6. Rodin K. A., Nevezhina A. B., Narushev V. B. Vliyanie vodnogo i pischevogo rezhimov pochvy na izmenenie kornevoj massy i urozhajnosti risa pri kapel'nom oroshenii // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2020. № 8. S. 38-41.

7. Sochetanie prirodnih i antropogenno-reguliruemih uslovij dlya polucheniya razlichnoj urozhajnosti risa s ispol'zovaniem sistem kapel'nogo orosheniya / I. P. Kru-zhilin [i dr.] // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. 2016. № 5. S. 41-44.

8. Agronomic growth performance of super rice under water-saving irrigation methods with different water-controlled thresholds in different growth stages / C. Zheng [et al.] // Agronomy. 2020. V. 10. I. 2. P. 239.

9. Effects of impulse drip irrigation systems on physiology of aerobic rice / T. Parthasarathi [et al.] // Indian Journal of Plant Physiology. 2015. V. 20. P. 50-56.

10. Influence of water stress on phenological development, biomass production and yield of Malaysian aerobic and lowland rice / N. K. Zaman [et al.] // Australian Journal of Crop Science. 2019. V. 13. P. 1927-1935.

11. Mode of rice drip irrigation / I. P. Kruzhilin [et al.] // Journal of Engineering and Applied Sciences (ARPN). 2017. Vol. 12 (24). P. 7118-7123.

12. Schneider P., Asch F. Rice production and food security in Asian Mega deltas-A review on characteristics, vulnerabilities and agricultural adaptation options to cope with climate change // Journal of Agronomy and Crop Science. 2020. V. 206. I. 4. P. 491-503.

Authors Information

Rodin Konstantin Anatolyevich, Senior Researcher of the All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture (9 Timiryazev Street, Volgograd, 400002, Russia), A candidate of agricultural Sciences, tel. 8 (8442) 60-23-22, e-mail: rodin.ka@yandex.ru

Vorontsova Elena Sergeevna, Candidate of Biological Sciences, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture (9 Timiryazev Street, Volgograd, 400002, Russia), e-mail: esvoronts@mail.ru

Информация об авторах

Родин Константин Анатольевич, старший научный сотрудник ФБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия» (400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9), кандидат сельскохозяйственных наук, тел. 8(8442) 60-23-22, e-mail: rodin.ka@yandex.ru

Воронцова Елена Сергеевна, кандидат биологических наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия» (400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9), e-mail: esvoronts@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-14

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF GROWTH STIMULATORS ON THE MORPHOMETRIC INDICATORS OF STEMS *THUJA OCCIDENTALIS* AND *THUJA OCCIDENTALIS* «SMARAGD»

E.M. Feshchenko¹, E. V. Aminova¹, E. S. Vorontsova²

¹ Orenburg branch of the «Federal State Budget Scientific Institution of the Federal Research Gardening Center», Orenburg

² All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd

Received 28.08.2021

Submitted 27.10.2021

Summary

Scientific studies show that plant growth regulators improve the process of rooting cuttings. The vegetative method of reproduction of *Thuja occidentalis* with the use of growth regulators will increase the percentage of successfully rooted cuttings, improve their morphometric parameters, and as a result, better stability during further growth and development.

Abstract

Introduction. Vegetative reproduction of garden forms of Western thuja (green or lignified cuttings) is more effective. This issue requires a careful approach, since the effectiveness of reproduction depends on technological techniques and the selection of biologically active substances. **Object.** *Thuja occidentalis* and *Thuja occidentalis* «Smaragd». The studies were conducted in controlled conditions

