


УДК 631.811.98: 582.688.2

## Особливості формування кореневої системи і надземної частини у живців самшиту вічнозеленого з дворічною й однорічною деревиною

Коваль С.А.<sup>1</sup> , Вітенко В.А.<sup>1</sup> , Адаменко С.А.<sup>1</sup> , Баюра О.М.<sup>1</sup> ,Курка С.С.<sup>1</sup> , Діденко І.П.<sup>2</sup> <sup>1</sup> Уманський національний університет садівництва<sup>2</sup> Національний дендропарк «Софіївка» НАН України Коваль С.А. E-mail: sergiy.koval124@ukr.net

Коваль С.А., Вітенко В.А., Адаменко С.А., Баюра О.М., Курка С.С., Діденко І.П. Особливості формування кореневої системи і надземної частини у живців самшиту вічнозеленого з дворічною й однорічною деревиною. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 90–99.

Koval S., Vitenko V., Adamenko S., Bayura O., Kurka S., Didenko I. Peculiarities of root system and aerial part formation in evergreen boxwood cuttings with two-year-old and one-year-old wood. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 90–99.

Рукопис отримано: 01.03.2024 р.

Прийнято: 18.03.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-90-99

Викладено результати вивчення особливостей укорінення живців самшиту вічнозеленого (*Buxus sempervirens* L.) із дворічною деревиною, проходження регенераційних процесів у яких станом на сьогодні досліджено недостатньо, та живців із однорічною деревиною, а також аналіз і порівняння біометричних показників живцевих саджанців, одержаних із живців обох цих типів. Утворення й формування кореневої системи та ріст надземної частини живців самшиту вивчали в Уманському національному університеті садівництва в теплиці, обладнаній пристроєм для дрібнодисперсного зволоження. Досліджено, що найефективнішим для стимулювання регенераційних процесів у живців самшиту із дворічною деревиною є розчин β-індолілмасляної кислоти (β-ІМК) з концентрацією 60 мг/л. У живців із однорічною деревиною ці процеси найефективніше стимулює розчин β-ІМК з концентрацією 40 мг/л. Виявлено, що живці першого типу утворюють більшу кількість коренів порівняно з живцями другого типу, вони також розвивають більшу за довжиною та розгалужену кореневу систему. В оптимальному варіанті живці першого типу регенерували 71,3 штук основних коренів, тимчасом у живців другого типу коренів сформувалося 44,5 штук. У живців самшиту вічнозеленого першого типу утворюється коренева система найбільшої довжини – 365,6 см, тимчасом у живців із однорічною деревиною – 159,7 см у середньому за 2019–2021 рр. досліджень. Обробка живців самшиту як з дворічною, так і однорічною деревиною розчинами β-ІМК виявила також істотний позитивний вплив на висоту їх надземної частини, яка в оптимальному варіанті переважала контрольний варіант відповідно в 1,3 раза або на 5,8 см і в 1,2 раза або на 3,5 см у середньому за період досліджень. Найкращі показники економічної ефективності: найвищий рівень рентабельності – 126,17 %, найбільший прибуток – 3246,76 грн за найменшої собівартості саджанця – 13,26 грн у перерахунку на 1 м<sup>2</sup> теплиці з устаткуванням для дрібнодисперсного зволоження, одержано після дорошування вкоріненних живців самшиту першого типу у варіанті з використанням β-ІМК з концентрацією 60 мг/л. Отже, вивчення впливу роторегулятивної речовини на формування кореневої системи й надземної частини в обох типів живців самшиту вічнозеленого та вдосконалення технологічних заходів вирощування саджанців нині є актуальною проблемою, вирішення якої забезпечить розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для виробників високоякісного садивного матеріалу цієї цінної декоративної рослини.

**Ключові слова:** живцювання, кількість і довжина коренів, укорінення, дорошування, саджанець.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Нині однією з найпоширеніших рослин в озелененні та садово-парковому будівництві є самшит вічнозелений (*Buxus sempervirens* L.), який належить до роду Самшит (*Buxus* L.) родини Самшитові (*Buxaceae* Dumort.) порядку Самшицвіті (*Buxales* L.) [1]. Види Самшиту – невеликі дерева або кущі з супротивними, цілокраїми, шкірястими листками. Самшитами властивий досить повільний ріст. Зрідка вони досягають близько 10 м у висоту. П'ятисотрічні екземпляри сягають до 20 м висоти і до 50 см у діаметрі. Приріст деревини за діаметром у рік становить не більше одного міліметра. Щільність сухої деревини становить 0,94–0,97 г/см<sup>3</sup>. Незважаючи на дрібні непомітні квітки, блискучі, темні листки роблять самшит незамінним в озелененні [2]. Самшит вічнозелений або звичайний є найрозповсюдженішим видом роду Самшит і має найбільший ареал – Західна Азія, Південна Європа, Північна Африка. Теплолюбний, повільнорослий, середньовибагливий до родючості ґрунту, один з найбільш тінновитривалих видів. В озелененні його використовують з часів Давнього Риму. Відомо багато садових різновидів, які відрізняються переважно за розміром і забарвленням листя та формою росту рослин. Особливо декоративні його форми: «Плакуча» ('Pendula' Dallimore) – деревоподібна рослина з повислими тонкими гілками; «Круглолиста» ('Rotundifolia' Baill.) з широкоовальними листками; «Сріблясто-облямкована» ('Argenteo-marginata' hort.) з листками зі сріблясто-білою облямівкою різної ширини; «Золотисто-пістрява» ('Aureo-variegata' West.) з жовто-пістрявими листками [2–4]. Самшит – цінний розсадницький товар, щороку в Сполучених Штатах продають понад 11 млн рослин за ринковою вартістю 126 млн доларів [5].

