

ОСОБЛИВОСТІ ВЕГЕТАТИВНОГО РОЗМНОЖЕННЯ *THUJA OCCIDENTALIS* L. 'WAGNERI'

Ольга УСОЛЬЦЕВА, Ірина БОЙКО, Тетяна КОПИЛОВА, Валентина ПОНОМАРЕНКО,
Наталія КУЧЕР

У статті досліджено особливості вегетативного розмноження *Thuja occidentalis* L. 'Wagneri' за допомогою різнотипних стеблових живців залежно від впливу стимуляторів росту (водних розчинів індолілмасляної кислоти, Чаркору та Біокор-чару, а також ростових пудр – Корневіну й Ukorzeniacz AB). Визначено біологічну здатність дослідних стеблових живців до придаткового коренеутворення: укоріненість, ступінь розвитку кореневої системи (кількість коренів, їх довжина, спосіб розташування на живці) і приросту надземної частини укорінених живців. Живцювання проводили навесні (II–III декади квітня) стебловими живцями, що відростають із «п'яткою» та напівдерев'янілими живцями. Під час живцювання стебловими живцями, що відростають із «п'яткою», високі показники за укоріненістю отримали за використання ростової пудри Ukorzeniacz AB та водного розчину ІМК, напівдерев'янілими живцями – за обробки ростовими пудрами (Ukorzeniacz AB та Корневіном). У цих дослідних варіантах на укорінених живцях спостерігали утворення придаткових коренів трьох порядків, а показники сумарної довжини коренів були максимальними. Максимальні показники приросту надземної частини укорінених живців спостерігали за використання ростових пудр (для живців, що відростають із «п'яткою» при обробці Ukorzeniacz AB, для напівдерев'янілих живців – Корневіном). Вивчення особливостей морфогенезу придаткових коренів дало змогу простежити особливості його стадій і фаз, визначити їх тривалість та особливості перебігу, а також виявити залежність кожної з них від типу живців і впливу стимуляторів росту. Дослідження показали, що підвищити укоріненість і кількість придаткових коренів і в такий спосіб прискорити процес регенерації різнотипних стеблових живців *T. occidentalis* 'Wagneri' можливо за умов використання досліджених типів живців і стимуляторів росту. Цей культивар доцільно розмножувати живцями, що відростають із «п'яткою», і напівдерев'янілими живцями з використанням ростової пудри (Ukorzeniacz AB). Запропоновані прийоми дадуть змогу прискорити укорінення стеблових живців *T. occidentalis* 'Wagneri' й отримати більш якісний посадковий матеріал.

Ключові слова: *T. occidentalis* 'Wagneri', різнотипні стеблові живці, стимулятори росту, регенераційна здатність, морфогенез придаткових коренів.

Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, вул. Київська, 12а, Умань, 20301, Україна; e-mail: usoltseva.og@gmail.com, irinaivankovska@gmail.com, kt.pyracantha@gmail.com, valentinaIonomarenko@gmail.com, natalochka_sof@ukr.net

Features of vegetative propagation of *Thuja occidentalis* L. 'Wagneri'

Usoltseva O., Boiko I., Kopylova T., Ponomarenko V., Kucher N.

The features of vegetative propagation of *Thuja occidentalis* L. 'Wagneri' using different types of stem cuttings depending on the effect of growth stimulants (aqueous solutions of Indolylbutyric acid, Charkor and Biokor-char, as well as growth powders – Kornevin and Ukorzeniacz AB) were studied. The biological ability of the experimental stem cuttings to form adventitious roots was determined: rooting, degree of development of the root system (number of roots, their length, nature of their location on the cutting) and growth of the above-ground part of the rooted cuttings. Cuttings were carried out in the spring (second and third decades of April) with stem cuttings growing with a "heel" and semi-lignified cuttings. When grafting stem cuttings that grow with a "heel", high rooting rates were obtained using the Ukorzeniacz AB growth powder and an aqueous solution of IMC, and semi-lignified cuttings were treated with growth powders (Ukorzeniacz AB and Kornevin). In these experimental variants, the formation of adventitious roots of three orders was observed on rooted cuttings, and the indicators of the total root length were maximum. The maximum growth rates of the above-ground part of rooted cuttings were observed with the use of growth powders (for cuttings growing with a "heel" when treated with Ukorzeniacz AB, for semi-lignified cuttings – with rooting powder). The study of the features of the morphogenesis of adventitious roots made it possible to trace the features of its stages and phases, determine their duration and characteristics, and also reveal

