

УДК 630*232.329.9

В. В. Носников, О. А. Селищева

Белорусский государственный технологический университет

**КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИВНОЙ ВОДЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ
НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО
МАТЕРИАЛА ХВОЙНЫХ ПОРОД С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ**

Операция полива занимает важное место в технологическом процессе выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. Наряду с количеством воды важную роль играют и такие ее качественные характеристики, как кислотность и электрическая проводимость или кондуктивность (ЕС). Анализ кислотности воды, применяемой в ряде лесохозяйственных учреждений Беларуси, показал, что она колеблется в пределах от 6,73 до 8,15. Значение ЕС колеблется от 194,5 до 1152,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, причем минимальное значение характерно для открытого водоема. Для обеспечения оптимальных условий роста вода для полива должна иметь значение кислотности, близкое к оптимальной кислотности субстрата, используемого для выращивания определенной породы. При более высоком значении pH происходит раскисление субстрата, что может вызвать снижение ростовых процессов посадочного материала.

Одним из способов регулирования кислотности воды является добавление в нее при поливе кислоты. Поставленные эксперименты показали, что как азотная, так и серная кислота эффективно снижают pH воды, однако одновременно обеспечивают значительное повышение электропроводности, что может вызвать засоление субстрата. Кроме того, для нормализации кислотности воды применение кислоты должно быть постоянным, поскольку единовременное внесение имеет кратковременный эффект.

Наиболее оптимальным с точки зрения соотношения экономических затрат и достигнутого результата методом снижения негативного воздействия поливной воды, обладающей высокими значениями pH, может являться увеличение исходной кислотности субстрата за счет снижения количества вносимого нейтрализующего материала.

Ключевые слова: полив, вода, кислотность, электропроводность, сосна обыкновенная, ель европейская.

Для цитирования: Носников В. В., Селищева О. А. Качественные характеристики поливной воды и их влияние на технологические аспекты выращивания посадочного материала хвойных пород с закрытой корневой системой // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2021. № 2 (240). С. 81–87.

V. V. Nosnikov, O. A. Selishcheva

Belarusian State Technological University

**QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF IRRIGATION WATER AND THEIR
INFLUENCE ON TECHNOLOGICAL ASPECTS OF CULTIVATION OF
CONTAINER PLANTING MATERIAL OF CONIFEROUS SPECIES**

The irrigation operation takes an important place in the technological process of growing container seedlings. Along with the amount of water, such quality characteristics as acidity and electrical conductivity (EC) also play an important role. Analysis of the acidity of water used in a number of forestry institutions in Belarus showed that it ranges from 6.73 to 8.15. The EC value ranges from 194.5 to 1152.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, with the minimum value typical for an open water reservoir. To ensure optimal growth conditions, the water for irrigation should have an acidity value close to the optimum acidity of the substrate used to grow a particular species. At a higher pH value, the substrate deacidifies, which can cause a decrease in the growth processes of the planting material.

One way to regulate the acidity of the water is to add acid to it during watering. The experiments showed that both nitric and sulfuric acids effectively reduce the pH of water, but at the same time provide a significant increase in electrical conductivity, which can cause salinization of the substrate. In addition, to normalize the acidity of water, the use of acid must be constant, since a single application has a short-term effect.

From the point of view of the ratio of economic costs and the achieved result, the most optimal method for reducing the negative impact of irrigation water with high pH values may be an increase in the initial acidity of the substrate due to a decrease in the amount of introduced neutralizing material.

Key words: watering, water, acidity, electrical conductivity, Scots pine, European spruce.

For citation: Nosnikau V. V., Selishcheva O. A. Qualitative characteristics of irrigation water and their influence on technological aspects of cultivation of container planting material of coniferous species. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2021, no. 2 (240), pp. 81–87 (In Russian).

Введение. Использование посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС) находит все большее применение в лесохозяйственной практике воспроизводства лесов и лесоразведения, в том числе в Беларуси [1, 2, 3]. Для достижения высоких качественных показателей сеянцев с ЗКС необходимо поддержание на оптимальном уровне всех влияющих факторов, прежде всего таких, как свет, тепло, минеральное питание и вода [4, 5, 6]. Последней отводится одно из наиболее важных мест в технологии получения данного посадочного материала [7].

