



DOI: 10.21178/2079-6080.2025.4.106
УДК 631.535

Сравнение эффективности технологий укоренения *Juniperus horizontalis* ‘Prince of Wales’ Моенч методом зеленого черенкования

© В.Т. Попова, А.Н. Цепляев, А.В. Пальцева

***Juniperus horizontalis* ‘Prince of Wales’ Moench green cuttings rooting technologies effectiveness comparison**

V.T. Popova, A.N. Tseplyaev, A.V. Paltceva (Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov)

This article discusses the Creeping juniper ‘Prince of Wales’ (*Juniperus horizontalis* ‘Prince of Wales’ Moench) green cuttings rooting experience in the Voronezh region plant nursery summer greenhouse conditions. The results of the application of various rooting technologies were analyzed – in ridges, boxes, cassettes, with and without the use of the rhizogenesis stimulator “Kornevin”. The best yields of planting material were recorded in boxes and cassettes without the use of phytohormones – 78 % and 76.2 %, respectively. The use of the most common root formation stimulator Kornevin, certified for nurseries, showed results below the control values by 41 %, 19.5 % and 5.5 % in boxes, cassettes and ridges, respectively. According to the parameter “total root length of the first order” of rooted cuttings, the highest results were achieved in variants using the rhizogenesis stimulator “Kornevin” in boxes and cassettes – 43.0 cm and 64.3 cm, respectively (differences with the control are significant, with a significance level of 5 %). Thus, the stimulator “Kornevin” does not increase the percentage of rooting of cuttings, but leads to an elongation of the roots. The effectiveness of the stimulator depends on the conditions, so the worst rooting rates are noted in the variant – “box with the use of the “Kornevin”” (% rooting – 45.9 %). The result in the control variant, performed according to the traditional method in a ridge without rooting stimulators, was 46 %. For rooting green cuttings, the classical method turned out to be the least effective – in ridges, with an average result of 47.4 %. The maximum rooting percentage of cuttings was recorded in cassettes – 68.8 %. Correlation analysis demonstrated that in cassettes without the use of a stimulant, there is an inverse

relationship between the length of the roots and their number, with the correlation coefficient $r = -0.6$.

Key words: *Juniperus horizontalis* 'Prince of Wales' Moench, Creeping juniper 'Prince of Wales', vegetative propagation, cuttings, softwood cuttings, rooting, cassettes, ridges, boxes, "Kornevin"

Сравнение эффективности технологий укоренения *Juniperus horizontalis* 'Prince of Wales' Moench методом зеленого черенкования

В.Т. Попова, А.Н. Цепляев, А.В. Пальцева

В статье рассматривается опыт по укоренению можжевельника горизонтального 'Prince of Wales' (*Juniperus horizontalis* 'Prince of Wales' Moench) методом зеленого черенкования в условиях летних культивационных сооружений в питомнике Воронежской области. Были проанализированы результаты применения различных технологий укоренения – в грядах, ящиках, кассетах, с использованием и без использования стимулятора ризогенеза «Корневин». Наилучшие показатели выхода посадочного материала были зафиксированы в ящиках и кассетах без применения фитогормонов – 78 % и 76,2 % соответственно. Использование наиболее распространенного фитогормона, сертифицированного для питомников, показало результаты ниже контрольных значений на 41,0; 19,5 и 5,5 % в ящиках, кассетах и грядах соответственно, что является специфичным для укореняемой формы можжевельника. По параметру «суммарная длина корней первого порядка» укорененных черенков наивысшие результаты были достигнуты в вариантах с использованием «Корневина» в ящиках и кассетах: 43,0 и 64,3 см, соответственно (различия с контролем достоверны при уровне значимости 5 %). Таким образом, препарат не повышает процент укоренения черенков, но приводит к удлинению образующихся корней. Эффективность применения препарата зависит от условий укоренения: так, наихудшие показатели укоренения 45,9 % отмечены в варианте «ящик с применением препарата «Корневин»»; в контрольном варианте (гряды без стимуляторов укоренения) этот показатель составлял 46 %. Сравнение технологий показывает, что для укоренения зеленых черенков наименее эффективна классическая методика – в грядах – со средним результатом 47,4 %. Максимальный показатель укоренения черенков был достигнут в кассетах – 68,8 %. Корреляционный анализ продемонстрировал, что в кассетах без применения стимулятора существует обратная зависимость между длиной корней и их количеством, при этом коэффициент корреляции составляет $r = -0,6$.

Ключевые слова: *Juniperus horizontalis* 'Prince of Wales' Moench, вегетативное размножение, черенкование, зеленые черенки, укоренение, кассеты, гряды, ящики, «Корневин»

Попова Валентина Трофимовна – заведующая кафедрой ботаники и физиологии растений, канд. биол. наук

E-mail: bot.fiz-rast@yandex.ru

Цепляев Алексей Николаевич – профессор кафедры ботаники и физиологии растений, д-р с.-х. наук

E-mail: vsealexey@mail.ru

Пальцева Анастасия Владиславовна – аспирант кафедры ботаники и физиологии растений

E-mail: nastya_dy@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, д. 8
Телефон: 8 (473) 253–78–47
E-mail: vglta@vglta.vrn.ru

Введение

Представители рода *Juniperus* являются перспективными растениями для озеленения и благоустройства городских и частных территорий, расположенных в различных климатических зонах [11, 19]. Одним из широко используемых в ландшафтном дизайне сортов является можжевельник горизонтальный 'Prince of Wales'. Сорт ценится в зеленом строительстве за газо- и морозоустойчивость, относительную нетребовательность к составу и влажности почвы, а также за декоративность. Сорт является почвопокровным, с густой стелющейся зеленой кроной. Он незаменим для посадки в альпинариях и каменистых садах, а также для групповых посадок [6, 18].

Размножение можжевельников в промышленных целях выполняют путем черенкования [2, 4, 17]. Получение максимального количества укоренившихся черенков при минимальных затратах является актуальной проблемой современного питомниководства.

