

Научная статья

УДК 634.73
DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.05**Ризогенез голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.)
in vitro в зависимости от концентрации ауксинов****Сергей Сергеевич Макаров¹**

кандидат сельскохозяйственных наук

Николай Алексеевич Бабич²

доктор сельскохозяйственных наук

Елена Ивановна Куликова³

кандидат сельскохозяйственных наук

Ирина Борисовна Кузнецова⁴

кандидат сельскохозяйственных наук

Денис Николаевич Клевцов⁵

кандидат сельскохозяйственных наук

Аннотация. Приведены результаты исследований по культивированию полувысокорослой голубики (сорта Northblue и Putte) и гибридных форм голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) *in vitro* на этапе укоренения микропобегов на питательной среде WPM. В качестве росторегулирующих веществ использовали ауксины ИМК и ИУК в концентрациях 1,0 и 2,0 мг/л. С повышением в питательной среде концентраций ИМК и ИУК от 1,0 до 2,0 мг/л количество и суммарная длина корней растений-регенерантов голубики узколистной увеличивалось в 1,2–2,4 и 1,8–8,1 раза соответственно. Суммарная длина корней на одно растение голубики имела максимальные значения (в среднем 12,2 см) при наличии в питательной среде ауксина ИУК в концентрации 2,0 мг/л. Количество и суммарная длина корней у растений гибридных форм 23-1-11 и 27-10 были соответственно в 1,2–1,3 и 1,4–1,6 раза больше, чем у сортов Northblue и Putte.

Ключевые слова: голубика узколистная, лесные ягодные растения, клональное микроразмножение, *in vitro*, корнеобразование, регуляторы роста.

Для цитирования: Макаров С.С., Бабич Н.А., Куликова Е.И., Кузнецова И.Б., Клевцов Д.Н. Ризогенез голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) *in vitro* в зависимости от концентрации ауксинов // Лесохозяйственная информация. 2022. № 1. С. 74–84. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.05

¹ Центральноевропейская лесная опытная станция, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства, старший научный сотрудник (Кострома, Российская Федерация), makarov_serg44@mail.ru

² Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, профессор (Архангельск, Российская Федерация), forest@narfu.ru

³ Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, заведующий кафедрой растениеводства, земледелия и агрохимии (Вологда, Российская Федерация), elena-kulikova@list.ru

⁴ Костромская государственная сельскохозяйственная академия, доцент (Кострома, Российская Федерация), sonnereiser@yandex.ru

⁵ Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, доцент (Архангельск, Российская Федерация), d.klevtsov@narfu.ru

Original article

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.05

Rhizogenesis of Narrow-Leaved Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) *in vitro* Depending on the Concentration of Auxins

Sergey S. Makarov¹

Candidate of Agricultural Sciences

Nikolay A. Babich²

Doctor of Agricultural Sciences

Elena I. Kulikova³

Candidate of Agricultural Sciences

Irina B. Kuznetsova⁴

Candidate of Agricultural Sciences

Denis N. Klevtsov⁵

Candidate of Agricultural Sciences

Abstract. The results of studies on the cultivation of half-highbush blueberry (Northblue and Putte cultivars) and hybrid forms of narrow-leaved blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) *in vitro* at the stage of rooting of microshoots on WPM nutrient medium. IBA and IAA are used as growth regulating substances at concentrations of 1.0 and 2.0 mg/l. The number and total length of the roots of blueberry regenerated plants increased by 1.2–2.4 and 1.8–8.1 times, respectively, with an increase in the concentration of IBA and IAA in the nutrient medium from 1.0 to 2.0 mg/l. The total length of roots per plant of blueberry has maximum values (12.2 cm on average) in the presence of IAA auxin in the nutrient medium at a concentration of 2.0 mg/l, while in plants of hybrid forms 23-1-11 and 27-10 the number and the total length of roots per plant are 1.2–1.3 and 1.4–1.6 times greater, respectively, than in the Northblue and Putte cultivars.

Key words: narrow-leaved blueberry, forest berry plants, clonal micropropagation, *in vitro*, root formation, growth regulators.

