

Научная статья

УДК 634.73

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.2.04

Влияние концентрации росторегулирующих препаратов на биометрические показатели клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.) при культивировании *in vitro*

Сергей Сергеевич Макаров¹

кандидат сельскохозяйственных наук

Павел Александрович Феклистов²

доктор сельскохозяйственных наук

Татьяна Анатольевна Макарова³

кандидат биологических наук

Ирина Борисовна Кузнецова⁴

кандидат сельскохозяйственных наук

Зоя Анатольевна Самойленко⁵

кандидат биологических наук

Аннотация. Приведены результаты исследований по выращиванию клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.) сорта Дар Костромы и гибридной формы 1-15-635 в культуре *in vitro* на этапе «собственно микроразмножение» на питательной среде WPM. Клональное микроразмножение наиболее целесообразно использовать для ускоренного получения большого количества высококачественного посадочного материала лесных ягодных растений. Однако технологии клонального микроразмножения клюквы болотной сортов российской селекции нуждаются в совершенствовании. В качестве росторегулирующих веществ использовали цитокинин 2-иР в концентрациях 1,0 и 2,0 мг/л и адаптоген Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мл/л. При повышении концентрации цитокинина 2-иР от 1,0 до 2,0 мг/л в питательной среде WPM возросли количество (в 1,2 раза) и суммарная длина (в 1,3 раза) микропобегов клюквы болотной *in vitro*. Добавление препарата Эпин-Экстра 0,5 мг/л в питательную среду способствовало увеличению количества (в 1,1 раза) и суммарной длины (в 1,2 раза) микропобегов. Существенных различий по количеству и длине микропобегов клюквы болотной в зависимости от сорта или формы не выявлено.

Ключевые слова: клюква болотная, лесные ягодные растения, микрклональное размножение, *in vitro*, побегообразование, росторегулирующие препараты.

Для цитирования: Макаров С.С., Феклистов П.А., Макарова Т.А., Кузнецова И.Б., Самойленко З.А. Влияние концентрации росторегулирующих препаратов на биометрические показатели клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.) при культивировании *in vitro* // Лесохозяйственная информация. 2022. № 2. С. 47–55. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.2.04

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

² Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова УрО РАН, главный научный сотрудник (Архангельск, Российская Федерация), pfeklistov@yandex.ru

³ Сургутский государственный университет, доцент (Сургут, Российская Федерация), tatiana.makarowa2010@yandex.ru

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

⁵ Сургутский государственный университет, доцент (Сургут, Российская Федерация), zoyasl@yandex.ru

Original article

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.2.04

Influence of the Concentration of Growth-Regulating Preparation on the Biometric Indicators of the European Cranberry (*Oxycoccus palustris* Pers.) during *in vitro* Cultivation

Sergey S. Makarov¹

Candidate of Agricultural Sciences

Pavel A. Feklistov²

Doctor of Agricultural Sciences

Tatiana A. Makarova³

Candidate of Biological Sciences

Irina B. Kuznetsova⁴

Candidate of Agricultural Sciences

Zoya A. Samoylenko⁵

Candidate of Biological Sciences

Abstract. The results of studies on the cultivation of European cranberry (*Oxycoccus palustris* Pers.) of the Dar Kostromy cultivar and the hybrid form 1-15-635 *in vitro* at the stage of “proper micropropagation” on the WPM nutrient medium. Clonal micropropagation is most appropriate to use for the rapid production of a large amount of high-quality planting material for forest berry plants. Technologies of clonal micropropagation of European cranberry cultivars of Russian selection need to be improved. Growth-regulating substances are 2-iP cytokinin at the concentrations of 1.0 and 2.0 mg/l and adaptogen Epin-Extra at a concentration of 0.5 ml/l. An increase in the concentration of cytokinin 2-iP from 1.0 to 2.0 mg/l in the WPM nutrient medium contributed to an increase in the number (by 1.2 times) and total length (by 1.3 times) of cranberry microshoots *in vitro*. The addition of Epin-Extra 0.5 mg/l to the nutrient medium contributed to a increase in the number by 1.1 times and a increase in the total length by 1.2 times of microshoots. Significant differences in the number and length of shoots of European cranberry are not revealed depending on the cultivar or form.