of the stationary greenhouse of the Orenburg branch of the «Federal State Budget Scientific Institution of the Federal Research Gardening Center». **Materials and methods.** Cuttings of *Thuja occidentalis*, *Thuja occidentalis* «Smaragd» were collected from the middle tier of the crown on April 20, 2018-2020, from branches of the 2nd-3rd order of branching, the length of the cuttings was 10-11cm. The landing was carried out in closed ground conditions from polyvinyl chloride containers with an area of 0,5 m². The substrate used for planting cuttings: a mixture of sand and peat in a ratio of 3:1. Records of rooting cuttings were carried out on October 1, 2018-2020. The experiment involved 4 growth regulators: 1 – «Kornevin», 2 – «Heteroauxin», 3 – «Epin-extra», 4 – «Zircon», the control version – «water». The concentration of working solutions was set according to the instructions. The preparations were used during pre-planting soaking of cuttings, then 10 days after planting, then twice with an interval of 10 days. The repetition of the experiment is three-fold, with 30 cuttings in each. The studies were conducted in accordance with generally accepted methodological recommendations. The variability was studied according to the following indicators: rooting capacity of cuttings (in %); the number of roots on the cuttings (pcs); the total length of the roots (cm). For the statistical analysis, the average indicators for the observation period were used, the experimental data were processed by the method of variance analysis. **Results and conclusions.** The data of the vegetation experience indicate the effectiveness of the use of plant growth regulators on cuttings of *Thuja occidentalis* and *Thuja occidentalis* «Smaragd». The root system of cuttings is most responsive to the introduction of the growth regulator «Zircon»: the length of the roots was 22.01-23.61 cm (280-287 % higher than the control); the number of roots was 4.23-9.65 pcs (83-89 %). Also, hydroxycinnamic acids in the composition of «Zircon» contribute to an increase in the percentage of rooting of cuttings by 97-99%, which is equivalent to 43.03-44.19% of cuttings of the variant. Based on the results of the assessment of the effect of biologically active drugs on cuttings of *Thuja occidentalis* and *Thuja occidentalis* «Smaragd», the expediency of further research in the selection of substances with growth-regulating and adaptogenic properties for use on coniferous cuttings, in particular the above-mentioned representative of the *Cupressaceae* family and its varieties is confirmed.

Keywords: *Thuja occidentalis*, *Thuja occidentalis* «Smaragd», cuttings, plant growth regulator, rooting/

Citation. Feshchenko E.M., Aminova E.V., Vorontsova E.S. Assessment of the effect of growth stimulators on the morphometric indicators of stems *Thuja occidentalis* and *Thuja occidentalis* «Smaragd». *Proc. of the Lower Volga Agro-university Comp.* 2021. 4(64). 132-141 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-14.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.811.98

ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧЕРЕНКОВ *THUJA OCCIDENTALIS* И *THUJA OCCIDENTALIS* «SMARAGD»

Е. М. Фешенко¹

Е. В. Аминова¹, кандидат сельскохозяйственных наук

Е. С. Воронцова², кандидат биологических наук

¹ Оренбургский филиал ФГБНУ ФНЦ Садоводства, г. Оренбург

² Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 28.08.2021

Дата принятия к печати 27.10.2021

Актуальность. Вегетативное размножение садовых форм туи западной (зелеными или одревесневшими черенками) более эффективно. Данный вопрос требует тщательного подхода, поскольку результативность размножения зависит от технологических приемов и подбора биологиче-

ски активных веществ. **Объект.** *Thuja occidentalis* и *Thuja occidentalis* «Smaragd». Исследования проводились в контролируемых условиях стационарной теплицы Оренбургского филиала ФГБНУ ФНЦ Садоводства. **Материалы и методы.** Черенки *Thuja occidentalis*, *Thuja occidentalis* «Smaragd» отбирали из среднего яруса кроны 20 апреля 2018 – 2020 гг., с ветвей 2 – 3 порядка ветвления, длина черенков составляла 10-11 см. Посадка осуществлялась в условиях закрытого грунта в контейнеры из ПВХ площадью питания 0,5 м². Субстрат, использовавшийся для посадки черенков, – смесь песка и торфа в соотношении 3 : 1. Учеты укоренения черенков проводились 1 октября 2018-2020 гг. В опыте задействованы 4 регулятора роста: 1 – «Корневин», 2 – «Гетероауксин», 3 – «Эпин-экстра», 4 – «Циркон»; контрольный вариант – «вода». Концентрация рабочих растворов устанавливалась согласно инструкции. Препараты применялись во время предпосадочного замачивания черенков, затем через 10 дней после посадки, далее два раза с интервалом 10 дней. Повторность опыта трехкратная, по 30 черенков. Исследования проводились в соответствии с общепринятыми методическими рекомендациями. Изучали изменчивость по следующим показателям: укореняемость черенков (в %); количество корней на черенке (шт.); суммарная длина корней (см). Для проведения статистического анализа использовали средние показатели за период наблюдений, обработка экспериментальных данных проведена методом дисперсионного анализа. **Результаты и выводы.** Данные вегетационного опыта свидетельствуют об эффективности применения регуляторов роста растений на черенках *Thuja occidentalis* и *Thuja occidentalis* «Smaragd». Корневая система черенков наиболее отзывчива на применение регулятора роста «Циркон»: длина корней составила 22,01-23,61 см (на 280-287 % выше контроля); количество корней 4,23-9,65 шт. (83-89 %). Также гидроксикоричные кислоты в составе «Циркона» способствуют увеличению процента укоренения черенков на 97-99 %, что эквивалентно 43,03-44,19 % черенков варианта. Основываясь на результатах оценки влияния биологически активных препаратов в отношении черенков *Thuja occidentalis* и *Thuja occidentalis* «Smaragd», подтверждаем целесообразность проведения дальнейших исследований в вопросах подбора веществ, обладающих росторегулирующими и адаптогенными свойствами, для применения на черенках хвойных, в частности вышеуказанного представителя семейства Cupressaceae и его сорта.

