

ОЦІНКА СТАНУ САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ *SALIX MATSUDANA* L. ЗА РІЗНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ

Токмань Володимир Сергійович

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-1237-4611

wtokman@ukr.net

Стоянець Наталія Валеріївна

доктор економічних наук, професор

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-7526-6570

Natalystoyanez@gmail.com

У статті висвітлено вплив умов вирощування і товщини живців на біометричні показники садивного матеріалу *Salix matsudana* L. Вивчено питання впливу інтенсивності освітлення і товщини заготовлених живців на інтенсивність ростових процесів у рослин досліджуваного таксону, а саме: поліпшується ріст надземної частини, збільшується маса кореневої системи та надземної частини, а також площа листової поверхні.

Доведено, що зі збільшення товщини живців (7–14 мм) відмічалася покращення якісних показників садивного матеріалу. Зокрема, на пошукових варіантах висота рослин перебільшувала контроль на 17,0–97,0 см. При заготовці мікропагонів товщиною 14 мм маса кореневої системи знаходилася в межах 19,08–30,08 г, а в контролі – 7,7–12,2 г. У пошуковій роботі вивчали питання щодо впливу товщини живця на масу рослин. При цьому, у контрольному варіанті (7 мм) маса садивного матеріалу коливалася від 35,43 до 47,91 г, а в пошуковій групі – 60,56 до 148,46 г. Дослідницьким шляхом було доведено, що на величину фотосинтетичної поверхні рослин вірогідно впливає не тільки товщина мікропагонів, але ступінь освітлення. Зокрема, у пошуковій групі (14 мм) площа асиміляційної поверхні знаходилася в межах 906,7–2735,6 см², що на 62,4 та 80,6 % більше – порівняно з контрольним варіантом (7 мм). Дослідницьким шляхом було виявлено, що максимальні біометричні показники рослин відмічалися на пошуковому варіанті, де товщина заготовлених живців становила 14 мм та умов достатнього освітлення. Результати дослідження можуть бути використані для оптимізації технології вирощування садивного матеріалу *Salix matsudana* та підвищення його якості. Товщина живців (10 мм та 14 мм) не вплинула на відсоток укорінення, який був високим у всіх варіантах (99–100%). Висота рослин суттєво поліпшується зі збільшенням товщини живців. Маса кореневої системи та надземної частини також зростала зі збільшенням товщини живців. Природне освітлення сприяло кращому розвитку рослин порівняно з притіненням. Маса листя та площа листової поверхні були значно більшими у рослин, вирощених з товстіших живців та в умовах природного освітлення. Товщина живців та умови освітлення суттєво впливають на якісні показники садивного матеріалу *Salix matsudana*. Для вирощування якісного садивного матеріалу рекомендується використовувати живці товщиною 10–14 мм та забезпечувати природне освітлення. Вирощування кореневласного садивного матеріалу *Salix matsudana* в умовах природного освітлення суттєво впливає на якісні показники рослин. *Salix matsudana* – порода, яку доцільно використовувати для відтворення насаджень, які постраждали від воєнних дій.

Ключові слова: воєнні дії, відновлення, *Salix matsudana*, садивний матеріал, стеблові живці (мікропагони), укорінення, висота рослин, маса кореневої системи, площа листя, умови вирощування, біометричні показники, планування, лісгосподарська діяльність.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2025.2.8>

Вступ. Війна в Україні завдала суттєвої шкоди екосистемі нашої держави. Вплив військових дій на оточуюче середовище, яких завдала росія протягом вторгнення, становить більше 41 млрд євро. При цьому, приблизно 230 млн тонн викидів парникових газів надійшло в атмосферу, більше 60 тис. га багаторічних насаджень випалено та знищено ракетами і снарядами, близько 3 млн га лісу в нашій державі були охоплені війною (Ishchuk, 2013, Kuzyk, et al., 2023). Післявоєнна реконструкція є надзвичайно складним завданням для будь-якої країни. У деяких державах світу зберігся досвід щодо відтворення зелених насаджень у післявоєнний час (Gilmour et al., 2000, West, 2019), але єдиної моделі, яку б могла використати Україна не існує. Вивчати досвід післявоєнного відновлення доцільно, але використовувати його необхідно