Один из распространенных способов вегетативного размножения – зеленое черенкование [23]. Первые рекомендации по срокам и технологиям укоренения лиственных и хвойных растений данным методом были даны еще в начале XX века учеными Р.И. Шредером и З.С. Курдиани [29]. По данным Б.С. Ермакова, большой теоретический задел по размножению культур зелеными черенками к началу 60-х годов прошлого столетия был накоплен в результате исследований Е. Gardner, J. Weles, С. Hess, Н. Hartmann, С. Dempster, Р. Newton, L. Lipp, Н. Templeton, F. Went, P. Zimmerman, Л.Ф. Правдина, Д.А. Комиссарова, А.И. Северовой, М.И. Докучаевой, Н.К. Вехова, М.П. Ильина, М.Т. Тарасенко, Р.Х. Турецкой, И.А. Комарова, Ф.Н. Поликарповой [7]. В 80–90-х годах использование ряда инноваций в части технологии, а также технических и организационных решений повлекло освоение метода зеленого черенкования в производственных условиях. Он основан на естественной способности растений к регенерации утраченных органов

или частей, образованию целостных растений из стеблевых черенков [1]. В.И. Торчик, А.Ф. Келько с соавт. показали, что множество декоративных форм представляют собой соматические мутации, декоративные качества которых сохраняются только при их вегетативном размножении путем черенкования [21]. Оно позволяет в короткий срок получить большой выход готовой продукции, используя при этом материал с небольших по площади маточников.

Укоренение черенков – наиболее доступный метод производства посадочного материала большинства сортовых хвойных культур, но его эффективность зависит от многих факторов, которые и являются предметом современных исследований [5]. Г.А. Курагодникова и А.О. Якименко показали, что корнеобразовательная способность многих видов специфична и зависит от условий и сроков черенкования, возраста и состояния маточника, типа контейнера [12]. В исследованиях Maliheh Abshahi с соавт. [24] отмечается, что весенний период – наиболее оптимальный срок черенкования можжевельника казацкого (*Juniperus sabina* L.). По данным А.Ю. Павлова с соавт. [16], посадка зеленых черенков декоративных культур в контейнеры уменьшает потребность в субстрате почти в 6 раз, по сравнению с вариантом укоренения в грядах. При этом выход посадочного материала с закрытой корневой системой в среднем превышал 90 %.

Использование ящиков для укоренения зеленых черенков имеет ряд преимуществ: 1) удобство перемещения в рамках теплицы; 2) предотвращение переувлажнения субстрата, за счет хорошей аэрации, что уменьшает вероятность появления гнили на черенке; 3) удобство маркировки; 4) больший объем корнеобитаемой зоны по сравнению с кассетой; 5) удобство логистики, что делает более эффективной последующую контейнеровку в горшки Р9 [15].

Одним из важных элементов технологии размножения является применение химических стимуляторов роста, которые ускоряют биоло-

гические процессы в клетках и тканях, увеличивая шансы молодого черенка на укоренение. В опытах Е.М. Фещенко с соавт. показано, что различные по химическому составу препараты неодинаково влияют на процессы формирования корневой системы черенков [22]. В настоящее время продолжается активный поиск веществ, усиливающих ризогенез черенкового материала. Такие опыты проведены для разных растений как декоративных, так и ягодных и плодовых культур [3, 10, 26, 27]. Применение препарата «Корневин» для стимуляции роста корней во многих исследованиях активизирует укоренение у черенков [2, 4, 9, 23]. Однако ряд экспериментов показывает, что при обработке черенков растворами [4, 13], туманом водных растворов [8], а также ростовыми пудрами, содержащими ИМК [5], увеличение концентрации индол-3-масляной кислоты вызывает снижение укоренения черенков, либо не оказывает никакого влияния на укоренение [28]. В опыте Н. Barakat и R. Draie отмечено достоверное увеличение количества и длины корней у некоторых культур в связи с повышением концентрации ИМК [25]. Таким образом, процент укоренения зеленых черенков будет зависеть от биологических особенностей размножаемого растения и технологии черенкования.

Целью исследования является подбор оптимальной технологии зеленого черенкования и оценка эффективности применения стимулятора корнеобразования «Корневин» при размножении можжевельника горизонтального *J. horizontalis* 'Prince of Wales' Moench. В задачи исследования входило: 1) сравнение эффективности технологий укоренения (в ящиках, кассетах, грядах) зелеными черенками в условиях летних культивационных сооружений; 2) оценка эффективности использования для данного сорта самого распространенного и сертифицированного для питомников стимулятора корнеобразования «Корневин».

Материалы и методы исследований

Опыты по зеленому черенкованию проводились в производственном отделении

ООО «Объединенные питомники» (Воронежская область, координаты: N 51° 48.368' E 38° 57.037'). Объектом исследования являлся можжевельник горизонтальный 'Prince of Wales' (*J. horizontalis* 'Prince of Wales' Moench).

Черенкование проводилось в летний период. Зеленые черенки заготовили и посадили 30 мая 2024 года. Укоренение проводилось в парниках сферической формы, покрытых полиэтиленовой пленкой толщиной 200 мкр. Полив обеспечивался при помощи туманообразующей установки с автоматическим режимом работы, регулирующимся при помощи электронного контроллера GA-327 с соленоидом и возможностью программирования режима полива. Опыт состоял из 6 вариантов в трехкратной повторности:

- 1) гряды без использования стимулятора (контроль);
- 2) гряды с использованием стимулятора «Корневин»;
- 3) ящик без стимулятора;
- 4) ящик—«Корневин»;
- 5) кассета без стимулятора;
- 6) кассета—«Корневин».

В опыте использовались кассеты для рассады с 84 ячейками (52 × 31,5 × 7 см) из пластика, объем ячейки — 0,068 л; ящики пластиковые (60 × 40 × 26 см) с перфорацией. Субстрат в грядах состоял из смеси речного, крупнозернистого песка и низинного торфа (2:1). В кассетах и ящиках использовался верховой торф и вермикулит (2:1). Применялся серийно используемый питомниками стимулятор корнеобразования «Корневин» (4-(индол-3-ил) масляной кислоты 5 г/кг). При планировании и постановке опытов следовали общеметодологическим рекомендациям Б.А. Доспехова. Контрольный вариант представлял собой традиционную технологию укоренения в грядах без использования стимуляторов.

Зеленые черенки заготавливали с растений, выращенных в полях, в маточниках питомника, не имеющих визуальных повреждений болезнями и вредителями, в период активного роста. На зеленые черенки использо-

вали весь прирост, сформировавшийся на момент заготовки, путем отрыва молодого побега от одревесневшей части, с небольшим (около 10 мм) одревесневшим концом (с «пяткой»). Верхняя часть черенка укорачивалась для уменьшения транспирации — так, чтобы общая длина не превышала 10–12 см. Зеленые черенки сразу после нарезки выса-

живали в кассеты либо в ящики по 84 штуки, опудривая нижний срез черенка «Корневином» (либо без его использования — в контрольном варианте). В гряды черенки высаживались по схеме посадки $2,5 \times 2,5$ см, располагая варианты рандомно в разных местах теплицы. Общий вид высаженных черенков показан на рисунках 1 и 2.