For citation: Makarov S., Babich N., Kulikova E., Kuznetsova I., Klevtsov D. Rhizogenesis of Narrow-Leaved Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) *in vitro* Depending on the Concentration of Auxins // Forestry information. 2022. № 1. P. 74–84. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.1.05

¹ Central European Forestry Experimental Station, Branch of the Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Senior Researcher (Kostroma, Russian Federation), makarov_serg44@mail.ru

² Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Professor (Arkhangelsk, Russian Federation), forest@narfu.ru

³ Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Head of the Plant Growing, Agriculture and Agrochemistry Chair (Vologda, Russian Federation), elena-kulikova@list.ru

⁴ Kostroma State Agricultural Academy, Associate Professor (Kostroma, Russian Federation), sonnereiser@yandex.ru

⁵ Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Associate Professor (Arkhangelsk, Russian Federation), d.klevtsov@narfu.ru

Сохранение лесных ресурсов и комплексное их использование для удовлетворения различных потребностей общества при организации многоцелевого, рационального, непрерывного и неистощительного использования лесов – важнейший принцип лесного законодательства и приоритетное направление развития лесного хозяйства и лесопромышленного комплекса (Стратегия развития лесного комплекса РФ до 2030 года [1], проекты «Сохранение лесов» и «Сохранение биоразнообразия и развитие экотуризма» в рамках Национального проекта «Экология» [2]).

Чтобы решить актуальные задачи развития лесного хозяйства Российской Федерации, необходимо обеспечить более полное вовлечение в хозяйственный оборот и эффективное использование всех лесных ресурсов, не только древесины, но и пищевых лесных ресурсов, лекарственных растений и т.д. [3]. Их доля составляет свыше 10 % общей стоимости всей лесной продукции, а в некоторых случаях сопоставима со стоимостью древесины и даже превышает ее. Например, в Костромской обл. выявлены большие запасы плодов, ягод, лекарственного сырья и грибов. Однако уровень современного использования этих природных ресурсов в регионе остается низким: так, объем заготовки плодов клюквы составляет 30–60 %, других лесных ягодных растений – 10–15 %. При этом заготовка пищевых лесных ресурсов и сбор лекарственных растений на основании договоров аренды лесных участков не осуществляются [3–8].

В то же время в последние годы расширяется спрос на свежие, замороженные и переработанные лесные ягоды со стороны как российских, так и зарубежных потребителей. Потребность в ягодной продукции не обеспечивается имеющимися в стране лесными ягодниками. Интенсивный антропогенный пресс (сплошные механизированные рубки, гидролесомелиорация, техногенное загрязнение, пожары, а также нерегулируемая эксплуатация высокопродуктивных естественных угодий ягодников) приводит к истощению природных запасов дикорастущих ягодных растений и обеднению их генофонда [3, 9].

Значимость дикорастущих ягодных растений в экономике России повышается, в связи с этим возрастает и интерес к плантационному выращиванию лесных ягодных растений. При закладке высокопродуктивных плантаций лесных ягодных растений в промышленных масштабах необходимо использовать оздоровленный сортовой посадочный материал, применять специальную агротехнику возделывания [9–12]. Одним из востребованных ягодных растений является голубика. Потребность в селекционном посадочном материале голубики очень велика и пока не удовлетворяется в полном объеме.

На сегодняшний день промышленные плантации клюквы и голубики имеются лишь в ряде стран. Плантации голубики узколистной сосредоточены главным образом в местах ее естественного распространения – на северо-востоке США, в Квебеке и в приморских провинциях Канады [13–16]. Она интродуцирована в некоторых странах Европы (Швеции, Финляндии, Эстонии, Беларуси), а также в северной Японии и северном Китае. Высокая зимостойкость, заморозкоустойчивость цветков и бутонов, устойчивость к болезням, раннее вступление в стадию полного плодоношения, раннеспелость, способность произрастать и давать хорошие урожаи на бедных, избыточно увлажненных, кислых почвах определяют перспективность этого вида для возделывания в России и позволяют с успехом использовать его для биологической рекультивации на землях лесного фонда, вышедших из-под торфодобычи [17–19]. Поскольку голубика является трудноукореняемой культурой, до сих пор осуществляется поиск методов ускоренного размножения с целью увеличения ее регенерационной способности.