Самшиту властиве насіннєве й вегетативне розмноження: поділом куща, живцюванням, відсадками, щепленням, мікроклонально в культурі «in vitro». Проте, найрозповсюдженішим способом його розмноження, за якого зберігається форма та забарвлення листя, форма куща маточної рослини та інші важливі ознаки, є живцювання. За розмноження живцями вегетативному потомству передаються всі властивості й ознаки материнської особини [6].

Аналіз наукових досліджень з укорінювання живців і виробництва садивного матеріалу самшиту із стеблових живців як із здрев'янілих, так і напівздрев'янілих виявив, що більшість дослідників вивчають швидкість і особливості проходження процесу адвентивного коренеутворення, досліджують біометричні показники кореневласних рослин самшиту: висоту

надземної частини й кількість новоутворених додаткових коренів та їхню довжину [6–12, 17]. С.А. Коваль [6], А. Машевська, Т. Єрмейчук [7], В.М. Прокопчук, В.І. Циганський, О.І. Циганська [8], В.Ю. Жемчужин, Р.А. Ярошук [9], П.П. Яворовський [10], П.П. Яворовський і О.А. Калініченко [11], Odusanya et al. [12] проводили дослідження з вивчення строків живцювання залежно від стану маточних рослин, типу живців, умов зволоження й освітлення, температури повітря, складу субстрату, стимулювання процесу ризогенезу рістрегулятивними речовинами (стимуляторами росту) та їх впливу на вихід укорінених живців і їх біометричні показники. П.П. Яворовський [10] опрацював заходи щодо поліпшення технології вирощування та скорочення термінів одержання стандартних живцевих саджанців самшиту. LeBlanc et al. [13], Shishkoff et al. [14], Guo et al. [15], Kramer et al. [5] вивчали стійкість до ушкодження та захист від збудників самшитового опіку (фітофторозу), проводили дослідження для виявлення резистентності до нього серед культиварів. А.Б. Марченко [16] виявила досить стрімкий розвиток інвазійної популяції самшитової вогнівки *Cydalima perspectalis* в умовах урбо-екосистеми м. Біла Церква, за якого спостерігалось повне локальне об'їдання самшиту на урбанізованих територіях у 2022 році. Kaviani, Negahdar [17] проводили дослідження з розмноження та мікроклонального розмноження самшиту в культурі «in vitro».

Водночас, за умов ринкової економіки актуальною проблемою є виробництво високоякісного садивного матеріалу за якомога коротший період часу та з найменшими витратами. Особливо актуальне це питання для приватних розсадників і виробників з огляду на те, що самшит вічнозелений є повільнорослим видом.

Особливості вкорінення живців, які мають більші розміри та старший вік, а саме – дворічних, нині фактично не досліджені. Порівняння біометричних параметрів і економічних показників вирощування саджанців, одержаних із живців різних типів також потребує подальшого опрацювання з метою розроблення обґрунтованих рекомендацій для впровадження у виробництво садивного матеріалу.

Отже, у досліджуваному напрямку необхідно сформулювати такі основні завдання, які нині є невирішеними: виявити оптимальний для одержання високоякісного садивного матеріалу за найкоротший період часу тип живця самшиту вічнозеленого, встановити оптимальну для стимулювання утворення та формування кореневої системи й надземної частини концентрацію β-індолілмасляної кислоти.

**Мета дослідження** – вивчити особливості формування кореневої системи та надземної частини у живців з дворічною й однорічною деревиною, виявити оптимальний тип живця і встановити оптимальні концентрації рістрегуляторної речовини ( $\beta$ -ІМК) для стимулювання формування розвинутої кореневої системи та надземної частини, а також якнайшвидшого одержання високоякісного стандартного садивного матеріалу самшиту вічнозеленого.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили в Уманському національному університеті садівництва згідно з методичними вказівками з розмноження деревних та кущових рослин А.Ф. Балабака [18], І.С. Маринича, В.К. Балабушки і Л.В. Ібрагіма [19]. Використовували живці з 14–15-річних маточних рослин самшиту вічнозеленого, які росли в розсаднику. Укорінення здійснювали в теплиці ангарного типу ТП 810-25 з обладнанням для дрібнодисперсного зволоження впродовж 2019–2021 років. Укорінювали живці двох типів: з дворічною деревиною – перший тип (рис. 1) та з однорічною деревиною – другий тип (рис. 2).

