

Научная статья
УДК 635.037
EDN RTTILV
DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.3.07

Стимулирование корнеобразования у полуодревесневших черенков можжевельника Пфитцера 'Pfitzeriana Glauca' (*Juniperus* × *pfitzeriana* 'Pfitzeriana Glauca') ростовыми пудрами с ауксинами

Вадим Валентинович Боровков¹

кандидат биологических наук

Глеб Александрович Демченко²

Аннотация. Приведены результаты исследования влияния ростовых пудр, содержащих индолил-3-масляную кислоту (ИМК) в разных концентрациях, на корнеобразование у полуодревесневших черенков можжевельника Пфитцера 'Pfitzeriana Glauca' (*Juniperus* × *pfitzeriana* 'Pfitzeriana Glauca'). Черенки заготавливали с 8-летних маточных растений в фазе окончания вынужденного зимнего покоя. Показано стимулирующее влияние ростовых пудр с концентрацией ИМК 2,5 г/кг на укоренение черенков данного сорта, что заключалось в повышении укореняемости в 2,0–2,19 раза и значительном улучшении качества корневой системы. С увеличением содержания ИМК в ростовых пудрах от 2,5 до 20 г/кг происходило усиление фитотоксичности регуляторов роста и снижение укореняемости черенков.

Ключевые слова: Хвойные, размножение растений, укоренение черенков, ростовые пудры, индолил-3-масляная кислота.

Для цитирования: Боровков В.В., Демченко Г.А. Стимулирование корнеобразования у полуодревесневших черенков можжевельника Пфитцера 'Pfitzeriana Glauca' (*Juniperus* × *pfitzeriana* 'Pfitzeriana Glauca') ростовыми пудрами с ауксинами. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2023. № 3. С. 94–102. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.3.07. <https://elibrary.ru/rttilv>.

¹ Питомник декоративных растений «Вашутино», научный консультант, агроном (д. Вашутино, Химки, Московская обл., Российская Федерация), Vadim_borovkov@mail.ru

² Питомник декоративных растений «Вашутино», руководитель питомника (д. Вашутино, Химки, Московская обл., Российская Федерация), info@fittonia.ru

Original article

EDN RTTILV

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.3.07

Stimulation of Root Formation in Semi-Hardwood Cuttings of *Juniperus* × *Pfitzeriana* 'Pfitzeriana Glauca' with Growth Powders with Auxins

Vadim V. Borovkov¹

Candidate of Biological Sciences

Gleb A. Demchenko²

Annotation. The results of a study of the effect of growth powders containing indolyl-3-butyric acid (IBA) in various concentrations on root formation in semi-hardwood cuttings of *Juniperus* × *Pfitzeriana* 'Pfitzeriana Glauca' are presented. Cuttings were harvested from eight-year-old mother plants at the end of forced winter dormancy. A stimulating effect on the rooting of cuttings of this variety of growth powders with a concentration of IBA of 2.5 g/kg was shown, which consisted in an increase in the percentage of rooting of cuttings by 2.0–2.19 times and a significant improvement in the quality of the root system. With an increase in the concentration of IBA in growth powders from 2.5 g/kg to 20 g/kg, there was a decrease in the percentage of survival and an increase in signs of phytotoxicity of the growth regulators on cuttings.

Key words: Conifers, reproduction plants, rooting of cuttings, growth powders, indolyl-3-butyric acid.

For citation: Borovkov V., Demchenko G. Stimulation of Root Formation in Semi-Deciduous Cuttings of *Juniperus* × *Pfitzeriana* 'Pfitzeriana Glauca' with Growth Powders with Auxins // *Forestry information*. 2023. № 3. P. 94–102. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.3.07. <https://elibrary.ru/rttilv>.

¹ Ornamental Plant Nursery «Vashutino», Scientific Consultant, Agronomist (Khimki, Moscow region, Russian Federation), Vadim_borovkov@mail.ru

² Ornamental Plant Nursery «Vashutino», Head of the Nursery (Khimki, Moscow region, Russian Federation), info@fittonia.ru