the dependence of each of them on the type of cuttings and the influence of growth stimulants. The conducted studies have shown that it is possible to increase the rooting and number of adventitious roots and thus accelerate the regeneration process of different types of stem cuttings of *T. occidentalis* 'Wagneri' if the studied types of cuttings and growth stimulants are used. This cultivar is best propagated by cuttings that grow with a "heel" and semi-lignified cuttings using growth powder (Ukorzeniacz AB). The proposed techniques will accelerate the rooting of stem cuttings of *T. occidentalis* 'Wagneri' and obtain higher quality planting material.

Key words: *T. occidentalis* 'Wagneri', different types of stem cuttings, growth stimulants, regeneration ability, morphogenesis of adventitious roots.

National Dendrological Park "Softyivka" of the NAS of Ukraine, 12a, Kyivska Str., Uman, 20301, Ukraine; e-mail: usoltseva.og@gmail.com, irinaivankovska@gmail.com, kt.pyracantha@gmail.com, valentina1ponomarenko@gmail.com, natalochka_sof@ukr.net

Вступ

Повномасштабна агресія російської федерації проти України призводить до нищівних руйнувань по всій території України. Значна кількість населених пунктів, промислових об'єктів, а також об'єктів транспортної, житлової та енергетичної інфраструктури повністю знищені. Війна продовжує завдавати значної шкоди довкіллю України («Zelene» rovoienne vidnovlennia 2022). Але, попри те що війна триває, уже зараз виникає потреба планувати відновлення країни. Відбудова має відбуватися з урахуванням соціальних, економічних та екологічних факторів. Заходи щодо розвитку міст і регіонів повинні передбачати вирішення проблем з озеленення міст і пріоритетність природоорієнтованих рішень. Програми комплексного озеленення міст потрібно розробляти паралельно з планами відбудови територій, що постраждали внаслідок військових дій (Pryntsyru 2022).

У зв'язку з цим, потреба в посадковому матеріалі декоративних культур, особливо хвойних, як для зеленого будівництва, так і для декоративного садівництва буде суттєво зростати. Тому постає питання розроблення нових і вдосконалення наявних технологій прискореного вегетативного розмноження декоративних рослин за допомогою стеблових живців. Цей метод дає змогу зберігати декоративні властивості рослин, які не передаються або частково передаються під час розмноження насінням, а також за відносно короткий час отримати велику кількість якісного посадкового матеріалу (Shpakova 2002; Tokman, Kyrychenko 2015; Shvets et al. 2018; Tsyhanska 2023).

Одним із перспективних напрямів у вирощуванні посадкового матеріалу деревних декоративних рослин є застосування фізіологічно активних речовин, зокрема стимуляторів росту (Yavorska et al. 2006; Terek 2007; Marhitai 2010). Їх використання дає змогу інтенсифікувати регенераційні процеси, сприяє скороченню терміну укорінення, підвищенню відсотка укоріненості, а також кращому розвитку укорінених живців хвойних рос-

лин (Shpakova 2002; Tokman, Kyrychenko 2015; Usoltseva 2010; Lisovyi 2015; Shvets et al. 2018; Tsyhanska 2023).

Тому мета дослідження – вивчити особливості вегетативного розмноження *T. occidentalis* 'Wagneri'.

Для її досягнення окреслено такі завдання: дослідити особливості регенераційної здатності різнотипних стеблових живців з використанням стимуляторів росту, простежити стадії та фази морфогенезу придаткових коренів, розробити прийоми, які дадуть змогу прискорити укорінення стеблових живців *T. occidentalis* 'Wagneri'.

