

**СХОЖІСТЬ НАСІННЯ *WISTERIA FLORIBUNDA* (WILLD.) DC. ЗАЛЕЖНО
ВІД СКАРИФІКАЦІЇ ТА ФІТОГОРМОНАЛЬНОГО СКЛАДУ ЖИВИЛЬНИХ
СЕРЕДОВИЩ**

Л. Колдар, О. Почка, Н. Гончар, Г. Музика

*Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України
вул. Київська, 12-А, Умань 20300, Україна
e-mail: lenapocka11@gmail.com*

Колдар Л. А. – <https://orcid.org/000-0002-6756-4172>

Почка О. В. – <https://orcid.org/0009-0006-7022-1898>

Гончар Н. О. – <https://orcid.org/0009-0005-2822-7447>

Музика Г. І. – <https://orcid.org/0000-0002-3389-363X>

Одним із способів одержання садивного матеріалу, рослин роду *Wisteria* Nutt., є насіннєве розмноження *in vitro*, яке й донині недостатньо вивчене. Переважній більшості рослин видів роду *Wisteria* притаманний екзогенний спокій, який забезпечує потовщена зовнішня оболонка насінини. Одним із основних способів подолання такого спокою є скарифікація. Тому проведення досліджень насіннєвого розмноження *W. floribunda in vitro*, залежно від типу скарифікації та фітогормонального складу живильних середовищ, є актуальним.

З метою визначення залежності дії скарифікації (фізична та хімічна) на зовнішню насіннєву оболонку й ефективність проростання насіння його обробляли водою, доведеною до температури кипіння 100 °С, 3 %-ним водним розчином пероксиду водню (H_2O_2) з експозицією 60 хв і проводили механічне пошкодження зовнішньої оболонки. Перед введенням насіння *in vitro* проводили поверхневу стерилізацію за використання 0,1 %-ного водного розчину дихлориду ртуті ($HgCl_2$) з експозицією 80 с та висаджували на живильні середовища, модифіковані різним вмістом фітогормонів: 6-бензиламінопурину (6-БАП) та індоліл-3-масляної (β -ІМК) кислоти.

Ефективність проростання насіння суттєво залежала від типу скарифікації, вмісту та концентрацій фітогормонів у живильних середовищах. У процесі онтогенетичного розвитку насіння *in vitro* виявлено комплексний взаємозв'язок між типом скарифікації (3 %-ний водний розчин пероксиду водню (H_2O_2), гаряча вода (100 °С), механічне пошкодження зовнішньої насіннєвої оболонки) та фітогормональним складом живильних середовищ. З метою комплексної оцінки схожості насіння використано такі

показники: загальна схожість насіння у %, середній час проростання (MGT), час проростання 50 % насіння (T50), індекс проростання (GI) та індекс швидкості його проростання (GSI).

У ході експерименту з'ясовано, що після механічного пошкодження зовнішньої оболонки $97,9 \pm 2,1$ % сходів з'являлося на живильному середовищі, модифікованому додаванням $0,5$ мг/л 6-БАП та $0,3$ мг/л β -ІМК. Середній час проростання насіння (MGT) становив $5,1 \pm 2,2$ доби, а час проростання – 50 % (T50) – $3,4 \pm 1,2$ доби. Індекс проростання (GI) досягав $103,4 \pm 2,1$, а індекс швидкості проростання (GSI) – $4,66 \pm 0,15$. Зі збільшенням або зменшенням вмісту фітогормонів показники проростання насіння зменшувалися. Найнижчу схожість ($9,3 \pm 3,4$ %) отримали у контрольному варіанті (нескарифіковане насіння) на безгормонному живильному середовищі, де MGT становив $16,5 \pm 3,5$ доби, GI – $30,6 \pm 4,2$ із GSI – $0,13 \pm 0,08$.

Ключові слова: *Wisteria floribunda* (Willd.) DC., насіння, скарифікація, живильне середовище, схожість насіння

У сучасних умовах глобальних екологічних змін, зокрема, за рахунок збільшення рівня урбанізації й інтенсивного використання природних ресурсів, набуває збереження біорізноманіття, а саме його фіторізноманіття, особливої актуальності [6, 13].