творчо. Концепція післявоєнного відновлення України повинна включати заходи із відновлення та збереження зелених насаджень. Серед значної кількості деревних порід для відновлення зелених насаджень особливу увагу, приділяють різним видам *Salix*, які в ґрунтово-кліматичних умовах нашої держави ростуть активно, а також вони володіють здатністю зростати на забруднених ґрунтах (Angurets O. et al., 2023, Kolesnichenko et al., 2008, Kunts'o et al., 2013, Fuchylo, 2004). При цьому, особливо цінною є *Salix matsudana*. Дерева названого виду середнього розміру висотою до 7 м. У перші роки після висаджування садивного матеріалу росте інтенсивно до 100 см за сезон. Вона невибаглива в догляді, здатна рости в урбанізованому середовищі (Kosenko, 2015, Khudolyeyeva, 2016).

Природоорієнтовані підходи щодо післявоєнного відновлення України дадуть можливість вирішити ряд проблем у сфері біорізноманіття та клімату за допомогою захисту природних екосистем. Такі заходи забезпечують вирішення проблеми, а також створюють передумови для поліпшення стану оточуючого середовища. Післявоєнне відтворення багаторічних насаджень має опиратися на найліпші технології та передову практику, що дозволить нашій країні здолати проблеми. Вплив військової агресії на зелені насадження є суттєвими, а їх вирішення – затратним заходом, який вимагатиме достатньої кількості садивного матеріалу. Все це, створюватиме основу для відновлення багаторічних насаджень в Україні і сприятиме поліпшенню екологічної ситуації. Зокрема, використання якісного садивного матеріалу *Salix matsudana* у відновленні пошкоджених насаджень, вимагає поліпшення технології виробництва посадкового матеріалу названого таксону (Bowling et al., 2017, Jongtae Lee et al., 2020, Evaristo et al., 2016). Дослідження формування садивного матеріалу *S. matsudana* для створення та планування лісопосадки насаджень активно проводиться в багатьох країнах світу, де названий вид цінується за швидкий ріст, невибагливість та цінну деревину (Evaristo et al., 2019, Peng et al., 2022, Hangfeng Wu et al., 2016, Xiaoshuo Shang et al., 2020, Jinhua Zou et al., 2019). Дослідження китайських науковців (Hangfeng Wu et al., 2016, Xiaoshuo Shang et al., 2020, Jinhua Zou et al., 2019), зосереджені на оптимізації технологій вирощування, виборі найбільш продуктивних клонів та розробці методів захисту від шкідників і хвороб. Активно вивчається вплив різних агротехнічних заходів (густота посадки, внесення добрив, зрошення) на ріст та продуктивність *S. matsudana*. В європейських країнах згаданий вид використовується для створення енергетичних плантацій, а також для відновлення деградованих земель та зміцнення берегів водойм. Дослідження спрямовані на вивчення адаптації *S. matsudana* до місцевих кліматичних умов, а також на розробку технологій вирощування, що відповідають вимогам сталого розвитку (Liu et al. 2021, Hangfeng et al., 2016, Zhao et al., 2021, Liu Guoyuan et al., 2021). *Salix matsudana* є перспективною культурою для створення лісопосадки насаджень з метою виробництва біоенергії, целюлози та деревини. Для успішного вирощування верби Матсуда необхідно враховувати місцеві кліматичні умови та особливості ґрунтів. Використання клонального садивного матеріалу дозволяє підвищити продуктивність та якість насаджень (Zhao, & Wang, 2021, Han et al. 2022, Wang et al. 2020, Xiang et al. 2019).