Матеріал та методики

Останнім часом великий попит у зеленому будівництві та декоративному садівництві має *Thuja occidentalis* L. і її культивари (Kokhno, Kuznetsov 2005; Kalinichenko 2003; Kovalevskii, Kryvokhatko 2018, 2019; Suslova 2022). Об'єктом дослідження були стеблові живці, що відростають із «п'яткою», і напівздерев'янілі стеблові живці *T. occidentalis* 'Wagneri'. Цей культивар вирізняється конічною кроною, середньою силою росту, має м'яку хвою сірувато-зеленого забарвлення, яка розташована дуже щільно. Він є рекомендованим для поодиноких і групових посадок, для створення живоплотів (Shukel, Kozak 2013; Kucheryavui 2008, 2011).

Живцювання проводили навесні (II–III декади квітня) стебловими живцями, що відростають із «п'яткою», і напівздерев'янілими живцями (Bilous 2003; Marynych et al. 2005; Voitsekhivska et al. 2010). Біологічну здатність до придаткового коренеутворення дослідних стеблових живців визначали за такими критеріями, як укоріненість, тривалість укорінення, ступінь розвитку кореневої системи та приріст надземної частини укорінених живців. Під час вивчення морфогенезу придаткових коренів стеблових живців ми дотримувалися рекомендацій О.К. Мороз (Moroz 1991), О.О. Олійник (Oliynyuk 2017), а також результатів власних попередніх досліджень (Shpakova 2002). Як стимуля-

тори росту ми використовували водні розчини індолілмасляної кислоти – ІМК (35 мг/л), Чаркору (4 мл/л) та Біокор-чару (4 мл/л) з експозицією 15 годин, ростові пудри – Корневін та Ukorzeniacz AB. Контролем була дистильована вода з тією самою експозицією. Укорінення живців проводили в умовах захищеного ґрунту. Як субстрат для укорінення дослідних стеблових живців використовували пісок. Розмір вибірки становив 20 живців у трикратному повторенні. Для порівняння середніх даних варіантів досліді й контролю використовували метод Даннета (Prysedskyi 1999).

Результати та обговорення

Порівняльний аналіз даних дослідження показав, що стимулятори росту чинять неоднозначний вплив на регенераційну здатність різнотипних стеблових живців *T. occidentalis* 'Wagneri' (таблиця 1, таблиця 2).

Під час живцювання стебловими живцями, що відростають із «п'яткою», ми отримали високі показники за укоріненістю за використання ростової пудри Ukorzeniacz AB – 87,50 %, водного розчину ІМК – 71,43 %. У цих дослідних варіантах на укорінених живцях спостерігали утворення придаткових коренів трьох порядків, а показники сумарної довжини коренів були максимальними ($190,86 \pm 0,50$ см і $117,60 \pm 0,44$ см відповідно).

У варіантах 2 і 3 на укорінених живцях спостерігали утворення коренів лише двох порядків. При цьому їх сумарна довжина була достовірно меншою, порівняно як з іншими дослідними варіантами, так і з контролем, вона не перевищувала 95,90 см. Порівняльний аналіз одержаних даних за методом Даннета (Prysedskyi 1999) показав достовірність відмінностей між даними досліді й контролю (для $\alpha = 0,05$). Стимулятори росту достовірно впливають на сумарну довжину коренів укорінених живців, що відростають із «п'яткою» (допуск за Даннетом становив 2,87).

При живцюванні напівздерев'янілими живцями високі показники за укоріненістю одержали за обробки живців ростовими пудрами (Ukorzeniacz AB та Корневіном). При цьому у варіантах 4 й 5 на укорінених живцях утворилися придаткові корені трьох порядків і їх сумарна довжина була максимальною – $294,20 \pm 0,42$ см і $207,84 \pm 1,60$ см відповідно. У дослідних варіантах 2 і 3 сумарна довжина коренів була достовірно меншою відповідно інших варіантів і контролю, вона не перевищувала 55,50 см, при цьому ми спостерігали утворення коренів тільки двох порядків. Порівняльний аналіз одержаних даних за методом Даннета показав достовірність відмінностей між даними досліді й контролю (для $\alpha = 0,05$). Стимулятори росту достовірно впливають на сумарну довжину коренів.