Одним із ефективних способів адаптації міст до змін клімату й оптимізації їхнього простору є збільшення кількості зелених зон, які зменшують ефект «міського теплового острова» та позитивно впливають на психоемоційний і фізичний стан людей [17, 18]. Використання малопоширених високодекоративних рослин при цьому є одним із ефективних інструментів адаптації міст до змін клімату і сприяння збереженню фіторізноманіття. Особливої уваги при цьому заслуговують виткі види рослин, зокрема, представники роду Гліцинія (*Wisteria* Nutt.), які не лише покращують візуальний вигляд міста, а й виконують низку екологічних функцій [10].

Рослини роду *Wisteria* використовують переважно у вертикальному озелененні для оздоблення альковок, мостів, будівель, створення арок, а також для вирощування у вигляді штамбової культури [2]. Окрім цього, проводять дослідження щодо особливостей використання цієї рослини у медицині, оскільки екстракт листків гліцинії має досить багатий хімічний склад [13, 15].

Розмножується рослина живцюванням, відводками, щепленням і насіннєвим способом [5, 19]. За результатами огляду літературних джерел з'ясовано, що насіння переважної більшості рослин роду *Wisteria* має екзогенний спокій, який забезпечує потовщена зовнішня оболонка насінини, і одним із основних способів його подолання є скарифікація [21, 22]. Традиційні методи насіннєвого розмноження нерідко обмежені факторами стерильності, неоднорідністю умов пророщування, ризиком втрат через патогени та відсутністю повного спостереження за насінням.

Одним із ефективних і альтернативних традиційним способам є насіннєве розмноження *in vitro*, де створюється контрольоване середовище, в якому можна оптимізувати кожен етап розмноження і спостерігати за зміною у насінині без шкоди для рослин. Водночас проростання насіння та подальший розвиток рослин також значною мірою залежить від наявності або відсутності фітогормонів у живильному середовищі. Їхній баланс визначає напрям морфогенезу, інтенсивність ростових процесів і адаптацію рослин *in vitro* [11].

Незважаючи на значну кількість досліджень щодо проростання насіння бобових, комплексний аналіз взаємозв'язку між типом скарифікації та фітогормональною регуляцією розвитку *W. floribunda* *in vitro* залишається недостатньо вивченим. Мета нашого дослідження – визначити вплив різних типів скарифікації на схожість насіння *W. floribunda* та з'ясувати особливості фітогормональної регуляції росту і розвитку експлантів *in vitro*.

Матеріали та методи

Дослідження виконували у лабораторії мікроклонального розмноження рослин Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України згідно з методичними рекомендаціями таких авторів як М. Мусієнко (2005); А. Подгасцький (2018) та Н. Chawla (2011) [3, 4, 7]. Живильні середовища готували за прописом Т. Murashige, F. Skoog (1962) [16].

Культитивування експлантів проводили в умовах культуральної кімнати за температури 23 ± 2 °C, з фотоперіодом 16 год, інтенсивністю освітлення 3000 лк та за відносної вологості повітря 70–75 %.

Для визначення впливу різного типу скарифікації (фізична та хімічна) на зовнішню насінневу оболонку із 3-кратною повторністю брали по 200 шт. насінин *W. floribunda*, заготованого у третій декаді листопада, та проводили первинну обробку препаратом «Септор»». Після цього насіння розділяли на чотири варіанти й обробляли гарячою водою, доведеною до температури кипіння 100 °C, 3 %-ним водним розчином перексиду водню (H_2O_2) з експозицією 60 хв і проводили механічне пошкодження зовнішньої оболонки насіння (табл. 1).