Рис. 1. Гряды в культивационном сооружении



Рис. 2. Ящики и кассеты с черенками в культивационном сооружении

Выкопка и подсчет укорененных черенков были произведены 14.11.2024.

От каждого из опытных вариантов было отобрано по 40 черенков. Для измерения длины корневой системы была использована сантиметровая линейка. При этом были рассчитаны средние показатели укоренения: средняя длина корня, количество корней первого порядка, а также средняя суммарная длина корневой си-

стемы у одного черенка. Для анализа экспериментальных данных были использованы методы статистической обработки – дисперсионный анализ и сравнение по критерию Фишера и Стьюдента, а также корреляционный анализ. При статистической обработке данных использовалась программа Statistica 10.0. Укорененные черенки можжевельника горизонтального показаны на рисунке 3.

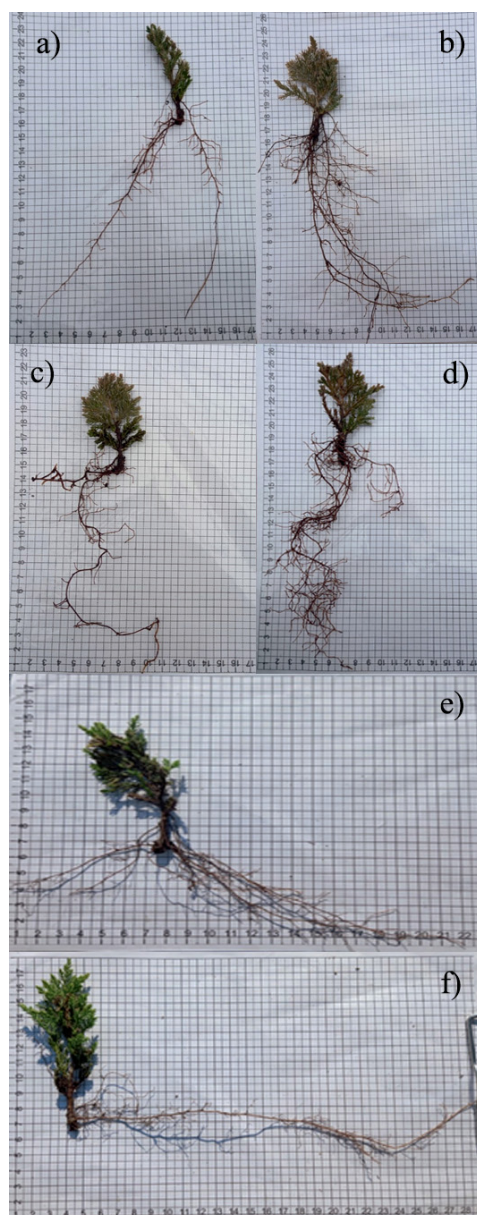


Рис. 3. Укорененные черенки в разных вариантах опыта: а) ящик без стимулятора; б) ящик–«Корневин»; с) кассета без стимулятора; d) кассета–«Корневин»; е) гряды без использования стимулятора (контроль); f) гряды с использованием стимулятора «Корневин»

После обработки данных укорененные черенки были высажены в контейнеры Р9 – стандартные квадратные пластиковые горшки для рассады и молодых растений, размером примерно 9 × 9 см по верху и около 9–10 см в высоту (объем 0,5 литра).

Результаты и их обсуждение

По результатам подсчета укорененных черенков, которые приведены в таблице 1, можно сказать, что опытные варианты имеют высокий процент укоренения – выше 60 %.

Таблица 1
Результаты укоренения зеленых черенков можжевельника горизонтального 'Prince of Wales'

Вариант опыта	Количество посаженных черенков, шт.			Количество укорененных черенков, %				Общее укоренение, %	Критерий различия T_{st}
	I	II	III	I	II	III	$M \pm m_m$		
1. Гряды без стимулятора (контроль)	50	50	50	48,0	46,0	52,0	48,7 ± 1,8	47,4 ± 1,3	$T_{1,2} = 0,21$ $T_{1,3} = 2,59$ $T_{1,4} = 0,54$ $T_{1,5} = 7,39$
2. Гряды—«Корневин»	50	50	50	38,0	68,0	32,0	46,0 ± 11,1		$T_{1,6} = 2,62$ $T_{2,3} = 3,98$
3. Ящик без стимулятора	56	56	56	85,7	89,3	58,9	78,0 ± 9,6	62,0 ± 16,1	$T_{2,4} = 0,02$ $T_{2,5} = 3,05$ $T_{2,6} = 1,74$
4. Ящик—«Корневин»	56	56	56	41,1	53,6	42,9	45,9 ± 3,9		$T_{3,4} = 3,8$ $T_{3,5} = 0,16$
5. Кассета без стимулятора	56	56	56	69,6	80,4	78,6	76,2 ± 3,3	68,8 ± 7,4	$T_{3,6} = 1,57$ $T_{4,5} = 11,12$ $T_{4,6} = 7,26$ $T_{5,6} = 12,56$
6. Кассета—«Корневин»	56	56	56	53,6	67,9	62,5	61,3 ± 4,2		

Примечания. I, II, III – повторности опыта; M – среднее значение, m_m – ошибка среднего; $t_{05} = 4,3$; $t_{01} = 9,93$; $t_{001} = 31,6$

Наилучшие показатели были достигнуты при укоренении в 3-м и 5-м вариантах – 78,0 и 76,2 % соответственно. Применение стимулятора «Корневин» продемонстрировало результаты ниже контрольных на 41,0; 19,5 и 5,5 % при укоренении в ящиках, кассетах и грядках соответственно. Таким образом, стимулятор вызывает ингибирующий эффект в данной фазе роста у можжевельника горизонтального. Расчет по критерию Стьюдента показал достоверные различия в выходе посадочного материала между 1-м вариантом (контроль) и 5-м вариантом ($t = 7,39$). Также отличия достоверны между 4-м и 5-м вариан-

тами ($t = 11,12$), между 4-м и 6-м ($t = 7,26$) и между вариантами 5-м и 6-м вариантами ($t = 12,56$). Наименьший процент укоренения в грядках возможно связан с недостатком перфорации в почве и как следствие – переизбытком влаги и нехваткой кислорода у черенков. Результаты применения стандартных концентраций препарата «Корневин», широко применяемого в питомниках, не выявили стимулирующего эффекта, наоборот, для всех технологий процент укоренения ниже контрольного значения.