Таблиця 1. Вплив стимуляторів росту на регенераційну здатність живців, що відростають із «п'яткою», *Thuja occidentalis* L. 'Wagneri'

Table 1. The effect of growth stimulants on the regeneration ability of cuttings growing with a "heel" of *Thuja occidentalis* L. 'Wagneri'

Варіант досліді	Стимулятор росту	Укоріненість, %	Сумарна довжина коренів, см	Сумарна довжина приросту надземної частини, см
1	ІМК	71,43	$117,60 \pm 0,44$	$0,86 \pm 0,60$
2	Чаркор	57,14	$95,90 \pm 0,20$	$0,75 \pm 0,10$
3	Біокор-чар	47,50	$95,25 \pm 0,50$	$0,62 \pm 0,21$
4	Ukorzeniacz AB	87,50	$190,86 \pm 0,50$	$2,45 \pm 2,00$
5	Корневін	62,50	$107,35 \pm 0,30$	$1,50 \pm 0,45$
6	контроль	25,00	$113,90 \pm 0,60$	$0,85 \pm 0,61$

Таблиця 2. Вплив стимуляторів росту на регенераційну здатність напівздерев'янілих живців *Thuja occidentalis* L. 'Wagneri'

Table 2. The effect of growth stimulants on the regeneration ability of semi-lignified cuttings of *Thuja occidentalis* L. 'Wagneri'

Варіант досліді	Стимулятор росту	Укоріненість, %	Сумарна довжина коренів, см	Сумарна довжина приросту надземної частини, см
1	ІМК	76,67	$170,85 \pm 1,84$	$2,25 \pm 1,22$
2	Чаркор	44,44	$64,24 \pm 1,63$	$1,14 \pm 0,53$
3	Біокор-чар	34,46	$55,50 \pm 2,05$	$0,86 \pm 0,10$
4	Ukorzeniacz AB	82,50	$294,20 \pm 0,42$	$2,34 \pm 0,60$
5	Корневін	80,00	$207,84 \pm 1,60$	$3,30 \pm 2,72$
6	контроль	33,33	$110,75 \pm 1,64$	$2,00 \pm 0,44$

нів укорінених напівдерев'янистих живців (допуск за Даннетом становив 7,60).

Під час вивчення особливостей морфогенезу придаткових коренів за укорінення різнотипних стеблових живців *T. occidentalis* 'Wagneri' спостерігали всі стадії й фази, які ми виділили для хвойних рослин раніше (Shpakova 2002). Але особливості їх перебігу залежать від типу живців, а також стимуляторів росту, що використовуються.

Стадія ендогенного ризогенезу складається з калюсогенезу й, власне, ризогенезу. На укорінених напівдерев'янистих живцях у дослідних варіантах, а також у контролі утворення калюсу не спостерігали, тобто ризогенез у них проходить швидко й активно завдяки наявності накопичених пластичних речовин, фаза калюсогенезу відсутня. На деяких живцях у варіантах 4 й 5 відзначили лише незначне потовщення їхньої базальної частини. На живцях, що відростають із «п'яткою», спостерігали утворення калюсу, який мав осередкове або валикоподібне розташування. Залежність між типом розміщення калюсу, його розміром та укоріненістю не встановлено. Результати власних спостережень виявили, що на дослідних типах живців *T. occidentalis* 'Wagneri' придаткові корені утворилися недалеко від поверхні зрізу, над калюсом (якщо він є).

Екзогенна стадія ризогенезу складається з фаз утворення коренів першого, другого та подальших ступенів галуження. Під час укорінення різнотипних стеблових живців стеблових *T. occidentalis*

'Wagneri' ми зазначили різну інтенсивність утворення придаткових коренів і їх галуження. Так, наявність придаткових коренів двох порядків спостерігали на укорінених живцях обох типів у дослідних варіантах 2 і 3, а також на деяких живцях у контролі. На укорінених живцях досліджених типів у варіантах 1, 4 і 5 наявний високий ступінь галуження коренів (наявність коренів трьох порядків).

