

29.03.2019 (in Russ.).

9. Yashin A.V. *Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po vnutrennim nezaraznym*

boleznyam [Guide to practical training on internal non-infectious diseases]. St. Petersburg. Lan Publ., 2016. 176 p. (in Russ.).

УДК 634.73

doi: 10.34655/bgsha.2021.63.2.020

С.С. Макаров, И.Б. Кузнецова, Е.И. Куликова

ОРГАНОГЕНЕЗ РАСТЕНИЙ ГОЛУБИКИ ПОЛУВЫСОКОРОСЛОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РОСТОРЕГУЛИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ КЛОНАЛЬНОМ МИКРОРАЗМНОЖЕНИИ

Ключевые слова: голубика полувысокорослая, *in vitro*, клональное микроразмножение, регуляторы роста.

В статье приведены результаты исследований по изучению влияния регуляторов роста цитокининовой и ауксиновой групп в различных концентрациях на биометрические показатели роста растений голубики полувысокорослой сорта Northblue и перспективной гибридной формы 23-1-11. Голубика полувысокорослая – малотребовательное к теплообеспеченности вегетационного периода и морозостойкое растение с высокой пищевой и лекарственной ценностью. Для создания плантаций лесных ягодных растений рода Vaccinium с целью рекультивации выработанных торфяных месторождений наиболее целесообразно использовать метод клонального микроразмножения. На этапе «собственно микроразмножение» наибольшая суммарная длина микропобегов (23,7 см) голубики полувысокой отмечена при концентрации цитокинина 2ip 3,0 мг/л в питательной среде WPM, а наибольшее количество микропобегов (5,8 шт.) – при концентрации 5,0 мг/л. На этапе «укоренение in vitro» наибольшая суммарная длина корней (12,1 см) голубики выявлена при концентрации ауксина ИУК 1,0 мг/л в питательной среде WPM, а максимальное количество корней (5,4 шт.) – при концентрации 2,0 мг/л. Гибридная форма 23-1-11 голубики полувысокорослой отличалась большей суммарной длиной микропобегов и корней по сравнению с растениями сорта Northblue.

S. Makarov, I. Kuznetsova, E. Kulikova

ORGANOGENESIS OF HALF-HIGHBUSH BLUEBERRY PLANTS DEPENDING ON GROWTH-REGULATING SUBSTANCES AT CLONAL MICROPROPAGATION

Keywords: half-highbush blueberry, *in vitro*, clonal micropropagation, growth regulators.

The results of studies on the effect of growth regulators of the cytokinin and auxin groups in various concentrations on the biometric growth parameters of half-highbush blueberry plants of Northblue cultivar and the promising hybrid form 23-1-11. Half-highbush blueberry is not very demanding in terms of heat supply during the growing season and is a frost-resistant plant with high nutritional and medicinal value. Clonal micropropagation is most expedient method to use for creation the plantations of forest berry plants of Vaccinium genus for the purpose of reclamation of depleted peat deposits. The greatest total length of microshoots (23.7 cm) of half-highbush blueberry is noted at a concentration of 2ip cytokinin 3.0 mg/l in the WPM nutrient medium at the stage “proper micropropagation”, and the greatest number of microshoots (5.8 pcs.) is at a concentration of 5.0 mg/l. The greatest total length of roots (12.1 cm) of blueberry is detected at a concentration of auxin IAA of 1.0 mg/l in the WPM nutrient medium at the stage of “rooting in vitro”, and the maximum number of roots (5.4 pcs.) is at a concentration of 2.0 mg/l. The hybrid form 23-1-11 of half-highbush blueberry have a greater total length of microshoots and roots than plants of the Northblue cultivar.