В основе применения ИМК лежит способность фитогормона стимулировать корне-

образование, но также отмечается высокое содержание гормона в молодых зеленых частях растения. Повышение концентраций фитогормонов при обработке черенков чаще всего вызывает угнетение ростовых процессов. Подобный выраженный негативный эффект наблюдали при черенковании секвой-дендрона гигантского [20], при этом использование индолилмасляной кислоты не способствовало увеличению периода жизнеспособности черенков. Обработка черенков пихты испанской и кипарисовика Лавсона приводила к удлинению периода жизнеспособности только для вариантов при наименьших концентрациях, укоренения не происходило. Влияние концентраций изучаемого препарата на пролиферацию корневых меристем пока-

зывает [14], что наибольшая митотическая активность клеток апикальной меристемы отмечается при наименьших концентрациях водных растворов индолилмасляной и индолилуксусной кислот, повышение концентраций гормонов снижало процент проросших семян и митотическую активность, при этом доля аберрантных клеток возрастала. Подбор концентраций применяемых препаратов не может быть универсальным для разных таксономических групп растений. Таким образом, генотип растений будет оказывать влияние на эффект от применения ИМК.

Основные биометрические показатели – количество и длина корней, а также средняя суммарная длина корней первого порядка у черенков отражены в таблице 2.

Таблица 2

Биометрические показатели корневой системы укорененных черенков можжевельника горизонтального ‘Prince of Wales’ по вариантам технологий выращивания

Вариант опыта	Длина корней первого порядка, см		Количество корней первого порядка, шт.		Суммарная длина корней первого порядка у 1 черенка, см	
	$M \pm m_m$	$Cv, \%$	$M \pm m_m$	$Cv, \%$	$M \pm m_m$	$Cv, \%$
1. Гряды без стимулятора (контроль)	8,9 ± 0,7	51,6	2,8 ± 0,3	70,2	22,2 ± 2,1	58,9
2. Гряды–«Корневин»	9,1 ± 0,7	51,9	3,5 ± 0,5	85,3	28,3 ± 3,4	76,6
3. Ящик без стимулятора	9,2 ± 0,9	61,8	3,9 ± 0,6	91,2	30,9 ± 3,3	67,3
4. Ящик–«Корневин»	8,3 ± 0,7	56,0	5,4 ± 0,5	61,9	43,0 ± 4,4	65,0
5. Кассета без стимулятора	13,7 ± 1,0	45,5	3,1 ± 0,2	49,4	36,6 ± 2,0	35,3
6. Кассета–«Корневин»	8,7 ± 0,7	47,7	8,1 ± 0,8	59,6	64,3 ± 5,3	51,8
$HCP_{0,5}$	2,2		1,4		10,0	

Примечание. $HCP_{0,5}$ – наименьшая существенная разность, M – среднее значение, m_m – ошибка среднего, Cv – коэффициент вариации

Дисперсионный анализ и сравнение по критерию Фишера показали достоверные отличия по длине корней в 5-м варианте со всеми опытными вариантами. Средняя длина корней в этом варианте составила $13,7 \pm 1,0$ см ($p \leq 0,05$), что является самым высоким показателем среди всех опытных вариантов. Разница между данным и 6-м вариантами достигла 57,5 %, $d_{длина} = 5,0 > HCP_{0,05} = 2,2$ ($p \leq 0,05$).

Различия показателей в данном варианте и в 3-м варианте равны 32,8 %, $d_{длина} = 4,5 > HCP_{0,05} = 2,2$. Разница длин корней черенков, укорененных в кассетах и грядах без применения стимулятора, показала 35 %, $d_{длина} = 4,8 > HCP_{0,05} = 2,2$ ($p \leq 0,05$).

Наибольшее количество корней наблюдается в вариантах с использованием стимулятора «Корневин» в ящиках и кассетах, что

также достоверно при 5 %-ном уровне значимости. В 6-м методе укоренения зафиксированы различия с другими вариантами опыта – от 33,3 до 65,4 %, $d_{\text{количество}} = 2,7 - 5,3 > \text{НСР}_{0,05} = 1,4$ ($p \leq 0,05$). В 4-м опытном варианте отличия установлены в диапазоне от 27,8 до 48,1 %, $d_{\text{количество}} = 1,5 - 2,6 > \text{НСР}_{0,05} = 1,4$ ($p \leq 0,05$).

Самые высокие показатели суммарной длины корней первого порядка были зафиксированы в вариантах с использованием стимулятора ризогенеза «Корневин» в ящиках и кассетах – 43,0 и 64,3 см. Различия достоверны ($p \leq 0,05$). Самая короткая корневая система наблюдалась в контрольном варианте – 22,2 см. Статистически значимые результаты показало сравнение данного варианта и 4–6 вариантов укоренения, $d_{\text{сумм.длина}} = 14,4 > \text{НСР}_{0,05} = 10,0$; $d_{\text{сумм.длина}} = 42,1 > \text{НСР}_{0,05} = 10,0$ и $d_{\text{сумм.длина}} = 20,8 > \text{НСР}_{0,05} = 10,0$ соответственно при ($p \leq 0,05$).

Максимальная средняя суммарная длина корней у молодых растений наблюдалась в варианте с использованием кассеты и стимулятора «Корневин», что вероятнее всего связано с наиболее оптимальными условиями для формирования корня. В кассете каждый черенок имеет отдельную ячейку, в ней образует глубокую и разветвленную корневую систему и хорошо удерживает влагу, при этом имеет достаточный доступ к кислороду. При пересадке растения из кассеты в контейнер минимизируется травмирование корней, что повышает его приживаемость.

Также был проведен корреляционный анализ соотношения длины и количества корней для всех опытных вариантов. При укоренении в кассетах без стимулятора (5-й вариант) была выявлена обратная зависимость длины от количества корней ($r = -0,6$), что, возможно, связано с зависимостью роста корневой системы от объема ячейки. Уравнение регрессии для данного способа укоренения показано на рисунке 4.

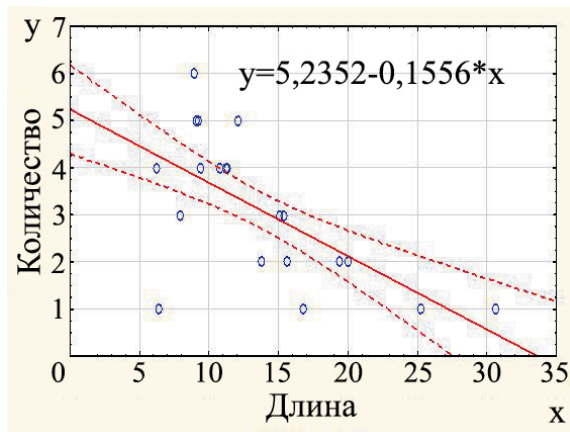


Рис. 4. Уравнение регрессии для соотношения длины и количества корней в варианте «Кассета без стимулятора»

В остальных вариантах опыта корреляционная связь незначительна. Коэффициенты корреляции также имеют отрицательное значение: $r = -0,3$ в 1, 3 и 6 вариантах; $r = -0,2$ в варианте 2, $r = -0,1$ в варианте 4.