Keywords: european cranberry, forest berry plants, microclonal propagation, *in vitro*, shoot formation, growth-regulating preparations.

For citation: Makarov S., Feklistov P., Makarova T., Kuznetsova I., Samoylenko Z. Influence of the Concentration of Growth-Regulating Preparation on the Biometric Indicators of the European Cranberry (*Oxycoccus palustris* Pers.) during *In Vitro* Cultivation // Forestry information. 2022. № 2. P. 47–55. DOI 10.24419 / LHI.2304-3083.2022.2.04

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 Federal Research Center for the Comprehensive Study of the Arctic named after Academician N.P. Laverov, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher (Arkhangelsk, Russian Federation), pfeklistov@yandex.ru

³ Surgut State University, Associate Professor (Surgut, Russian Federation), tatiana.makarowa2010@yandex.ru

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

⁵ Surgut State University, Associate Professor (Surgut, Russian Federation), zoyasl@yandex.ru

Создание промышленных плантаций лесных ягодных растений в России в настоящее время приобретает особую актуальность, поскольку это позволит решить такие проблемы лесного и сельского хозяйства, как постоянно возрастающий спрос на хозяйственно ценные в пищевом и лекарственном отношении виды ягодной продукции, недостаточный объем использования пищевых лесных ресурсов, рекультивация нарушенных нелесных земель, истощение естественных запасов ягодников и др.

Для культивирования лесных ягодных растений в промышленных масштабах необходимо применять оздоровленный сортовой посадочный материал и специальную агротехнику выращивания [1–3].

Промышленные плантации клюквы созданы в ряде зарубежных стран (Канада, США, Беларусь и др.). Введение в культуру клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.) на территории России началось в конце XX в. По сравнению с клюквой крупноплодной данный вид является менее урожайным, больше подвержен угнетению сорной растительностью и сложнее поддается механизированному сбору урожая ягод, однако он более перспективен для возделывания в таежной зоне России в силу невысокой потребности в тепле [4]. Исследованиями установлено, что при выращивании на плантациях, в том числе на выработанных торфяных месторождениях, клюква болотная характеризуется более высокой урожайностью, чем в естественных зарослях [5]. Кроме того, повысить урожайность можно за счет использования высокопродуктивных сортов и гибридов [6, 7].

Для ускоренного и круглогодичного выращивания в большом количестве высококачественного оздоровленного посадочного материала при плантационном выращивании клюквы целесообразно использовать современные биотехнологические способы размножения [8, 9]. Микроклональное размножение клюквы, в основном крупноплодной, рассмотрено во многих исследованиях [10–17], в то время как технологии микроклонирования клюквы болотной, в частности

сортов и гибридных форм российской селекции, нуждаются в совершенствовании. В связи с этим осуществляется комплекс экспериментальных работ и изучение влияния питательных сред, росторегулирующих веществ и других препаратов на рост и развитие растений данного вида в условиях *in vitro*.

Цель исследований – изучить влияние цитокинина 2-иР в разной концентрации и препарата Эпин-Экстра в составе питательной среды WPM на процесс образования микропобегов клюквы болотной в культуре *in vitro*.

Объекты и методика исследований

Исследования по микроклональному размножению проводили в 2019–2021 гг. на базе филиала ВНИИЛМ «Центрально-европейская лесная опытная станция» по общепринятым методикам [18]. В качестве объектов исследования использовали растения клюквы болотной сорта Дар Костромы и гибридной формы 1-15-635.

Дар Костромы – сорт среднераннего срока созревания. Стебли толстые, светло-коричневые и коричневые. Листья крупные, широколанцетные, зеленые. Ягоды очень крупные (12,5×16,5 мм), округло-сплюснутой формы, ребристые, с глубокой выемкой у плодоножки, темно-красные и вишневые, кислые, сочные. Средняя масса 100 ягод – 152 г, максимальная масса одного плода – 4,98 г. Средняя урожайность – 1,6 кг/м², максимальная – 4,1 кг/м². Сохраняемость ягод удовлетворительная. Достоинствами сорта являются высокая урожайность, крупноплодность и раннеспелость. К недостаткам относятся формирование большей части урожая внутри заросли и низкая завязываемость ягод в отдельные годы [19].