Одним из ключевых показателей правильного водного режима растений является соблюдение поливной нормы [8, 9]. Недостаток воды приводит к увяданию растений, в то время как переизбыток ее ухудшает режим аэрации корневых систем в субстрате в пределах ячейки, что может быть одним из факторов значительной дифференциации сеянцев по высоте [10, 11].

Серьезные вопросы в Беларуси возникают с качественными параметрами воды, которая применяется для полива [12, 13]. Основными параметрами качества воды для полива посадочного материала с ЗКС считаются ее кислотность и электрическая проводимость. Согласно данным Государственного водного кадастра за 2018 г. [14], кислотность грунтовых вод на гидрологических постах находилась в пределах 5,70–9,15 рН (среднее 7,03 рН), артезианских – 4,70–9,20 рН (среднее 7,32 рН). Использование при выращивании сеянцев с ЗКС хвойных пород воды с нейтральной кислотностью или близкой к ней приводит к постепенному раскислению субстрата. Высокая степень минерализации, которой соответствует высокое значение электрической проводимости, не только увеличивает засоление субстрата, но и приводит за счет солевых отложений к изменению геометрии распыла и количества расхода воды в форсунках. В идеальном случае вода должна примерно соответствовать оптимальной кислотности субстрата для определенной породы и отличаться невысокой минерализацией. По данным польских ученых, показатели кислотности воды должны находиться в пределах 5,5–6,5 рН, а электрическая проводимость не должна превышать 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ [15].

Основная часть. Обеспечение лесных питомников Беларуси водой для полива производится преимущественно за счет использования подземных вод. Для этой цели оборудуют скважины, которые по причине высокого расхода воды при поливах достигают напорных водоносных горизонтов.

В ряде случаев могут использоваться промежуточные водоемы, которые наполняются как за счет грунтовых вод и атмосферных осадков, так и за счет сброса в них воды из скважины, как, например, в Сморгонском опытном лесхозе. Такая схема позволяет экономить воду и электроэнергию за счет естественных источников, в то же время позволяет пополнять необходимый запас влаги в засушливые периоды.

Одним из существенных недостатков использования для полива подземных вод является их нейтральная реакция и относительно высокая степень минерализации.

Анализ кислотности и электрической проводимости воды, выполненный нами на основании обследования источников водоснабжения ряда питомников в 2018–2020 гг., показал, что эти данные соответствуют общим тенденциям, характерным для подземных вод Беларуси. Результаты замеров кислотности и электрической проводимости приведены в табл. 1.

Наилучшими качественными показателями воды отличается скважина Ивацевичского лесхоза, на которой не только минимальное из исследуемых лесхозов значение рН, но и незначительное количество растворенных солей. Хорошими показателями по наличию растворенных солей отличается также вода в Смолевичском и Бегомльском лесхозах. Наихудшие показатели по количеству растворенных солей имеет вода Логойского лесхоза. Однако во всех лесхозах у воды нейтральная или близкая к ней кислотность, что и обуславливает в целом проблемы с кислотностью субстрата в последующем при интенсивных поливах.

Выращивание посадочного материала с ЗКС в настоящее время сосредоточено в специализированных центрах, которые располагаются на базе Республиканского лесного селекционно-семеноводческого центра (РЛССЦ), Ивацевичского и Могилевского лесхоза, Глубокского опытного лесхоза. Они обеспечивают 80–90% от общего количества посадочного материала с ЗКС.

Однако теплицы, оснащенные современным оборудованием для полива и предназначенные для выращивания посадочного материала с ЗКС, есть и в других лесохозяйственных учреждениях, например в Копыльском, Гомельском опытных лесхозах, Логойском, Любаньском лесхозах и т. д. Соответственно, проблема качества воды имеет наиболее важное значение именно для этих учреждений, поскольку напрямую связана с качеством посадочного материала.

Таблица 1

Кислотность и ЕС образцов воды питомников ряда учреждений

Учреждение (год отбора)	pH	ЕС, $\mu\text{S}/\text{cm}$
Ивацевичский лесхоз (2018)	6,84	218,7
Ивацевичский лесхоз (2019)	6,73	303,2
Поставский лесхоз (2019)	7,08	562,5
Россонский лесхоз (2018)	7,06	432,6
Бегомльский лесхоз (2018)	6,81	280,8
Лепельский лесхоз (2019)	6,8	402,7
Гомельский опытный лесхоз (2018)	7,2	–
Городокский лесхоз (2019)	8,1	194,5
Глубокский опытный лесхоз (2018)	8,15	574,0
Глубокский опытный лесхоз (2019)	7,34	705,0
Логойский лесхоз (2019)	7,52	1152,0
Воложинский опытный лесхоз (2019)	7,95	373,2
Смолевичский лесхоз (2019)	6,77	195,9
Ивьевский лесхоз (2019)	7,07	356,0
Островецкий лесхоз (2019)	7,06	438,0
Копыльский опытный лесхоз (2020)	7,26	564,0
Национальный парк «Браславские озера» (2020)	6,95	650,0