Спостереження за приростом надземної частини укорінених живців *T. occidentalis* 'Wagneri' показало, що максимальні його показники для досліджених типів живців виявлено за використання ростових пудр (для живців, що відростають із «п'яткою», при обробці Ukorzeniacz AB, для напівдерев'янистих живців – Корневіном).

Висновки

За результатами дослідження вегетативного розмноження *T. occidentalis* 'Wagneri' експериментально доведено, що підвищити укоріненість і кількість придаткових коренів і так прискорити процес регенерації можливо за умов використання визначених типів живців і стимуляторів росту. Цей культивар доцільно розмножувати живцями, що відростають із «п'яткою», і напівдерев'янистими живцями з використанням ростової пудри (Ukorzeniacz AB). Запропоновані прийоми дозволять підвищити укорінення стеблових живців *T. occidentalis* 'Wagneri' й отримати більш якісний посадковий матеріал.

BILOUS, V.I. (2003) Lisova selektsiya: pidruchnyk. Uman: Umanske vydavnycho-polihrafichne pidpryyemstvo (in Ukrainian).
KALINICHENKO, O. A. (2003) Dekoratyvna dendrolohiya. Kyiv, Vyshcha shkola (in Ukrainian).
KOKHNO, M. A., KUZNETSOV, S. I. (2005) Metodychni rekomendatsiyi shchodo doboru derev ta kushchiv dlya introduktsiyi v Ukrayini. Kyiv (in Ukrainian).
KOVALEVSKII, S. B., KRYVOKHATKO, H. A. (2018) Posukhostiykist ta vodoutrymuvalna zdattist roslyn *Thuja occidentalis* L. ta yiyi kultyvariv [Drought resistance and water retention capacity of plants of *Thuja occidentalis* L. and its cultivars]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(2), 77–80. DOI: 10.15421/40280214
KOVALEVSKII, S. B., KRYVOKHATKO, H. A. (2019) Kompleksna otsinka dekoratyvnosti roslyn *Thuja occidentalis* L. [Complex assessment of decorative effect of *Thuja occidentalis* L. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(2), 23–25. DOI: 10.15421/40290204
KUCHERYAVYI, S. V. (2011) Tuya ta yiyi formy u sadovo-parkovykh nasadzhennyakh Lvova. *Scientific Bulletin of UNFU*, 21(1), 56–60 (in Ukrainian).

KUCHERYAVYI, S. V. (2008) Tuya zakhidna (*Thuja occidentalis* L.) ta yiyi formy v ozelenenni mista Lvova. *Scientific Bulletin of UNFU*, 18(2), 270–273 (in Ukrainian).
LISOVYI, M. M. (2015) Osoblyvosti avtovehetatyvnoho rozmnozheniya dekoratyvnykh form *Thuja occidentalis* L. *Scientific Bulletin of UNFU*, 25(9), 57–62 (in Ukrainian).
MARHITAI, L. H. (2010) Vplyv rehulyatoriv rostu na vkorinennya zhyvtsiv *Thuja occidentalis* L. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University, Series Biology*, 27, 121–124 (in Ukrainian).
MARYNYCH, I. S., BALABUSHKA, V. K., IBRAHIM, L. V. (2005) Rozmnozheniya khvoynykh derev ta kushchiv. Metodychni rekomendatsiyi. Kyiv (in Ukrainian).
MOROZ, O. K. (1991) Fazy morfohenezu koreniv pry ukorinenni introdukovanykh sortiv roz: Rekomendatsiyi. Ontohenez introdukovanykh roslyn. Kyiv (in Ukrainian).
OLIYNYK, O. (2017) Nepryamy morfohenez ta reheneratsiyna zdattist tkanyn troyandy efirooliynoyi [Indirect morphogenesis and regenerative ability of

