

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2023. № 2(71). С. 109–117.

Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philipov. 2023;2(71):109–117.

Научная статья

УДК 634.73

doi:10.34655/bgsha.2023.71.2.014

РИЗОГЕНЕЗ ГОЛУБИКИ УЗКОЛИСТНОЙ *IN VITRO* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ АУКСИНА ИУК И ПРЕПАРАТА ДОМОЦВЕТ

С.С. Макаров¹, И.Б. Кузнецова², Е.И. Куликова³, А.Н. Кульчицкий⁴,
Ю.В. Александрова⁴

¹Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

²Костромская государственная сельскохозяйственная академия, п. Караваево, Костромская обл., Россия

³Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, с. Молочное, Вологодская обл., Россия

⁴Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Сергей Сергеевич Макаров, makarov_serg44@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по изучению влияния состава питательной среды (Андерсона, WPM с разбавлением минерального состава в 2 и 4 раза), концентраций ауксина ИУК и добавки препарата Домоцвет на рост и развитие микрорастений полувысокорослой голубики (*Vaccinium corymbosum* L. x *V. angustifolium* Ait) сортов Northblue и Putte и голубики узколистной (*V. angustifolium* Ait.) гибридных форм 23-1-11, 27-10, 29-4 и 53-NB в культуре *in vitro*. Плантационное выращивание высокоурожайных и зимостойких сортов и гибридных форм голубики на выработанных торфяниках может способствовать рекультивации и рациональному использованию таких земель и удовлетворению спроса на рынке ягодной продукции. Для получения большого количества высококачественного и оздоровленного посадочного материала целесообразно использовать метод клонального размножения. На этапе «укоренение микропобегов» количество и суммарная длина корней растений-регенерантов голубики узколистной *in vitro* в вариантах с добавкой препарата Домоцвет в концентрации 0,5 мг/л увеличивались, соответственно, в 1,5–1,7 раза и 1,8–1,9 раза при повышении в питательной среде концентрации ауксина ИУК от 0,5 до 1,0 мг/л, тогда как без препарата – статистически незначимо. В зависимости от состава питательной среды статистически значимых отличий по количеству и длине корней голубики узколистной исследуемых сортов и гибридных форм не отмечено. Наибольшие показатели суммарной длины корней (3,3–5,8 см) голубики узколистной *in vitro* выявлены при наличии в питательной среде ауксина ИУК в концентрации 1,0 мг/л и препарата Домоцвет 0,5 мг/л.

Ключевые слова: голубика узколистная, клональное микроразмножение, корнеобразование, питательная среда, регуляторы роста, *in vitro*.

**RHIZOGENESIS OF LOWBUSH BLUEBERRY *IN VITRO*
DEPENDING ON THE CONCENTRATION OF IAA AUXIN
AND DOMOTSVET PREPARATION**

**Sergey S. Makarov¹, Irina B. Kuznetsova², Elena I. Kulikova³, Andrey N. Kulchitsky⁴,
Yulia V. Aleksandrova⁴**

¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

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

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

⁴Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia
Corresponding author: Sergey S. Makarov, makarov_serg44@mail.ru

Abstract. *The article deals with the results of studies on the influence of the composition of the nutrient medium (Anderson, WPM, with a dilution of the mineral composition by 2 and 4 times), the concentration of IAA auxin and the addition of the Domotsvet preparation on the growth and development of microplants of half-highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L. x *V. angustifolium* Ait.) of Northblue and Putte varieties and lowbush blueberry (*V. angustifolium* Ait.) of hybrid forms 23-1-11, 27-10, 29-4 and 53-NB in in vitro culture. Plantation cultivation of high-yielding and winter-hardy varieties and hybrid forms of blueberry on depleted peatlands can contribute to the reclamation and rational use of such lands and meet the demand in the market for berry products. To obtain a large amount of high-quality and healthy planting material it is advisable to use the method of clonal propagation. The number and total length of the roots of lowbush blueberry regenerated plants in vitro in variants with the addition of Domotsvet at a concentration of 0.5 ml/l increased by 1.5–1.7 times and 1.8–1.9 times, respectively, with an increase in the concentration of IAA auxin in the nutrient medium from 0.5 to 1.0 mg/l, while without the drug – statistically insignificant at the “rooting of microshoots” stage. There are no statistically significant differences in the number and length of the root of the lowbush blueberry of the studied varieties and hybrid forms depending on the composition of the nutrient medium. The highest indicators of the total length of the roots (3.3–5.8 cm) of lowbush blueberry in vitro are found in the presence of IAA auxin in the nutrient medium with a concentration of 1.0 mg/l and the Domotsvet preparation with a concentration of 0.5 ml/l.*

Keywords: lowbush blueberry, clonal micropropagation, root formation, nutrient medium, growth regulators, *in vitro*.