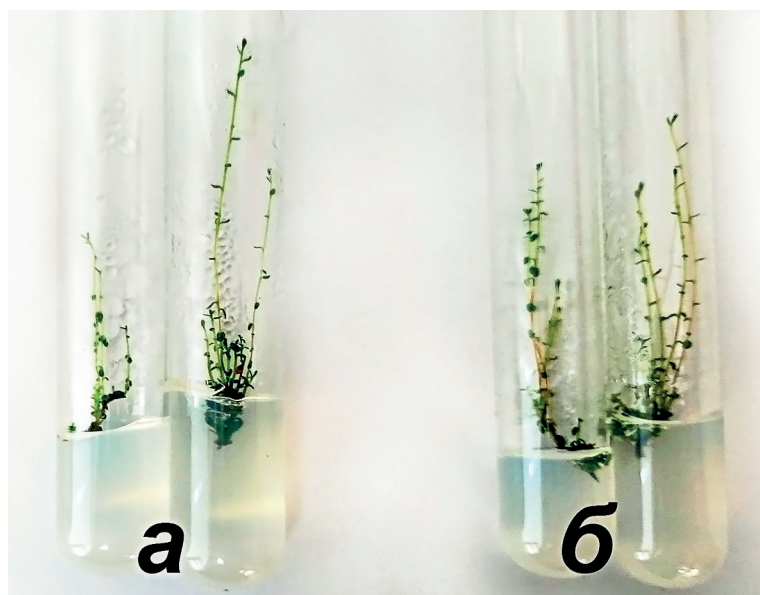
Гибридная форма 1-15-635 выделена из гибридной семьи ♀15V×♂Virussaare [20]. Материнская форма 15V отобрана из естественной популяции (Южная Карелия) сотрудниками Института биологии Карельского научного центра РАН [21, 22]. Отцовский высокоурожайный

сорт Virussaare создан в Эстонии [23]. Ягоды крупные, округлые, темно-красные. Масса одного плода – 1,8 г, максимальная – 3,3 г. Средняя урожайность – 1,5–2,0 кг/м².

Растения-регенеранты клюквы болотной культивировали на питательной среде Woody Plant Medium (WPM) в условиях световой комнаты при температуре 23...25 °С, относительной влажности воздуха 75–80 % и фотопериоде 16/8 ч.

На этапе «собственно микроразмножение» изучали влияние цитокинина 2-иР (2-изопентаденин) в концентрациях 1,0 и 2,0 мг/л и добавления адаптогена Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мл/л в питательную среду WPM [24] на процесс побегообразования клюквы болотной *in vitro* (рисунок). Определяли количество, среднюю и суммарную длину микропобегов на одно растение-регенерант. В каждом варианте учитывали по 15 пробирочных растений, повторность опыта 3-кратная.

Статистическую обработку полученных экспериментальных данных проводили с использованием программ Microsoft Office Excel



ПОБЕГООБРАЗОВАНИЕ РАСТЕНИЙ-РЕГЕНЕРАНТОВ КЛЮКВЫ БОЛОТНОЙ *IN VITRO* НА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ WPM С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИТОКИНИНА 2-ИР:
А – БЕЗ ПРЕПАРАТА ЭПИН-ЭКСТРА;
Б – С ДОБАВЛЕНИЕМ ЭПИН-ЭКСТРА 0,5 МЛ/Л

2016 и AGROS v.2.11. Достоверность результатов оценивали с помощью наименьшей существенной разности на 5 %-м уровне значимости (HCP_{05}) [25]. Применяли двухфакторный дисперсионный анализ, где: фактор А – концентрация цитокинина; фактор В – добавление адаптогена.