Таблиця 1

Схема розподілу насіння *W. floribunda* у досліді

R1 Контроль (50 нас.)					R2 Контроль (50 нас.)					R3 Контроль (50 нас.)				
M1 (10 нас.)	M2 (10 нас.)	M3 (10 нас.)	M4 (10 нас.)	M5 (10 нас.)	M1 (10 нас.)	M2 (10 нас.)	M3 (10 нас.)	M4 (10 нас.)	M5 (10 нас.)	M1 (10 нас.)	M2 (10 нас.)	M3 (10 нас.)	M4 (10 нас.)	M5 (10 нас.)
Гаряча вода (100 °C) (50 нас.)					Гаряча вода (100 °C) (50 нас.)					Гаряча вода (100 °C) (50 нас.)				
M1 (10 нас.)	M2 (10 нас.)	M3 (10 нас.)	M4 (10 нас.)	M5 (10 нас.)	M1 (10 нас.)	M2 (10 нас.)	M3 (10 нас.)	M4 (10 нас.)	M5 (10 нас.)	M1 (10 нас.)	M2 (10 нас.)	M3 (10 нас.)	M4 (10 нас.)	M5 (10 нас.)
3 % H ₂ O ₂ (50 нас.)					3 % H ₂ O ₂ (50 нас.)					3 % H ₂ O ₂ (50 нас.)				
M1 (10 нас.)	M2 (10 нас.)	M3 (10 нас.)	M4 (10 нас.)	M5 (10 нас.)	M1 (10 нас.)	M2 (10 нас.)	M3 (10 нас.)	M4 (10 нас.)	M5 (10 нас.)	M1 (10 нас.)	M2 (10 нас.)	M3 (10 нас.)	M4 (10 нас.)	M5 (10 нас.)
Механічне пошкодження зовнішньої оболонки (50 нас.)					Механічне пошкодження зовнішньої оболонки (50 нас.)					Механічне пошкодження зовнішньої оболонки (50 нас.)				
M1 (10 нас.)	M2 (10 нас.)	M3 (10 нас.)	M4 (10 нас.)	M5 (10 нас.)	M1 (10 нас.)	M2 (10 нас.)	M3 (10 нас.)	M4 (10 нас.)	M5 (10 нас.)	M1 (10 нас.)	M2 (10 нас.)	M3 (10 нас.)	M4 (10 нас.)	M5 (10 нас.)
200 нас.					200 нас.					200 нас.				
600 нас.														

Примітка: R1, R2, R3 – повторність; M1, M2, M3, M4, M5 – варіанти живильних середовищ

Стерилізацію проводили з використанням 0,1 %-ного водного розчину дихлориду ртуті (HgCl_2) з експозицією 80 с і висаджували на живильні середовища, модифіковані різним вмістом фітогормонів: 6-бензиламінопурина (6-БАП) та індоліл-3-масляної (β -ІМК) кислоти (табл. 2).

Таблиця 2

Фітогормональний склад модифікованих живильних середовищ

Варіант	Вміст фітогормонів, мг/л	
	6-БАП	β -ІМК
I (контроль)	—	—
II	0,1	0,08
III	0,3	0,1
IV	0,5	0,3
V	0,7	0,5

Контролем слугувало нескарифіковане насіння, яке висівали на безгормонне живильне середовище.

Для комплексної оцінки схожості насіння використовували такі показники: загальна схожість насіння у %, середній час проростання насіння (MGT), час проростання 50 % насіння (T_{50}), індекс проростання насіння (GI) та індекс швидкості проростання насіння (GSI).

Загальна схожість (%) показує відсоток схожості насіння від загальної кількості насіння у варіанті й розраховується за формулою, запропонованою Domingues et al. (2024) [9]:

$$\text{Загальна схожість насіння} = \frac{\text{кількість пророслого насіння}}{\text{загальна кількість насіння}} \cdot 100\%$$

Середній час проростання (MGT, діб) – характеризує середній період, необхідний для проростання насіння у певному варіанті (Sera, 2023):

$$\text{MGT} = \sum \frac{N_n \times D_n}{N}$$

де: N_n – кількість насінин, що проросла за n-й проміжок часу; D_n – кількість днів від початку досліджу; N – загальна кількість пророслого насіння [20].

Час проростання 50 % насіння (T_{50}) – це час, за який проростає 50 % насінин у певному досліджуваному варіанті. Це одна з важливих характеристик енергії проростання. Час проростання 50 % визначають через кумулятивну кількість пророслих насінин у різні дні його огляду:

$$T_{50} = T_i + \left(\frac{N_i - N_j}{N_j - N_i} \right) \times (T_j - T_i),$$

де: N – загальна кількість пророслого насіння; T_i – день, коли кількість пророслих насінин < 50 %; N_i – кумулятивна кількість пророслих насінин до T_i ; T_j – день, коли кількість пророслих насінин перевищує 50 %; N_j – кумулятивна кількість пророслих насінин до T_j [8].

Індекс проростання (GI) – показник, який характеризує загальну силу й енергію проростання насіння, враховуючи кількість пророслих насінин і час їхньої появи:

$$GI = \frac{(K-R_1)N_1}{S} + \frac{(K-R_2)N_2}{S} + \dots + \frac{(K-R_n)N_n}{S},$$

де: K – загальна кількість днів спостереження; R_1, R_2, R_n – день 1-го, 2-го та n -го підрахунку; N_1, N_2, N_n – кількість пророслих насінин під час 1-го, 2-го та n -го підрахунку [23].