Введение. Среди дикорастущих видов лесных ягодных растений голубика узколистная (*Vaccinium angustifolium* Ait) является одним из самых высокоценных и распространенных. Она широко применяется в пищевой промышленности и народной медицине благодаря своим пищевым и лекарственным свойствам [1; 2]. В последние десятилетия в связи с интенсивной антропогенной нагрузкой вследствие техногенного загрязнения, сплошных рубок, гидролесомелиорации, пожаров, нерегулируемой эксплуатации естественных ягодных угодий и др. наблюда-

ется истощение природных запасов дикоросов и обеднение их генофонда. Потери природных ресурсов лесных ягодников могут быть восполнены путем их культивирования на выработанных торфяных месторождениях [3; 4].

Еще до недавнего времени в Северной Америке голубику узколистную выращивали как полукультуру, где рост и плодоношение естественных популяций улучшались специальными рубками леса и омоложением заросли с помощью выжигания [5–7]. Плантации голубики узколистной сосредоточены, в основном, в мес-

тах коренного распространения, на северо-востоке США и в ряде провинций Канады [8–10]. В конце XX века начались работы по селекции голубики узколистной. В настоящее время проводится отбор природных клонов, характеризующихся высокой урожайностью и крупноплодностью [11; 12]. На территории бывшего СССР первые успешные опыты по выращиванию голубики узколистной на выработанных торфяниках осуществлены в Эстонии и Белоруссии [13; 14].

Способность голубики произрастать и давать урожаи на бедных кислых торфяных почвах является предпосылкой для создания плантационных посадок на выработанных торфяниках, что будет способствовать как рекультивации и рациональному использованию вышедших из под торфодобычи земель, так и восстановлению видовых запасов и удовлетворению спроса на рынке ягодной продукции. При этом для выращивания в европейской части России наибольший интерес представляют сорта и гибридные формы, отличающиеся высокой урожайностью, крупноплодностью и зимостойкостью. Для выращивания растений в промышленных масштабах целесообразно использовать метод клонального размножения, который позволяет в короткие сроки получать большое количество высококачественного и оздоровленного посадочного материала. Важную роль при этом играет правильный подбор оптимального состава питательной среды, вида и концентраций росторегулирующих веществ, что оказывает влияние на коэффициент размножения *in vitro* и выход получаемых ягодных растений [15].

Цель исследований – изучить влияние состава питательной среды и концентрации росторегулирующих веществ на процесс корнеобразования сортов и гибридных форм голубики узколистной в условиях *in vitro*.

Объекты и методы. Исследования проводили в 2018–2021 гг. в лабораториях биотехнологии на базе Центрально-европейской лесной опытной станции ВНИИЛМ и Вологодской ГМХА имени

Н.В. Верещагина по общепринятым методикам [15; 16]. В качестве объектов исследований использовали растения-регенеранты полувысокорослой голубики (*Vaccinium corymbosum* L. x *V. angustifolium* Ait) сортов Northblue и Putte и голубики узколистной (*V. angustifolium* Ait.) гибридных форм 23-1-11, 27-10, 29-4 и 53-NB. Растения культивировали в условиях световой комнаты при фотопериоде 16/8 часов, температуре +23...+25°C и влажности воздуха 75–80%. Использовали питательные среды Андерсона (AN) и Woody Plant Medium (WPM) [17; 18], в том числе в вариантах разбавления минерального состава в 2 и 4 раза. На этапе «укоренение *in vitro*» в качестве росторегулирующих веществ использовали ауксин ИУК (индолуксусная кислота) в концентрациях 0,5 и 1,0 мг/л и препарат Домоцвет в концентрации 0,5 мг/л. Учитывали количество, среднюю и суммарную длину корней в расчете на одно растение. Повторность опыта 10-кратная, по 15 растений в каждом варианте. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием программ Microsoft Office Excel 2016 и AGROS v.2.11. Достоверность опытов оценивали с помощью наименьшей существенной разности на 5% уровне значимости ($HC_{P_{05}}$), где в качестве одного фактора влияния принимали состав питательной среды, в качестве другого – концентрацию регулятора роста.

