budriuniene, D. Regeneration Potentials of Raised Bogs // Biologija. 1995. V. 3-4. Pp. 84–85.
10. Яковлев А.П., Вогулкин К.Э. Интродукция культурных сортов *Vaccinium vitis-idaea* L. на выработанных торфяниках Белорусского Поозерья // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования : мат-лы V междунар. симп. М., 2003. Т. 2. С. 193–195.
11. Коренев И.А., Тяк Г.В., Макаров С.С. Создание новых сортов лесных ягодных растений и перспективы их интенсивного размножения (*in vitro*) [Электронный ресурс] // Лесохозяйственная информация. 2019. № 3. С. 180–189. URL: <http://hi.vniilm.ru/>
12. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. Москва: ФБК-Пресс, 1999. 160 с.
13. Сельскохозяйственная биотехнология : учебник / В.С. Шевелуха [и др.]. Москва : Высшая школа, 2008. 416 с. EDN : QKQWQJ
14. Debnath S.C., McRae K.B. In Vitro Culture of Lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) // Small Fruits Review. 2001. Vol. 1 (3). Pp. 3–19. doi : 10.1300/J301v01n03_02
15. Gajdošová A., Ostrolucká M.G., Libiaková G. [et al.] Microclonal Propagation of *Vaccinium* sp. and *Rubus* sp. and Detection of Genetic Variability in Culture In Vitro // Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 2006. V. 14. Pp. 103–118.
16. Debnath S.C. Influence of Propagation Method and Indole-3-butyric Acid on Growth and Development of In Vitro and Ex Vitro-derived Lingonberry Plants // Plant Growth Regulation. 2007. V. 51. No. 3. Pp. 245–253. doi : 10.1007/s10725-006-9164-9
17. Решетников В.Н., Антипова Т.В., Фи-

липеня В.Л. Некоторые аспекты микрклонального размножения голубики высокой и брусники обыкновенной // Плодоводство. 2007. Т. 19. С. 209–215.

18. Влияние состава питательных сред и регуляторов роста при клональном микро-размножении некоторых полиплоидных форм рода *Vaccinium* L. / Д.Н. Зонтиков, С.А. Зонтикова, К.В. Малахова, Э.В. Марамохин // Известия Самарского НЦ РАН. 2019. Т. 21. № 2. С. 39–44. EDN: BZEBNA

19. Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений [Текст] : учеб. и практикум для вузов. Москва : Юрайт, 2020. 333 с. EDN: LOUOLP

20. Anderson, W.C. Propagation of Rhododendrons by Tissue Culture. 1. Development of a Culture Medium for Multiplication of Shoots // Proc. Int. Plant Prop. Soc. 1975. Vol. 25. Pp. 129–135.

References

1. Pavlovsky N.B., Ruban N.N. Sortovaya brusnika v Belorusskom Poles'e [Varietal Lingonberry in Belarusian Polissya]. Minsk: Technology, 2000. 230 p. (in Russ.)

2. Tyak G.V., Kurlovich L.E., Tyak A.V. Biological Reclamation of Developed Peatlands by Creating Plantings of Forest Berry Plants. *Vestnik of the Kazan state agrarian universiti*. 2016;11(2):43–46 (In Russ.)

3. Shutov V.V., Cherkasov A.F. O problemah povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya dikorastushchih yagodnikov [On the Problems of Increasing the Efficiency of the Use of Wild Berries]. Sb. nauch. st., posv. 50-letiyu Kostromskoj lesnoj opytnoj stancii VNIILM [Collection of Scientific Articles Dedicated to the 50th Anniversary of the Kostroma Forest Experimental Station]. Kostroma: VNIILM, 2006. Pp. 241–247 (In Russ.)

4. 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.)

5. Starast M., Karp K., Paal T. The Effect of Using Different Mulches and Growth Substrates on Half-highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* Ч *V. angustifolium*) Cultivars “Northblue” and “Northcountry”. *Acta Horticulturae*, Proc. of the 7th Int. Symp., Chile, 2000. Pp. 281–286.

6. Vahejxe K., Albert T., Noormets M. [et al.].

Berry Cultivation in Cutover Peatlands in Estonia: Agricultural and Economical Aspects. *Baltic Forestry*, 2010;16(2):264–272.

7. Ripa A.K. Novye yagodnye kul'tury na otrabotannyh torfyanikah [New Berry Crops on Waste Peat Bogs]. *Plantacionnoe vyrashchivanie lesnyh gribov i yagod [Plantation Cultivation of Forest Mushrooms and Berries]*. Gomel, 1988. Pp. 37–39 (In Russ.)