Індекс швидкості проростання (GSI) – показує темп появи сходів у часі, враховуючи кількість пророслих насінин під час кожного його огляду i , на відміну від GI , акцентує увагу на тому, наскільки рано та дружно проявляються сходи:

$$GSI = \sum \frac{P_n}{D_n} \text{ або } GSI = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n},$$

де: P_n – кількість насінин, що проросли на n -й день; D_n – кількість днів від початку досліду до n -го дня; G_1, G_2, G_n – кількість, яка проросла під час 1-го, 2-го та n -го підрахунку; N_1, N_2, N_n – день 1-го, 2-го та n -го підрахунку [14]. Статистичну обробку результатів досліджень виконували за рекомендаціями Л. О. Атраментової, О. М. Утевської (2014) з використанням програми Microsoft Excel 2016 [1].

Результати і їхнє обговорення

Одним із важливих етапів передпосівної обробки насіння, яке має екзогенний спокій, є скарифікація. Крім цього, під час дослідження особливостей насіннєвого розмноження *in vitro* індукція ростових процесів скарифікованого чи нескарфікованого насіння залежатиме від вмісту фітогормонів і їхніх концентрацій у живильних середовищах.

У контрольному варіанті початок проростання насіння *W. floribunda*, яке супроводжувалося розтріскуванням оболонки і появою зародкового корінця, спостерігали на 9–17 – ту добу культивування *in vitro* (табл. 3).

Таблиця 3

Показники проростання нескарфікованого насіння *W. floribunda* залежно від фітогормонального складу живильних середовищ ($M \pm m$)

Варіант живильного середовища	Схожість насіння, %	MGT, діб	GI	GSI
Безгормонне	9,3±2,4a	16,5±3,5a	30,6±4,2a	0,13±0,08a
0,1 6-БАП+0,08 β-ІМК	14,4±2,8ab	15,1±2,1ab	42,8±4,5ab	0,22±0,05ab
0,3 6-БАП+0,1 β-ІМК	20,9±2,4b	14,4±2,8b	66,6±3,8b	0,36±0,06b
0,5 6-БАП+0,3 β-ІМК	30,2±3,5c	13,9±4,1b	77,3±4,1c	0,46±0,07c
0,7 6-БАП+0,5 β-ІМК	24,9±4,3bc	14,4±3,1b	53,6±3,9b	0,35±0,06b
$M \pm m$	19,4±3,5	14,9±0,5	54,2±8,1	0,30±0,05
min–max	9,3–30,2	13,9–16,5	30,6–77,3	0,13–0,46
CV, %	37,7	7,4	33,4	40,0

Примітка: Тут і в табл. 4–6 літери a, b, c, d вказують на статистично значущі відмінності в середніх значеннях порівнюваної пари згідно з тестом Тьюкі ($p < 0,05$).

За додавання у живильне середовище 0,5 мг/л 6-БАП і 0,3 мг/л β -ІМК отримували найвищі показники проростання насіння, де схожість становила $30,2 \pm 3,5$ %, середній час проростання (MGT) – $13,9 \pm 4,1$ доби, індекс проростання (GI) – $77,3 \pm 4,1$, а індекс швидкості його проростання (GSI) – $0,46 \pm 0,07$. За збільшення або зменшення вмісту фітогормонів у живильному середовищі спостерігали зниження показників проростання. На безгормонному живильному середовищі отримали найнижчі показники проростання зі схожістю насіння $9,3 \pm 2,4$ %, MGT – $16,5 \pm 3,5$ доби, GI – $30,6 \pm 4,2$ і GSI – $0,13 \pm 0,08$.

За обробки насіння 3 %-ним водним розчином H_2O_2 початкові етапи проростання починалися на 6–9 – ту добу після введення у стерильні умови (табл. 4).