Введение

В практике современного питомниководства при размножении растений путем укоренения черенков широко используется обработка их оснований стимуляторами роста в виде пудры (порошка), содержащей физиологически активные вещества. Данный прием технологичен, так как не занимает много времени у работников, не требует дополнительной квалификации и в большинстве случаев дает положительный эффект. Стимулирующее влияние обработки оснований черенков лиственницы ширококочешуйчатой (*Larix eurolepis* Henry) пудрой с содержанием 5 г индолил-3-масляной кислоты (ИМК) на 1 кг талька было доказано еще в 1991 г. Степень укоренения достигла 87 % [1]. При размножении кедра гималайского (*Cedrus deodara*) также применяли пудру на основе талька с содержанием 5 г/кг ИМК или 10 г/кг α -нафтилуксусной кислоты (НУК), укореняемость составила 67 % [2]. При размножении можжевельника скального Скайрокет (*Juniperus scopulorum* 'Skyrocket') использование пудры с внесением калиевой соли ИМК (К-ИМК) в концентрации 9 г/кг повысило укореняемость черенков до 96 %, а при содержании К-ИМК 6 г/кг доля укорененных черенков туи западной Смарагд (*Thuja occidentalis* 'Smaragd') составила 100 % [3]. Так как арсенал современных фабричных ростовых пудр характеризуется разным содержанием активного вещества, необходимо осуществлять индивидуальный подбор стимулирующего препарата для каждой культуры.

Можжевельник Пфитцера (*Juniperus* \times *pfitzeriana*) является гибридом можжевельников китайского и казацкого [4], в связи с этим можно предположить, что он обладает хорошей способностью к корнеобразованию. И действительно, во многих исследованиях степень укоренения черенков данного вида достигала 80–90 %. Так, в отделении «Приморское» ФГБУН «НБС-ННЦ» РАН в Крыму при стимулировании корнеобразования полуодревесневших черенков можжевельника Пфитцера путем погружения основания черенка в раствор ИМК 50 мг/л на 12 ч укореняемость составила 90 % [5], без

использования стимуляторов – 84 % [6], а при погружении основания черенка на 2–3 с в 50 %-й спиртовой раствор ИМК в концентрации 1 г/л степень укоренения варьировала в пределах 59–83 % в зависимости от года высадки [7]. Черенки же можжевельника Пфитцера сорта 'Pfitzeriana Glauca' укоренялись хуже видовой формы. Степень их укоренения составляла в среднем 30,5 % и варьировала по годам от 13 до 48 % [7].

Работ по изучению вегетативного размножения сортов можжевельника Пфитцера очень мало, а растения востребованы на рынке как ценные устойчивые высокодекоративные объекты ландшафтного дизайна, поэтому увеличение выхода посадочного материала в питомниках актуально.

Цель исследования – установление влияния разных концентраций ИМК в составе ростовых пудр на корнеобразование полуодревесневших черенков можжевельника Пфитцера 'Pfitzeriana Glauca'.

Материалы и методика исследования

Опыт проводили в питомнике декоративных растений «Вашутино» в г. Зубцове Тверской обл. Объекты исследований – полуодревесневшие черенки можжевельника Пфитцера 'Pfitzeriana Glauca' (*Juniperus* \times *pfitzeriana* 'Pfitzeriana Glauca'), заготовленные с 8-летних маточных растений. Полуодревесневшие черенки использовали из-за лучшей укореняемости по сравнению с одревесневшими и зелеными черенками [5]. Во второй половине марта с маточных растений заготавливали 1–2-летние побеги, укладывали их в полиэтиленовые пакеты и хранили до черенкования 5–6 сут в холодильнике при температуре 0 ± 2 °С. Черенки нарезали с верхушек заготовленных побегов таким образом, чтобы нижний срез находился в зоне полуодревеснения на 3–5 см ниже места перехода зеленоокрашенной части стебля в коричневую [8]. Для предохранения срезов от подсыхания нижнюю часть черенков длиной 2–3 см опускали в емкость с водой. Согласно

технологической схеме [9] непосредственно перед высадкой их целиком погружали в раствор фундазола из расчета 5 г на 10 л воды. После стекания раствора влажные основания черенков опудривали стимуляторами роста и высаживали в кассеты в 5-ти повторностях по 24 черенка в каждой. Контрольные черенки после стекания раствора фундазола не опудривали. Субстратом для укоренения служила смесь верхового слаборазложившегося торфа pH 4,8–5,3 с предварительным (за 4–5 сут) внесением Трихоцина в дозе 30 г/м³ и агроперлита (фракции 1–5 мм) в соотношении 2:1. В опыте использовали следующие ростовые пудры: Корневин (содержание ИМК 5 г/кг, производитель «Агросинтез», Россия), Корневин + толченый уголь (1:1, содержание ИМК 2,5 г/кг), Ризопон Хризотоп грин (далее – Хризотоп грин) 0,25 % (содержание ИМК 2,5 г/кг, производитель Нидерланды), Ризопон АА 1 % (содержание ИМК 10 г/кг, производитель Нидерланды), Ризопон АА 2 % (содержание ИМК 20 г/кг, производитель Нидерланды).