Пагони самшиту нарізували зранку, з сьомої до восьмої години, за максимального насичення водою тканин листків і стебла. Зрізували пагони з верхньої частини куща. Живці з дворічною деревиною заготовлювали 1–5 квітня, під час набубнявіння бруньок, але до початку росту пагонів. Живці з однорічною деревиною заготовлювали 1–5 червня після того, як листки набули темно-зеленого забарвлення й заверши-

лася перша хвиля росту пагонів, але вони ще не здерев'яніли повністю. Із верхньої частини погону нарізували живці довжиною 12–15 см, зв'язували шпагатом у пучки по 25 штук згідно з повтореннями варіантів досліду та витримували у водних розчинах  $\beta$ -індолілмасляної кислоти з концентраціями 0, 20, 40, 60, 80 мг/л, занурюючи базальну частину живців у робочий розчин на 3–5 см. Експозиція обробки становила 24 години. Контрольний варіант – обробка водою. Після промивання живців під струменем проточної води їх висаджували на вкорінення в гряди теплиці у субстрат із низового мінералізованого торфу і промитого річкового піску (співвідношення 1:1), заглиблюючи на 5 см, за схемою 10 x 5 см.

Після завершення вегетаційного періоду (перша декада листопада) обліковували вкорінені живці, обраховували кількість основних коренів, визначали їх довжину та висоту надземної частини живцевих рослин.

Дорошування вкорінених живців до саджанців стандартних розмірів здійснювали на дослідних ділянках науково-виробничого відділення Уманського національного університету садівництва. Досліди виконували з чотириразовою повторністю, у повторенні – 25 живців. Статистичну обробку одержаних даних виконували за В.О. Єщенком [20] методом однофакторного дисперсійного аналізу на комп'ютері. Достовірність різниці між варіантами досліду і контролем перевіряли на 5 % рівні значущості.



Рис. 1. Живці самшиту вічнозеленого з дворічною деревиною.



Рис. 2. Живці самшиту вічнозеленого з однорічною деревиною.

**Результати дослідження та обговорення.**

Якщо проаналізувати вплив досліджуваних розчинів  $\beta$ -ІМК на стимулювання регенерації адвентивних коренів живцями самшиту з дворічною деревиною та висоту їх надземної частини, можна стверджувати, що він виявився істотним порівняно з контрольним варіантом (табл. 1).

За даними таблиці 1, у варіантах досліду, де живці самшиту обробляли розчинами  $\beta$ -ІМК, зафіксовано достовірне зростання кількості новоутворених коренів на 16,1–34,9 штук порівняно з контролем упродовж 2019–2021 рр. досліджень. За впливом на регенерацію додаткових коренів варіант із використанням для обробки живців самшиту вічнозеленого розчину  $\beta$ -ІМК із концентрацією 60 мг/л виявився оптимальним, оскільки у ньому спостерігалося істотне перевищення за цим показником над контрольним варіантом, а також над варіантами з використанням розчинів із концентраціями 20, 40 і 80 мг/л.

Встановлено значний вплив досліджуваного чинника – концентрація  $\beta$ -ІМК на цей показник, який сягав 99 %.

Визначена довжина основних коренів та обраховані середні значення цього показника для всіх варіантів досліду, які також наведені у табл. 1, показують, що обробка живців самшиту вічнозеленого з дворічною деревиною розчинами досліджуваних концентрацій  $\beta$ -ІМК

привела до його істотного збільшення порівняно з контролем, де він становив у середньому за період досліджень 150,1 см. Варіант досліду, де проводили обробку живців розчином  $\beta$ -ІМК із концентрацією 60 мг/л виявився оптимальним, оскільки у ньому зафіксовано найбільшу довжину коренів – 365,6 см, яка перевищує контрольний варіант на 215,5 см у середньому за 2019–2021 роки.

Чинник концентрація  $\beta$ -ІМК мав 100 % силу впливу на цей показник у живців самшиту вічнозеленого першого типу.

Висота надземної частини живців достовірно перевищувала контрольний варіант завдяки застосуванню концентрацій  $\beta$ -ІМК 20, 40, 60 і 80 мг/л. Для стимулювання формування надземної частини живців самшиту цього типу впродовж досліджень оптимальною виявилася обробка розчином  $\beta$ -ІМК з концентрацією 60 мг/л, за якої зафіксовано істотне збільшення цього показника порівняно з контрольним варіантом на 5,8 см. Крім того, цей варіант достовірно перевищував інші варіанти досліду.

Вплив чинника концентрація  $\beta$ -ІМК на висоту надземної частини живців самшиту вічнозеленого першого типу становив 74 %.

Показники, які наведені у таблиці 2, вказують на істотний вплив досліджуваних розчинів  $\beta$ -ІМК на стимулювання регенерації коренів живцями самшиту з однорічною деревиною та ріст їх надземної частини.

Таблиця 1 – Вплив обробки  $\beta$ -ІМК на біометричні показники вкорінених стеблових живців самшиту з дворічною деревиною (середнє за 2019–2021 рр.)

Концентрація $\beta$ -ІМК, мг/л	Кількість коренів, шт.	Довжина коренів, см	Висота надземної частини, см
0 (вода, контроль)	36,4	150,1	17,3
20	52,5	231,3	19,5
40	61,5	271,6	21,2
60	71,3	365,6	23,1
80	53,6	204,9	19,6
<i>НІР</i> <sub>0,05</sub>	1,73	3,83	1,29
Сила впливу чинника, %	99	100	74

Таблиця 2 – Вплив обробки  $\beta$ -ІМК на біометричні показники вкорінених стеблових живців самшиту з однорічною деревиною (середнє за 2019–2021 рр.)