Результаты и обсуждение. В ходе проведенных исследований выявлено, что количество корней (в среднем, 1,2...1,8 шт.) голубики узколистной исследуемых сортов и форм *in vitro* не имело значимых различий в зависимости от состава питательной среды. Повышение в питательной среде концентрации ауксина ИУК от 0,5 до 1,0 мг/л способствовало увеличению количества корней у растений голубики узколистной при добавлении препарата Домоцвет 0,5 мг/л, в среднем, в 1,5–1,7 раза, тогда как без него – лишь в 1,1–1,3 раза. Наибольшее количество корней формировалось при концентрации ауксина ИУК 1,0 мг/л и добавлении препарата Домоцвет 0,5 мг/л (табл. 1).

Таблица 1 – Количество корней (шт.) голубики узколистной *in vitro*
в зависимости от питательной среды, концентрации ауксина ИУК и добавления
препарата Домоцвет

Питательная среда	Концентрация ИУК, мг/л				Среднее
	без препарата Домоцвет		Домоцвет 0,5 мл/л		
	0,5	1,0	0,5	1,0	
Сорт Northblue					
WPM	1,1	1,0	1,4	2,2	1,4
WPM 1/2	1,3	1,0	1,5	2,1	1,5
WPM 1/4	1,0	0,9	1,6	2,0	1,4
AN	0,9	1,0	1,4	2,3	1,4
AN 1/2	0,5	0,9	1,5	2,4	1,3
AN 1/4	0,5	0,8	1,7	2,0	1,3
Среднее	0,9	0,9	1,5	2,2	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,82, фактор В = 0,67, общ. = 0,91					
Сорт Putte					
WPM	0,5	1,2	1,5	2,0	1,3
WPM 1/2	0,5	1,2	1,4	2,2	1,3
WPM 1/4	0,8	1,5	1,3	2,5	1,5
AN	0,7	1,4	1,2	2,4	1,4
AN 1/2	0,9	1,3	1,3	2,1	1,4
AN 1/4	1,0	1,0	1,4	2,0	1,4
Среднее	0,7	1,3	1,4	2,2	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,88, фактор В = 0,52, общ. = 0,93					
Гибридная форма 23-1-11					
WPM	0,8	0,9	1,2	1,9	1,2
WPM 1/2	1,0	0,8	1,4	2,0	1,3
WPM 1/4	1,1	1,2	1,3	2,2	1,5
AN	1,1	1,3	1,5	2,8	1,7
AN 1/2	1,0	1,1	1,0	2,4	1,4
AN 1/4	0,5	1,2	1,1	2,0	1,2
Среднее	0,9	1,1	1,3	2,2	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,89, фактор В = 0,54, общ. = 0,71					
Гибридная форма 27-10					
WPM	1,5	1,2	1,9	2,2	1,7
WPM 1/2	1,0	1,4	1,5	2,1	1,5
WPM 1/4	1,4	1,0	1,6	2,3	1,6
AN	1,0	1,2	1,4	3,5	1,8
AN 1/2	0,5	1,3	1,8	2,1	1,4
AN 1/4	0,9	1,6	1,1	2,0	1,4
Среднее	1,1	1,3	1,6	2,4	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,87, фактор В = 0,62, общ. = 0,77					
Гибридная форма 29-4					
WPM	1,1	0,4	1,5	2,0	1,3
WPM 1/2	1,3	0,8	1,9	1,2	1,3
WPM 1/4	1,0	0,9	1,8	2,6	1,6
AN	1,3	0,8	1,7	3,3	1,8
AN 1/2	1,2	0,7	2,0	2,1	1,5
AN 1/4	1,4	1,0	1,9	2,0	1,6
Среднее	1,2	0,8	1,8	2,2	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,01, фактор В = 0,86, общ. = 0,91					
Гибридная форма 53-НВ					
WPM	1,0	0,9	2,1	1,9	1,5
WPM 1/2	1,2	0,8	2,0	2,3	1,6
WPM 1/4	1,1	0,9	1,8	3,3	1,8
AN	0,8	1,1	1,6	2,9	1,6
AN 1/2	0,9	1,2	1,2	3,3	1,7
AN 1/4	1,0	1,3	1,9	2,7	1,7
Среднее	1,0	1,0	1,8	2,7	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,12, фактор В = 0,93, общ. = 0,98					