Заключение

После проведенного нами исследования по изучению технологии зеленого черенкования и оценка эффективности применения стимулятора корнеобразования «Корневин» при размножении можжевельника горизонтального *J. horizontalis* 'Prince of Wales' Moench был сделан ряд выводов.

1. Наилучшее укоренение наблюдалось в ящиках и кассетах без использования стимулятора «Корневин» (варианты 3 и 5): 78 и 76,2 %.

2. Применение стимулятора «Корневин» (5 г/кг) показало результаты укоренения на 41,0; 19,5 и 5,5 % ниже, чем в контроле, как в ящиках, так и в кассетах и грядах, соответственно. По результатам можно сделать вывод о его отрицательном влиянии на укоренение данного сорта, но также можно отметить его положительное влияние на рост корневой системы в длину. Необходимо продолжать исследования по подбору концентрации фитогормонов при укоренении данного сорта.

3. Худший результат наблюдался в варианте укоренения в ящике, с использованием препарата «Корневин» – 45,9 %, а также в контрольном варианте по традиционной технологии (46 %) – в гряде, без использования стимуляторов укоренения.

4. Классическая технология укоренения в грядках также оказалась малоэффективной (47,4 %), что, возможно, связано с недостаточной перфорацией и нехваткой кислорода в корнеобитаемой зоне.

5. Самый высокий процент укоренения наблюдался в кассетах. Средний выход посадочного материала составил 68,8 %, что, вероятнее всего, связано с наиболее оптимальными условиями для корневой системы растений.

6. По биометрическим параметрам укорененных черенков – суммарной длине кор-

ней первого порядка – самые высокие показатели – в вариантах с использованием стимулятора «Корневин» в ящиках и кассетах – 43,0 и 64,3 см. Различия от контрольных показателей достоверны при 5 % уровне значимости;

7. Корреляционный анализ показал, что в кассетах без использования стимулятора существует обратная зависимость длины от количества корней, коэффициент корреляции при этом равен $r = -0,6$. Возможно, данный результат связан с зависимостью роста корневой системы от объема ячейки.

Исследование выполнено в рамках внутреннего гранта № 13В/2025 от 26.03.2025 «Совершенствование технологии зеленого черенкования представителей семейства Cupressaceae в условиях Воронежской области».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аладина, О.Н. Оптимизация технологии зеленого черенкования садовых растений / О.Н. Аладина // Известия ТСХА. – 2013. – Вып. 4. – С. 5–22. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-tehnologii-zelenogo-cherenkovaniya-sadovyh-rasteniy> (дата обращения: 10.09.2025).
2. Бойко, Н.С. К вопросу черенкования культиваров рода *Juniperus* L. / Н.С. Бойко, Л.М. Кривдюк // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. – 2019. – № 13. – С. 122–124. – URL: <https://scholar.google.com.ua/citations?user=UL6-CLEAAAAJ&hl=ru> (дата обращения: 4.09.2025).
3. Бопп, В.Л. Обзор современных решений повышения ризогенеза зеленых черенков *Ribes nigrum* L. / В.Л. Бопп // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 4 (169). – С. 51–59. – DOI: 10.36718/1819-4036-2021-4-51-59. – EDN CPMQYD.
4. Боровков, В.В. Влияние водных растворов биологически активных веществ на укоренение полудревесневших черенков можжевельника скального Скайрокет (*Juniperus scopulorum* Skyrocket) / В.В. Боровков, Г.А. Демченко // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 2. – С. 67–76 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vodnyh-rastvorov-biologicheskii-aktivnyh-veschestv-na-ukorenenie-poluodrevesnevshih-cherenkov-mozhzhevelnika-skalnogo> (дата обращения: 27.08.2025).
5. Боровков, В.В. Стимулирование корнеобразования у полудревесневших черенков можжевельника Пфитцера 'Pfitzeriana Glauca' (*Juniperus × pfitzeriana* 'Pfitzeriana Glauca') ростовыми пудрами с ауксинами / В.В. Боровков, Г.А. Демченко // Лесохозяйственная информация. – 2023. – № 3. – С. 94–102. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stimulirovanie-korneobrazovaniya-u-poluodrevesnevshih-cherenkov-mozhzhevelnika-pfittersa-pfitzeriana-glauca-juniperus-pfitzeriana> (дата обращения: 15.08.2025).
6. Гнаткович, П.С. Перспективные виды и формы хвойных экзотов для озеленения населенных пунктов северных территорий Иркутской области / П.С. Гнаткович, Е.М. Рунова // Успехи современного естествознания. – 2021. – № 6. – С. 13–21. – URL: <https://s.natural-sciences.ru/pdf/2021/6/37635.pdf> (дата обращения: 10.09.2025).
7. Ермаков, Б.С. Биолого-агротехнические особенности технологии зеленого черенкования древесных растений : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Б.С. Ермаков. – М., 1992. 56 с.