Для укоренения использовали пластиковые кассеты «Ель глубокая» (96 ячеек). Объем одной ячейки – 85 мл, высота – 90 мм. Кассеты с высаженными черенками выставляли в двускатном пленочном тоннеле, оборудованном туманообразующей установкой низкого давления и системой подогрева субстрата. Туннель располагали внутри зимней теплицы, оснащенной притенкой (затеняющей сеткой) и системой охлаждения путем распыла воды (рис. 1).

Освещенность черенков соответствовала 10–15 % внешней освещенности вне культивационного сооружения. Температура субстрата поддерживалась на уровне 17–20 °С, температура воздуха – 15–18 °С, влажность воздуха – 90–95 % [8]. Результаты опыта обрабатывали согласно дисперсионному анализу [10].

Результаты и обсуждение

Анализ результатов эксперимента проводили через 150 сут после высадки черенков на укоренение. В контрольном варианте (без



Рис. 1. Тоннель для укоренения черенков внутри зимней пленочной теплицы

использования регуляторов роста) укоренилось 43,8 % черенков (рис. 2). В вариантах с содержанием ИМК в пудре 2,5 г/кг степень укоренения составила: 87,5 % при применении смеси Корневин + уголь и 95,85 % при использовании Хризотопа грин 0,25 %, что соответственно в 2 и в 2,19 раза выше, чем в контроле. Чистый Корневин также значительно повысил долю укоренившихся черенков, которая составила 60,45 %, что в 1,38 раза больше, чем в контроле. При использовании пудр с более высоким содержанием ИМК укореняемость была близка к контролю и имела тенденцию к снижению.

Ростовые пудры способствовали улучшению корнеобразования. Среднее количество корней

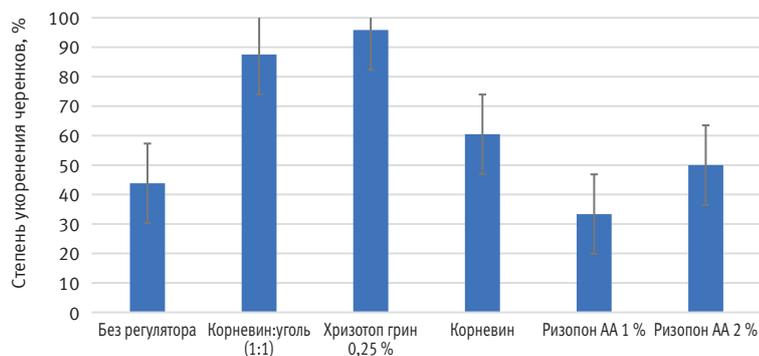


Рис. 2. Степень укоренения черенков по вариантам (150 сут после высадки на укоренение, НСР_{0,5} = 13,5 %)

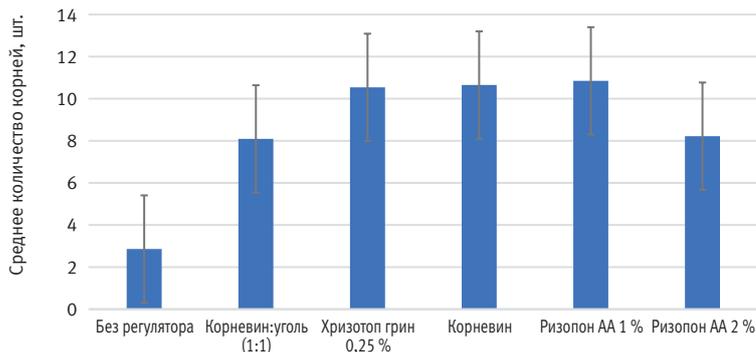


Рис. 3. Среднее количество корней на один черенок, шт. (НСР_{0,5} = 2,55)

на один черенок во всех опытных вариантах существенно (в 2,8–3,8 раза) превышало аналогичный показатель в контроле. Различия между вариантами по данному показателю находились в пределах погрешности опыта (рис. 3).

В данном исследовании мы также оценили качество корневой системы путем измерения таких показателей, как длина зоны корнеобразования и длина «гнилого основания» [8]. Как и у можжевельника скального Скайрокет в ранее проведенном нами исследовании [8], в контрольном варианте у черенков можжевельника Пфитцера ‘Pfitzeriana Glauca’ наблюдалось формирование корневой системы по «классическому типу» – корни образовывались непосредственно из основания черенка (рис. 4), длина зоны корнеобразования равнялась нулю (рис. 5).