Для ускоренного получения большого количества высококачественного оздоровленного посадочного материала ягодных растений наиболее перспективно и целесообразно применять метод клонального микроразмножения [20–22]. Несмотря на длительность изучения клонального микроразмножения голубики, большинство работ посвящено культивированию высокорослой и полувисокорослой голубики, тогда как низкорослым видам, в частности голубике узколистной,

до сих пор уделялось меньше внимания [23, 24]. В связи с этим необходимо выполнить комплекс экспериментальных работ и дополнительно изучить влияние питательных сред, росторегулирующих веществ и других препаратов на рост и развитие растений голубики узколистной в условиях *in vitro*.

Цель исследований – изучить влияние концентрации ауксинов ИМК и ИУК в питательной среде WPM на процесс корнеобразования голубики узколистной в культуре *in vitro*.

Объекты и методика исследований

Исследования по клональному микроразмножению голубики проводили на базе филиала ВНИИЛМ «Центрально-европейской лесная опытная станция» в 2018–2021 гг. по общепринятым методикам [22]. В качестве объектов исследования использовали растения полувысокорослой голубики сортов Northblue и Putte, полученные при скрещивании видов *Vaccinium corymbosum* L. и *Vaccinium angustifolium* Ait., а также голубики узколистной гибридных форм 23-1-11 и 27-10.

Northblue – среднеспелый сорт. Куст высотой 92–122 см. Ягоды крупные, темно-синие, с естественным ароматом голубики. Данный сорт был создан в Университете штата Миннесота в 1983 г. для выращивания на бедных почвах в районах с низкими зимними температурами. Средний урожай ягод – 1,36–3,18 кг с куста (такие результаты получены при изучении сорта в штате Миннесота). Масса одной ягоды: средняя – 1,5 г, максимальная – 2,5 г. Высокую урожайность сорта в условиях умеренного климата подтвердили и исследования в Орегоне. В культуре необходимо осуществлять регулярное разреживание, что уменьшает потребность кустов в подрезке первые 5 лет. Сорт Northblue рекомендован для посадок на крупных промышленных плантациях и в фермерских хозяйствах в условиях умеренного климата [25–27].

Гибридная форма 23-1-11 выделена от свободного опыления сорта Nortblue. Низкорослый мощный куст высотой 0,5–0,7 м и диаметром

кроны 1,2–1,4 м. Форма высокостойкая (выдерживает зимние морозы до -42°C). При позднеосенних и раннелетних заморозках могут повреждаться бутоны, цветки и завязи. Образует корневища и парциальные кусты. Легко размножается корневищными черенками. Форма среднеспелая, высокоурожайная, крупноплодная. Возможен сбор ягод в один срок. В условиях Костромской обл. ягоды начинают созревать во 2–3-й декадах июля, срок созревания средний, растянутый. Урожай ягод – 2–6 кг с куста. Плодовые кисти относительно короткие, средней плотности. Ягоды округлой формы, средних размеров и крупные (12–13 мм в диаметре), с восковым налётом средней интенсивности. Вкус ягод сладко-кислый, освежающий, приятный. Ягоды реализуются в свежем виде и идут на переработку.

Putte. Сорт, выведенный в Швеции и сохранивший такие признаки дикорастущего низкорослого вида, как высокая морозостойкость; ягоды очень ароматные, сладкие, почти черные, со слабым голубым восковым налётом. Прямостоячий куст высотой 0,5–0,7 м с вертикально направленными ветвями. Сорт среднеспелый. Ягоды небольшие – 1,2–1,4 см в диаметре, массой до 1 г, собраны в крупные свисающие гроздья, созревают в конце июля – начале августа. Урожай ягод – 1,0–2,0 кг с куста [28].