Результаты и обсуждение

В результате исследований установлено, что на этапе «собственно микроразмножение» с повышением в питательной среде WPM концентрации цитокинина 2-иР от 1,0 до 2,0 мг/л количество микропобегов клюквы болотной увеличивалось в среднем в 1,2 раза (табл. 1). При наличии в питательной среде препарата Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мг/л количество микропобегов на одно растение составляло в среднем 4,6 шт., что лишь незначительно выше, чем в контроле (4,1 шт.). Существенных различий по этому показателю у сорта Дар Костромы и гибрида 1-15-635 не выявлено.

Статистически значимых различий в средней длине побегов клюквы болотной *in vitro* в зависимости от сорта, концентрации цитокинина 2-иР и наличия в питательной среде препарата Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мг/л не выявлено (табл. 2).

Суммарная длина микропобегов клюквы болотной *in vitro* при повышении концентрации цитокинина 2-иР от 1,0 до 2,0 мг/л увеличилась в 1,3 раза и в среднем у сорта Дар Костромы составляла 54,2 см, у гибридной формы 1-15-635 – 59,4 см (табл. 3).

При содержании в питательной среде препарата Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мг/л суммарная длина микропобегов клюквы болотной составляла в среднем 55,6 см, что в 1,2 раза выше, чем в варианте без препарата.

Исследования выполнены в рамках государственного задания Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН (№ гос. регистрации – 122011400384-2).

Таблица 1. Количество микропобегов на одно растение клюквы болотной на питательной среде WPM в зависимости от концентрации цитокинина 2-IP и наличия адаптогена Эпин-Экстра, шт.

Сорт / форма	Концентрация 2-IP, мг/л	Количество побегов, шт.		
		Без Эпин-Экстра	Эпин-Экстра 0,5 мг/л	Среднее
Сорт Дар Костромы	1,0	3,7	3,9	3,8
	2,0	4,3	5,1	4,7
Гибридная форма 1-15-635	1,0	3,9	4,3	4,1
	2,0	4,6	5,2	4,9
Среднее		4,1	4,6	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,92, фактор В = 0,96, общ. = 1,31				

Таблица 2. Средняя длина микропобегов на одно растение клюквы болотной на питательной среде WPM в зависимости от концентрации цитокинина 2-IP и наличия адаптогена Эпин-Экстра, см

Сорт / форма	Концентрация 2-IP, мг/л	Средняя длина побегов, см		
		Без Эпин-Экстра	Эпин-Экстра 0,5 мг/л	Среднее
Сорт Дар Костромы	1,0	10,9	11,7	11,3
	2,0	11,1	11,9	11,5
Гибридная форма 1-15-635	1,0	11,2	11,8	11,4
	2,0	11,6	12,6	12,1
Среднее		11,2	12,0	-
НСР ₀₅ фактор А = 0,94, фактор В = 0,98, общ. = 1,42				

Таблица 3. Суммарная длина микропобегов на одно растение клюквы болотной на питательной среде WPM в зависимости от концентрации цитокинина 2-IP и наличия адаптогена Эпин-Экстра, см

Сорт / форма	Концентрация 2-IP, мг/л	Суммарная длина побегов, см		
		Без Эпин-Экстра	Эпин-Экстра 0,5 мг/л	Среднее
Сорт Дар Костромы	1,0	40,3	45,6	42,9
	2,0	47,7	60,7	54,2
Гибридная форма 1-15-635	1,0	43,7	50,7	47,2
	2,0	53,4	65,5	59,4
Среднее		46,3	55,6	-
НСР ₀₅ фактор А = 9,1, фактор В = 9,2, общ. = 12,3				

Выводы

По результатам исследований отмечено, что при выращивании клюквы болотной *in vitro* на этапе «собственно микроразмножение» с повышением концентрации цитокинина 2-IP от 1,0 до 2,0 мг/л в питательной среде WPM увеличивались

количество и суммарная длина микропобегов клюквы болотной, тогда как средняя длина практически не изменялась. Наличие в питательной среде WPM препарата Эпин-Экстра в концентрации 0,5 мг/л способствовало незначительному возрастанию количества и средней длины микропобегов и существенному увеличению их

суммарной длины. Значимых различий по количеству и длине побегов клюквы болотной между сортом Дар Костромы и гибридной формой 1-15-635 не выявлено. Таким образом, использование

препарата Эпин-Экстра в сочетании с цитокинином 2-иР в концентрации 2,0 мг/л перспективно при клональном микроразмножении клюквы болотной сортов и форм российской селекции.