Ключевые слова: *Thuja occidentalis*, *Thuja occidentalis* «Smaragd», черенкование туи, регуляторы роста растений, укоренение туи.

Цитирование. Фещенко Е. М., Аминова Е. В., Воронцова Е. С. Оценка последствия стимуляторов роста на морфометрические показатели черенков *Thuja occidentalis* и *Thuja occidentalis* «Smaragd». *Известия НВ АУК*. 2021. 4(64). 132-141. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-14.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. В настоящее время повышение качества жизни населения по-прежнему является актуальной проблемой. Доказано, что благоустройство прилегающей к городским зданиям и сооружениям территории оказывает влияние на микроклиматические условия местности и здоровье человека. Площадь благоустроенных территорий с использованием зеленых насаждений увеличивается ввиду расширения населенной территории. Исходя из вышеуказанных фактов возрастают площади, нуждающиеся в посадочном материале декоративных растений [7].

Туя западная (*Thuja occidentalis* L) имеет большое значение в качестве объекта для благоустройства урбанизированной среды: она способствует улучшению санитарно-гигиенического состояния урбанизированной среды, поскольку является источником фитонцидов и повышает ионизацию воздуха на 56-68 % [3].

Высокая зимостойкость и экологическая устойчивость туи западной обуславливают ее использование в частных и городских насаждениях степной зоны России [4].

Научные исследования свидетельствуют о том, что регуляторы роста растений улучшают процесс укоренения черенков [2].

Существуют примеры эффективного применения отечественными [1, 5, 6, 13] и зарубежными [7, 9] учеными экзогенных стимуляторов роста и корнеобразования на черенках туи западной.

Опыт исследований воздействия стимуляторов роста для повышения процента укорененных черенков и их морфометрических характеристик подтверждает целесообразность применения и необходимость дальнейших разработок в этом вопросе. Отдельно стоит обратить внимание на регуляторы роста нового поколения, которые с высокой эффективностью и простотой использования стимулируют физиологические процессы роста и развития растений, повышают их адаптивность.

Известно, что технология черенкования и укоренения хвойных растений, по причине индивидуальных биологических особенностей этих древесных пород, трудоемка. Вегетативное размножение садовых форм *Thuja occidentalis* (зелеными или одревесневшими черенками) более эффективна; при семенном способе воспроизводимость декоративных признаков незначительна. Данный вопрос требует тщательного подхода, поскольку результативность размножения зависит от технологических приемов и подбора биологически активных веществ [10, 12, 14, 15].

Таким образом, вегетативный способ размножения туи западной с применением регуляторов роста позволит увеличить процент успешно укорененных черенков, улучшит их морфометрические параметры, и как следствие, лучшую устойчивость при дальнейшем росте и развитии.

Объект исследования. Исследования проводились в контролируемых условиях стационарной теплицы Оренбургского филиала ФГБНУ ФНЦ Садоводства, в контролируемых условиях. Объекты исследования следующие: *Thuja occidentalis*, *Thuja occidentalis* «Smaragd»: Применены регуляторы роста: «Корневин», «Гетероауксин», «Эпин-экстра», «Циркон».

Материалы и методы. Черенки туи западной отбирались 20 апреля 2018 – 2020 гг. из среднего яруса кроны, с ветвей 2-3 порядка ветвления, длина черенков составляла 10-11 см. Применялся метод черенкования «с пяткой», т.е. с захватом одревесневшей части побега.