Таблиця 4

Показники проростання насіння *W. floribunda* після обробки 3 %-ним водним розчином H_2O_2 , залежно від фітогормонального складу живильних середовищ ($M \pm m$)

Варіант живильного середовища	Схожість насіння, %	MGT, діб	T50	GI	GSI
Безгормонне	$12,3 \pm 2,4a$	$13,5 \pm 3,4a$	–	$33,3 \pm 3,7a$	$0,27 \pm 0,04a$
0,1 6-БАП+0,08 β -ІМК	$20,7 \pm 3,1b$	$11,3 \pm 2,5b$	–	$45,5 \pm 3,8b$	$0,37 \pm 0,05b$
0,3 6-БАП+0,1 β -ІМК	$30,6 \pm 2,9c$	$11,1 \pm 2,1b$	–	$61,6 \pm 3,5c$	$0,65 \pm 0,06c$
0,5 6-БАП+0,3 β -ІМК	$50,2 \pm 2,2d$	$9,6 \pm 2,8c$	$14,9 \pm 1,3d$	$90,3 \pm 1,2d$	$1,22 \pm 0,11d$
0,7 6-БАП+0,5 β -ІМК	$35,3 \pm 2,7c$	$9,4 \pm 2,1c$	–	$66,7 \pm 2,9c$	$0,81 \pm 0,07c$
$M \pm m$	$29,8 \pm 6,0$	$11,0 \pm 0,8$	$14,9 \pm 1,3$	$59,5 \pm 8,9$	$0,66 \pm 0,15$
min–max	12,3–50,2	9,4–13,5	14,9	33,3–90,3	0,27–1,22
CV, %	45	15,5	8,7	34,8	51,5

Найвищі показники проростання насіння спостерігали на живильному середовищі, модифікованому додаванням 0,5 мг/л 6-БАП та 0,3 мг/л β -ІМК, де схожість становила $50,2 \pm 2,2$ %, MGT – $9,6 \pm 2,8$ діб, T50 – $14,9 \pm 1,3$ діб, GI – $90,3 \pm 1,2$ і GSI – $1,22 \pm 0,11$. За зменшення вмісту фітогормонів показники схожості знижувалися на 19,6–29,5 %. Збільшення вмісту ауксинів і цитокінінів також негативно впливало на проростання насіння. Зокрема, його схожість знижувалася до 35,3 %. На безгормонному живильному середовищі показники схожості насіння становили тільки $12,3 \pm 2,4$ %, MGT – $13,5 \pm 3,4$ доби, GI – $33,3 \pm 3,7$, GSI – $0,27 \pm 0,04$.

Трохи вищі показники проростання отримали після обробки насіння гарячою водою (100 °C). Початок розтріскування насіннєвої оболонки *W. floribunda* спостерігали на 3–6-ту добу після введення *in vitro* (табл. 5).

Таблиця 5

Параметри проростання насіння *W. floribunda* після обробки гарячою водою (100 °C), залежно від фітогормонального складу живильних середовищ ($M \pm m$)

Варіант живильного середовища	Схожість насіння, %	MGT, діб	T50	GI	GSI
Безгормонне	$25,3 \pm 3,5a$	$9,8 \pm 3,7a$	–	$48,3 \pm 3,9a$	$0,55 \pm 0,08a$
0,1 6-БАП+0,08 β -ІМК	$35,2 \pm 3,1b$	$9,4 \pm 2,6a$	–	$66,6 \pm 3,2b$	$0,81 \pm 0,09b$

Закінчення табл. 5

0,3 6-БАП+0,1 β -ІМК	55,3 $\pm$ 3,4c	6,1 $\pm$ 2,1b	9,1 $\pm$ 1,2b	68,3 $\pm$ 3,1b	2,16 $\pm$ 0,12c
0,5 6-БАП+0,3 β -ІМК	76,6 $\pm$ 3,1d	5,4 $\pm$ 2,2b	4,9 $\pm$ 2,2c	81,7 $\pm$ 3,1c	3,22 $\pm$ 0,17d
0,7 6-БАП+0,5 β -ІМК	45,4 $\pm$ 3,2b	5,7 $\pm$ 2,3b	–	51,6 $\pm$ 3,0a	1,89 $\pm$ 0,11b
M $\pm$ m	48,6 $\pm$ 8,6	7,68 $\pm$ 0,93	7,0 $\pm$ 2,1	63,3 $\pm$ 5,9	1,73 $\pm$ 0,45
min–max	25,3–76,6	5,4–9,8	4,9–9,1	48,3–81,7	0,55–3,22
CV, %	39,6	23,9	31,0	20,8	52,0