Средняя длина корней (в среднем, 1,0...1,9 см) голубики узколистной *in vitro* также статистически значимо не различалась в зависимости от состава питательной среды. С повышением в питательной среде концентрации ИУК от 0,5 до 1,0 мг/л средняя длина корней голубики узколистной

увеличивалась при наличии препарата Домоцвет 0,5 мл/л, в среднем, в 1,2–1,6 раза, а без препарата – в 1,3 раза. Наибольшая средняя длина корней выявлена при концентрации ауксина ИУК 1,0 мг/л с добавлением препарата Домоцвет (табл. 2).

Таблица 2 – Средняя длина корней (см) голубики узколистной *in vitro* в зависимости от питательной среды, концентрации ауксина ИУК и добавления препарата Домоцвет

Питательная среда	Концентрация ИУК, мг/л				Среднее
	без препарата Домоцвет		Домоцвет 0,5 мл/л		
	0,5	1,0	0,5	1,0	
Сорт Northblue					
WPM	0,8	1,2	1,1	0,9	1,0
WPM 1/2	1,3	1,5	1,0	1,3	1,3
WPM 1/4	0,9	1,3	1,0	2,1	1,3
AN	0,8	1,4	2,0	1,5	1,4
AN 1/2	0,7	1,0	1,2	1,6	1,1
AN 1/4	0,6	1,2	1,4	1,8	1,3
Среднее	0,9	1,3	1,3	1,5	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,86, фактор В = 0,72, общ. = 0,94					
Сорт Putte					
WPM	1,2	1,3	1,5	2,1	1,5
WPM 1/2	1,1	1,5	1,1	1,9	1,4
WPM 1/4	1,6	1,4	1,5	1,8	1,6
AN	1,0	1,0	1,3	2,0	1,3
AN 1/2	1,3	1,2	1,4	1,1	1,3
AN 1/4	0,5	1,2	1,2	1,9	1,2
Среднее	1,1	1,2	1,3	1,8	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,14, фактор В = 0,81, общ. = 1,32					
Гибридная форма 23-1-11					
WPM	1,1	0,9	1,6	2,3	1,5
WPM 1/2	1,0	1,0	1,8	2,6	1,6
WPM 1/4	0,9	1,5	1,7	3,2	1,8
AN	1,0	1,7	1,6	3,3	1,9
AN 1/2	1,2	1,8	1,5	2,0	1,6
AN 1/4	1,1	1,3	1,4	1,9	1,4
Среднее	1,1	1,4	1,6	2,6	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,96, фактор В = 0,69, общ. = 1,27					
Гибридная форма 27-10					
WPM	0,5	1,0	1,5	2,5	1,4
WPM 1/2	1,2	1,1	1,6	2,8	1,7
WPM 1/4	1,0	1,0	1,7	3,0	1,7
AN	1,0	1,4	1,8	2,1	1,6
AN 1/2	1,1	1,6	1,2	2,0	1,5
AN 1/4	1,2	1,5	1,4	2,0	1,5
Среднее	1,0	1,3	1,5	2,4	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,84 фактор В = 0,70, общ. = 0,98					
Гибридная форма 29-4					
WPM	0,9	1,1	1,4	2,0	1,4
WPM 1/2	1,0	1,2	1,6	2,2	1,5
WPM 1/4	1,2	1,4	1,3	2,4	1,6
AN	0,9	1,5	1,5	2,5	1,6
AN 1/2	1,0	1,0	1,1	2,0	1,3
AN 1/4	0,8	1,0	1,2	2,1	1,3
Среднее	1,0	1,2	1,4	2,2	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,89, фактор В = 0,78, общ. = 1,12					