Посадка осуществлялась в условиях закрытого грунта (температура воздуха парника – +23-25 °С, температура почвы – +25-26 °С, влажность воздуха – 85 ± 2 %). Применялся подогрев контейнеров за счет труб отопительной системы теплицы. В контейнеры из ПВХ площадью питания 0,5 м². Субстрат, использовавшийся для посадки черенков, – смесь песка и торфа в соотношении 3 : 1.

Учеты укоренения черенков проводились 1 октября 2018-2020 гг.

В опыте задействованы 4 регулятора роста: 1 – «Корневин», 2 – «Гетероауксин», 3 – «Эпин-экстра», 4 – «Циркон», контрольный вариант – «вода».

«Корневин» (производитель ООО «Агросинтез») – 4-(индол-3-ил) масляная кислота, агрохимический препарат является регулятором роста растений, синтетическим аналогом ауксина. У черенков стимулирует образование придаточных корней, ускоряет формирование и рост корневой системы.

«Гетероауксин» (производитель ТПК Техноэкспорт) является синтетическим аналогом природного регулятора роста ауксина (индол-3-уксусная кислота). Применяется с целью стимулирования корнеобразования черенков. Агропрепарат не фитотоксичен для различных плодовых, декоративных и сельскохозяйственных культур при использовании с учетом рекомендованных норм расхода.

«Эпин-экстра» (производитель ННПП «НЭСТ М») – 24-эпибрассинолид, синтетический аналог природных фитогормонов класса брассиностероидов. По механизму действия он является активатором гиббереллинов, цитокининов и ауксинов, значимых в период различных фаз развития. Наряду со стимуляцией роста, препарат проявляет антистрессовые и адаптогенные свойства, активируя иммунные функции клетки, что обеспечивает устойчивость к заболеваниям и негативному воздействию различных внешних факторов. Не токсичен, экологически нейтрален, также уменьшает количество поллютантов (нитратов и тяжелых металлов) в тканях растений [3].

«Циркон» (производитель ННПП «НЭСТ М») – стимулятор роста, состоящий из смеси производных 3,4-дигидрокси-циннамовой кислоты и полученный из сырья лекарственных растений (эхинацеи пурпурной). Агропрепарат малотоксичен в отношении человека и животных, экологически нейтрален, не токсичен для растений. Действие препарата заключается в стимуляции корнеобразования, усилении хлорофиллогенеза, повышении устойчивости к бактериальным, вирусным и грибковым патогенам [8].

Концентрация рабочих растворов устанавливалась согласно инструкции: «Корневин» – препарата 1 г/л воды, время экспозиции 8 часов, «Гетероауксин» – 0,02 г/л воды, время экспозиции 16 часов, «Эпин-экстра» – 0,5 мл/л воды, время экспозиции 14 часов, «Циркон» – 1 мл/л воды, время экспозиции черенков 14 часов. Препараты применялись во время предпосадочного замачивания черенков, затем трехкратно после посадки с интервалом в 10 дней. После посадки 1 л рабочего раствора с вышеуказанными концентрациями препаратов рассчитывался на полив прикорневой зоны 30 черенков.

Повторность опыта трехкратная, в повторности по 30 черенков. Исследования проводились в соответствии с методическими рекомендациями зеленого черенкования садовых и лесных культур (М. Т. Тарасенко, 1991). Изучали изменчивость по следующим показателям: укореняемость черенков (в %); количество корней на черенке (шт.); суммарная длина корней (см). Для проведения статистического анализа использовали средние показатели за период наблюдений, обработка экспериментальных данных проведена методом дисперсионного анализа (Доспехов Б. А., 1985).

Результаты и обсуждение. После проведенной оценки влияния регуляторов роста на структуру изменчивости количества и длины придаточных корней у зеленых черенков *Thuja occidentalis* и *Thuja occidentalis* «Smaragd» установлено, что различные по химическому составу препараты неодинаково влияют на процессы формирования корневой системы черенков. Это обусловлено различиями в механизме действия регулятора роста. Так, ауксин вызывает цепь биохимических реакций, способствующих растяжению клеток, 24-эпибрассинолид способствует транспорту сахаров в вакуоль, гидроксикоричные кислоты положительно влияют на ризогенез, что может быть обусловлено стимуляцией эндогенных ауксинов. Фенольные соединения, являющиеся компонентами Циркона, по свойствам идентичны стрессовым метаболитам и участвуют в адаптивной реакции на стресс. С достоверностью 95 % доказана существенность различий между вариантами опыта: фактическая разность больше НСР (таблицы 1, 2).