Макаров Сергей Сергеевич, старший научный сотрудник группы недревесной продукции леса, филиал ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства», «Центрально-европейская лесная опытная станция», Кострома, Россия, makarov_serg44@mail.ru

Sergey S. Makarov, Senior Researcher of Non-timber Forest Products Group, Central European Forest Experiment Station –Branch of All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Kostroma, Russia, makarov_serg44@mail.ru

Кузнецова Ирина Борисовна, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и защиты растений, ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», п. Карваево, Костромская обл., Россия, sonnereiser@yandex.ru

Irina B. Kuznetsova, Associate Professor of Agrochemistry, Soil Science and Plant Protection Chair, Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo village, Kostroma region, Russia, sonnereiser@yandex.ru

Куликова Елена Ивановна, заведующий кафедрой растениеводства, земледелия и агрохимии, ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина», Вологда, Россия; e-mail: elena-kulikova@list.ru

Elena I. Kulikova, Head of Plant Growing, Agriculture and Agrochemistry Chair, Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Vologda, Russia, elena-kulikova@list.ru

Введение. На сегодняшний день большую актуальность приобретает вопрос создания плантаций интродуцированных из других природно-климатических условий лесных ягодных растений с высокой пищевой и лекарственной ценностью, в том числе в целях рекультивации неиспользуемых земель, вышедших из промышленного оборота, включая выработанные торфяные месторождения. Одними из наиболее подходящих для выращивания на торфяниках ягодных растений являются представители рода *Vaccinium*. В последнее время большим спросом пользуется сортовой посадочный материал голубики полувысокорослой кустарничкового типа, полученной в результате гибридизации видов *V. corymbosum* L. x *V. angustifolium* Ait. Это растения до 0,7 м, имеющие низкую требовательность к теплообеспеченности вегетационного периода, достаточную морозостойкость (выдерживают температуру до -40°C). Лекарственными свойствами обладают плоды, листья и стебли голубики [4, 6, 7].

Голубика полувысокорослая размножается, в основном, вегетативно – делением куста, стеблевыми и корневыми черенками. Однако для закладки плантаций наиболее целесообразно использовать метод клонального микроразмножения, позволяющий круглогодично получать

большое количество здорового посадочного материала [1,5]. С 2017 г. на базе Центрально-европейской лесной опытной станции ВНИИЛМ работы ведутся по введению в культуру *in vitro* голубики полувысокорослой перспективных сортов и форм, в том числе с применением современных росторегулирующих веществ [2, 3].

Цель исследований – изучить влияние росторегулирующих веществ на биометрические показатели растений при клональном микроразмножении голубики полувысокорослой.

Объекты и методы. Наши исследования проводились в 2019–2020 гг. в Лаборатории клонального микроразмножения на базе Центрально-европейской лесной опытной станции ВНИИЛМ по общепринятым методикам [1]. На этапе «собственно микроразмножение» изучали влияние на биометрические показатели растений-регенерантов голубики полувысокорослой сорта Northblue и гибридной формы 23-1-11 концентрации цитокинина 2ip на питательной среде WPM, на этапе укоренения *in vitro* – концентрации ауксина ИУК. Учитывали показатели количества, средней и суммарной длины микропобегов и корней голубики полувысокорослой в расчете на одно растение. Повторность опыта 10-кратная. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программного обеспечения

AGROS v.2.11 и Microsoft Office 2016.

Результаты и обсуждение. В ходе исследований на этапе «собственно микроразмножение» наблюдалось, что у голубики полувысокорослой при концентрации цитокинина 2ip в концентрации 5,0 мг/л формировалось в среднем 5,8 шт. микро-

побегов, что статистически значительно больше, чем при концентрации 3,0 мг/л (4,1 шт.). У растений гибридной формы 23-1-11 количество микропобегов было больше, чем у сорта Northblue, и составляло в среднем 5,3 и 4,5 шт. соответственно (табл. 1).

Таблица 1 – Количество микропобегов голубики полувысокорослой в зависимости от сорта и концентрации цитокинина 2ip, шт.

Сорт	Концентрация 2ip, мг/л		Среднее
	3,0	5,0	
Northblue	4,2	4,8	4,5
Гибридная форма 23-1-11	3,9	6,8	5,3
Среднее	4,1	5,8	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,65 фактор В = 0,53 общ. = 0,91			

Примечание: НСР₀₅ – наименьшая существенная разница на 5%-м уровне значимости

Средняя длина микропобегов голубики полувысокорослой, напротив, была больше при концентрации цитокинина 2ip 3,0 мг/л и составляла, в среднем, 5,9 см,

а при концентрации 5,0 мг/л – лишь 3,7 см. Существенных различий у сорта Northblue и гибрида 23-1-11 по средней длине микропобегов не выявлено (табл. 2).