Гибридная форма 53-NB					
WPM	1,0	1,3	1,5	1,9	1,4
WPM 1/2	1,2	1,2	1,5	2,3	1,6
WPM 1/4	0,9	1,4	1,7	2,5	1,6
AN	1,1	1,2	1,6	2,0	1,5
AN 1/2	1,2	1,3	1,2	2,0	1,4
AN 1/4	0,9	1,2	1,3	1,9	1,3
Среднее	1,1	1,3	1,5	2,1	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,99, фактор В = 0,83, общ. = 1,09					

Суммарная длина корней голубики узколистной *in vitro* не имела существенных различий в зависимости от состава питательной среды и варьировала, в среднем, от 1,4 (у сорта Northblue) до 3,4 см (у гибридной формы 53-NB). Повышение в питательной среде концентрации ИУК от 0,5 до 1,0 мг/л способствовало увеличению суммарной длины корней голубики узколистной при добавлении препарата Домо-

цвет в концентрации 0,5 мл/л в 1,8–1,9 раза, тогда как без препарата увеличение данного показателя было незначительным (в 1,1–1,4 раза). Наибольшая суммарная длина корней голубики узколистной отмечена при одновременном наличии в питательной среде ауксина ИУК в концентрации 1,0 мг/л и препарата Домоцвет 0,5 мл/л (табл. 3).

Таблица 3 – Суммарная длина корней (см) голубики узколистной *in vitro* в зависимости от питательной среды, концентрации ауксина ИУК и добавления препарата Домоцвет

Питательная среда	Концентрация ИУК, мг/л				Среднее
	без препарата Домоцвет		Домоцвет 0,5 мл/л		
	0,5	1,0	0,5	1,0	
1	2	3	4	5	6
Сорт Northblue					
WPM	0,9	1,2	1,5	2,0	1,4
WPM 1/2	1,7	1,5	1,5	2,7	1,9
WPM 1/4	0,9	1,2	1,6	4,2	2,0
AN	0,7	1,4	2,8	3,5	2,1
AN 1/2	0,4	0,9	1,8	3,8	1,7
AN 1/4	0,3	1,0	2,4	3,6	1,8
Среднее	0,8	1,2	1,9	3,3	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,44 фактор В = 1,10, общ. = 1,65					
Сорт Putte					
WPM	0,6	1,6	2,3	4,2	2,2
WPM 1/2	0,6	1,8	1,5	4,2	2,0
WPM 1/4	1,3	2,1	2,0	4,5	2,5
AN	0,7	1,4	1,6	4,8	2,1
AN 1/2	1,2	1,6	1,8	2,3	1,8
AN 1/4	0,5	1,2	1,7	3,8	1,8
Среднее	0,8	1,6	1,8	4,0	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,30, фактор В = 1,17, общ. = 1,52					
Гибридная форма 23-1-11					
WPM	0,9	0,8	1,9	4,4	2,0
WPM 1/2	1,0	0,8	2,5	5,2	2,4
WPM 1/4	1,0	1,8	2,2	7,0	3,0
AN	1,1	2,2	2,4	9,2	2,4
AN 1/2	1,2	2,0	1,5	4,8	2,4
AN 1/4	0,6	1,6	1,5	3,8	1,9
Среднее	1,0	1,5	3,0	5,7	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,33, фактор В = 1,14, общ. = 1,70					

Гибридная форма 27-10					
WPM	0,8	1,2	2,9	5,5	2,6
WPM 1/2	1,2	1,5	2,4	5,9	2,8
WPM 1/4	1,4	1,0	2,7	6,9	3,0
AN	1,0	1,7	2,5	7,4	3,2
AN 1/2	0,6	2,1	2,2	4,2	2,3
AN 1/4	1,1	2,4	1,5	4,0	2,3
Среднее	1,0	1,7	2,4	5,7	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,29 фактор В = 1,18 общ. = 1,78					
1	2	3	4	5	6
Гибридная форма 29-4					
WPM	1,0	0,4	2,1	4,0	1,9
WPM 1/2	1,3	1,0	3,0	2,6	2,0
WPM 1/4	1,2	1,3	2,3	6,2	2,8
AN	1,2	1,2	2,6	8,3	3,3
AN 1/2	1,2	0,7	2,2	4,2	2,1
AN 1/4	1,1	1,0	2,3	4,2	2,2
Среднее	1,2	0,9	2,4	4,9	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,41 фактор В = 1,18, общ. = 1,63					
Гибридная форма 53-НВ					
WPM	1,0	1,2	3,2	3,6	2,3
WPM 1/2	1,2	1,0	3,0	5,3	2,6
WPM 1/4	1,0	1,3	3,1	8,3	3,4
AN	0,9	1,3	2,6	5,8	2,7
AN 1/2	1,1	1,6	1,4	6,6	2,7
AN 1/4	0,9	1,6	2,5	5,1	2,5
Среднее	1,0	1,3	2,6	5,8	-
НСР ₀₅ фактор А = 1,52, фактор В = 1,28, общ. = 1,79					