Концентрація $\beta$ -ІМК, мг/л	Кількість коренів, шт.	Довжина коренів, см	Висота надземної частини, см
0 (вода, контроль)	23,1	82,9	15,6
20	32,1	113,3	17,3
40	44,5	159,7	19,1
60	38,4	144,0	17,2
80	34,4	113,9	16,6
<i>НІР</i> <sub>0,05</sub>	1,45	1,10	0,91
Сила впливу чинника, %	98	99	86

Дані таблиці 2 демонструють, що кількість коренів у живців самшиту вічнозеленого другого типу істотно збільшувалась у всіх варіантах досліду, де застосовували розчини  $\beta$ -ІМК. У цих варіантах виявлено достовірне перевищення над контрольним варіантом за досліджуваним показником на 9,0–21,4 штук у середньому за 2019–2021 роки. Найбільше перевищення за кількістю коренів (на 21,4 штук або в 1,9 раза) зафіксоване в оптимальному варіанті з концентрацією  $\beta$ -ІМК 40 мг/л.

Чинник концентрація  $\beta$ -ІМК виявив значну силу впливу на цей показник, яка досягала 98 % у середньому за 2019–2021 роки.

Дослідженнями показників довжини коренів, які регенерували живці самшиту з однорічною деревиною, виявлено стимулюючий вплив досліджуваних концентрацій на цей процес. Найбільшу за довжиною кореневу систему, яка досягала в середньому за період досліджень 159,7 см і на 76,8 см перевищувала контрольний варіант, зафіксовано у варіанті з використанням розчину з концентрацією  $\beta$ -ІМК 40 мг/л.

Вплив чинника концентрація  $\beta$ -ІМК на довжину коренів у живців самшиту другого типу становив у середньому 99 %.

Результати вивчення стимулюючої дії досліджуваних концентрацій  $\beta$ -індолілмасляної кислоти на висоту надземної частини виявили (табл. 2), що оптимальним для її формування у живців самшиту вічнозеленого другого типу був варіант із обробкою розчином  $\beta$ -ІМК з концентрацією 40 мг/л. Збільшення цього параметра в порівнянні з контрольним варіантом становило 3,5 см у середньому за період досліджень і було істотним.

Вплив досліджуваного чинника концентрація  $\beta$ -ІМК на висоту надземної частини живців самшиту другого типу становив у середньому 86 %.

Отже, порівняльним аналізом впливу розчинів  $\beta$ -ІМК на стимулювання регенерації додаткових коренів живцями самшиту з дворічною та однорічною деревиною встановлено, що більшу кількість коренів регенерували живці першого типу – 71,3 штук в оптимальному варіанті, тимчасом у контролі (обробка водою) утворилося 36,4 штук у середньому за 2019–2021 роки. Виявлено, що найефективнішою для стимулювання адвентивного коренеутворення у живців самшиту першого типу є концентрація  $\beta$ -ІМК 60 мг/л, у живців другого типу – концентрація  $\beta$ -ІМК 40 мг/л. На нашу думку, регенерування живцями з дворічною деревиною більшої кількості коренів відбулося завдяки тому, що вони мали більшу за роз-

міром надземну частину та кількість листків, а тому, відповідно, й більшу площу фотосинтезуючої листової поверхні та більший запас пластичних речовин, ніж живці з однорічною деревиною.

Стимулююча дія  $\beta$ -індолілмасляної кислоти на довжину регенованої кореневої системи живців самшиту першого і другого типів була подібною, хоча у живців першого типу вона формувалася потужніша та розгалуженіша. Це, на нашу думку, пояснюється тим, що живці першого типу висаджували на вкорінення в першій декаді квітня і вони мали триваліший (на 45 діб) період часу на вкорінення і ріст кореневої системи, тимчасом укорінення живців з однорічною деревиною розпочиналося в другій декаді червня.

Дослідженнями доведено, що обробка розчинами  $\beta$ -ІМК мала стимулюючий вплив на висоту надземної частини живців самшиту першого й другого типів. В оптимальному варіанті з використанням розчину  $\beta$ -ІМК із концентрацією 60 мг/л у живців самшиту з дворічною деревиною зафіксоване істотне перевищення контролю за цим показником у 1,3 раза (на 5,8 см) у середньому за 2019–2021 роки. Живці другого типу в оптимальному варіанті ( $\beta$ -ІМК – 40 мг/л) мали істотне збільшення висоти надземної частини на 3,5 см або в 1,2 раза порівняно з контролем у середньому за період досліджень.

Дорощування вкоріненних живців самшиту вічнозеленого проводили в умовах відкритого ґрунту на дослідних ділянках навчально-виробничого відділення Уманського національного університету садівництва.