На базе РЛССЦ совместно с сотрудниками центра была изучена динамика кислотности воды с июня по август 2019 г., в период наиболее интенсивного полива. Отбор образцов проходил со скважины № 1, расположенной на территории РУП «Белтаможсервис» и обеспечивающей водой старую часть комплекса, и со скважины № 2, расположенной в новой части, введенной в действие в 2019 г. Результаты замеров представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, вода в обеих скважинах имеет реакцию от нейтральной до щелочной. В целом наблюдается незначительное падение показателя pH к концу лета, но все равно остается на предельно высоком уровне по сравнению с оптимальной кислотностью субстрата, которая для сосны обыкновенной и ели европейской составляет 5,0–5,5 pH. В результате при использовании на РЛССЦ субстрата с показателем pH, равным 4,5–5,0, происходит постепенное увеличение его кислотности. К середине июля она уже достигла 6,4 pH, а к началу августа – 6,8 pH. При такой кислотности субстрата у сеянцев сосны обыкновенной и ели европейской происходит угнетение ростовых процессов и наблюдается ярко выраженный хлороз.

Таблица 2

Кислотность воды в РЛССЦ

День измерения	Скважина 1	Скважина 2
03.06.2019	8,72	8,64
18.06.2019	8,66	8,44
12.07.2019	8,70	8,77
25.07.2019	7,60	8,00
31.07.2019	8,15	8,40
09.08.2019	7,54	6,97
20.08.2019	8,00	8,15

В результате страдают все качественные показатели выращиваемых растений: высота надземной части, диаметр стволика у корневой шейки, развитие корневой системы.

Помимо показателей кислотности и общего содержания солей, которое определяется электрической проводимостью, важное место имеет также содержание отдельных элементов, растворенных в воде. Повышенное их содержание может оказать отрицательное воздействие на рост и развитие растений. При интенсивных поливах и высоких начальных концентрациях отдельные элементы питания могут не расходоваться растением и постепенно накапливаться в субстрате, формируя лимитирующую развитие растения концентрацию. Поэтому важно определить полный химический состав воды, хотя бы в момент начала функционирования питомника. Результаты элементного химического анализа воды для РЛССЦ и Могилевского лесхоза, а также их сравнение с пороговыми значениями приведены в табл. 3.

Результаты анализа показали, что превышенные значений показателей, рекомендуемых польскими учеными, наблюдаются только по железу в Могилевском лесхозе и по гидрокарбонатам по всем образцам. Однако именно последние в очень сильной степени влияют на раскисляющие свойства воды. Достаточно высокое содержание кальция и магния в воде также при длительных и интенсивных поливах существенно воздействует на кислотность субстрата. Так, при норме полива в 1,5 л через день за сезон на 1 м² будет внесено 8 г кальция и 3 г магния, которые практически не используются растением и будут взаимодействовать с субстратом, имеющим кислую реакцию.

Результаты химического анализа образцов воды и пороговые значения

Наименование показателя	Пороговые значения [9], мг/дм ³	Фактическое значение показателей (РЛССЦ), мг/дм ³	Фактическое значение показателя (Могилевский лесхоз), мг/дм ³
Натрий Na ⁺	30,0	4,7	4,8
Калий K ⁺	150	0,9	1,0
Аммоний NH ₄ ⁺	30,0 (вместе с NH ₃)	<0,1	0,1
Кальций	100,0	57,6	60,8
Магний	50,0	16,5	21,4
Железо	0,30	0,23	0,64
Хлориды	30,0	9,5	19,6
Сульфаты	40,0	10,7	16,9
Нитраты	–	6,0	34,57
Нитриты	–	<0,01	<0,01
Гидрокарбонаты	150,0	247,1	237,5
Окисляемость	–	1,36	1,5
Сухой остаток	–	238	317
Минерализация	500	353	401,2
Жесткость, мг-экв/дм ³	–	4,23	4,8