Таблица 2 – Средняя длина микропобегов голубики полувысокорослой в зависимости от сорта и концентрации 2ip, см

Сорт	Концентрация 2ip, мг/л		Среднее
	3,0	5,0	
Northblue	5,8	3,5	4,6
Гибридная форма 23-1-11	5,9	4,0	4,9
Среднее	5,9	3,7	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,95 фактор В = 0,78 общ. = 1,35			

Суммарная длина микропобегов голубики полувысокорослой при концентрации цитокинина 2ip 3,0 мг/л составляла, в среднем, 23,7 см, что значимо больше, чем при концентрации 5,0 мг/л (22,0 см).

У голубики полувысокорослой гибридной формы 23-1-11 суммарная длина микропобегов достигала, в среднем, 25,1 см, а у сорта Northblue – 20,6 см (табл. 3).

Таблица 3 – Суммарная длина микропобегов голубики полувысокорослой в зависимости от сорта и концентрации 2ip, см

Сорт	Концентрация 2ip мг/л		Среднее
	3,0	5,0	
Northblue	24,4	16,8	20,6
Гибридная форма 23-1-11	23,0	27,2	25,1
Среднее	23,7	22,0	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,06 фактор В = 0,05 общ. = 0,08			

На этапе укоренения *in vitro* наибольшее количество корней у растений голубики полувысокорослой формировалось при концентрации ауксина ИУК 2,0 мг/л и составляло, в среднем, 5,4 шт., а при кон-

центрации 1,0 мг/л – 4,5 шт. Сортные различия голубики полувысокорослой по количеству корней статистически не значимы.

Таблица 4 – Количество корней голубики полувысокорослой в зависимости от сорта и концентрации ИУК, шт.

Сорт	Концентрация ИУК, мг/л		Среднее
	1,0	2,0	
Northblue	4,3	5,2	4,7
Гибридная форма 23-1-11	4,7	5,6	5,1
Среднее	4,5	5,4	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,69 фактор В = 0,57 общ. = 0,98			

Средняя длина корней голубики полувысокорослой при концентрации ауксина ИУК 1,0 мг/л составляла, в среднем, 2,7 см, а при концентрации 2,0 мг/л в 2,1 раза

меньше – лишь 1,3 см (табл. 5). У гибридной формы 23-1-11 и сорта Northblue средняя длина корней была практически одинаковой – 1,9–2,1 см.

Таблица 5 – Средняя длина корней голубики полувысокорослой в зависимости от сорта и концентрации ИУК, см

Сорт	Концентрация ИУК, мг/л		Среднее
	1,0	2,0	
Northblue	2,8	1,3	2,1
Гибридная форма 23-1-11	2,6	1,3	1,9
Среднее	2,7	1,3	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,31 фактор В = 0,25 общ. = 0,44			

Суммарная длина корней голубики полувысокорослой при концентрации ауксина ИУК 1,0 мг/л достигала, в среднем, 12,1 см, что в 1,7 раза больше, чем при концентрации 2,0 мг/л (7,1 см). У голубики

полувысокорослой гибридной формы 23-1-11 суммарная длина корней составляла, в среднем, 9,8 см, а у сорта Northblue – 9,4 см (табл. 6).

Таблица 6 – Суммарная длина корней голубики полувысокорослой в зависимости от сорта и концентрации ИУК, см

Сорт	Концентрация ИУК, мг/л		Среднее
	1,0	2,0	
Northblue	12,0	6,8	9,4
Гибридная форма 23-1-11	12,3	7,4	9,8
Среднее	12,1	7,1	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,32 фактор В = 0,21 общ. = 0,48			

Заключение. Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать следующие предварительные выводы:

1. В процессе клонального микроразмножения голубики полувысокорослой на этапе «собственно микроразмножение» наибольшее количество микропобегов формировалось при концентрации цитокинина 2ip 5,0 мг/л, а наибольшая средняя и суммарная длина побегов – при концентрации 3,0 мг/л.