8. Ермилов, И.И. Изучение влияния предпосадочной обработки зелёных черенков туманом водного раствора ИМК (индолилмасляной кислоты) на укореняемость / И.И. Ермилов // Вестник науки. – 2024. – № 5 (74). – С. 2037–2043. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-vliyaniya-predposadochnoy-obrabotki-zelyonyh-cherenkov-tumanom-vodnogo-rastvora-imk-indolilmaslyannoy-kisloty-na> (дата обращения: 15.08.2025).
9. Зими́на, Н.И. Влияние стимуляторов роста на развитие саженцев винограда в школке / Н.И. Зими́на, С.И. Мельникова, О.И. Колесникова // Русский виноград. – 2022. – Т. 22. – С. 22–26. – DOI: 10.32904/2712–8245–2022–22–22–26. – EDN VBHLQS.
10. Исмаил, Ш. Влияние салициловой кислоты на регенерационные свойства черенков винограда в условиях защищенного грунта / Ш. Исмаил, А.А. Шаламова, А.Г. Абрамов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4 (55). – С. 48–51. – EDN SHWMSX.
11. Кочергина, М.В. Патологическое состояние хвойных пород садовых центров Краснодарского края / М.В. Кочергина, А.С. Юдина // Мониторинг и биоразнообразие естественных, искусственных и лесомелиоративных систем : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 09 июня 2022 года. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2022. – С. 68–74. – URL: https://vgltu.ru/files/nauka/konf/2022/2022_monitoring_i_bioraznoobrazie.pdf (дата обращения: 4.09.2025).
12. Курагодникова, Г.А. Влияние типа контейнера и субстрата на степень укореняемости голубики высокорослой / Г.А. Курагодникова, А.О. Якименко // Наука и Образование. – 2021. – Т. 4, № 4. – С. 161. – EDN GVMSZ.
13. Лимаева, Т.Д. Совместное влияние препаратов «Циркон» и индол-3-масляной кислоты на укоренение *Thuja occidentalis* columpnali forma // Электронный периодический научный журнал «SCI-ARTICLE. RU». – 2020. – № 79 (март). – С. 105–111. – URL: <https://sci-article.ru/stat.php?i=1583954597> (дата обращения: 27.08.2025).
14. Маскаева, Т.А. Генотоксичность фитогормонов в тестах *Allium cepa* L. / Т.А. Маскаева, М.В. Лабутина, Н.Д. Чегодаева // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 6. – С. 27069. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27069> (дата обращения: 10.09.2025).
15. Никулин, П.В. Как экономно вести бизнес в питомнике / П.В. Никулин // Технические разработки и механизмы : Сборник докладов XII ежегодной конференции АППИМ, 2019. – С. 42–50. – URL: <https://www.ruspitomniki.ru/article/2067> (дата обращения: 4.09.2025).
16. Павлова, А.Ю. Некоторые особенности размножения чёрной и красной смородины зелёными черенками в ограниченном объёме субстрата / А.Ю. Павлова, Н.Ю. Джура, Е.А. Туть // Вестник ХГУ им. Н.Ф. Катанова. – 2018. – № 25. – С. 19–21. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-osobennosti-razmnozheniya-chyornoj-i-krasnoj-smorodiny-zelyonymi-cherenkami-v-ogranichennom-obyome-substrata> (дата обращения: 15.08.2025).
17. Попова, В.Т. Сравнительный анализ укоренения представителей рода *Juniperus* L. В условиях Центрально-Черноземного региона / В.Т. Попова, А.Н. Цепляев, А.В. Пальцева // Адаптация лесного хозяйства к изменению климата: природоориентированные решения и цифровизация. Forestry–2024 : Материалы Международного лесного форума, Воронеж, 31 октября – 01 ноября 2024 года. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2024. – С. 44–49. – URL: https://bibl.vgltu.ru/ru/nauka/conference_article/14654/view (дата обращения: 27.08.2025).
18. Савушкина, И.Г. Методика оценки декоративности представителей рода *Juniperus* L. / И.Г. Савушкина, С.С. Сеит-Аблаева // Экосистемы. – 2015. – № 1 (31). – С. 97–105. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-dekorativnosti-predstaviteley-roda-juniperus-l> (дата обращения: 10.09.2025).
19. Самодаева, Е.А. Анализ ассортимента можжевельника для почвенно-климатических условий Ростовской области / Е.А. Самодаева, В.К. Каменева // Научные исследования студентов в решении актуаль-

- ных проблем АПК : Материалы всероссийской студенческой научно-практической конференции. В 4 томах, Иркутск, 17–18 февраля 2022 года. Том I. – п. Молодежный : Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2022. – С. 107–110. – URL: <https://vital.lib.tsu.ru/vital/access/services/Download/vital:18561/SOURCE01> (дата обращения: 10.09.2025).
20. Султонова, М.С. Особенности микрклонального размножения и органогенез некоторых представителей хвойных пород: *Sequoiadendron qiqanteum* Lindl. и *Biota orientalis* L. : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.01 / Султонова Мехрибон Сироджиддиновна; [Место защиты : С.-Петерб. гос. лесотехн. университет им. С.М. Кирова]. – Санкт-Петербург, 2016. – 24 с.
21. Торчик, В.И. Ризогенез у декоративных садовых форм хвойных растений и способы его интенсификации / В.И. Торчик, А.Ф. Келько, Г.А. Холопук. – Минск : Беларуская навука, 2017. – 218 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/106669> (дата обращения: 27.08.2025).
22. Фещенко, Е.М. Оценка последствий стимуляторов роста на морфометрические показатели черенков *Thuja occidentalis* и *Thuja occidentalis* “Smaragd” / Е.М. Фещенко, Е.В. Аминова, Е.С. Воронцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 4 (64). – С. 132–141. – DOI: 10.32786/2071–9485–2021–04–14. – EDN RTVFES.
23. Цепляев, А.Н. Синергический эффект применения стимуляторов ризогенеза и подогрева субстрата при зеленом черенковании хвойных пород / А.Н. Цепляев, Э.И. Трещевская // Лесотехн. журн. – 2019. – Т. 9, № 2 (34). – С. 14–21. – URL: <http://lestehjournal.ru/journal/2019/no-2–34/sinergicheskiy-effekt-primeneniya-stimulyatorov-rizogeneza-i-podogreva> (дата обращения: 15.08.2025).
24. Abshahi, M. Improvement of Rooting Performance in Stem Cuttings of Savin Juniper (*Juniperus sabina* L.) as a Function of IBA Pretreatment, Substrate, and Season / Maliheh Abshahi, Francisco Garcia Morote, Hossein Zarei [et al.] // Forests. – 2022. – № 13. – P. 1705. – DOI: 10.3390/f13101705.
25. Barakat, Hafsa. Effect of Indole Butyric Acid (IBA) Concentration on Rooting of Some Ornamental Plants / Hafsa Barakat, Rida Draie // International Research Journal of Innovations in Engineering and Technology. – 2024. – N 8. – P. 173–180. – DOI:10.47001/IRJIET/2024.811019.
26. De Andrade, F.H.A. IBA and melatonin increase trigonelline and caffeine during the induction and initiation of adventitious roots in *Coffea arabica* L. cuttings / F.H.A. De Andrade, A.M.O. Ferreira, L.M. Azevedo [et al.] // Scientific Reports. – 2023. – N 13 (1). – P. 15151. – DOI: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37704663>.
27. Guney, Deniz The effects of temperature and exogenous auxin on cutting propagation of some junipers / Deniz Guney, Seyyed Hossein Chavoshi, Ali Bayraktar, Fahrettin Atar // Dendrobiology. – 2021. – N 86. – P. 29–38. – DOI: 10.12657/denbio.086.004.
28. Koyama, R. Indole butyric acid application methods in ‘Brite Blue’ blueberry cuttings collected in different seasons / R. Koyama [et al.] // Revista Brasileira de Ciências Agrárias, RBCA. Recife. – 2019. – Vol. 14, no. 3. – P. e6542. – DOI:10.5039/agraria.v14i3a6542.
29. Masalova, L.I. Economic efficiency of *Thuja* plants propagation by cuttings / L.I. Masalova, A.N. Firsov // BIO Web of Conferences, Orel, 23–24 марта 2022 года. – Vol. 47. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2022. – P. 12001. – DOI: https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2022/06/bioconf_itia2022_12001.pdf