Заключение. Таким образом, по результатам проведенных исследований по клональному микроразмножению сортов и гибридных форм голубики узколистной можно заключить, что на этапе «укоренение микропобегов» повышение в питательной среде концентрации ИУК от 0,5 до 1,0 мг/л способствовало значительному увеличению суммарной длины корней растений-регенерантов только в вариантах с препаратом Домоцвет 0,5 мл/л. При этом наибольшая суммарная длина корней голубики узколистной *in vitro* отмечена при наличии в питательной среде ИУК в концентрации 1,0 мг/л и препарата Домоцвет 0,5 мл/л.

Список источников

1. Иванова Т.Н., Путинцева Л.Ф. Лесная кладовая. Тула: Приокское кн. изд-во, 1993. 351 с.
2. Холопцева Н.П., Юдина В.Ф. Полезные растения в природе и на приусадебном участке. Петрозаводск, 1997. 262 с.

3. 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.

4. 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. WHQVNF

5. Eck P., Childers N.F. The Blueberry Industry // Blueberry Culture. New Brunswick, N.J.: Rutgers Univ. Press., 1966. Pp. 3–13.

6. Bouchard A.R. La vegetation, les sols et la productivite fruitiere de *Vaccinium angustifolium* et *V. myrtilloides* dans les bleuettieres du saguenay // Lac-Saint-Jean. "Natur. Can.". 1986. V. 113, № 2. Pp. 125–133.

7. Warman P.R. The Effects of Pruning, Fertilizers and Organic Amendments on Lowbush Blueberry Production // Planted Soil. 1987. V. 101. № 1. Pp. 67–72.

8. Blatt C.R. Management Practices and Marketable Yields of Lowbush Blueberries // *Hort Science*. 1983. V. 18. № 6. P. 938–940.

9. Hepler P.R., Ismail A.A. The Split Block: A Useful Design for Extension and Research in Lowbush Blueberries // *Hort Science*. 1985. V. 20. № 45. Pp. 735–737.

10. Hancock J.F., Draper A.D. Blueberry Culture in North America // *HortScience*. 1989. V. 24. № 4. Pp. 551–556.

11. Percival D. Carbon, Water and Nutrient Dynamics of Lowbush Blueberry // *Forestry Studies XXX Int. Conf. "Wild Berry Culture: An Exchange of Western and Eastern Experiences"*, August 10–13, 1998, Tartu, Estonia. Pp. 123–126.

12. Estabrooks E. The Use of *Vaccinium angustifolium* Clones for Improved Fruit Quality and Yield // *Forestry Studies XXX Int. Conf. "Wild Berry Culture: An Exchange of Western and Eastern Experiences"*, August 10–13, 1998, Tartu, Estonia. Pp. 46–49.

13. Paal T. Cultivation of *Vaccinium angustifolium* from Seed [Text] // *Proc. Int. Conf. "Problems of Rational Utilization and Reproduction of Berry Plants in Boreal Forests on the Eve of the XXI Century"*, Gomel-Glubokoye, Belarus, 2000. Pp. 193–196.

14. Морозов О.В., Яковлев А.П. Цветение и плодоношение голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) при интродукции в условиях Беларуси // *Теоретические и прикладные аспекты рационального использования и воспроизводства недревесной продукции леса: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, 10–12 сентября 2008 г.)*. Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 2008. С. 267–275.

15. Сельскохозяйственная биотехнология: учеб. / В.С. Шевелуха [и др.]. М.: Высшая школа, 2008. 416 с. EDN: QKQWQJ

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

17. 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.

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. V. 30. Pp. 421–427.