Обробіток ґрунту здійснювали механізовано за зяблевою системою. Живцеві рослини висаджували у попередньо нарізані культиватором і політі борозни. Відстань між рядами становила 90 см, а між рослинами в ряду 30 см. Догляд за саджанцями полягав у систематичному механізованому рихленні ґрунту, підживленні, зрошенні та виполюванні бур'яну. Формування крони не проводили, за потреби секатором видаляли сухі пагони. Впродовж першого вегетаційного періоду саджанці одержані з живців із дворічною деревиною формували добре розвинений кущ і сягали висоти 30–35 см (рис. 3), саджанці отримані з живців із однорічною деревиною утворювали кущ і сягали висоти 20–25 см (рис. 4).

Найвищі показники економічної ефективності одержано в результаті дорощування живців самшиту вічнозеленого з дворічною деревиною, отриманих після обробки розчи-

нами  $\beta$ -ІМК, тому що в цих варіантах вихід укорінених живців з одиниці площі був найвищим, а їхні біометричні показники були найкращими. Отже, після дорошування було одержано більшу кількість стандартних саджанців із гуртовою ціною реалізації 30 грн за штуку. Застосування розчинів  $\beta$ -ІМК для стимулювання вкорінення живців цього типу дало змогу збільшити прибуток, підвищити рентабельність вирощування та зменшити собівартість саджанців порівняно з контролем.

У перерахунку на 1 м<sup>2</sup> теплиці з устаткуванням дрібнодисперсного зволоження найбільший прибуток – 3246,76 грн, найвищий рівень рентабельності – 126,17 % за найменшої собівартості саджанця – 13,26 грн одержано у варіанті з обробкою живців з дворічною деревиною розчином  $\beta$ -ІМК із концентрацією 60 мг/л. Порівняно з контролем прибуток збільшився на 315 грн, рівень рентабельності зріс на 8,82 %, собівартість саджанця знизилася

на 0,54 грн. Решта варіантів досліду також переважала контроль за цими показниками.

Дворічні саджанці самшиту вічнозеленого, вирощені з стеблових живців із дворічною деревиною (рис. 5), цілком придатні для висаджування у бордюрах і створення стрижених огорож та ландшафтних композицій.

Ландшафтними дизайнерами та працівниками національного дендропарку «Софіївка» НАН України створені чудові композиції з таких дворічних саджанців самшиту вічнозеленого (рис. 6), які завдяки належному догляду впродовж одного–двох років стали яскравим оздобленням «Долини туманів» у всі пори року.

Дослідники В.Ю. Жемчужин, Р.А. Ярошук [9] також зафіксували позитивний вплив  $\beta$ -індолілоцтової,  $\beta$ -індолілмасляної кислоти та препаратів на їх основі щодо вкорінення стеблових живців самшиту вічнозеленого в умовах захищеного ґрунту.



Рис. 3. Однорічний саджанець самшиту, вирощений із живця з дворічною деревиною.



Рис. 4. Однорічний саджанець самшиту, вирощений із живця з однорічною деревиною.



**Рис. 5. Дворічний саджанець самшиту вічнозеленого, вирощений із стеблового живця з дворічною деревиною.**



**Рис. 6. Самшит вічнозелений у ландшафтних композиціях дендропарку «Софіївка».**

Науковці А. Машевська, Т. Єрмейчук [7] встановили, що «...кращу укоріненість (100,0 %) виявили нездерев'янілі верхівкові живці за обробки водним розчином ІМК, за обробки спиртовим розчином ІМК укоріненість здерев'янілих бічних живців становила 93,3 %. Коренева система нездерев'янілих верхівкових живців була досить розгалуженою (з коренями I–II порядків) із загальною довжиною коренів  $337,20 \pm 0,19$  см, живці мали приріст надземних пагонів». Ці дослідники також вказують, що «...оптимальним терміном живцювання самшиту вічнозеленого (*Buxus sempervirens* L.) є весна (II–III декада квітня) із початком пробудження рослин й активною камбіальною діяльністю».

У дослідженні В.М. Прокопчук, В.І. Циганський, О.І. Циганська [8] виявили, «...що такі стимулювальні препарати як Гетероауксин, Корневін та Епін, мають високий позитивний вплив на інтенсивність процесу ризогенезу, зокрема максимальну ефективність забезпечив органічний стимулятор росту рослин Гетероауксин на основі  $\beta$ -індолілоцтової кислоти. На варіантах із його застосуванням рівень укорінення живців становив 95 %, а також зафіксовано найкращі біометричні показники вкорінення рослин». На жаль, оптимальних концентрацій або норм витрати цих препаратів дослідники не наводять.

Отже, результати наших досліджень за переважною більшістю показників відповідають результатам досліджень ряду українських науковців, хоча зустрічаються й деякі відмінності.

**Висновки.** На підставі результатів досліджень з укорінення стеблових живців самшиту вічнозеленого та їх статистичної обробки, а також досліджень з дорощування вкорінених живців до стандартних саджанців цілком правомірно зробити такі висновки.

1. Утворення і формування кореневої системи та ріст надземної частини живців самшиту вічнозеленого (*Buxus sempervirens* L.) залежить від типу живця й обробки розчинами рістрегулятивної речовини ( $\beta$ -індолілмасляної кислоти).