Матеріали і методи досліджень. Матеріалом для вирощування садивного матеріалу *Salix matsudana* були стеблові живці, які заготовлялися із дерев віком приблизно 15 років. Мікропагони нарізали до фази набрякання бруньок із медіальної частини однорічної гілки. Розмір живця становив 11–13 см. Укорінення живцевого матеріалу здійснювали в закритому ґрунті, де розміщували горщики об'ємом 1,0 л. У якості субстрату використовували торф та річковий пісок. Схема дослідження включала варіанти, де факторами були товщини живце-

вого матеріалу і забезпеченість світлом. У кінці травня горщики із рослинами перенесли до відкритого ґрунту, де за ними здійснювався догляд. У середині вересня провели вимірювання якісних показників садивного матеріалу: висоту рослин, масу кореневої та надземної системи, масу листя та площу листової поверхні. Площу фотосинтетичної поверхні визначали методом «висічок». Дослідження здійснювали згідно з методики (Maurer, & Kushnir, 2008) щодо розмноження рослин.

Мета дослідження полягала в вивченні заходів щодо вирощування кореневласного садивного матеріалу *Salix matsudana* для відновлення пошкоджених насаджень в умовах Сумської області.

Результати. В умовах лабораторії «Ландшафтного дизайну» кафедри садово-паркового та лісового господарства Сумського НАУ було проведено експеримент, спрямований на вивчення можливостей вегетативного розмноження *Salix matsudana* шляхом укорінення живців (Tokman V., 2023). За кореневласного вирощування садивного матеріалу покоління передаються господарські та біологічні властивості, що створює передумови для розмноження рослин та їх декоративні форми. При цьому, формування кореневої системи розглядають як систему різноманітних біохімічних та фізіологічних процесів. Окрім всього, особливе значення для адвентивного ризогенезу в стеблових живців та подальшого їх росту, мають кліматичні фактори (температура, освітлення, вологість повітря та субстрату) та едафічні чинники, а тому доцільно створювати оптимальні умови для росту та розвитку рослинного організму. В умовах закритого ґрунту були проведені дослідження щодо аналізу впливу умов вирощування та товщини живців на якісні показники садивного матеріалу табл. 1.

Таблиця 1
Вплив товщини живців на коренетворчу здатність

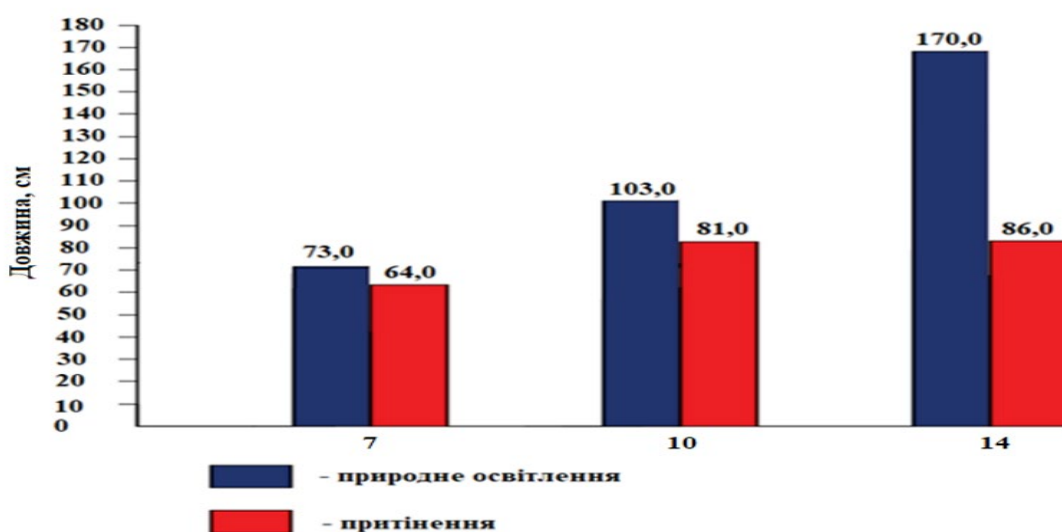
Варіант	Укорінення, %	± до контролю
Контроль 7 мм	99	-
10 мм	100	+ 1
14 мм	100	+ 1