- tissues of *Rosa damascena* Mill]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(1), 69–72. DOI: 10.15421/40270115
- PRYNTSYPY zelenoi pisliavoiennoi vidbudovy Ukrainy (2022) Available from: <https://ecoaction.org.ua/zelenavidbudova-ua.html>
- PRYSEDSKYI, Yu. H. (1999) Statystychna obrobka rezultativ biolohichnykh eksperimentiv. Donetsk : Yuho-Vostok.
- SHPAKOVA, O. H. (2002) Biolohichni osoblyvosti vehetatyvnoho rozmnozhennia introdukovanykh khvoynykh na Pivdennomu Skhodi Ukrainy. Avtoreferat dysertatsii kandydata biolohichnykh nauk. Kyiv.
- SHUKEL, I. V., KOZAK, Yu. V. (2013) Nasinnyenoshennya tuyi zakhidnoi *Thuja occidentalis* L. v umovakh zakhidnoho Polissya. *Scientific Bulletin of UNFU*, 23(9), 323–330 (in Ukrainian).
- SHVETS, V. V., KARPENKO, O. V., LUBENETS, V. I., NOVIKOV, V. P. (2018) Osoblyvosti vykorystannya kompozytsiy na osnovi produktiv biotekhnolohiyi dlya ukorinennya zhyvtsiv tuyi zakhidnoi. *Scientific Works of NUFT*, 24(5), 25–31. DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-5-5
- SUSLOVA O. (2022) Otsinka uspishnosti introduktsii kultyvariv *Thuja occidentalis* L. ta perspektyvy yikh vykorystannia v pivnichno-stepovii zoni Ukrainy [Evaluation of the introduction success of *Thuja occidentalis* L. cultivars and prospects for their use in the north of Ukrainian steppe]. *Ekolohichni nauky*. 2(41), 130–134. DOI: 10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.22
- TEREK, O. I. (2007) Rist roslyn: Navchalnyi posibnyk. Lviv, Vydavnychyy tsentr LNU im. Ivana Franka (in Ukrainian).
- TOKMAN, V. S., KYRYCHENKO, YA. S. (2015) Osoblyvosti vehetatyvnoho rozmnozhennya *Thuja occidentalis* L. v umovakh Sumskoho NAU. *Visnyk Sumskoho NAU, Series Ahronomiya i biolohiya*, 3(29), 134–138 (in Ukrainian).
- TSYHANSKA, O. I. (2023) Vehetatyvne rozmnozhennya tuyi zakhidnoi (*Thuja occidentalis*) ta osoblyvosti rozvytku ukorinenykh roslyn [Vegetative propagation of *Thuja occidentalis* and features of rooted plant development]. *Agriculture and Forestry*, 2(29), 88–98. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-2-8
- USOLTSEVA, O. H. (2010) Vehetatyvne rozmnozhennya deyakykh kultyvariv yalivtsyu v umovakh pivdennoho skhodu Ukrayiny. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho NAU, Series Ahronomiya*, 74, 186–191 (in Ukrainian).
- VOITSEKHIVSKA, O. V., KAPUSTYAN, A. V., KOSYK, O. I., MUSIIENKO, M. M., OLKHOVYCH, O. P. (2010) Fiziolohiya roslyn: praktykum. Lutsk (in Ukrainian).
- YAVORSKA, V. K., DRAHOVOZ, I. V., KRIUCHKOVA, L. O., KURCHII, B. O., BOHDANOVYCH, A. V., VOLKOGON, M. V., HLADUN, G. P., MAKOVEICHUK, T. I., MUSIIAKA V. K. (2006) Rehulatory rostu na osnovi pryrodnoi syrovyny ta yikh zastosuvannya v roslynnytstvi. Kyiv (in Ukrainian).
- “ZELENE”povoiennevidnovlenniaUkrainy:viziiatamodeli. Analitychna zapyska (2022) Resursno-analitychnyi tsentr “Suspilstvo i dovkillia”: Available from: https://dixigroup.org/wp-content/uploads/2022/08/green_recovery.pdf