Проведенный анализ данных таблицы 1 показал, что общая длина корней опытных вариантов варьирует от 7,21 см («Корневин») до 21,02 см («Циркон»), превышение контроля в этих случаях составляет от 32 до 287 % (это соответствует 1,78 и 15,59 см корневой системы). Кроме варианта с применением гидроксикоричных кислот, наблюдается положительное влияние 24-эпибрассинолида («Эпин-экстра»), общая длина корней превышает контроль на 210 %. Использование агропрепарата «Гетероауксин» способствовало увеличению общей длины корней на 132 % относительно контроля.

Общее количество корней в опыте находится в диапазоне от 5,63 до 8,94 шт., самый низкий показатель зафиксирован с применением ИМК, этот показатель выше контрольного на 19 %. Наибольшее количество корней черенков отмечено после применения гидроксикоричных кислот («Циркон»), что выше варианта без обработки на 89 % (4,23 шт.). «Эпин-экстра» способствует увеличению длины придаточных корней на 77 % (3,64 шт.). Увеличение количества корней на 68 % происходит в варианте «Гетероауксин».

Таблица 1 – Влияние стимуляторов роста на показатели корневой системы черенков *Thuja occidentalis*, в среднем за 2018-2020

Table 1 – The effect of growth stimulants on the root system of cuttings of the *Thuja occidentalis*, on average for 2018-2020

Показатель корневой системы / Root System indicator	Вода (К) / Water (K)	Корневин / Kornevin	Гетероауксин / Heteroauxin	Эпин-Экстра / Epin-extra	Циркон / Zircon
Общая длина корней, см / Roots total length, cm	5,43±0,16	7,21±0,21	12,65±0,14	16,86±0,33	21,02±0,24
HCP ₀₅ / LSD ₀₅		0,96	0,76	1,32	2
Факт. разница / Actual difference		1,78	7,22	11,4	15,59
Количество корней, шт. / Number of roots, pcs.	4,71±0,05	5,63±0,17	7,92±0,09	8,35±0,09	8,94±0,3
HCP ₀₅ / LSD ₀₅		0,76	0,6	0,6	0,4
Факт. разница / Actual difference		0,92	3,21	3,64	4,23
Результат укоренения, % / The rooting result, %	43,21±0,49	56,72±0,64	74,35±0,84	76,58±0,87	86,24±0,98
HCP ₀₅ / LSD ₀₅		3,76	3,44	3,52	3,84
Факт. разница / Actual difference		13,66	31,14	33,37	43,03

Обращая внимание на процент укорененных черенков, отмечаем эффективность регуляторов роста на процесс активации физиологических процессов ризогенеза, наибольшее положительное влияние в опыте с *Thuja occidentalis* оказали гидроксикоричные кислоты в составе агропрепарата «Циркон»: превышение контроля практически вдвое (99 %), что эквивалентно фактической разнице 43,03 % укорененных черенков. Эффективность 24-эпибрассинолида в составе препарата «Эпин-экстра» составила 77 %, иначе говоря, превышение относительно контроля составило 33,37 % укорененных черенков варианта. Самой низкой эффективностью характеризуется вариант с применением «Корневина», возрастание относительно контроля составляет 52 %, что соответствует 13,66 % черенков варианта. Положительное влияние агропрепарата «Гетероауксин» составляет 72 %, или 31,14 % черенков варианта.

При анализе данных таблицы 2 наблюдается иная картина эффективности регуляторов роста растений ауксинового типа на черенках *Thuja occidentalis* «Smaragd». Применение ИМК дает более существенную прибавку длины (на 6,23 см больше ИУК), количества корней (на 2,2 шт.), однако процент укоренения в данном варианте ниже. Использование ИУК в данном опыте оказало наименьший положительный эффект на укоренение черенков.

Длина корней в опытных вариантах варьирует от 9,11 см («Гетероауксин») до 23,61 см («Циркон»), что превышает контрольный показатель длины на 46 % и 280 % (2,9 и 17,4 см соответственно). 24-эпибрассинолид также проявил существенное влияние на общую длину придаточных корней, которая возрастает на 217 % (13,52 см). Эффективность «Корневина» следующая: превышение на 147 % относительно контроля, что эквивалентно 9,13 см корней.