Гибридная форма 27-10 выделена от свободного опыления сорта Putte. Куст среднерослый высотой 60–70 см, раскидистый. Зимостойкость высокая, подмерзание цветковых почек в отдельные годы достигает 3 %. Образует корневища и парциальные кусты. Легко размножается стеблевыми одревесневшими и зелеными черенками. Форма среднего срока созревания, высокоурожайная, крупноплодная. В условиях Костромской обл. ягоды начинают созревать в середине июля. Урожай ягод – 2,4–7,1 кг с куста. Ягоды слегка сплюсненной формы с восковым налётом средней интенсивности, средних размеров и крупные (12–13 мм в диаметре), средняя масса ягоды – 1,2 г. Вкус ягод кисло-сладкий, освежающий, приятный.

В ходе исследований изучали влияние ауксинов ИМК (индолилмасляная кислота) и ИУК

(индолилуксусная кислота) в концентрациях 1,0 и 2,0 мг/л на процесс корнеобразования голубики узколистной при культивировании *in vitro* на этапе «укоренение микропобегов» в питательной среде Woody Plant Medium (WPM) [29] (рисунок). Определяли количество, среднюю и суммарную длину корней на одно растение-регенерант. В каждом варианте учитывали по 15 пробирочных растений.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью программ Microsoft Office Excel 2016 и AGROS v.2.11. Достоверность результатов оценивали посредством наименьшей существенной разности на 5 %-м уровне значимости (HCp_{05}) [30]. Применяли двухфакторный дисперсионный анализ, где: фактор А – концентрация ауксина; фактор В – сорт или гибридная форма.

Результаты и обсуждение

В ходе исследований выявлено, что с повышением в питательной среде WPM концентрации ауксина ИМК от 1,0 до 2,0 мг/л количество корней на одно растение голубики узколистной увеличивалось в среднем от 1,5 до 1,8 шт., а при использовании ИУК – от 1,1 до 2,6 шт. (табл. 1). У голубики узколистной гибридных форм 23-1-11 и 27-10 количество корней на одно растение составляло в среднем 1,9 шт., что в 1,2–1,3 раза больше, чем у сортов Northblue и Putte.

Средняя длина корней на одно растение голубики узколистной увеличивалась при повышении концентрации ауксинов в питательной среде. Так, при концентрации ИМК 1,0 мг/л она составляла в среднем 0,7 см, при 2,0 мг/л – 1,1 см, а с ауксином ИУК – 1,3 и 4,5 см соответственно



А



Б

**КОРНЕОБРАЗОВАНИЕ РАСТЕНИЙ-РЕГЕНЕРАНТОВ ГОЛУБИКИ УЗКОЛИСТНОЙ *IN VITRO* НА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ WPM С ДОБАВЛЕНИЕМ АУКСИНОВ:
А – ИМК; Б – ИУК**

Таблица 1. Среднее количество корней на одно растение голубики узколистной в зависимости от концентрации ауксинов и сорта

Препарат	Концентрация, мг/л	Среднее количество корней на одно растение голубики, шт.				Среднее
		Northblue	23-1-11	Rutte	27-10	
ИМК	1,0	1,3	1,8	1,5	1,6	1,5
	2,0	1,9	1,8	1,7	1,8	1,8
ИУК	1,0	1,0	1,1	1,2	1,0	1,1
	2,0	2,0	2,9	2,2	3,3	2,6
Среднее		1,5	1,9	1,6	1,9	

НСР₀₅ фактор А = 0,44, фактор В = 0,31, общ. = 0,68

(табл. 2). Следует отметить, что при одинаковых концентрациях ауксинов средняя длина корней при добавлении ИУК была в 1,9–4,1 раза больше, чем при ИМК. Существенных различий в зависимости от сорта или формы не выявлено.

Суммарная длина корней на одно растение голубики узколистной была максимальной

при наличии в питательной среде ауксина ИУК в концентрации 2,0 мг/л и достигала в среднем 12,2 см. При его концентрации 1,0 мг/л она составляла 1,5 см, что соответственно в 6,1 и 1,4 раза больше, чем при использовании ауксина ИМК в тех же концентрациях (табл. 3).