При применении пудр с концентрацией ИМК до 10 г/кг зона корнеобразования существенно расширяется: от 1,60 см (доза ИМК

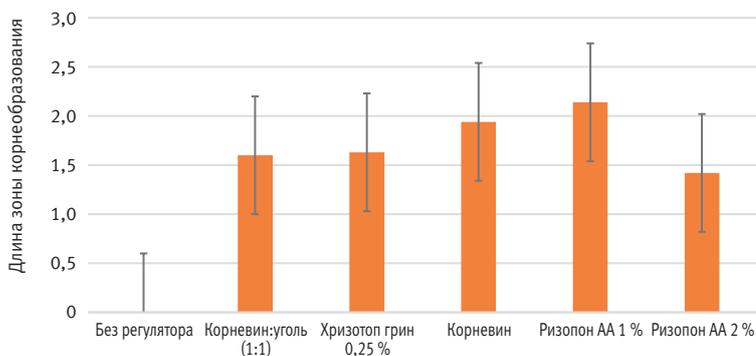


Рис. 5. Длина зоны корнеобразования, см (НСР_{0,5} = 0,6)

2,5 г/кг) до 2,14 (доза ИМК 10 г/кг). В то же время различия между вариантами по этому показателю находятся в пределах статистической погрешности. Однако в варианте с концентрацией 20 г/кг зона корнеобразования существенно уменьшалась, так как у большинства укоренившихся черенков значительная часть основания



Рис. 4. ФОРМИРОВАНИЕ «КЛАССИЧЕСКОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ» У ЧЕРЕНКА БЕЗ РЕГУЛЯТОРОВ

гнивала, а корни формировались в узкой зоне перехода от обработанной пудрой части черенка к необработанной.

Явление «гнилого основания» стало признаком фитотоксичности регулятора и появлялось в вариантах с высоким содержанием ИМК (рис. 6). Так, максимальная зона «гнилого основания» наблюдалась при применении Ризопона АА 2 % – 1,69 см. Значительная зона «гнилого основания» отмечалась и в варианте с Ризопоном

АА 1 %, но была статистически значимо ниже, чем в варианте с максимальным содержанием ИМК, что доказывает влияние изучаемого фактора на данный показатель (рис. 7). В вариантах с малыми концентрациями ИМК в пудре зона «гнилого основания» наблюдалась, но статистически между ними не различалась и была значи-



Рис. 6. Наличие зоны «гнилого основания» у черенков в вариантах с высоким содержанием ИМК в пудре

тельно меньше, чем при использовании ауксина в более высоких концентрациях (10 и 20 г/кг).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что ростовые пудры с ИМК в качестве основного действующего вещества оказывают влияние на укоренение черенков можжевельника Пфитцера 'Pfitzeriana Glauca'. Без применения регуляторов роста у черенков формируется «классическая» корневая система, характеризующаяся малым количеством корней (1–4 шт.), которые

образуются точно из самого основания черенка. Такой тип корневой системы черенка не востребован в производстве, так как не позволяет за короткое время образовать хорошо оплетенный корнями ком земли для пересадки.

Применение исследованных пудр с содержанием ИМК от 2,5 до 10 г/кг позволило значительно увеличить количество придаточных корней и расширить зону корнеобразования, что повысило качество корневой системы черенка (рис. 8). Аналогичное влияние ИМК на другие виды можжевельника мы наблюдали в своих более ранних работах [8].

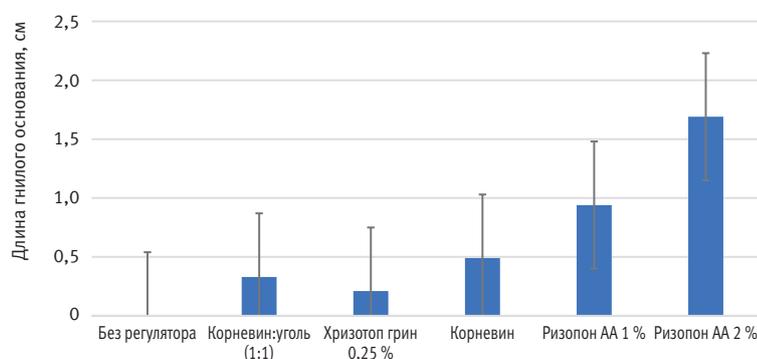


Рис. 7. Длина «гнилого основания» черенков по вариантам, см (НСР_{0,5} = 0,55)