Таблица 2 – Влияние стимуляторов роста на показатели корневой системы черенков *Thuja occidentalis* «Smaragd», в среднем за 2018-2020

Table 2 – The effect of growth stimulants on the root system of cuttings of the *Thuja occidentalis* «Smaragd», on average for 2018-2020

Показатель корневой системы / Root System indicator	Вода (К) / Water (K)	Корневин / Kornevin	Гетероауксин / Heteroauxin	Эпин-Экстра / Epin-extra	Циркон / Zircon
Общая длина корней, см / Roots total length, cm	6,21±0,07	15,34±0,17	9,11±0,1	19,73±0,22	23,61±0,27
HCP ₀₅ / LSD ₀₅		0,64	0,44	0,84	1
Факт. разница / Actual difference		9,13	2,9	13,52	17,4
Количество корней, шт. / Number of roots, pcs.	5,26±0,06	8,61±0,1	6,41±0,07	9,08±0,1	9,65±0,1
HCP ₀₅ / LSD ₀₅		0,4	0,32	0,4	0,4
Факт. разница / Actual difference		3,35	1,15	3,82	4,39
Результат укоренения, % / The rooting result, %	45,68±0,52	62,35±0,71	78,21±0,89	82,16±0,93	89,87±1,02
HCP ₀₅ / LSD ₀₅		3,08	3,64	3,76	4,04
Факт. разница / Actual difference		16,67	32,53	36,48	44,19

Диапазон суммарного количества корней в опытных вариантах составляет от 6,41 шт. в варианте «Гетероауксин» до 9,65 шт. с применением гидроксикоричных кислот в составе «Циркона», что свидетельствует о превышении контроля на 21-83 %. Эффективность агропрепарата «Корневин» по сравнению с количеством корней в контроле составила 64 % (1,15 см). «Эпин-экстра» значительно повысил количество корней (на 73 % относительно контроля), что соответствует 3,82 см придаточных корней черенка.

Результаты укоренения сорта *Thuja occidentalis* «Smaragd» также свидетельствуют о преобладающей эффективности регуляторов роста с антистрессовым воздействием: наибольшая длина придаточных корней достигнута в варианте «Циркон»: практически вдвое (на 97 %) превышен контрольный показатель, это эквивалентно 44,19 % процента черенков варианта. Эффективность агропрепарата «Эпин-экстра» составила 80 %, что соответствует 36,48 % от черенков варианта). Наименьший результат зафиксирован в варианте «Корневин»: на 37 % (16,67 % черенков варианта) выше контроля. Результативность применения ИМК в составе «Гетероауксина» такова: 71,2 % превышение контроля (32,53 % черенков варианта).

Корневая система *Thuja occidentalis* и *Thuja occidentalis* «Smaragd» более отзывчива на внесение регуляторов роста с антистрессовой функцией, поскольку эти препараты способствуют мобилизации собственного потенциала растения.

Данные таблиц указывают на большую целесообразность применения регуляторов роста с антистрессовым воздействием «Циркон» и «Эпин-экстра». Преимущество первого названного варианта в опыте составило 3,88-4,19 см и 0,57-0,59 шт. образовавшихся придаточных корней черенков, успешность укоренения в варианте с гидроксикоричными кислотами выше на 7,71-9,66 % черенков варианта.

Выводы. Данные вегетационного опыта свидетельствуют об эффективности применения регуляторов роста растений на черенках *Thuja occidentalis* и *Thuja occidentalis* «Smaragd». Доказано преимущество регулятора роста «Циркон» по превышению контроля в обоих объектах исследования: длина корней составила 22,01-23,61 см (на 280-287 % выше контроля); количество корней 4,23-9,65 шт. (83-89 %). Также гидроксикоричные кислоты в составе «Циркона» способствуют увеличению процента укоренения черенков на 97-99 %, что эквивалентно 43,03-44,19 % черенков варианта.

Опираясь на полученные результаты по оценке воздействия биологически активных препаратов в отношении черенков *Thuja occidentalis* и *Thuja occidentalis* «Smaragd», подтверждаем целесообразность проведения дальнейших исследований в вопросах подбора веществ для улучшения роста и адаптивности черенков хвойных, в частности вышеуказанного представителя семейства Cupressaceae и его садовой формы.