За результатами дослідження (Vysotska, 2014), живцевий матеріал представників роду *Salix* швидко формує кореневу систему, завдяки вмісту в тканинах сполук, які активізують регенераційну здатність. За нашими спостереженнями, в умовах закритого ґрунту формування кореневої системи у мікропагонів відбувалося упродовж 8–13 діб, а початок утворення коренів – на 4–5 добу у вигляді калюсу на місці сплячих бруньок, а потім формується коренева система. Результати пошукової роботи (табл. 2) доводять, що заготовляти живцевий матеріал досліджуваного культивару необхідно до фази набрякання бруньок. При цьому, було виявлено, що на коренетворчу здатність садивного матеріалу не впливає його товщина.

Експериментальним шляхом була виявлена пряма залежність, що зі збільшенням товщини живцевого матеріалу змінюється висота рослин (табл. 2 та рис. 1). При використанні мікропагонів товщиною 14 мм висота рос-

Морфометричні характеристики садивного матеріалу

Товщина мікропагона, мм	Ступінь освітлення	Показники					
		Висота, см	± до контролю	Маса, г			
				кореневої системи	± до контролю	рослини	% до контролю
Контроль (7)	Природне освітлення	73,0	-	12,2	-	47,91	-
	Притінення	64,0	-	7,7	-	35,43	-
10	Природне освітлення	103,0	+ 30,0	19,03	+ 6,83	101,68	212,2
	Притінення	81,0	+ 17,0	10,2	+ 2,5	60,56	170,92
14	Природне освітлення	170,0	+ 97,0	30,08	+ 17,88	148,46	309,87
	Притінення	86,0	+ 22,0	19,8	+ 12,1	100,8	284,5

Рис. 1. Висота рослин *S. Matsudana*

лин знаходилася в межах 86,0–170,0 см, тоді як в контрольному варіанті (7 мм) – 64–73 см, що в 1,34–2,33 рази менше. Між дослідними варіантами та контролем виявлена істотна різниця. Враховуючи сказане, за результатами пошукової роботи встановлено, що для вирощування садивного матеріалу необхідно використовувати живці товщиною 10–14 мм. Окрім всього, бажано звернути увагу на той факт, що забезпеченість садивного матеріалу світлом впливає на висоту рослин. Таким чином, можна говорити, що на якісні показники садивного матеріалу впливає ступінь освітлення і товщина заготовлених живців.

Окрім усього, в роботі розглядали залежність між товщиною мікропагонів і масою кореневої системи (табл. 2, рис. 2). На контрольному варіанті (7 мм) маса кореневої системи становила 7,7–12,2 г, що на 257,1 та 252,5 % менше, ніж у варіанті, де був використаний живцевий матеріал товщиною 14 мм. Так, у живців товщиною 14 мм формувалася розгалужена коренева система порівняно з контрольним варіантом (7 мм), що впливає на засвоєння поживних речовин. За результатами можна констатувати, що маса кореневої системи рослин залежить від товщини живцевого матеріалу та умов освітлення.

Дослідженнями щодо впливу товщини мікропагонів та умов освітлення на масу надземної частини рослин *S. matsudana* (рис. 3) була виявлена істотна різниця за варіантами. Маса надземної частини посадкового матеріалу коливалася від 35,43 до 47,91 г на контрольному варіанті, а в пошуковій групі – від 60,56 до 148,46 г, що на 170,9 та 309,9 % більше. При цьому було зафіксовано, що рослини пошукових варіантів мали ліпший вигляд, ніж контрольного. Дослідницьким шляхом було встановлено, що за природного освітлення та збільшення товщини мікропагонів відбувався ріст показника маси надземної частини, що говорило про ефективність біохімічних процесів, а також забезпечувало оптимальні передумови для подальшого росту рослин.