References

1. Ivanova T.N., Putintseva L.F. Lesnaya kladovaya [Forest Storeroom]. Tula: Priokskoye Book Publ., 1993. 351 p. (In Russ.)

2. Kholoptseva N.P., Yudina V.F. Poleznye rasteniya v prirode i na priusadebnom uchastke [Useful Plants in Nature and in the Garden]. Petrozavodsk, 1997. 262 p. (in Russ.)

3. 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.

4. 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 Agricultural University*. 2016;11(2):43–46 (In Russ.)

5. Eck P., Childers N.F. The Blueberry Industry. Blueberry Culture. *New Brunswick*, N.J.: Rutgers Univ. Press., 1966. Pp. 3–13.

6. Bouchard A.R. La vegetation, les sols et la productivite fruitiere de *Vaccinium angustifolium* et *V. myrtilloides* dans les bleuetieres du Saguenay. *Lac-Saint-Jean. "Natur. Can."*, 1986;113(2):125–133.

7. Warman P.R. The Effects of Pruning, Fertilizers and Organic Amendments on Lowbush Blueberry Production. *Planted Soil*. 1987;101(1):67–72.

8. Blatt C.R. Management Practices and Marketable Yields of Lowbush Blueberries. *Hort Science*. 1983;18(6):938–940.

9. Hepler P.R., Ismail A.A. The Split Block: A Useful Design for Extension and Research in Lowbush Blueberries. *Hort Science*. 1985;20(45):735–737.

10. Hancock J.F., Draper A.D. Blueberry Culture in North America. *HortScience*. 1989;24(4):551–556.

11. Percival D. Carbon, Water, and Nutrient Dynamics of Lowbush Blueberry. *Forestry Studies XXX Int. Conf. "Wild Berry Culture: An Exchange of Western and Eastern Experiences"*, August 10–13, 1998, Tartu, Estonia. Pp. 123–126.

12. Estabrooks E. The Use of *Vaccinium angustifolium* Clones for Improved Fruit Quality and Yield. *Forestry Studies XXX Int. Conf. "Wild Berry Culture: An Exchange of Western and Eastern Experiences"*, August 10–13, 1998, Tartu, Estonia. Pp. 46–49.

13. Paal T. Cultivation of *Vaccinium*

angustifolium from Seed. *Proc. of Int. Conf. "Problems of Rational Utilization and Reproduction of Berry Plants in Boreal Forests on the Eve of the XXI Century"*, Gomel-Glubokoye, Belarus, 2000. Pp. 193–196.

14. Morozov O.V., Yakovlev A.P. Cvetenie i plodonoshenie golubiki uzkolistnoj (*Vaccinium angustifolium* Ait.) pri introdukcii v usloviyah Belarusi [Flowering and Fruiting of Narrow-leaved Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) During Introduction in the Conditions of Belarus]. *Proc. Int. Conf. "Teoreticheskie i prikladnye aspekty racional'nogo ispol'zovaniya i vosproizvodstva nedrevesnoj produkcii lesa"*, Gomel, Belarus, September 10–12, 2008. Pp. 267–275 (In Russ.)

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

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

17. 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.

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.

Информация об авторах

Сергей Сергеевич Макаров – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой декоративного садоводства и газоноведения;

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

Елена Ивановна Куликова – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой растениеводства, земледелия и агрохимии; доцент;

Андрей Николаевич Кульчицкий – студент магистратуры кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, 5060637@mail.ru;

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

Information about the authors

Sergey S. Makarov – Doctor of Science (Agriculture), Head of Decorative Gardening and Lawn Science Chair;

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

Elena I. Kulikova – Candidate of Science (Agriculture), Head of Plant Growing, Agriculture and Agrochemistry Chair; Associate Professor;

Andrey N. Kulchitsky – Master's Student, Landscape Architecture and Artificial Forests Chair, 5060637@mail.ru;

Yulia V. Aleksandrova – Candidate of Science (Agriculture), Senior Lecturer, Landscape Architecture and Artificial Forests Chair.

Статья поступила в редакцию 05.05. 2022; одобрена после рецензирования 10.06.2022; принята к публикации 04.04.2023.

The article was submitted 05.05.2022; approved after reviewing 10.06.2022; accepted for publication 04.04.2023.