Наиболее простым способом регулирования кислотности воды является использование кислот. Авторами были проведены эксперименты по раскислению воды с применением серной и азотной кислот. Серная кислота является наиболее эффективным раскислителем, а азотная обеспечивает растения дополнительным азотом. Зависимости изменения кислотности воды и ЕС азотной кислотой по образцам РЛССЦ и Воложинского лесхоза представлены на рис. 1 и 2 соответственно. Исходные образцы воды имели следующие параметры: РЛССЦ pH равно 8,14, ЕС – 341,4 $\mu\text{S}/\text{см}$; Воложинский лесхоз pH равно 7,95, ЕС – 373,2 $\mu\text{S}/\text{см}$.



Рис. 1. Зависимости изменения кислотности воды и ЕС азотной кислотой для РЛССЦ

Предварительно готовился 1%-ный маточный раствор азотной и серной кислот, на основе которых составлялись растворы для проведения эксперимента.

Зависимости изменения кислотности воды и ЕС серной кислотой по образцам РЛССЦ и Воложинского лесхоза представлены на рис. 3 и 4 соответственно.

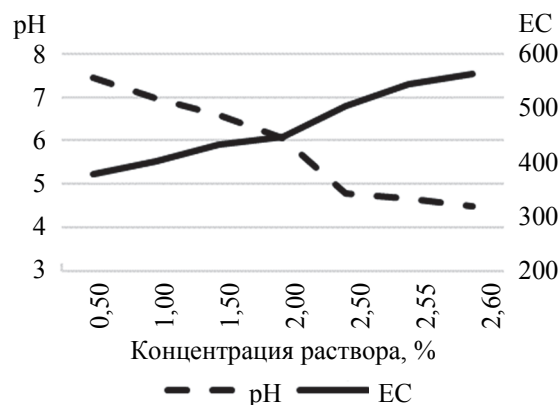


Рис. 2. Зависимости изменения кислотности воды и ЕС азотной кислотой для Воложинского лесхоза

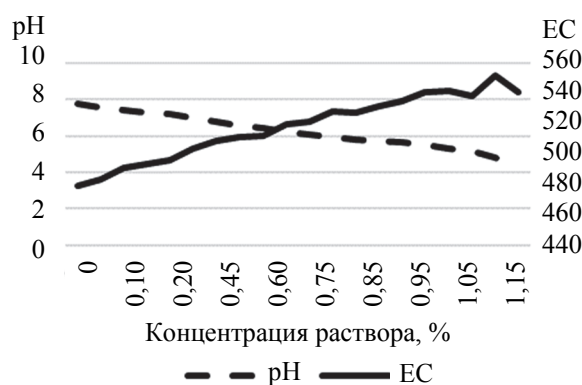


Рис. 3. Зависимости изменения кислотности воды и ЕС серной кислотой для РЛССЦ

Таким образом, для проведения работ по подкислению воды в питомниках можно использовать 1%-ный маточный раствор, что гораздо безопаснее, чем постоянно работать с растворами концентрированных кислот. На основе этого маточного раствора затем готовится рабочий раствор для полива.

Кроме того, влияние кислоты на pH воды зависит от ее исходных параметров. Чем выше исходное pH воды, тем большую концентрацию необходимо использовать. Например, для воды, используемой РЛССЦ и имеющей большее значение pH, для достижения значения в 5,0 pH необходимо использовать для полива 3,0%-ный рабочий раствор 1%-ного маточного раствора азотной кислоты. В то время как для воды, используемой в Воложинском лесхозе, это значение равно 2,5%. Для серной кислоты данное значение составляет 1,1 и 0,9% соответственно.



Рис. 4. Зависимости изменения кислотности воды и ЕС серной кислотой для Воложинского лесхоза

Несмотря на то, что кислота эффективно снижает значение pH воды, используемой для полива, ее применение имеет ряд негативных моментов. Во-первых, происходит существенный рост значения электрической проводимости воды, которая при достижении кислотности в 5,0 pH приближается к пороговому значению

500 $\mu\text{S}/\text{см}$, что может вызвать засоление субстрата при интенсивных поливах. Во-вторых, применение кислоты должно проводиться на постоянной основе, а это требует значительных объемов кислоты. Например, в Глубокском опытном лесхозе за 2020 г. было использовано около 2000 кг азотной кислоты. В-третьих, применение кислот, даже повышенной концентрации, для раскисления уже нейтрализованного субстрата имеет кратковременный эффект, не превышающий 1,5–2 недели. В-четвертых, постоянное использование подкисленной воды приводит к коррозии и деформации отдельных узлов и деталей поливных систем, которые в обычной комплектации не отличаются коррозионной стойкостью.