У процесі виконання поставлених завдань аналізували впливу технології вирощування рослин *S. matsudana* на формування фотосинтетичної поверхні (рис. 4–5).

У дослідженнях було відзначено вплив умов вирощування на масу листової поверхні садивного матеріалу, що забезпечило виявлення різниці між варіантами. Маса листя у дослідному варіанті (14 мм) змінювалася від 18,7 до 48,18 г, на 11,67 та 37,23 г більше, ніж на контролі.

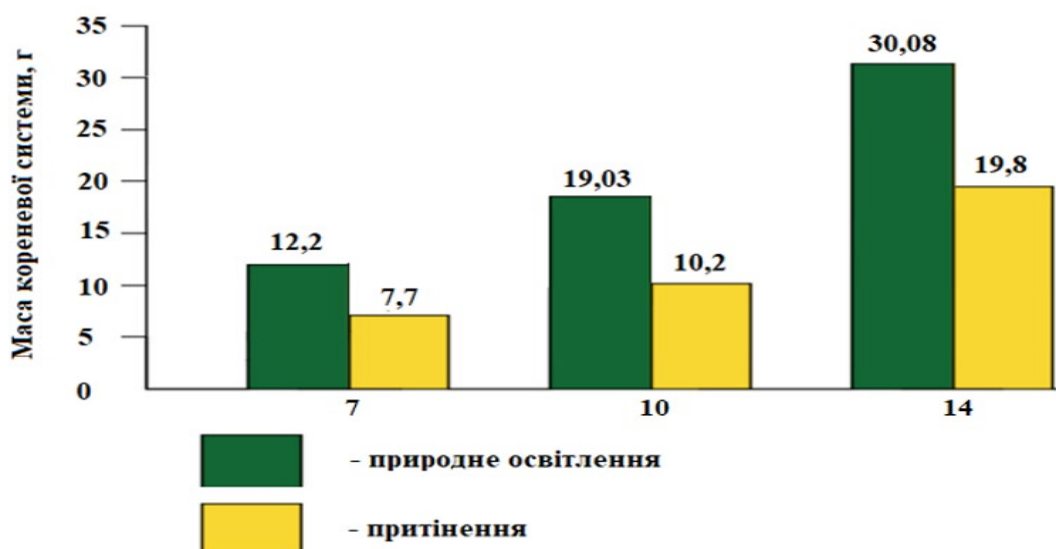


Рис. 2. Маса кореневої системи рослин *S. matsudana*

Таблиця 3

Вплив умов вирощування на показники фотосинтезуючої поверхні

№	Умови культивування	Товщина, см	Маса листя, г	± до контролю	Площа листкової поверхні, см ²	± до контролю
2.	Природне освітлення	Контроль (7 мм)	10,95	-	530,8	-
	Притінення		7,03	-	340,8	-
3.	Природне освітлення	10,0 мм	29,64	+ 18,69	1437,0	+ 906,2
	Притінення		10,8	+ 3,77	523,6	+182,8
4.	Природне освітлення	14 мм	48,18	+ 37,23	2735,6	+ 2204,8
	Притінення		18,7	+ 11,67	906,7	+565,99