REFERENCES

1. Aladina O.N. Optimization of technology of green cuttings of garden plants. *Bulletin of the Timiryazev Agricultural Academy [Izvestiya TSKhA]*, 2013, no. 4, pp. 5–22. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-tehnologii-zelenogo-cherenkovaniya-sadovyh-rasteniy> (accessed: September 10, 2025). (In Russian).
2. Boyko N.S. Krivdyuk L. M. On the issue of cuttings of cultivars of the genus *Juniperus* L. *Proceedings of the Cheboksary Branch of the N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences*

- [*Nauchnyye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina RAN*], 2019, no. 13, pp. 122–124. URL: <https://scholar.google.com.ua/citations?user=UL6-CLEAAAAJ&hl=ru> (accessed: September 4, 2025). (In Russian).
3. Bopp V.L. Review of modern solutions for increasing rhizogenesis of green cuttings of *Ribes nigrum* L. *Bulletin of KrasSAU [Vestnik KrasGAU]*, 2021, no. 4 (169), pp. 51–59. DOI: 10.36718/1819–4036–2021–4–51–59. EDN CPMQYD. (In Russian).
 4. Borovkov V.V., Demchenko G.A. The influence of aqueous solutions of biologically active substances on the rooting of semi-lignified cuttings of rock juniper Skyrocket (*Juniperus scopulorum* Skyrocket). *Forestry information [Lesokhozyaistvennaya informatsiya]*, 2022, no. 2, pp. 67–76. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vodnyh-rastvorov-biologicheskii-aktivnyh-veschestv-na-ukorenenie-poluodrevesnevshih-cherenkov-mozhzhevelnika-skalnogo> (accessed: August 27, 2025). (In Russian).
 5. Borovkov V.V., Demchenko G.A. Stimulation of root formation in semi-lignified cuttings of *Juniperus* × *pfitzeriana* 'Pfitzeriana Glauca' using growth powders with auxins. *Forestry information [Lesokhozyaistvennaya informatsiya]*, 2023, no. 3, pp. 94–102. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stimulirovanie-korneobrazovaniya-u-poluodrevesnevshih-cherenkov-mozhzhevelnika-pfittsera-pfitzeriana-glauca-juniperus-pfitzeriana> (accessed: August 15, 2025). (In Russian).
 6. Gnatkovich P.S., Runova Ye.M. Promising species and forms of exotic conifers for landscaping settlements in the northern territories of the Irkutsk region. *Advances in modern natural science [Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya]*, 2021, no. 6, pp. 13–21. URL: <https://s.natural-sciences.ru/pdf/2021/6/37635.pdf> (accessed: September 10, 2025). (In Russian).
 7. Ermakov B.S. Biological and agrotechnical features of the technology of green cuttings of woody plants. Extended abstract of Doctor's thesis. Moscow, 1992. 56 p. (In Russian).
 8. Ermilov I.I. Study of the effect of pre-planting treatment of green cuttings with a fog of an aqueous solution of IMC (indolebutyric acid) on rooting. *Bulletin of Science [Vestnik nauki]*, 2024, no. 5 (74), pp. 2037–2043. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-vliyaniya-predposadochnoy-obrabotki-zelyonyh-cherenkov-tumanom-vodnogo-rastvora-imk-indolilmaslyannoy-kisloty-na> (accessed: August 15, 2025). (In Russian).
 9. Zimina N.I., Melnikova S.I., Kolesnikova O.I. The influence of growth stimulants on the development of grape seedlings in a nursery. *Russian grapes [Russkii vinograd]*, 2022, vol. 22, pp. 22–26. DOI 10.32904/2712–8245–2022–22–22–26. EDN VBHLQS. (In Russian).
 10. Ismail S., Shalamova A.A., Abramov A.G. The influence of salicylic acid on the regenerative properties of grape cuttings in protected soil conditions. *Bulletin of the Kazan State Agrarian University [Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta]*, 2019, no. 4 (55), pp. 48–51. EDN SHWMXS. (In Russian).
 11. Kochergina M.V., Yudina A.S. Pathological condition of coniferous trees in garden centers of Krasnodar Krai. Monitoring and biodiversity of natural, artificial, and forest reclamation systems. *Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference, Voronezh, June 9, 2022 [Monitoring i bioraznoobrazie yestestvennykh, iskusstvennykh i lesomeliorativnykh system. Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Voronezh, 09 iyunya 2022 goda]*. Voronezh, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 2022, pp. 68–74. URL: https://vgltu.ru/files/nauka/konf/2022/2022_monitoring_i_bioraznoobrazie.pdf (accessed: September 4, 2025). (In Russian).
 12. Kuragodnikova G.A., Yakimenko A.O. The influence of container type and substrate on the degree of rooting of highbush blueberry. *Science and Education [Nauka i Obrazovanie]*, 2021, vol. 4, no. 4, p. 161. EDN GVIMSZ. (In Russian).
 13. Limaeva T.D. Combined effect of the preparations "Zircon" and indole-3-butyric acid on the rooting of *Thuja occidentalis* columpnali forma. *Electronic periodical scientific journal "SCI-ARTICLE.RU" [Elektronii*