Таблица 2. Средняя длина корней на одно растение голубики узколистной в зависимости от концентрации ауксинов и сорта

Препарат	Концентрация, мг/л	Средняя длина корней на одно растение голубики, см				Среднее
		Northblue	23-1-11	Rutte	27-10	
ИМК	1,0	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7
	2,0	1,0	1,1	1,3	1,1	1,1
ИУК	1,0	1,0	1,2	1,5	1,6	1,3
	2,0	3,8	4,8	4,5	5,1	4,5
Среднее		1,6	1,9	2,0	2,1	

НСР₀₅ фактор А = 0,74, фактор В = 0,52, общ. = 0,92

Таблица 3. Суммарная длина корней на одно растение голубики узколистной в зависимости от концентрации ауксинов и сорта

Препарат	Концентрация, мг/л	Суммарная длина корней на одно растение голубики, см				Среднее
		Northblue	23-1-11	Rutte	27-10	
ИМК	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,1
	2,0	1,9	2,0	2,2	2,0	2,0
ИУК	1,0	1,0	1,4	1,9	1,6	1,5
	2,0	7,6	14,0	10,0	17,0	12,2
Среднее		2,9	4,6	3,8	5,4	

НСР₀₅ фактор А = 2,07, фактор В = 1,43, общ. = 3,02

У гибридных форм 23-1-11 и 27-10 суммарная длина корней на одно растение составляла в среднем 4,6 и 5,4 см соответственно и в 1,2–1,9 раза превышала аналогичный показатель для Northblue и Putte.

Выводы

В результате исследований установлено, что при клональном микроразмножении голубики

узколистной с повышением в питательной среде WPM концентраций ИМК и ИУК от 1,0 до 2,0 мг/л количество и длина корней растений-регенерантов увеличивались. Суммарная длина корней на одно растение имела максимальные значения при наличии в питательной среде ауксина ИУК в концентрации 2,0 мг/л. При этом у голубики узколистной гибридных форм 23-1-11 и 27-10 количество и суммарная длина корней на одно растение были больше, чем у сортов Northblue и Putte.