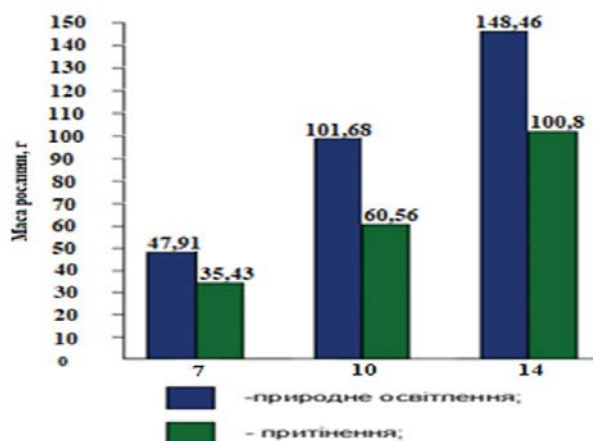


Рис. 3. Маса надземної частини садивного матеріалу

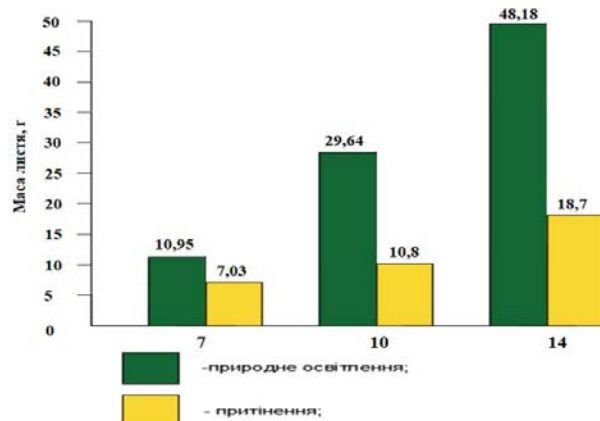


Рис. 4. Вплив технології вирощування на масу листкової поверхні

Зокрема, за поліпшених умов освітлення та збільшення товщини живців спостерігався ріст маси листя, що позитивно впливало на процеси росту та розвитку рослин. У листях відбувається процес фотосинтезу, який суттєво впливає на живі організми. Названий процес забезпечує утворення більше 90% органічної речовини в рослині. У природних умовах приблизно 1,0–1,5% загальної кількості сонячного світла, яке надходить до рослини, використовується для синтезу органічних сполук, а решта

витрачається на транспірацію та нагрівання листкової поверхні.

На дослідних варіантах площа фотосинтезуючої поверхні коливалася від 523,6 до 2735,6 см², що в 1,54 та 5,15 рази більше, ніж у контролі, де використовували живці товщиною 7 мм. Результати дослідження довели, що за умов використання мікропагонів товщиною 14 мм отримуємо максимальний результат. Крім того, було виявлено позитивний вплив умов освітлення

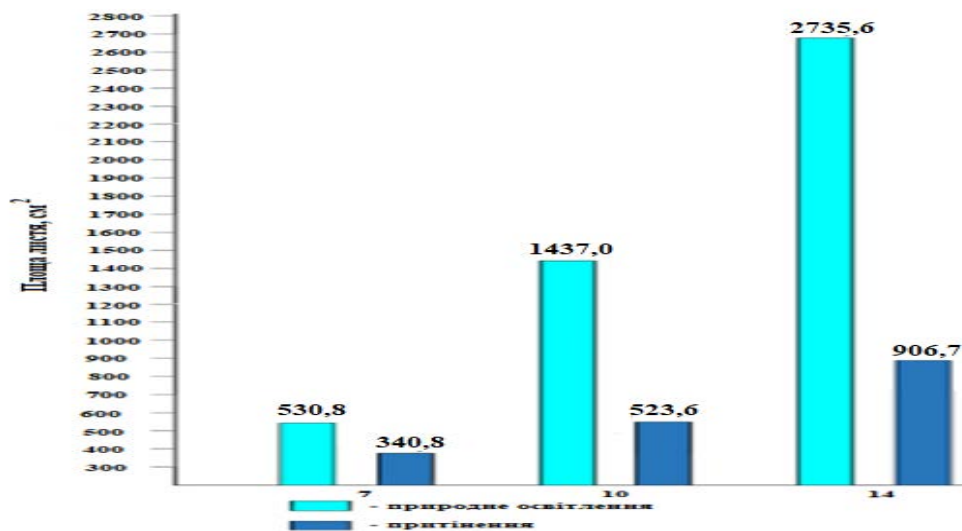


Рис. 5. Формування листової поверхні рослинами

на формування листової поверхні. Таким чином можна сказати, що умови вирощування і товщина живцевого матеріалу мають вірогідний вплив на якісні показники посадкового матеріалу *S. matsudana*.