- periodicheskii nauchnii zhurnal "SCI-ARTICLE.RU"*], 2020, no. 79 (March), pp. 105–111. URL: <https://sci-article.ru/stat.php?i=1583954597> (accessed: August 27, 2025). (In Russian).
14. Maskaeva T.A., Labutina M.V., Chegodaeva N.D. Genotoxicity of phytohormones in tests *Allium sulfur* L. *Modern problems of science and education [Sovremennye problemi nauki i obrazovaniya]*, 2017, no. 6, p. 27069. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27069> (accessed: September 10, 2025). (In Russian).
 15. Nikulin P.V. How to economically run a nursery business. *Technical developments and mechanisms. Collection of reports from the XII annual conference of the APPM [Tekhnicheskiye razrabotki i mekhanizmy. Sbornik dokladov XII yezhegodnoy konferentsii APPM]*, 2019, pp. 42–50. URL: <https://www.ruspitomniki.ru/article/2067> (accessed: September 4, 2025). (In Russian).
 16. Pavlova A. Yu., Dzhura N. Yu., Tut E.A. Some features of propagation of black and red currants by green cuttings in a limited volume of substrate. *Bulletin of the Khakass State University named after N.F. Katanov [Vestnik KHGU im. N.F. Katanova]*, 2018, no. 25, pp. 19–21. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-osobennosti-razmnozheniya-chyornoy-i-krasnoy-smorodiny-zelyonimi-cherenkami-v-ogranichennom-obyome-substrata> (accessed: August 15, 2025). (In Russian).
 17. Popova V.T., Tseplyaev A.N., Paltseva A.V. A comparative analysis of the rooting of *Juniperus* L. species in the Central Black Earth Region. *Adapting forestry to climate change: nature-based solutions and digitalization. Forestry–2024. Proceedings of the International Forest Forum, Voronezh, October 31–01, 2024 [Adaptatsiya lesnogo khozyaistva k izmeneniyu klimata: prirodoorientirovannye resheniya i tsifrovizatsiya. Forestry–2024. Materialy Mezhdunarodnogo lesnogo foruma, Voronezh, 31 oktyabrya – 01 noyabrya 2024 goda]*. Voronezh: Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 2024, pp. 44–49. URL: https://bibl.vglu.ru/ru/nauka/conference_article/14654/view (accessed: August 27, 2025). (In Russian).
 18. Savushkina I.G., Seit-Ablaeva S.S. Methodology for assessing the decorativeness of representatives of the genus *Juniperus* L. *Ecosystems [Ekosistemi]*, 2015, no. 1 (31), pp. 97–105. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-dekorativnosti-predstaviteley-roda-juniperus-l> (accessed: September 10, 2025). (In Russian).
 19. Samodaeva, E.A., Kameneva V.K. Analysis of the range of juniper for the soil and climatic conditions of the Rostov region. *Scientific research of students in solving current problems of the agro-industrial complex. Materials of the All-Russian student scientific and practical conference. [Nauchnie issledovaniya studentov v reshenii aktualnykh problem APK. Materialy vserossiyskoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii]*. In 4 volumes, Irkutsk, February 17–18, 2022. Vol. I. Village Molodezhny, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky, 2022. pp. 107–110. URL: <https://vital.lib.tsu.ru/vital/access/services/Download/vital:18561/SOURCE01> (accessed: September 10, 2025). (In Russian).
 20. Sultonova M.S. Features of microclonal propagation and organogenesis of some representatives of coniferous species: *Sequoiadendron qiqanteum* Lindl. and *Biota orientalis* L. Extended abstract of candidate's thesis, 06.03.01 [Place of defense: St. Petersburg State Forest Technical University. S.M. Kirov], St. Petersburg, 2016, 24 p. (In Russian).
 21. Torchik V.I., Kelko A.F., Kholopuk G.A. Rhizogenesis in ornamental garden forms of coniferous plants and methods of its intensification. Minsk, Belarusian Science, 2017, 218 p. URL: <https://e.lanbook.com/book/106669> (accessed: August 27, 2025). (In Russian).
 22. Feshchenko E.M., Aminova Ye.V., Vorontsova Ye.S. Evaluation of the aftereffect of growth stimulants on the morphometric parameters of cuttings of *Thuja occidentalis* and *Thuja occidentalis* "Smaragd". *News of the Nizhnevolzhsky Agrarian University Complex. Science and Higher Professional Education [Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i visshiee professionalnoe obrazovanie]*, 2021, no. 4 (64), pp. 132–141. DOI 10.32786/2071–9485–2021–04–14. EDN RTVFES. (In Russian).

23. Tseplyaev A.N., Treshchevskaya E.I. Synergistic effect of using rhizogenesis stimulants and substrate heating during green cuttings of coniferous species. *Forestry journal [Lesotekhnicheskiy zhurnal]*, 2019, vol. 9, no. 2 (34), pp. 14–21. URL: <http://lestehjournal.ru/journal/2019/no-2-34/sinergicheskiy-effekt-primeneniya-stimulyatorov-rizogeneza-i-podogreva> (accessed: August 15, 2025). (In Russian).
24. Abshahi Maliheh, Francisco Garcia Morote, Zarei Hossein, Zahedi Bahman, Rezaei Nejad Abdolhossein. Improvement of Rooting Performance in Stem Cuttings of Savin Juniper (*Juniperus sabina* L.) as a Function of IBA Pretreatment, Substrate, and Season. *Forests*, 2022, no. 13, p. 1705. DOI: 10.3390/f13101705.
25. Barakat Hafsa, Draie Rida. Effect of Indole Butyric Acid (IBA) Concentration on Rooting of Some Ornamental Plants. *International Research Journal of Innovations in Engineering and Technology*. 2024, no. 8, pp. 173–180. DOI:10.47001/IRJIET/2024.811019.
26. De Andrade F.H.A., Ferreira A.M.O., Azevedo L.M., de Oliveira Santos M., Carvalho G.R., De Resende M.L.V., Silva V.A. IBA and melatonin increase trigonelline and caffeine during the induction and initiation of adventitious roots in *Coffea arabica* L. cuttings. *Scientific Reports*, 2023, no. 13 (1), p. 15151. DOI: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37704663>.
27. Guney Deniz, Chavoshi Seyyed Hossein, Bayraktar Ali, Atar Fahrettin. The effects of temperature and exogenous auxin on cutting propagation of some junipers. *Dendrobiology*, 2021, no. 86, pp. 29–38. DOI: 10.12657/denbio.086.004.
28. Koyama R., Hussain I., Shahab M., Ahmed S., Assis A.M., Zeffa D.M., Antunes L.E.C., Roberto S.R. Indole butyric acid application methods in 'Brite Blue' blueberry cuttings collected in different seasons. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias, RBCA. Recife*, 2019, vol. 14, no. 3, p. e6542. DOI:10.5039/agraria.v14i3a6542.
29. Masalova L.I. Economic efficiency of *Thuja* plants propagation by cuts. *BIO Web of Conferences, Orel, March 23–24, 2022*, vol. 47. *EDP Sciences*. ISSN 2117–4458, 2022, p. 12001. DOI: https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2022/06/bioconf_itia2022_12001.pdf.

Статья поступила в редакцию 14.09.2025