В данном исследовании лучшая укореняемость черенков отмечена при содержании ИМК 2,5 г/кг в вариантах с использованием Хризотоп грин 0,25 % и Корневин : уголь (1:1). С увеличением содержания в пудрах ИМК происходило снижение степени укоренения и появлялись признаки фитотоксичного воздействия регуляторов на черенки. Такое явление подтверждает, что данный вид можжевельника относится к легкоукореняемым видам с высоким содержанием в тканях собственных эндогенных ауксинов. Аналогичное снижение укореняемости при увеличении содержания ИМК в стимулирующих растворах было показано на полуодревесневших черенках родительского вида – можжевельника казацкого (*Juniperus sabina* L.). Водные растворы ИМК низкой концентрации (25–50 мг/л) при 20-часовом замачивании оснований черенков повышали



Рис. 8. Хорошо разветвленная корневая система, сформировавшаяся в вариантах с применением ростовой пудры Хризотоп Грин 0,25 % (ИМК 2,5 г/кг)

укореняемость на 9–17 % по сравнению с контролем. Высокие концентрации ИМК (150 мг/л) оказывали фитотоксичное воздействие, что выразилось в полном отмирании базальной части черенка [11].

Так как в нашем исследовании даже при малых и наиболее эффективных концентрациях начинало появляться «гнилое основание», можно предположить, что для укоренения полудревесневших черенков можжевельника Пфитцера 'Pfitzeriana Glauca' в возрасте до 10 лет оптимальная концентрация содержания ИМК в пудре должна быть несколько ниже 2,5 г/кг.

Выводы

Ростовые пудры Ризопон АА 1 % и Ризопон АА 2 % с содержанием ИМК 10 и 20 г/кг соответственно увеличивают количество корней и длину зоны корнеобразования у полудревесневших черенков можжевельника Пфитцера

'Pfitzeriana Glauca', но не повышают степень укоренения и оказывают фитотоксичное действие, проявляющееся в виде гнивания основания черенков.

Ростовые пудры Хризотоп Грин 0,25% и Корневин + толченый уголь (1:1) с содержанием ИМК 2,5 г/кг наряду с увеличением количества корней и длины зоны корнеобразования значительно повышают долю укорененных черенков.

Ростовая пудра Корневин с содержанием ИМК 5 г/кг по показателям количества корней, длины зоны корнеобразования и степени укоренения занимает промежуточное положение между вариантами с более высокими и более низкими концентрациями ИМК.

Для стимуляции корнеобразования у полудревесневших черенков можжевельника Пфитцера 'Pfitzeriana Glauca', заготавливаемых с молодых (до 10 лет) маточных растений в ранневесенние сроки, необходимо использовать пудры с содержанием ИМК не более 2,5 г/кг.

Список источников

1. Pâques L. Effect of vegetative propagation on field performance up to age 8 of hybrid larch (*Larix* × *eurolepis*) clones / Luc Pâques, D. Cornu // *Annales des Sciences Forestières*. – 1991. – 48(4). – P. 469–482.
2. Shamet, G.S. Vegetative propagation of deodar, spruce, and silver-fir using stem cuttings under intermittent mist / G.S. Shamet, S.D. Bhardwaj // *Van Vigyan*. – 1995. – № 33. – P. 80–84.
3. Bielenin, M. Rooting and gas exchange of conifer cuttings treated with indolebutyric acid / M. Bielenin // *Journal of fruit and ornamental plant research*. – 2003. – № 11. – P. 99–105.
4. Каталог древесных растений, выращиваемых в питомниках АППМ. Деревья, кустарники, лианы / М. Ахмечет и др.; под ред. М. Ахмечет. – Москва : АППМ, 2017. – 420 с.
5. Гончаренко, В.А. Вегетативное размножение декоративных форм растений семейства Cupressaceae в условиях искусственно прерывистой туманообразующей установки / В.А. Гончаренко, О.И. Коротков, Э.А. Шилова // *Биология растений и садоводство: теории и новации*. – 2020. – № 1. – С. 84–89.
6. Захаренко, Г.С. Вегетативное размножение и выращивание посадочного материала видов и форм семейства кипарисовые в условиях южного берега Крыма / Г.С. Захаренко, А.И. Репецкая, В.Е. Севастьянов // *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды*. – 2015. – № 2. – С. 32–42.
7. Проворченко, А.В. Особенности укоренения черенков различных видов можжевельника в условиях пленочных теплиц / А.В. Проворченко, Ю.В. Седина // *Гавриш*. – 2010. – № 5. – С. 26–30.
8. Боровков, В.В. Влияние водных растворов биологически активных веществ на укоренение полуодревесневших черенков можжевельника скального Скайрокет (*Juniperus scopulorum* Skyrocket). – Текст : электронный / В.В. Боровков, Г.А. Демченко // *Лесохозяйственная информация*. – 2022. – № 2. – С. 67–76. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.2.06. – Режим доступа: URL: <http://lhi.vniilm.ru>.
9. Поликарпова, Ф.Я. Размножение плодовых и ягодных культур зелеными черенками ; 2-е изд., перераб. и доп. / Ф.Я. Поликарпова. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 96 с.
10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта : (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник ; изд. 5-е / Б.А. Доспехов. – Москва : Альянс, 1985. – 350 с.
11. Иванова, З.Я. Биологические основы и приемы вегетативного размножения древесных растений стеблевыми черенками / З.Я. Иванова. – Киев : Наукова думка, 1982. – 288 с.