Найвищі показники проростання мало насіння, висіяне на живильне середовище з додаванням 0,5 мг/л 6-БАП та 0,3 мг/л β -ІМК, на якому схожість становила 76,6 $\pm$ 3,1 %, MGT – 5,4 $\pm$ 2,2 діб, T50 – 4,9 $\pm$ 2,2 діб, GI – 81,7 $\pm$ 3,1, а GSI – 3,22 $\pm$ 0,17. Нижчі концентрації ауксинів і цитокинів сприяли відтермінуванню розтріскування насіннєвої оболонки та погіршенню параметрів проростання. Зокрема, проростання насіння розпочиналося на 3–6 діб пізніше, а його схожість була на 21,3–41,4 % нижча порівняно з попереднім варіантом. Збільшений вміст фітогормонів також негативно впливав на проростання (схожість знижувалася на 31,2 %). Найнижчі показники одержали на безгормонному живильному середовищі, де проросло тільки 25,3 $\pm$ 3,5 % насіння, MGT становив 9,8 $\pm$ 3,7 доби, GI – 48,3 $\pm$ 3,9 із GSI – 0,55 $\pm$ 0,08.

Після механічного пошкодження зовнішньої оболонки початок розтріскування насіння та появу зародкового корінця спостерігали на 3–6-ту добу культивування *in vitro* (табл. 6). За вмісту 0,5 мг/л 6-БАП та 0,3 мг/л β -ІМК отримували найвищий відсоток схожості (98,3 $\pm$ 2,1 %), MGT (5,1 $\pm$ 2,2 доби), T50 (3,4 $\pm$ 1,2 доби), GI (103,4 $\pm$ 2,1) та GSI (4,66 $\pm$ 0,15).

Таблиця 6

Показники проростання насіння *W. floribunda* після механічного пошкодження зовнішньої насіннєвої оболонки, залежно від фітогормонального складу живильних середовищ (M $\pm$ m)

Варіант живильного середовища	Схожість насіння, %	MGT, діб	T50	GI	GSI
Безгормонне	30,3 $\pm$ 4,2a	9,5 $\pm$ 3,1a	–	57,1 $\pm$ 2,5a	0,71 $\pm$ 0,09a
0,1 6-БАП+0,08 β -ІМК	44,6 $\pm$ 3,8b	8,7 $\pm$ 2,5a	–	77,7 $\pm$ 3,1b	1,11 $\pm$ 0,08b
0,3 6-БАП+0,1 β -ІМК	73,2 $\pm$ 4,1c	5,6 $\pm$ 2,1b	5,3 $\pm$ 1,8b	79,2 $\pm$ 3,2b	2,88 $\pm$ 0,12c
0,5 6-БАП+0,3 β -ІМК	97,9 $\pm$ 2,1d	5,1 $\pm$ 2,2b	3,4 $\pm$ 1,2c	103,4 $\pm$ 2,1c	4,66 $\pm$ 0,15d
0,7 6-БАП+0,5 β -ІМК	55,4 $\pm$ 3,5b	5,5 $\pm$ 2,3b	7,5 $\pm$ 2,1b	60,3 $\pm$ 2,9a	2,38 $\pm$ 0,11b
M $\pm$ m	60,3 $\pm$ 11,9	6,88 $\pm$ 0,83	5,4 $\pm$ 1,2	75,5 $\pm$ 8,3	2,37 $\pm$ 0,63
min–max	30,3–97,9	5,1–9,5	3,4–7,5	57,1–103,4	0,71–4,66
CV, %	45,0	30,0	38,0	24,5	66,9

Зі збільшенням або зменшенням вмісту фітогормонів показники проростання насіння зменшувалися на 25,1–53,7 %. На безгормонному живильному середовищі ми отримали найнижчі показники проростання зі схожістю 30,3±4,2 %, MGT – 9,5±3,1 доби, GI – 57,1±2,5 та GSI – 0,71±0,09.