2. Позитивний стимулюючий вплив на кількість новоутворених коренів у живців самшиту як із дворічною, так і однорічною деревиною виявляє обробка розчинами  $\beta$ -ІМК. Оптимальною концентрацією розчину  $\beta$ -ІМК для живців із дворічною деревиною є концентрація 60 мг/л, у варіанті з її застосуванням утворюється 71,3 штук коренів; для живців із однорічною деревиною – концентрація  $\beta$ -ІМК 40 мг/л, де з'являється 44,5 штук коренів. Живці самшиту першого типу формують більшу за дов-

жиною кореневу систему (в середньому 365,6 см у оптимальному варіанті) порівняно з живцями другого типу (159,7 см).

3. Живці самшиту вічнозеленого з дворічною деревиною в оптимальному варіанті ( $\beta$ -ІМК – 60 мг/л) мають висоту надземної частини 23,1 см, тимчасом живці з однорічною деревиною в оптимальному варіанті ( $\beta$ -ІМК – 40 мг/л) сягають висоти 19,1 см.

4. Найвищий рівень рентабельності – 126,17 %, найбільший прибуток – 3246,76 грн на 1 м<sup>2</sup> теплиці з обладнанням дрібнодисперсного зволоження за найменшої собівартості саджанця – 13,26 грн одержано у варіанті з обробкою живців самшиту із дворічною деревиною розчином  $\beta$ -ІМК з концентрацією 60 мг/л.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Заячук В.Я. Дендрологія. Львів: Априорі, 2008. 656 с.
2. Калініченко О.А. Декоративна дендрологія. Київ: Вища школа, 2003. 199 с.
3. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць. Львів: Світ, 2005. 456 с.
4. Білоус В.І. Садово-паркове мистецтво: Коротка історія розвитку та методи створення художніх садів. Київ: Наук. Світ, 2001. 299 с.
5. Kramer M., Guo Y., Pooler M. Ranking Resistance of *Buxus* Cultivars to Boxwood Blight – an Integrated Analysis. *J. Environ. Hort.* 2020. 38(2). P. 50–55.
6. Коваль С.А. Вплив росторегулятивної речовини на вихід обкорінених стеблових живців самшиту вічнозеленого. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2013. Вип. 23.5. С. 54–57.
7. Машевська А., Єрмейчук Т. Біологічні основи розмноження самшиту вічнозеленого *Buxus Sempervirens* L. в умовах закритого ґрунту. *Науковий бюлетень Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Ботаніка*. 2015. 2. Розділ I. С. 33–38.
8. Прокопчук В.М., Циганський В.І., Циганська О.І. Вплив стимуляторів росту на вкорінення живців самшиту вічнозеленого *Buxus sempervirens* L. в умовах закритого ґрунту. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. 28(7). С. 57–59. DOI: 10.15421/40280712
9. Жемчужин В.Ю., Ярошук Р.А. Особливості вегетативного розмноження самшиту вічнозеленого. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Агронія і біологія*. 2014. 3(27). С. 82–85.
10. Яворовський П.П. Удосконалення агротехніки вирощування садивного матеріалу декоративних деревних рослин: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.03.01. Київ: Нац. аграр. ун-т., 2004. 20 с.
11. Яворовський П.П., Калініченко О.А. Ефективність дії стимулятора росту «Триман-1» на ріст укорінених живців туї західної (*Thuja occidentalis* L.) і самшиту вічнозеленого (*Buxus sempervirens* L.). *Науковий вісник Українського державного лісотехнічного університету (Збірн. наук.-техн. праць)*. 2002. Вип. 12.4. С. 268–271.



12. Propagation and seedling growth of some species used as ornamental hedges in landscape design / T.I. Odusanya et al. *Ornamental Horticulture*. 2019. Vol. 25. No 4. P. 383–389. DOI: 10.1590/2447-536X.v25i4.2053.

13. LeBlanc N., Salgado-Salazar C., Crouch J.A. Boxwood blight: an ongoing threat to ornamental and native boxwood. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2018. 102(10). P. 4371–4380. DOI: 10.1007/s00253-018-8936-2.

14. Shishkoff N., Daughtrey M., Aker S., Olsen R.T. Evaluating boxwood susceptibility to *Colonectria pseudonaviculata* cuttings from the National Boxwood Collection. *Plant Health Progress*. 2015. Vol. 16. No 1. P. 11–15. DOI: 10.1094/PHP-RS-14-0033.

15. Guo Y.H., Olsen R.T., Kramer M., Pooler M. Effective bioassays for evaluating boxwood blight susceptibility using detached stem inoculations. *Hort Science*. 2015. 50. P. 268–271.

16. Марченко А.Б. Екологічні аспекти прояву інвазійного виду *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) в урбанізованих екосистемах. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2022. № 2. С. 153–160. DOI: 10.33245/2310-9270-2022-174-2-153-160.

17. Kaviani B., Negahdar N. Propagation, micropropagation and cryopreservation of *Buxus hircana* Pojark., an endangered ornamental shrub. *South African Journal of Botany*. 2017. 111. P. 326–335. DOI: 10.1016/j.sajb.2017.04.004.

18. Балабак А.Ф. Кореневласне розмноження садових рослин в Лісостепу України: автореф. дис... д-ра с.-г. наук. Київ, 1995. 46 с.