Библиографический список

1. Абдуллаева Э. В., Рамазанова А. Р. Особенности размножения туи западной черенкованием // Субтропическое и декоративное садоводство. 2011. № 45. С. 156-159.
2. Выращивание адаптированного посадочного материала для закладки садов в условиях Оренбургской области / Е. А. Иванова [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 55. С. 81-84.
3. Дубовицкая О. Ю., Золотарева Е. В. Декоративнолиственные и хвойные деревья и кустарники для озеленения населенных мест // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2014. № 23 (194). С. 38-43.
4. Иванов Р. А., Матвиенко Е. Ю. Туя западная в озеленении города Новочеркасска // Успехи современного естествознания. 2014. № 8. С. 122.
5. Казакова А. С., Барайшук Г. В. Применение стимуляторов роста при выращивании черенковых саженцев хвойных пород семейства кипарисовые (Cupressaceae) в условиях южной лесостепи Омской области // Омский научный вестник. 2012. № 2 (114). С. 155-159.
6. Кирдей Т. А., Борисова И. Н. Эффективность регуляторов роста при размножении сортов *Thuja occidentalis* L. // Бюллетень главного Ботанического сада. 2017. № 2 (203). С. 74-79.
7. Biotechnological basis for application of growth regulators for rooting of green cuttings of trees and shrubs in a greenhouse with a misting system / R. A. Shchukin [et al.] // BIO Web Conf. 2020. Vol. 23. No. 01009. P. 7. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202301009>
8. Caruntu S., Ciceu A. *Thuja occidentalis* L. (Cupressaceae): ethnobotany, phytochemistry and biological activity // Molecules. 2020. Vol. 25. 5416.
9. Florincescu A., Pui A., Nicoara A. Cutting propagation in *Thuja occidentalis* L. fastigiata using rooting stimulators // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 1996. № 26 (1). P. 57-63.
10. Kabir M., Roy P., Ahmed G. In vitro propagation of *Thuja occidentalis* through apical shoot culture // Plant Tissue Culture and Biotechnology. 2008. Vol. 16 (1).
11. Panea T., Blada I. Cutting propagation of ornamental conifers: the 'Smaragd' and 'Fastigiata' varieties of *Thuja occidentalis* // Revista de Silvicultură și Cinegetică. 2018. Vol. 23. No. 42. P. 8-13.
12. Szasz Len M. A., Holonec L. Effect of cutting size on the rooting of *Thuja occidentalis* 'Columna' // Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture. 2015. Vol. 72 (1).
13. The influence of growth stimulators on the rooting of cuttings of Cupressaceae negeer family representatives / O. Yu. Emelyanova [et al.] // Modern science success. 2017. Vol. 3. No. 2. P. 216-218.
14. Tseplyaev A. N., Treshchevskaya E. I. Influence of the container color on the growth of *Thuja occidentalis* 'Smaragd' planting material // Forestry Engineering Journal. 2020. Vol. 10 (2). P. 103-113.
15. Vlad I., Vlad M., Vlad I. A. The substratum influence on cutting's rooting of *Thuja occidentalis* compacta // Analele Universitatii din Oradea, Fascicula Biologie. 2014. Vol. 23. P. 293-296.

Conclusions. The data of the vegetation experience indicate the effectiveness of the use of plant growth regulators on cuttings of *Thuja occidentalis* and *Thuja occidentalis* «Smaragd». The advantage of the growth regulator «Zircon» in exceeding the control in both objects of the study was proved: the length of the roots was 22.01-23.61 cm (280-287 % higher than the control); the number of roots was 4.23-9.65 pcs (83-89 %). Also, hydroxycinnamic acids in the composition of «Zircon» contribute to an increase in the percentage of rooting of cuttings by 97-99 %, which is equivalent to 43.03-44.19% of cuttings of the variant.

Based on the obtained results on the assessment of the impact of biologically active drugs on *Thuja occidentalis* and *Thuja occidentalis* "Smaragd" cuttings, we confirm the expediency of further research in the selection of physiologically active substances with growth-regulating and adaptogenic properties for use on coniferous cuttings, in particular the above-mentioned representative of the Cupressaceae family and its garden form.