2. На этапе укоренения *in vitro* наибольшее количество корней у растений голубики полувысокорослой отмечено при

концентрации ауксина ИУК 2,0 мг/л, а наибольшие средняя и суммарная длина корней – при концентрации 1,0 мг/л.

3. У голубики полувысокорослой гибридной формы 23-1-11 суммарная длина микропобегов и корней были больше, чем у сорта Northblue.

Список источников

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

2. Макаров С.С., Кузнецова И.Б. Клональное микроразмножение голубики полувысокой на этапах «введение в культуру»

и «собственно микроразмножение» // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2019. № 3 (56). С. 28–33.

3. Макаров С.С., Кузнецова И.Б. Особенности органогенеза голубики полувысокой на разных этапах клонального микроразмножения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (78). С. 105–106.

4. Makeev V.A., Makeeva G.Yu., Mozuleva S.A. Опыт интродукции голубики узколистной и ее гибридов в Костромской области // Студенты и молодые ученые КГТУ – производству: мат-лы 57-й межвузовской науч.-техн. конф. молодых ученых и студентов. Кострома, 2005. С. 96–97.

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

6. 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. Proceedings of the 7th International Symposium. Chile, 2000. pp. 281–286.

7. Vander Kloet S. P. The Taxonomy of *Vaccinium* Section *Rigiolepis* (Vaccinieae, Ericaceae) // Blumea. 2005. No 50. P. 477–497.

1. Kalashnikova E.A. Kletochnaya inzheneriya rastenij [Cell Plant Engineering]. Moscow, RSAU-MMA Publ., 2012. 318 p. (in Russ.).

2. Makarov S.S., Kuznetsova I.B. Clonal micropropagation of half-highbush blueberry at the stages of “introduction into culture” and “proper micropropagation”. *Vestnik BGSKHA im. V.R. Filippova*. 2019; 3 (56): 28–33 (in Russ.).

3. Makarov S.S., Kuznetsova I.B. Features of the Organogenesis of Half-highbush Blueberry at Different Stages of Clonal Micropropagation. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019; 4(78): 105–106 (in Russ.).

4. Makeev V.A., Makeeva G.Yu., Mozuleva S.A. Opyt introdukcii golubiki uzkolistnoj i ee gibridov v Kostromskoj oblasti [The Experience of Introduction of Narrowleaved Blueberry and Its Hybrids in the Kostroma region]. Proc. of 57 Conf. for Young Scientists and Students. Kostroma. 2005. 96–97 (in Russ.)

5. Sheveluha V.S. [et al.]. Selskohozyajstvennaya biotekhnologiya [Agricultural Biotechnology]. Moscow: Vysshaya shkola, 2008. 416 p. (in Russ.).

6. 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”. Proc. of the 7th Int. Symp. “Acta Horticulturae”. Chile, 2000. pp. 281–286.

7. Vander Kloet S.P. The Taxonomy of *Vaccinium* Section *Rigiolepis* (Vaccinieae, Ericaceae). *Blumea*, 2005. 50: 477–497.

УДК 636.084.523

doi: 10.34655/bgsha.2021.63.2.021

И.В. Малявко, В.А. Малявко

УСВОЕНИЕ КАЛЬЦИЯ ДОЙНЫМИ КОРОВАМИ В ПЕРВЫЕ 100 ДНЕЙ ЛАКТАЦИИ ПРИ ИХ ПОВЫШЕННОМ УРОВНЕ КОРМЛЕНИЯ В ПРЕДОТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Ключевые слова: кормовая база хозяйства, корма и их химический анализ, предотельный период, рационы кормления коров в сухостойный период и первую фазу лактации, кальций, принято и переварено, использовано и усвоено.

Представлены результаты физиологического опыта, проведённого на дойных коровах голштинизированной чёрно-пёстрой породы в первые 100 дней лактации, в котором изучили обмен кальция в их организме при их повышенном уровне кормления за три недели перед отёлом. Установили, что на усвоение этого важного элемента из рационов кормления существенное влияние оказывают как физиологическое состояние ко-