Заключение. Качественные показатели воды, используемой для полива, должны в обязательном порядке учитываться для получения качественного посадочного материала. Наиболее важными показателями являются кислотность и электрическая проводимость воды, которые легко могут контролироваться в полевых условиях. В Беларуси в лесных питомниках вода характеризуется нейтральной или близкой к ней реакцией среды, достаточно высоким содержанием растворенных солей и по кислотности не подходит для выращивания посадочного материала с ЗКС. Применение серной и азотной кислот для подкисления воды эффективно, но имеет ряд существенных недостатков. Оптимальный способ снижения негативного влияния поливной воды – использование субстрата с исходной кислотностью на 1,5–2,0 pH ниже оптимальной.

Список литературы

1. Отраслевая программа по выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой в организациях Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь на период до 2020 года // Лесное и охотничье хозяйство. 2014. № 6. С. 17–30.
2. Крук Н. К. И опыт, сын ошибок трудных... // Лесное и охотничье хозяйство. 2013. № 10. С. 4–7.
3. Носников В. В. ЗКС за и против // Лесное и охотничье хозяйство. 2018. № 4. С. 13–17.
4. Жигунов А. В. Посадочный материал с закрытой корневой системой: мифы и реальность // Создание и использование постоянной лесосеменной базы на селекционной основе, перспективные методы выращивания посадочного материала и опыт создания лесных культур с закрытой корневой системой: тезисы докладов на совещании-семинаре. Нижний Новгород, 2005. С. 13–16.
5. Juntunen M., Rikala R. Fertilization practice in Finnish forest nurseries from the standpoint of environmental impact // New Forests. 2001. No. 21. P. 141–158.
6. Бобушкина С. В., Мочалов Б. А. Влияние некоторых факторов среды и технологических приемов на рост и развитие семян сосны с закрытой корневой системой // Состояние лесов и актуальные проблемы лесопользования: материалы Всерос. конф. с международным участием. Хабаровск, 2013. С. 107–111.
7. Heiskanen J. Irrigation regime affects water and aeration conditions in peat growth medium and the growth of containerized Scots pine seedlings // New Foresters. 1995. No. 9. P. 181–195.
8. Landis T. D., Tinus R. W., McDonald S. E., Barnett J. P. Seedling Nutrition and Irrigation // The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674. Vol. 4. 1989. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 119 p.

9. *Fundamentals of container tree seedling production*. St. Petersburg, Suonenjoki: St. Petersburg Forestry Research Institute: METLA, 2011. 28 p.

10. South B. D., Nadel L. R. Irrigation in pine nurseries // *Reforesta*. 2020. No. 10. P. 40–83.

11. Мочалов Б. А., Бобушкина С. В. Выращивание посадочного материала закрытой корневой системой в Архангельской области // *Вестник МГУЛ*. 2012. № 1 (84). С. 79–83.

12. Носников В. В. Опыт использования и проблемные вопросы технологии закрытой корневой системы при лесовосстановлении в Беларуси // *Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы XVII Междунар. науч.-техн. конф. Вологда, 3 дек. 2019 г. Вологда: ВоГУ, 2019. С. 83–85.*

13. Крук Н. К., Носников В. В., Ребко С. В. Современное состояние, проблемы и перспективы воспроизводства лесов в Беларуси // *Відтворення лісів та лісова меліорація в Україні: витоки, сучасний стан, виклики сьогодення та перспективи в умовах антропоцену: монографія за заг. ред. проф. Ніколаєнка С. М. Київ: Ліра-К, 2019. С. 122–156.*

14. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2018 год). Минск: М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 2019. 222 с.

15. Szabla K., Pabian R. *Szkołkarstwo kontenerowe*. Warszawa, 2009. 250 s.

References

1. Sectoral program for the cultivation of container planting material in the organizations of the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus for the period until 2020. *Lesnoye i okhotnich'ye khozyaystvo* [Forestry and hunting], 2014, no. 6, pp. 17–30 (In Russian).

2. Kruk N. K. And experience, son of difficult mistakes... *Lesnoye i okhotnich'ye khozyaystvo* [Forestry and hunting], 2013, no. 10, pp. 4–7 (In Russian).