Отже, за результатами наших досліджень з'ясовано, що порушення ендогенного спокою насіння *W. floribunda* суттєво залежить від способів його скарифікації та вмісту фітогормонів у живильному середовищі за культивування *in vitro*. Найвищі показники насіннєвої схожості – 97,9±2,1 %, MGT – 5,1±2,2 доби, T_{50} – 3,4±1,2 доби, GI – 103,4±2,1 та GSI – 4,66±0,15, отримано після механічного пошкодження зовнішньої оболонки на живильному середовищі, модифікованому додаванням 0,5 мг/л 6-БАП та 0,3 мг/л β -ІМК. Після обробки насіння гарячою водою (100 °C) на живильному середовищі з додаванням 0,5 мг/л 6-БАП та 0,3 мг/л β -ІМК схожість насіння знижувалася до 76,6±3,1 %, MGT до 5,4±2,2 доби, T_{50} до 4,9±2,2 доби, GI до 81,7±3,1, а GSI до 3,22±0,17. Найнижчі показники схожості мало нескарифіковане насіння, висіяне на безгормонне живильне середовище, де схожість насіння була 9,3±3,4 %, MGT – 16,5±3,5 доби, GI – 30,6±4,2, GSI – 0,13±0,08.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атраментова Л. О., Утевська О. М. Статистика для біологів: підручник. Харків: НТМТ, 2014. 331 с.
2. Гліцинія в ландшафтному дизайні – корисні статті про садівництво від Agro-Market. URL: <https://agro-market.net/ua/> (дата звернення 15.09.2025).
3. Мусієнко М. М., Панюта О. О. Біотехнологія рослин. К.: ВПЦ «Київський університет», 2005. 114 с.
4. Подгаєцький А. А., Мацкевич В. В., Мацкевич А. Ан. Особливості мікроклонального розмноження видів рослин: монографія. Біла Церква: БНАУ, 2018. 209 с.
5. Azeredo F. G., Santos M. D., Vieira M. K. et al. Uso de regulador vegetal no enraizamento de estacas de *Glicínea japonesa* // Sci. Agrar. Parana. 2015. Vol. 14. N 4. P. 252–256. DOI: <https://doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v14n4p252-256>.
6. Barbosa V. R. F., Damasceno R. M., Dias M. A. et al. Ecosystem services provided by green areas and their implications for human health in Brazil // Ecol. Indic. 2024. Vol. 161. N 1. P. 111975. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111975>.
7. Chawla H. Introduction to plant biotechnology. CRC Press, 2011. 760 p.
8. Coolbear P., Francis A., Grierson D. The effect of low temperature pre-sowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds // J. Exp. Bot. 1984. Vol. 35. N 11. P. 1609–1617. <https://doi.org/10.1093/jxb/35.11.1609>.
9. Domingues Neto F. J., Carneiro D. C. d. S., Putti F. F. Physiological indexes in seed germination and seedling growth of rangpur Lime (*Citrus limonia* L. Osbeck) under plant growth regulators // Agronomy. 2024. Vol. 14. N 9. P. 2066. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14092066>.
10. Fensterseifer P., Gabriel E., Tassi R. et al. Year-assessment of the suitability of a green façade to improve thermal performance of an affordable housing // Ecol. Eng. 2022. Vol. 185. N 4. P. 106810. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106810>.
11. Gao Y., Sajadi F. Dormancy breakage in *Cercis chinensis* seeds // Can. J. Plant Sci. 2020. Vol. 100. N 6. P. 666–673. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjps-2019-0229>.
12. Lu Y., E. Ferranti J. S., Chapman L., Pfrang C. Assessing urban greenery by harvesting street view data: a review // Urban For. Urban Green. 2023. Vol. 83. P. 127917. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127917>.

- doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127917.
13. Lv Y., Ren W., Zhang Y. et al. Antidiabetic effects of a lipophilic extract obtained from flowers of *Wisteria sinensis* by activating Akt/GLUT4 and Akt/GSK3 β // *Food Nutr. Res.* 2020. Vol. 64. DOI: <https://doi.org/10.29219/fnr.v64.3589>.
 14. Maguire J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor // *Crop Sci.* 1962. Vol. 2. P. 176–177.
 15. Mohamed M. A., Hamed M. M., Abdou A. M. et al. Antioxidant and cytotoxic constituents from *Wisteria sinensis* // *Molecules.* 2011. Vol. 16. N 5. P. 4020–4030. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules16054020>.
 16. Murashige T., Skoog F. Arevised medium for rapid growth and bio assayswith tobacco tissue cultures // *Phys. Pia.* 1962. Vol. 15. N 3. P. 473–497.
 17. Pragati S., Shanthi Priya R., Pradeepa C., Senthil R. Simulation of the energy performance of a building with green roofs and green walls in a tropical climate // *Sustainability.* 2023. Vol. 15. N 3. P. 2006. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15032006>.
 18. Priya U. K., Senthil R. Framework for enhancing urban living through sustainable plant selection in residential green spaces // *Urban Sci.* 2024. Vol. 8. N 4. P. 235. DOI: <https://doi.org/10.3390/urbansci8040235>.
 19. Propagating Wisteria – Growing Wisteria Cuttings | Gardening Know How. URL:<https://www.gardeningknowhow.com/ornamental/vines/wisteria/propagating-wisteria-cuttings.htm>.
 20. Sera B. Methodological contribution on seed germination and seedling seedling initial growth tests in wild plants initial growth tests in wild plants // *Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca.* 2023. Vol. 51. N 2. P. 13164. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha51213164>.
 21. Silva R. C., Castrillon S. K. I., Fernandez J. R. C. et al. Overcoming dormancy in seeds of *Pterodon pubescens* (Benth.) Benth. (Leguminosae, Papilionoideae) // *Res., Soc. Dev.* 2021. Vol. 10. N 1. P. e3221019144. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.9144>.
 22. Soltani E., Baskin J. M., Baskin C. C., Benakashani F. A meta-analysis of the effects of treatments used to break dormancy in seeds of the megagenus *Astragalus* (Fabaceae) // *Seed Sci. Res.* 2020. Vol. 30. N 3. P. 224–233. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960258520000318>.
 23. Walker-Simmons M. Enhancement of ABA responsiveness in wheat embryos by high temperature // *Plant Celt Environ.* 1988. Vol. 11. P. 769–775.