References

1. Abdullayeva E. V., Ramazanova A. R. Features of reproduction of Western thuja by cuttings // Subtropical and ornamental horticulture. 2011. № 45. P. 156-159.
2. Growing adapted planting material for laying gardens in the Orenburg region / E. A. Ivanova [et al.] // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2015. № 55. P. 81-84.
3. Dubovitskaya O. Yu., Zolotareva E. V. Decorative and coniferous trees and shrubs for landscaping of populated areas // Belgorod State University Scientific Bulletin Natural Sciences. 2014. № 23 (194). P. 38-43.
4. Ivanov R. A., Matvienko E. Yu. *Thuja occidentalis* in the landscaping of the city of Novocherkassk // Advances in current natural sciences. 2014. № 8. P. 122.
5. Kazakova A. S., Baraishchuk G. V. The use of growth stimulants in the cultivation of cuttings of coniferous seedlings of the cypress family (Cupressaceae) in the conditions of the southern forest-steppe of the Omsk region // Omsk Scientific Bulletin. 2012. № 2 (114). P. 155-159.
6. Kirdey T. A., Borisova I. N. The effectiveness of growth regulators in the propagation of varieties of *Thuja occidentalis* L. Bulletin Main botanical garden. 2017. № 2 (203). P. 74-79.
7. Biotechnological basis for application of growth regulators for rooting of green cuttings of trees and shrubs in a greenhouse with a misting system / R. A. Shchukin [et al.] // BIO Web Conf. 2020. Vol. 23. No. 01009. P. 7. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202301009>
8. Caruntu S., Ciceu A. *Thuja occidentalis* L. (Cupressaceae): ethnobotany, phytochemistry and biological activity // Molecules. 2020. Vol. 25. 5416.
9. Florincescu A., Pui A., Nicoara A. Cutting propagation in *Thuja occidentalis* L. fastigiata using rooting stimulators // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 1996. № 26 (1). P. 57-63.
10. Kabir M., Roy P., Ahmed G. In vitro propagation of *Thuja occidentalis* through apical shoot culture // Plant Tissue Culture and Biotechnology. 2008. Vol. 16 (1).
11. Panea T., Blada I. Cutting propagation of ornamental conifers: the 'Smaragd' and 'Fastigiata' varieties of *Thuja occidentalis* // Revista de Silvicultură și Cinegetică. 2018. Vol. 23. No. 42. P. 8-13.
12. Szasz Len M. A., Holonec L. Effect of cutting size on the rooting of *Thuja occidentalis* 'Columna' // Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture. 2015. Vol. 72 (1).
13. The influence of growth stimulants on the rooting of cuttings of Cupressaceae niger family representatives / O. Yu. Emelyanova [et al.] // Modern science success. 2017. Vol. 3. No. 2. P. 216-218.
14. Tseplyaev A. N., Treshchevskaya E. I. Influence of the container color on the growth of *Thuja occidentalis* 'Smaragd' planting material // Forestry Engineering Journal. 2020. Vol. 10 (2). P. 103-113.
15. Vlad I., Vlad M., Vlad I. A. The substratum influence on cutting's rooting of *Thuja occidentalis* compacta // Analele Universitatii din Oradea, Fascicula Biologie. 2014. Vol. 23. P. 293-296.

Author's Information

Feshchenko Ekaterina Mikhailovna, junior researcher of the Orenburg branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Federal Research Center of Horticulture (460041, Orenburg, sh. Nezhtinskoe, 10), e-mail: orennauka-plodopitomnik@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-4237-2059.

Aminova Evgenia Vladimirovna, Leading Researcher of the Orenburg branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Federal Research Center of Horticulture, Candidate of Agricultural Sciences, E-mail: orennauka-plodopitomnik@yandex.ru.

Vorontsova Elena Sergeevna, Candidate of Biological Sciences, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture (9 Timiryazev Street, Volgograd, 400002, Russian Federation). E-mail: esvoronts@mail.ru.

Информация об авторах

Фещенко Екатерина Михайловна, младший научный сотрудник Оренбургского филиала Федерального научного селекционно-технологического центра садоводства и питомниководства (460041, Оренбург, Нежинское шоссе, 10). ORCID: 0000-0003-4237-2059.

Аминова Евгения Владимировна, ведущий научный сотрудник Оренбургского филиала Федерального научного селекционно-технологического центра садоводства и питомниководства (460041, Оренбург, Нежинское шоссе, 10), кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: 0000-0001-6945-2214; e-mail: orennauka-plodopitomnik@yandex.ru.

Воронцова Елена Сергеевна, кандидат биологических наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия» (РФ, 400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9). E-mail: esvoronts@mail.ru.