Список источников

1. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 11.02.2021 № 312-р.
2. Паспорт национального проекта «Экология». Утвержден протоколом президиума Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам от 24.12.2018 № 16.
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 // Лесной журнал. – 2019. – № 6. – С. 118–131.
4. Красильников, П.К. К вопросу об учете запасов брусники, черники, голубики и клюквы в пределах лесной зоны европейской части СССР / П.К. Красильников, А.А. Никитин // Растительные ресурсы. – 1965. – Вып. 1. – С. 130–149.
5. Черкасов, А.Ф. Основные дикорастущие плодово-ягодные растения и грибы Костромской области, их ресурсы, использование и охрана / А.Ф. Черкасов // Природа Костромской области и ее охрана. – Ярославль : Верхне-Волжск. изд-во, 1973. – С. 81–90.
6. Леса Костромской области: современное состояние и перспективы лесопользования : учеб. пособие / В. В. Шутов [и др.] ; под ред. В. В. Шутова. – Кострома : изд-во КГТУ, 2006. – 179 с.
7. Недревесные лесные ресурсы Костромской области: дикорастущие плоды и ягоды, лекарственные растения и грибы : моногр. / А. Ф. Черкасов [и др.]. – Кострома : изд-во КГТУ, 2006. – 250 с.
8. Лесной план Костромской области на 2019–2028 годы. Утвержден постановлением губернатора Костромской области от 25.01.2019 № 17.
9. Тяк, Г.В. Биологическая рекультивация выработанных торфяников путем создания посадок лесных ягодных растений / Г.В. Тяк, Л.Е. Курлович, А.В. Тяк // Вестник Казанского гос. аграрного ун-та. – 2016. – Т. 11. – № 2. – С. 43–46.
10. Тяк, Г.В. Выращивание лесных ягодных растений в России: современное состояние и перспективы / Г.В. Тяк, С.С. Макаров, Л.Е. Курлович // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : матер. V науч.-техн. конф. (Санкт-Петербург, 16–18 июня 2020). – СПб., 2020. – С. 254–256.
11. Noormets, M. Recultivation of Opencast Peat Pits with *Vaccinium* Culture in Estonia / M. Noormets, K. Karp, T. Paal // Ecosystems and Sustainable Development. – 2003. – Vol. 2. – P. 1005–1014. DOI: 10.2495/ECO030242
12. Berry Cultivation in Cutover Peatlands in Estonia: Agricultural and Economical Aspects / K. Vahej e [et al.] // Baltic Forestry. – 2010. – Vol. 16. – № 2. – P. 264–272.
13. The Lowbush Blueberry Industry in Eastern Canada / W.G. Barker, I.V. Hall, L.E. Aalders, G.W. Wood // Economic Botany. – 1964. – Vol. 18. – № 4. – P. 357–365.
14. Blatt, C.R. Management Practices and Marketable Yields of Lowbush Blueberries / C.R. Blatt // Hort Science. – 1983. – Vol. 18. – № 6. – P. 938–940.
15. Hepler, P.R. The Split Block: A Useful Design for Extension and Research in Lowbush Blueberries / P.R. Hepler, A.A. Ismail // Hort Science. – 1985. – Vol. 20. – № 45. – P. 735–737.
16. Hancock, J.F. Blueberry Culture in North America / J.F. Hancock, A.D. Draper // HortScience. – 1989. – Vol. 24. – № 4. – P. 551–556.
17. Голубика высокорослая: оценка адаптационного потенциала при интродукции в условиях Беларуси / Ж.А. Рупасова [и др.] ; под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Белорусская наука, 2007. – 442 с.
18. Yarborough, D.E. Cultivated Lowbush Blueberry (*Vaccinium angustifolium*) Establishment and Management / D.E. Yarborough // Journal of Jilin University. – 2009. – Vol. 31. – № 5. – P. 556–560.
19. Павловский, Н.Б. Систематическое положение и классификация сортов голубики секции *Suapococcus* / Н.Б. Павловский // Плодоводство. – 2013. – Т. 25. – С. 533–543.

20. Бутенко, Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе / Р.Г. Бутенко. – М. : ФБК-Пресс, 1999. – 160 с.
21. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия : учеб. ; изд. 4-е, перераб. и доп. / под. ред. В.С. Шевелухи. – М. : URSS, 2015. – 715 с.
22. Калашникова, Е.А. Клеточная инженерия растений : учеб. и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – М. : Юрайт, 2020. – 333 с.
23. Frett, J.J. In Vitro Shoot Production of Lowbush Blueberry / J.J. Frett, J.M. Smagula // Canadian Journal of Plant Science. – 1983. – Vol. 63. – № 2. – P. 467–472.
24. Nickerson, N.L. Callus Formation in Stem Internode Sections of Lowbush Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) Cultured on a Medium Containing Plant Growth Regulators / N.L. Nickerson, I.V. Hall // Hortic. Res. – 1976. – Vol. 16. – P. 29–35.
25. Результаты испытаний полувысокорослой голубики сорта Northblue в Костромской области / В.А. Макеев, Г.Ю. Макеева, Г.В. Тяк, С.С. Макаров // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе : сб. ст. 72-й Междунар. науч.-практ. конф. – Караваяево : Костромская ГСХА, 2021. – С. 28–32.
26. Blueberry Nursery Stock. Commercial Growers Catalog & Price List. – Oregon, USA: Fall Creek Farm & Nursery Inc., 2000. – 20 p.
27. Starast, M. The Effect of Using Different Mulches and Growth Substrates on Half-highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* × *V. angustifolium*) Cultivars “Northblue” and “Northcountry” / M. Starast, K. Karp, T. Paal // Acta Horticulturae (Proc. 7th Int. Symp.) – Chile, 2000. – P. 281–286.
28. Курлович, Т.В. Клюква, голубика, брусника : пособие для садоводов-любителей / Т.В. Курлович. – М. : Ниола-Пресс ; Юнион-Паблик, 2007. – 200 с.
29. Lloyd, G. Commercially-feasible Micropropagation of Mountain Laurel, *Kalmia latifolia*, by Use of Shoot Tip Culture / G. Lloyd, B. McCown // Combined Proceedings of the International Plant Propagator's Society. – 1980. – Vol. 30. – P. 421–427.
30. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учеб. ; изд. 6-е / Б.А. Доспехов. — М. : Альянс, 2011. – 350 с.