Список источников

1. 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.
2. Тяк, Г.В. Биологическая рекультивация выработанных торфяников путем создания посадок лесных ягодных растений / Г.В. Тяк, Л.Е. Курлович, А.В. Тяк // Вестник Казанского ГАУ. – 2016. – Т. 11. – № 2. – С. 43–46.
3. 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.
4. Черкасов, А.Ф. Клюква / А.Ф. Черкасов, В.Ф. Буткус, А.Б. Горбунов. – М. : Лесная пром-сть, 1981. – 214 с.
5. Рекомендации по созданию плантаций клюквы в европейских районах СССР. – Гомель, 1977. – 25 с.
6. Костромской опыт рекультивации выработанных торфяников путем создания плантаций ягодных растений / Г.В. Тяк, В.А. Макеев, Г.Ю. Макеева, Л.В. Бочарова // Костромская земля в жизни Великой России: матер. межрегион. науч.-практ. конф., посвящ. 70-й годовщине образования Костромской области (Кострома, 20–21 мая 2014). – Кострома, 2014. – С. 235–237.
7. Перспективы использования выработанных торфяников для выращивания лесных ягодных растений / Г.В. Тяк, В.А. Макеев, Г.Ю. Макеева, А.В. Тяк // Инновации и технологии в лесном хозяйстве ITF-2014: тез. докл. IV Междунар. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 27–28 мая 2014). – СПб : СПбНИИЛХ, 2014. – С. 23.
8. Бутенко, Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе / Р.Г. Бутенко. – М. : ФБК-Пресс, 1999. – 160 с.
9. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия : учеб. ; изд. 4-е, перераб. и доп. / под. ред. В.С. Шевелухи. – М. : URSS, 2015. – 715 с.
10. Marcotrigiano, M.A Two-stage Micropropagation System for Cranberries / M. Marcotrigiano, S.P. McGlew // Journal of the American Society for Horticultural Science. – 1991. – Vol. 116. – № 5. – P. 911–916.
11. Smagula, J.M. Cranberry Micropropagation Using a Lowbush Blueberry / J.M. Smagula, J. Harker // Acta Horticulturae. – 1997. – Vol. 446. – P. 343–347.
12. Qu, L. Highly Efficient *in vitro* Cranberry Regeneration System Using Leaf Explants / L. Qu, J. Polashock, N. Vorsa // HortScience. – 2000. – Vol. 35. – № 5. – P. 948–952. DOI: 10.21273/HORTSCI.35.5.948
13. Debnath, S.C. A One-step *in vitro* Cloning Procedure for Cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.): The Influence of Cytokinins on Shoot Proliferation and Rooting / S.C. Debnath, K.B. McRae // Small Fruits Review. – 2005. – Vol. 4. – № 3. – P. 57–75. DOI: 10.1300/J301v04n03_05
14. Брилкина, А. А. Особенности микрклонального размножения представителей подсемейства Брусничные / А. А. Брилкина, Е. Е. Павлова // Биология клеток растений *in vitro* и биотехнология : тез. Междунар. конф. (Звенигород, 8–12 сентября 2008). – М., 2008. – С. 52–53.
15. Sedláč, J. Micropropagation of Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) Through Shoot Tip Cultures – Short Communication / J. Sedláč, F. Paprštejn // Horticultural Science (Prague). – 2011. – Vol. 38. – № 4. – P. 159–162. DOI: 10.17221/115/2010-HORTSCI
16. Clapa, D. Aspects Regarding the *in vitro* Culture and *ex vitro* Rooting in *Vaccinium macrocarpon* Cultivar ‘Pilgrim’ / D. Clapa, A. Fira, L.-A. Vescan // Bull. UASVM Animal Sci. Biotech. – 2012. – Vol. 69. – № 1-2. – P. 226–234.
17. Божидай, Т.Н. Микроразмножение *Vaccinium macrocarpon* Ait. / Т.Н. Божидай // Плодоводство. – 2013. – Т. 25. – С. 549–553.
18. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учеб. и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. – М. : Юрайт, 2020. – 333 с.