3. Nosnikov V. V. Container seedlings: pros and cons. *Lesnoye i okhotnich'ye khozyaystvo* [Forestry and hunting], 2018, no. 4, pp. 13–17 (In Russian).

4. Zhigunov A. V. Planting material with a closed root system: myths and reality. *Tezisy dokladov "Sozdaniye i ispol'zovaniye postoyannoy lesosemnoy bazy na selekcionnoy osnove, perspektivnye metody vyrashchivaniya posadochnogo materiala i opyt sozdaniya lesnykh kul'tur s zakrytoy kornevoy sistemoy"* [Theses of reports "Creation and use of a permanent forest seed base on a selection basis, promising methods of growing planting material and the experience of creating forest plantations with a closed root system"]. Nizhniy Novgorod, 2005, pp. 13–16 (In Russian).

5. Juntunen M., Rikala R. Fertilization practice in Finnish forest nurseries from the standpoint of environmental impact. *New Forests*. 2001, no. 21, pp. 141–158 (In English).

6. Bobushkina S. V., Mochalov B. A. The influence of some environmental factors and technological methods on the growth and development of pine seedlings with a closed root system. *Materialy Vseros. konf. s mezhdunarodnym uchastiyem "Sostoyaniye lesov i aktual'nyye problemy lesoupravleniya"* [Materials of the All-Russian conference with international participation "State of forests and topical problems of forest management"]. Khabarovsk, 2013, pp. 107–111 (In Russian).

7. Heiskanen J. Irrigation regime affects water and aeration conditions in peat growth medium and the growth of containerized Scots pine seedlings. *New Foresters*. 1995, no. 9, pp. 181–195 (In English).

8. Landis T. D., Tinus R. W., McDonald S. E., Barnett J. P. Seedling Nutrition and Irrigation. *The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk*, 1984, vol. 4. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 119 p.

9. *Fundamentals of container tree seedling production*. St. Petersburg, Suonenjoki, St. Petersburg Forestry Research Institute, METLA Publ., 2011. 28 p.

10. South B. D., Nadel L. R. Irrigation in pine nurseries. *Reforesta*, 2020, no. 10, pp. 40–83 (In English).

11. Molchalov B. A., Bobushkina S. V. Cultivation of container planting material in the Arkhangelsk region. *Vestnik MGUL* [Bulletin of the Moscow State Forest University], 2012, no. 84, pp. 79–83 (In Russian).

12. Nosnikov V. V. Experience of using and problematic issues of the technology of a closed root system in forest restoration in Belarus. *Materialy XVII Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. "Aktual'nyye problemy razvitiya lesnogo kompleksa"* [Materials of the XVII International Scientific and Technical Conference "Actual problems of the development of the forestry complex"]. Vologda, VoGU Publ., 2019, pp. 83–85 (In Russian).

13. Kruk N. K., Nosnikov V. V., Rebko S. V. Current state, problems and prospects of forest reproduction in Belarus. *Vidtvorenniya lisiv ta lisova melioratsiya v Ukraini: vитоки, suchasnyy stan, vykliki s'jyogodennyya ta perspektyvy v umovakh antropotseny* [Forest reproduction and forest reclamation in Ukraine: origins, current state, current challenges and prospects in the Anthropocene]. Kiev, Lira-K Publ., 2019, pp. 122–156 (In Ukrainian).

14. *Gosudarstvennyy vodnyy kadastr. Vodnyye resursy, ikh ispol'zovaniye i kachestvo vod (za 2018 god)* [State water cadastre. Water resources, their use and water quality (for 2018)]. Minsk, Ministerstvo prirodnikh resursov i okhrany okruzhayushchey sredy Resp. Belarus' Publ., 2019. 222 p.

15. Szabla K., Pabian R. *Szkołkarstwo kontenerowe*. Warszawa, 2009. 250 p.

Информация об авторах

Носников Вадим Валерьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: nosnikov@belstu.by

Селищева Оксана Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, ассистент кафедры лесных культур и почвоведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: oksana_selishchava@mail.ru

Information about the authors

Nosnikov Vadim Valer'yevich – PhD (Agriculture), Associate Professor, Head of the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nosnikov@belstu.by

Selishcheva Oksana Aleksandrovna – PhD (Agriculture), assistant lecturer, the Department of Forest Plantations and Soil Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: oksana_selishchava@mail.ru

Поступила 17.03.2021