References

1. Strategiya razvitiya lesnogo kompleksa Rossijskoj Federacii do 2030 goda. Utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 11.02.2021 № 312-r.
2. Pasport nacional'nogo proekta «Ekologiya». Utverzhden protokolom prezidiuma Soveta pri Prezidente RF po strategicheskomu razvitiyu i nacional'nym proektam ot 24.12.2018 № 16.
3. Problemy ispol'zovaniya i vosproizvodstva fitogennyh pishchevyh i lekarstvennyh resursov lesa na zemlyah lesnogo fonda Kostromskoj oblasti / S.S. Makarov, E.S. Bagaev, S.Yu. Caregradskaya, I.B. Kuznecova // Lesnoj zhurnal. – 2019. – № 6. – S. 118–131.
4. Krasil'nikov, P.K. K voprosu ob uchete zapasov brusniki, cherniki, golubiki i klyukvy v predelakh lesnoj zony evropejskoj chasti SSSR / P.K. Krasil'nikov, A.A. Nikitin // Rastitel'nye resursy. – 1965. – Vyp. 1. – S. 130–149.
5. Cherkasov, A.F. Osnovnye dikorastushchie plodovo-yagodnye rasteniya i griby Kostromskoj oblasti, ih resursy, ispol'zovanie i ohrana / A.F. Cherkasov // Priroda Kostromskoj oblasti i ee ohrana. – Yaroslavl' : Verhne-Volzhs. izd-vo, 1973. – S. 81–90.
6. Lesa Kostromskoj oblasti: sovremennoe sostoyanie i perspektivy lesopol'zovaniya : ucheb. posobie / V.V. Shutov [i dr.] ; pod red. V.V. Shutova. – Kostroma : izd-vo KGTU, 2006. – 179 s.
7. Nedrevesnye lesnye resursy Kostromskoj oblasti: dikorastushchie plody i yagody, lekarstvennye rasteniya i griby : monogr. / A.F. Cherkasov [i dr.]. – Kostroma : izd-vo KGTU, 2006. – 250 s.