19. Маринич І.С., Балабушка В.К., Ібрагім Л.В. Методичні рекомендації з розмноження деревних та кущових рослин. Голонасінні / за ред. С.І. Кузнецова. Київ: Фітосоціоцентр, 2004. Ч. I. 23 с.

20. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. В.О. Єщенко. Київ: Дія, 2005. 288 с.

## REFERENCES

1. Zayachuk, V.Ya. (2008). *Dendrolohiya* [Dendrology]. Lviv, Apriori, 656 p.

2. Kalinichenko, O.A. (2003). *Dekoratyvna dendrolohiya* [Decorative dendrology]. Kyiv, Higher School, 199 p.

3. Kucheryavyy, V.P. (2005). *Ozelenennya naselenykh mist' [Landscaping of populated areas]*. Lviv, World, 456 p.

4. Bilous, V.I. (2001). *Sadovo-parkove mystetstvo: Korotka istoriya rozvytku ta metody stvorennia khudozhnykh sadiv* [Garden and park art: A brief history of development and methods of creating artistic gardens]. Kyiv, Scientific World, 299 p.

5. Kramer, M., Guo, Y., Pooler, M. (2020). Ranking Resistance of *Buxus* Cultivars to Boxwood Blight – an Integrated Analysis. *J. Environ. Hort.* no. 38(2), pp. 50–55.

6. Koval', S.A. (2013). Vplyv rostorehulyatyvnoyi rechovyny na vykhid obkorinenykh steblovykh zhyvt-siv samshytu vichnozelenoho [The effect of a root-regulatory substance on the yield of rooted stem cuttings of evergreen boxwood]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukray-*

*iny* [Scientific bulletin of NLTU of Ukraine]. Lviv, no. 23.5, pp. 54–57.

7. Mashevska, A., Yermeichuk, T. (2015). Biolo-hichni osnovy rozmnozhenia samshytu vichnozelenoho *Buxus Sempervirens* L. v umovakh zakrytoho gruntu [Biological bases of boxwood reproduction of the evergreen *Buxus Sempervirens* L. in closed soil conditions]. *Scientific Bulletin Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky* [Scientific bulletin of Lesya Ukrainka East European National University]. Section I, Botany 2, pp. 33–38.

8. Prokopchuk, V.M., Tsyhans'kyy, V.I., Tsyhans'ka, O.I. (2018). Vplyv stymulyatoriv rostu na vkorinen-nya zhyvtsiv samshytu vichnozelenoho *Buxus sempervirens* L. v umovakh zakrytoho gruntu [The effect of growth stimulants on the rooting of boxwood cuttings of the evergreen *Buxus sempervirens* L. in closed soil conditions]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny* [Scientific bulletin of NLTU of Ukraine]. Lviv, no. 28(7), pp. 57–59. DOI: 10.15421/40280712

9. Zhemchuzhyn, V.Yu., Yaroshchuk, R.A. (2014). Osoblyvosti vehetatyvnoho rozmnozhenia samshytu vichnozelenoho [Peculiarities of vegetative reproduction of evergreen boxwood]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahromoho universytetu. Ahronomiya i biolohiya* [Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Agronomy and Biology]. no. 3(27), pp. 82–85.

10. Yavorovs'kyy, P.P. (2004). *Udoskonalennya ahrotekhniki vyroshchuvannya sadyvnoho materialu dekoratyvnykh derevnykh roslyn: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.03.01* [Improvement of agricultural techniques for growing planting material of ornamental woody plants: abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 06.03.01]. Kyiv, National Agrarian Univ., 20 p.

11. Yavorovs'kyy, P.P., Kalinichenko, O.A. (2002). Efektyvnist' diyi stymulyatora rostu «Tryman-1» na rist ukorinenykh zhyvtsiv tuyi zakhidnoyi (*Thuja occidentalis* L.) i samshytu vichnozelenoho (*Buxus sempervirens* L.) [The effectiveness of the growth stimulator "Triman-1" on the growth of rooted cuttings of western thuja (*Thuja occidentalis* L.) and evergreen boxwood (*Buxus sempervirens* L.)]. *Naukovyy visnyk Ukrayins'koho derzhavnogo lisotekhnichnoho universytetu (Zbirn. nauk.-tekhn. prats')* [Scientific Bulletin of the Ukrainian State Forestry University (Collection of scientific and technical works)]. Lviv, no. 12.4, pp. 268–271.

12. Odusanya, T.I., Owolabi, C.O., Olosunde, O.M., Bodunde, G.J., Odedina, J.N. (2019). Propagation and seedling growth of some species used as ornamental hedges in landscape design. *Ornamental Horticulture*. Vol. 25, no. 4, pp. 383–389. DOI: 10.1590/2447-536X.v25i4.2053.

13. LeBlanc, N., Salgado-Salazar, C., Crouch, J.A. (2018). Boxwood blight: an ongoing threat to ornamental and native boxwood. *Appl Microbiol Biotechnol*. no. 102(10), pp. 4371–4380. DOI: 10.1007/s00253-018-8936-2.