References

1. Pâques L. Effect of vegetative propagation on field performance up to age 8 of hybrid larch (*Larix* × *eurolepis*) clones / Luc Pâques, D. Cornu // *Annales des Sciences Forestières*. – 1991. – 48(4). – R. 469–482.
2. Shamet, G.S. Vegetative propagation of deodar, spruce, and silver-fir using stem cuttings under intermittent mist / G.S. Shamet, S.D. Bhardwaj // *Van Vigyan*. – 1995. – № 33. – P. 80–84.
3. Bielenin, M. Rooting and gas exchange of conifer cuttings treated with indolebutyric acid / M. Bielenin // *Journal of fruit and ornamental plant research*. – 2003. – № 11. – R. 99–105.
4. Katalog drevesnyh rastenij, vyrashchivaemyh v pitomnikah APPM. Derev'ya, kustarniki, liany / M. Ahmechet i dr.; pod red. M. Ahmechet. – Moskva : APPM, 2017. – 420 s.
5. Goncharenko, V.A. Vegetativnoe razmnnozhenie dekorativnyh form rastenij semejstva Cupressaceae v usloviyah iskusstvenno preryvistoj tumanoobrazuyushchej ustanovki / V.A. Goncharenko, O.I. Korotkov, E.A. Shilovskaya // *Biologiya rastenij i sadovodstvo: teorii i novacii*. – 2020. – № 1. – S. 84–89.

6. Zaharenko, G.S. Vegetativnoe razmnozhenie i vyrashchivanie posadochnogo materiala vidov i form semejstva kiparisovye v usloviyah yuzhnogo berega Kryma / G.S. Zaharenko, A.I. Repeckaya, V.E. Sevast'yanov // Izvestiya sel'skohozyajstvennoj nauki Tavridy. – 2015. – № 2. – S. 32–42.
7. Provorchenko, A.V. Osobennosti ukoreneniya cherenkov razlichnyh vidov mozhzhevel'nika v usloviyah plenochnyh teplic / A.V. Provorchenko, Yu.V. Sedina // Gavrish. – 2010. – № 5. – S. 26–30.
8. Borovkov, V.V. Vliyanie vodnyh rastvorov biologicheski aktivnyh veshchestv na ukorenenie poluodrevesnevshih cherenkov mozhzhevel'nika skal'nogo Skajroket (*Juniperus scopulorum* Skyrocket). – Tekst : elektronnyj / V.V. Borovkov, G.A. Demchenko // Lesohozyajstvennaya informaciya. – 2022. – № 2. – S. 67–76. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.2.06. – Rezhim dostupa: URL: <http://lhi.vniilm.ru>.
9. Polikarpova, F.Ya. Razmnozhenie plodovyh i yagodnyh kul'tur zelenymi cherenkami ; 2-e izd., pererab. i dop. / F.Ya. Polikarpova. – Moskva : Agropromizdat, 1990. – 96 s.
10. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta : (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) : uchebnyk ; izd. 5-e / B.A. Dospekhov. – Moskva : Al'yans, 1985. – 350 s.
11. Ivanova, Z.Ya. Biologicheskie osnovy i priemy vegetativnogo razmnozheniya drevesnyh rastenij steblevymi cherenkami / Z.Ya. Ivanova. – Kiev : Naukova dumka, 1982. – 288 s.