8. Lesnoj plan Kostromskoj oblasti na 2019–2028 gody. Utverzhden postanovleniem gubernatora Kostromskoj oblasti ot 25.01.2019 № 17.
9. Tyak, G.V. Biologicheskaya rekul'tivaciya vyrabotannyh torfyanikov putem sozdaniya posadok lesnyh yagodnyh rastenij / G.V. Tyak, L.E. Kurlovich, A.V. Tyak // Vestnik Kazanskogo gos. agrarnogo un-ta. – 2016. – T. 11. – № 2. – S. 43–46.
10. Tyak, G.V. Vyrashchivanie lesnyh yagodnyh rastenij v Rossii: sovremennoe sostoyanie i perspektivy / G.V. Tyak, S.S. Makarov, L.E. Kurlovich // Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovanie : mater. V nauch.-tekhn. konf. (Sankt-Peterburg, 16–18 iyunya 2020). – SPb., 2020. – S. 254–256.
11. Noormets, M. Recultivation of Opencast Peat Pits with Vaccinium Culture in Estonia / M. Noormets, K. Karp, T. Paal // Ecosystems and Sustainable Development. – 2003. – Vol. 2. – P. 1005–1014. DOI: 10.2495/ECO030242
12. Berry Cultivation in Cutover Peatlands in Estonia: Agricultural and Economical Aspects / K. Vaheje [et al.] // Baltic Forestry. – 2010. – Vol. 16. – № 2. – P. 264–272.
13. The Lowbush Blueberry Industry in Eastern Canada / W.G. Barker, I.V. Hall, L.E. Aalders, G.W. Wood // Economic Botany. – 1964. – Vol. 18. – № 4. – P. 357–365.
14. Blatt, C.R. Management Practices and Marketable Yields of Lowbush Blueberries / C.R. Blatt // Hort Science. – 1983. – Vol. 18. – № 6. – P. 938–940.
15. Hepler, P.R. The Split Block: A Useful Design for Extension and Research in Lowbush Blueberries / P.R. Hepler, A.A. Ismail // Hort Science. – 1985. – Vol. 20. – № 45. – P. 735–737.
16. Hancock, J.F. Blueberry Culture in North America / J.F. Hancock, A.D. Draper // HortScience. – 1989. – Vol. 24. – № 4. – P. 551–556.
17. Golubika vysokoroslaya: ocenka adaptacionnogo potentsiala pri introdukciivusloviyahBelarusi / Zh.A. Rupasova [i dr.] ; pod red. V.I. Parfenova. – Minsk : Belorusskaya nauka, 2007. – 442 s.
18. Yarborough, D.E. Cultivated Lowbush Blueberry (*Vaccinium angustifolium*) Establishment and Management / D.E. Yarborough // Journal of Jilin University. – 2009. – Vol. 31. – № 5. – P. 556–560.
19. Pavlovskij, N.B. Sistematischeskoe polozhenie i klassifikaciya sortov golubiki sekcii Cyanococcus / N.B. Pavlovskij // Plodovodstvo. – 2013. – T. 25. – S. 533–543.
20. Butenko, R.G. Biologiya kletok vysshih rastenij in vitro i biotekhnologii na ih osnove / R.G. Butenko. – M. : FBK-Press, 1999. – 160 s.
21. Sel'skohozyajstvennaya biotekhnologiya i bioinzhenneriya : ucheb. ; izd. 4-e, pererab. i dop. / pod. red. V.S. Sheveluhi. – M. : URSS, 2015. – 715 s.
22. Kalashnikova, E.A. Kletchnaya inzheneriya rastenij : ucheb. i praktikum dlya vuzov / E.A. Kalashnikova. – M. : Yurajt, 2020. – 333 s.
23. Frett, J.J. In Vitro Shoot Production of Lowbush Blueberry / J.J. Frett, J.M. Smagula // Canadian Journal of Plant Science. – 1983. – Vol. 63. – № 2. – P. 467–472.
24. Nickerson, N.L. Callus Formation in Stem Internode Sections of Lowbush Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) Cultured on a Medium Containing Plant Growth Regulators / N.L. Nickerson, I.V. Hall // Hortic. Res. – 1976. – Vol. 16. – P. 29–35.
25. Rezul'taty ispytanij poluvysokorosloj golubiki sorta Northblue v Kostromskoj oblasti / V.A. Makeev, G.Yu. Makeeva, G.V. Tyak, S.S. Makarov // Aktual'nye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse : sb. st. 72-j Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Karavaevo : Kostromskaya GSKHA, 2021. – S. 28–32.
26. Blueberry Nursery Stock. Commercial Growers Catalog & Price List. – Oregon, USA: Fall Creek Farm & Nursery Inc., 2000. – 20 p.
27. Starast, M. The Effect of Using Different Mulches and Growth Substrates on Half-highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* × *V. angustifolium*) Cultivars “Northblue” and “Northcountry” / M. Starast, K. Karp, T. Paal // Acta Horticulturae (Proc. 7th Int. Symp.) – Chile, 2000. – P. 281–286.

28. Kurlovich, T.V. Klyukva, golubika, brusnika : posobie dlya sadovodov-lyubitelej / T.V. Kurlovich. – M. : Niola-Press ; Yunion-Pablik, 2007. – 200 s.
29. Lloyd, G. Commercially-feasible Micropropagation of Mountain Laurel, *Kalmia latifolia*, by Use of Shoot Tip Culture / G. Lloyd, B. McCown // Combined Proceedings of the International Plant Propagator's Society. – 1980. – Vol. 30. – P. 421–427.
30. Dospikhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) : ucheb. ; izd. 6-e / B.A. Dospikhov. — M. : Al'yans, 2011. – 350 s.