8. Khudobkin T.M. Kul'tura klyukvy, brusniki i golubiki na torfyanyh vyrabotkah [Culture of Cranberry, Lingonberry and Blueberry in Peat Workings]. *Ekologo-biologicheskoe izuchenie yagodnyh rastenij semejstva Brusnichnye i opyt osvoeniya ih promyshlennoj kul'tury v SSSR [Ecological and Biological Study of Berry Plants of the Cowberry Family and the Experience of Developing of Its Industrial Culture in the USSR]*. Gantsevichi, 1991. Pp. 200–201 (In Russ.)

9. Budriuniene D. Regeneration Potentials of Raised Bogs. *Biologija*, 1995;3-4:84–85.

10. Yakovlev A.P., Vogulkin K.E. Introdukciya kul'turnyh sortov *Vaccinium vitis-idaea* L. na vyrabotannyh torfyanikah Belorusskogo Poozer'ya [Introduction of *Vaccinium vitis-idaea* L. Cultivars on Depleted Peatlands of the Belarusian Lakeland]. *Proc. V Intern. Symp. "Novye i netradicionnye rasteniya i perspektivy ih ispol'zovaniya"*, Moscow, 2003;1:193–195 (In Russ.)

11. Korenev I.A., Tyak G.V., Makarov S.S. Creation of New Varieties of Forest Berry Plants and Prospects of their Intensive Reproduction (in vitro). *Forestry Information*. 2019;3:180–189. URL: <http://hi.vniilm.ru/> (In Russ.)

12. 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.)

13. Sheveluha V.S. [et al.]. Sel'skohozyajstvennaya biotekhnologiya [Agricultural Biotechnology]. Moscow: Vysshaya shkola, 2008. 416 p. (In Russ.)

14. Debnath S.C., McRae K.B. In Vitro Culture of Lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.). *Small Fruits Review*. 2001;1(3):3–19. doi: 10.1300/J301v01n03_02

15. Gajdošová A., Ostrolucká M.G., Libiaková G. [et al.]. Microclonal Propagation of *Vaccinium* sp. and *Rubus* sp. and Detection of Genetic Variability in Culture In Vitro. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 2006;14:103–118.

16. Debnath S.C. Influence of Propagation

Method and Indole-3-butyric Acid on Growth and Development of In Vitro and Ex Vitro-derived Lingonberry Plants. *Plant Growth Regulation*. 2007;51(3):245–253.

doi : 10.1007/s10725-006-9164-9

17. Reshetnikov V.N., Antipova T.V., Filipenya V.L. Nekotorye aspekty mikroklonal'nogo raznozheniya golubiki vysokoj i brusniki obyknovennoj [Some Aspects of Microclonal Propagation of Highbush Blueberry and Lingonberry]. *Plodovodstvo [Fruit Growing]*. 2007;19:209–215 (In Russ.)

18. Zontikov D.N., Zontikova S.A., Malakhova K.V., Maramokhin E.V. Influence of the

Composition of Nutrient Media and Growth Regulators During Clonal Micropropagation of Some Polyploid Forms of the Genus *Vaccinium* L.]. *Izvestiya Samarskogo NC RAN [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]*. 2019;21(2):39–44 (In Russ.)

19. Kalashnikova E.A. Kletochnaya inzheneriya rastenij [Cellular Plant Engineering]. Moscow: Urait, 2020. 333 p. (In Russ.)

20. Anderson W.C. Propagation of Rhododendrons by Tissue Culture. 1. Development of a Culture Medium for Multiplication of Shoots. *Proc. Int. Plant Prop. Soc.* 1975;25:129–135.

Информация об авторах

Чудецкий Антон Игоревич – ведущий инженер группы лесоводства;

Макаров Сергей Сергеевич – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник группы недревесной продукции леса, makarov_serg44@mail.ru;

Кузнецова Ирина Борисовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и защиты растений; доцент, sonnereiser@yandex.ru;

Юлия Васильевна Александрова – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов;

Андрей Николаевич Кульчицкий - магистрант кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов

Information about the authors

Anton I. Chudetsky – Leading Engineer of Forestry Group;

Sergey S. Makarov – Candidate of Sciences (Agriculture), Senior Researcher of Non-timber Forest Products Group, makarov_serg44@mail.ru;

Irina B. Kuznetsova – Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor, Agrochemistry, Soil Science and Plant Protection Chair; Associate Professor, sonnereiser@yandex.ru;

Yuliya V. Aleksandrova – Candidate of Sciences (Agriculture), Senior Lecturer, Chair of Landscape Architecture and Artificial Forests;

Andrey N. Kulchitsky – master student, Chair of Landscape Architecture and Artificial Forests.

Статья поступила в редакцию 05.05.2022; одобрена после рецензирования 10.06.2022; принята к публикации 20.02.2023

The article was submitted on 05.05.2022; approved after reviewing on 10.06.2022; accepted for publication on 20.02.2023.