Стаття надійшла до редакції 24.04.26

доопрацьована 03.06.26

прийнята до друку 11.06.26

GERMINATION OF *WISTERIA FLORIBUNDA* (WILLD.) DC. SEEDS DEPENDING ON SCARIFICATION AND PHYTOHORMONAL COMPOSITION OF NUTRIENT MEDIA

L. Koldar, O. Pochka, N. Honchar, H. Muzyka

*National Dendrological Park "Sofiyivka", NAS of Ukraine
12-A, Kyivska St., Uman 20300, Ukraine
e-mail: lenapocka11@gmail.com*

One of the methods of obtaining planting material, plants of the genus *Wisteria* Nutt., is seed propagation in vitro, which is still insufficiently studied. The vast majority of plants of the genus *Wisteria* are characterized by exogenous dormancy, due to the presence of a thickened outer seed coat, and one of the main ways to overcome it is scarification. Therefore, conducting studies of seed propagation of *W. floribunda* in vitro, depending on the type of scarification and the phytohormonal composition of nutrient media was relevant.

In order to determine the dependence of the effect of scarification (physical and chemical) on the outer seed coat and the efficiency of seed germination, it was treated with hot water brought to a boiling point of 100 °C, 3 % aqueous solution of hydrogen peroxide (H_2O_2) with an exposure of 60 min. and mechanical damage to the outer coat was performed. Before the seeds were introduced into vitro, surface sterilization was performed using a 0.1 % aqueous solution of mercury dichloride ($HgCl_2$) with an exposure of 80 seconds and planted on nutrient media modified with different contents of phytohormones: 6-benzylaminopurine (6-BAP) and indolyl-3-butyric (β -IMC) acid.

The efficiency of seed germination significantly depended on the type of scarification, the content and concentrations of phytohormones in the nutrient media. In the process of ontogenetic development of seeds in vitro, a complex relationship was revealed between the type of scarification (3 % aqueous solution of hydrogen peroxide (H_2O_2), hot water (100 °C), mechanical damage to the outer seed coat) and the phytohormonal composition of the nutrient media. For the purpose of a comprehensive assessment of seed germination, the following indicators were used: total seed germination in %, average germination time (MGT), germination time of 50 % of seeds (T50), germination index (GI) and germination rate index (GSI).

During the experiment, it was found that after mechanical damage to the outer shell, $97,9 \pm 2,1$ % of seedlings appeared on a nutrient medium modified by the addition of 0,5 mg/l 6-BAP and 0,3 mg/l β -IMC. The average seed germination time (MGT) was $5,1 \pm 2,2$ days, and the germination time – 50 % (T50) – $3,4 \pm 1,2$ days. The germination index (GI) reached $103,4 \pm 2,1$, and the germination rate index (GSI) – $4,66 \pm 0,15$. With an increase or decrease in the content of phytohormones, the seed germination indicators decreased. The lowest germination ($9,3 \pm 3,4$ %) was obtained in the control variant (unscarified seeds) on a hormone-free nutrient medium, where MGT was $16,5 \pm 3,5$ days, GI – $30,6 \pm 4,2$ with GSI – $0,13 \pm 0,08$.

Keywords: *Wisteria floribunda* (Willd.) DC.; seeds; scarification; nutrient medium; seed germination