14. Shishkoff, N., Daughtrey, M., Aker, S., Olsen, R.T. (2015). Evaluating boxwood susceptibility to *Colonectria pseudonaviculata* cuttings from the

National Boxwood Collection. Plant Health Progress. Vol. 16, no. 1, pp. 11–15. DOI: 10.1094/PHPRS-14-0033.

15. Guo, Y.H., Olsen, R.T., Kramer, M., Pooler, M. (2015). Effective bioassays for evaluating boxwood blight susceptibility using detached stem inoculations. Hort Science. no. 50, pp. 268–271.

16. Marchenko, A.B. (2022). Ekolohichni aspekty proyavu invazyinoho vydu *Sudalima perspectalis* (Walker, 1859) v urbanizovanykh ekosystemakh [Ecological aspects of the manifestation of the invasive species *Sudalima perspectalis* (Walker, 1859) in urbanized ecosystems]. Zbirnyk naukovykh prats' «Ahrobiolohiya» [Agrobiology]. no. 2, pp. 153–160. DOI: 10.33245/2310-9270-2022-174-2-153-160.

17. Kaviani, B., Negahdar, N. (2017). Propagation, micropropagation and cryopreservation of *Buxus hyrcana* Pojark., an endangered ornamental shrub. South African Journal of Botany. no. 111, pp. 326–335. DOI: 10.1016/j.sajb.2017.04.004.

18. Balabak, A.F. (1995). Korenevlasne rozmnozheniya sadovykh roslyn v Lisostepu Ukrayiny: avtoref. dys... d-ra s.-h. nauk [Root propagation of garden plants in the forest-steppe of Ukraine: abstract of the dissertation of the doctor of agricultural sciences]. Kyiv, 46 p.

19. Marynych, I.S., Balabushka, V.K., Ibrahim, L.V. (2004). Metodichni rekomendatsiyi z rozmnozheniya derevnykh ta kushchovykh roslyn. Holonasinni [Methodical recommendations for the propagation of tree and shrub plants. Gymnosperms]. Kyiv, Phytosocial Center, Part 1, 23 p.

20. Yeshchenko, V.O. (2005). Osnovy naukovykh doslidzen' v ahronomiyi [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Kyiv, Diya, 288 p.

#### **Peculiarities of root system and aerial part formation in evergreen boxwood cuttings with two-year-old and one-year-old wood**

**Koval S., Vitenko V., Adamenko S., Bayura O., Kurka S., Didenko I.**

The study results of the peculiarities of evergreen boxwood rooting (*Buxus sempervirens* L.) cuttings with two-year wood were presented, regeneration processes in which are insufficiently studied. Also the cuttings with one-year wood, as well as analysis and

comparison of biometric indicators of cutting seedlings obtained from the cuttings of both types are presented. The formation and formation of the root system and the growth of the above-ground part of boxwood cuttings were studied at the Uman National University of Horticulture in a greenhouse equipped with a device for finely dispersed moistening. It was investigated that the most effective for stimulating regeneration processes in boxwood cuttings with two-year wood is a solution of  $\beta$ -indolylbutyric acid ( $\beta$ -IMK) with a concentration of 60 mg/l. In cuttings with one-year wood these processes are most effectively stimulated by  $\beta$ -IMK solution with a concentration of 40 mg/l. It was found that cuttings of the first type form more roots compared to cuttings of the second type, they also develop a longer and branched root system. In the optimal version, the cuttings of the first type regenerated 71.3 pieces of main roots, while the cuttings of the second type of roots formed 44.5 pieces. Evergreen boxwood cuttings of the first type form the longest root system – 365.6 cm, while cuttings with one-year wood – 159.7 cm on average for the 2019–2021 research years. Treatment of boxwood cuttings with both two-year-old and one-year-old wood with  $\beta$ -IMK solutions also revealed a significant positive effect on the height of their above-ground part, which in the optimal version exceeded the control version by 1.3 times or by 5.8 cm, and by 1.2 times or by 3.5 cm on average during the research period. The best indicators of economic efficiency are the following: the highest level of profitability – 126.17%, the largest profit – 3246.76 UAH. for the lowest cost of a seedling – UAH 13.26. in terms of 1 m<sup>2</sup> of a greenhouse with equipment for fine-dispersed humidification, obtained after growing rooted boxwood cuttings of the first type in the variant using  $\beta$ -IMK with a concentration of 60 mg/l. Thus, the study of the effect of a growth-regulatory substance on the formation of root system and the above-ground part in both types of evergreen boxwood cuttings and the improvement of technological measures for growing seedlings is currently an urgent problem, the solution of which will be provided by the development of scientifically based recommendations for producers of high-quality planting material of this valuable decorative plant.

**Key words:** grafting, number and length of roots, rooting, growing, seedling.



Copyright: Коваль С.А. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Коваль С.А.

Вітенко В.А.

Адаменко С.А.

Баюра О.М.

Курка С.С.

Діденко І.П.

<https://orcid.org/0000-0002-5897-9376>

<https://orcid.org/0000-0001-5762-9238>

<https://orcid.org/0000-0003-4656-1180>

<https://orcid.org/0000-0003-1679-5840>

<https://orcid.org/0000-0002-7722-2483>

<https://orcid.org/0000-0002-4198-3432>