19. Помология : в 5-ти т. – Т. V: Земляника. Малина. Орехоплодные и редкие культуры / Под общ. ред. Е.Н. Семенова, Л.А. Грюнер. – Орел : ВНИИСПК, 2014. – 592 с.
20. Makeev, V.A. The Promising Intraspecific Hybrid of *Oxycoccus Palustris* / V.A. Makeev, G.Yu. Makeeva // Культура брусничных ягодников: итоги и перспективы : матер. Междунар. науч. конф. (Минск, 15–19 августа 2005). – Минск, 2005. – С. 146–150.
21. Вахрамеева, З.М. Перспективные формы клюквы болотной для возделывания в культуре / З.М. Вахрамеева // Комплексные исследования растительности болот Карелии. – Петрозаводск, 1982. – С. 97–112.
22. Токарев, П.Н. Изучение формового разнообразия клюквы болотной в Карелии / П.Н. Токарев // Экология, продуктивность и биохимический состав лекарственных и ягодных растений лесов и болот Карелии. – Петрозаводск, 1979. – С. 114–125.
23. Vilbaste, H. Cranberry – The Grape of the North / H. Vilbaste, J. Vilbaste, K. Ader. – Tallinn : Ministry of Environment, Republic of Estonia ; Nigula State Nature Reserve, 1995. – 16 p.
24. 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.
25. 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. Problemy ispol'zovaniya i vosproizvodstva fitogennyh pishchevyyh i lekarstvennyh resursov lesa na zemlyah lesnogo fonda Kostromskoy oblasti / S.S. Makarov, E.S. Bagaev, S.Yu. Caregradskaya, I.B. Kuznecova // Lesnoj zhurnal. – 2019. – № 6. – С. 118–131.
2. 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 GAU. – 2016. – Т. 11. – № 2. – С. 43–46.
3. 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. – С. 254–256.
4. Cherkasov, A.F. Klyukva / A.F. Cherkasov, V.F. Butkus, A.B. Gorbunov. – М. : Lesnaya prom-st', 1981. – 214 s.
5. Rekomendacii po sozdaniyu plantacij klyukvy v evropejskih rajonah SSSR. – Gornel', 1977. – 25 s.
6. Kostromskoj opyt rekul'tivacii vyrabotannyh torfyanikov putem sozdaniya plantacij yagodnyh rastenij / G.V. Tyak, V.A. Makeev, G.Yu. Makeeva, L.V. Bocharova // Kostromskaya zemlya v zhizni Velikoj Rossii: mater. mezhhregion. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 70-j godovshchine obrazovaniya Kostromskoy oblasti (Kostroma, 20–21 maya 2014). – Kostroma, 2014. – С. 235–237.
7. Perspektivy ispol'zovaniya vyrabotannyh torfyanikov dlya vyrashchivaniya lesnyh yagodnyh rastenij / G.V. Tyak, V.A. Makeev, G.Yu. Makeeva, A.V. Tyak // Innovacii i tekhnologii v lesnom hozyajstve ITF-2014: tez. dokl. IV Mezhdunar. nauch.-praktich. konf. (Sankt-Peterburg, 27–28 maya 2014). – SPb : SPbNIILH, 2014. – С. 23.
8. Butenko, R.G. Biologiya kletok vysshih rastenij *in vitro* i biotekhnologii na ih osnove / R.G. Butenko. – М. : FBK-Press, 1999. – 160 s.
9. Sel'skohozyajstvennaya biotekhnologiya i bioinzheneriya : ucheb. ; izd. 4-e, pererab. i dop. / pod. red. V.S. Sheveluhi. – М. : URSS, 2015. – 715 s.
10. Marcotrigiano, M.A Two-stage Micropropagation System for Cranberries / M. Marcotrigiano, S.P. McGlew // Journal of the American Society for Horticultural Science. – 1991. – Vol. 116. – № 5. – P. 911–916.

11. Smagula, J.M. Cranberry Micropropagation Using a Lowbush Blueberry / J.M. Smagula, J. Harker // Acta Horticulturae. – 1997. – Vol. 446. – P. 343–347.
12. Qu, L. Highly Efficient *in vitro* Cranberry Regeneration System Using Leaf Explants / L. Qu, J. Polashock, N. Vorsa // HortScience. – 2000. – Vol. 35. – № 5. – P. 948–952. DOI: 10.21273/HORTSCI.35.5.948
13. Debnath, S.C. A One-step *in vitro* Cloning Procedure for Cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.): The Influence of Cytokinins on Shoot Proliferation and Rooting / S.C. Debnath, K.B. McRae // Small Fruits Review. – 2005. – Vol. 4. – № 3. – P. 57–75. DOI: 10.1300/J301v04n03_05
14. Brilkina, A.A. Osobennosti mikroklonal'nogo razmnozheniya predstavitelej podsemejstva Brusnichnye / A.A. Brilkina, E.E. Pavlova // Biologiya kletok rastenij *in vitro* i biotekhnologiya : tez. Mezhdunar. konf. (Zvenigorod, 8–12 sentyabrya 2008). – M., 2008. – S. 52–53.
15. Sedlák, J. Micropropagation of Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) Through Shoot Tip Cultures – Short Communication / J. Sedlák, F. Paprštejn // Horticultural Science (Prague). – 2011. – Vol. 38. – № 4. – P. 159–162. DOI: 10.17221/115/2010-HORTSCI
16. Clapa, D. Aspects Regarding the *in vitro* Culture and *ex vitro* Rooting in *Vaccinium macrocarpon* Cultivar 'Pilgrim' / D. Clapa, A. Fira, L.-A. Vescan // Bull. UASVM Animal Sci. Biotech. – 2012. – Vol. 69. – № 1-2. – P. 226–234.
17. Bozhidaj, T.N. Mikrorazmnozhenie *Vaccinium macrocarpon* Ait. / T.N. Bozhidaj // Plodovodstvo. – 2013. – T. 25. – S. 549–553.
18. Kalashnikova, E.A. Kletochnaya inzheneriya rastenij : ucheb. i praktikum dlya vuzov / E.A. Kalashnikova. – M. : YUrajt, 2020. – 333 s.
19. Pomologiya : v 5-ti t. – T. V: Zemlyanika. Malina. Orekhoplodnye i redkie kul'tury / Pod obshch. red. E.N. Sedova, L.A. Gryuner. – Orel : VNIISPK, 2014. – 592 s.
20. Makeev, V.A. The Promising Intraspecific Hybrid of *Oxycoccus Palustris* / V.A. Makeev, G.Yu. Makeeva // Kul'tura brusnichnyh yagodnikov: itogi i perspektivy : mater. Mezhdunar. nauch. konf. (Minsk, 15–19 avgusta 2005). – Minsk, 2005. – S. 146–150.
21. Vahrameeva, Z.M. Perspektivnye formy klyukvy bolotnoj dlya vozdel'vaniya v kul'ture / Z.M. Vahrameeva // Kompleksnye issledovaniya rastitel'nosti bolot Karelii. – Petrozavodsk, 1982. – S. 97–112.
22. Tokarev, P.N. Izuchenie formovogo raznoobraziya klyukvy bolotnoj v Karelii / P.N. Tokarev // Ekologiya, produktivnost' i biohimicheskij sostav lekarstvennyh i yagodnyh rastenij lesov i bolot Karelii. – Petrozavodsk, 1979. – S. 114–125.
23. Vilbaste, H. Cranberry – The Grape of the North / H. Vilbaste, J. Vilbaste, K. Ader. – Tallinn : Ministry of Environment, Republic of Estonia ; Nigula State Nature Reserve, 1995. – 16 p.
24. 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.
25. 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.