Обговорення Отримані результати переконливо демонструють, що біометричні показники садивного матеріалу *S. matsudana* суттєво залежать від двох ключових факторів: товщини живців та інтенсивності освітлення.

Перш за все, слід звернути увагу на вплив товщини живця на ріст рослин. Дослідження показали, що використання живців товщиною 10 мм та 14 мм призвело до значного збільшення висоти рослин порівняно з контрольною групою (7 мм). Зокрема, приріст висоти на варіанті з живцями 14 мм під природним освітленням був на 97 см більшим, ніж у контролі. Це свідчить про те, що живці більшого діаметру містять більше поживних речовин та запасів енергії, необхідних для активного росту в початковий період. Це підтверджується також збільшенням маси кореневої системи та надземної частини. Наприклад, маса кореневої системи у варіанті з живцями 14 мм була у 2,5-2,6 рази більшою, ніж у контролі. Це має вирішальне значення для приживлюваності та подальшого розвитку рослин, оскільки потужна коренева система забезпечує ефективне поглинання води та поживних речовин з ґрунту.

Важливим аспектом дослідження є аналіз впливу ступеня освітлення. У тексті зазначено, що «ступінь освітлення» не був кількісно визначений. Для повної наукової достовірності було б корисно вказати конкретні значення інтенсивності світла, наприклад, у люксах або пар. Це дозволило б більш точно оцінити фізіологічні процеси, що відбуваються в рослині. Проте, навіть за відсутності точних даних, отримані результати чітко показують, що природне освітлення значно сприяє росту та розвитку рослин. Притінення, як і очікувалося, призвело до зниження всіх біометричних показників. Це підтверджується значно меншою площею листової поверхні та масою

листя в умовах притінення. Листя, як основний орган фотосинтезу, потребує достатньої кількості світла для ефективного синтезу органічних речовин, що безпосередньо впливає на ріст усієї рослини.

Результати дослідження також підтверджують, що товщина живців не впливає на відсоток укорінення, який залишався стабільно високим (99-100%) у всіх варіантах. Це є важливою перевагою *S. matsudana* як виду, що легко розмножується вегетативним способом. Ця характеристика робить його надзвичайно цінним для масового виробництва садивного матеріалу, що є вкрай актуальним для швидкого відновлення територій, пошкоджених внаслідок військових дій.

Отримані дані узгоджуються з результатами досліджень інших науковців, зокрема (Kolesnichenko, 2008; Bowling et al. 2017; Peng et al. 2022; Bowling et al. 2022), які також наголошують на важливості вибору якісного садивного матеріалу та оптимальних агротехнічних заходів для успішного вирощування *S. matsudana*. Застосування живців більшої товщини та забезпечення природного освітлення є ключовими елементами для підвищення якості садивного матеріалу. Це, в свою чергу, гарантуватиме кращу приживлюваність рослин та їх інтенсивний ріст у подальшому, що є критично важливим для успішного відновлення пошкоджених насаджень.

Висновки. Воєнні дії в Україні негативно впливають на зелені насадження. Відновлення багаторічних насаджень України, які зазнали впливу агресивних дій з боку росії має відбуватися відповідно до державних програм. *S. matsudana* – порода, яку доцільно використовувати для відтворення насаджень. Результати експериментальної роботи переконують, що на якісні показники садивного матеріалу впливають товщина живцевого матеріалу та умови вирощування: – висота рослин на контрольному варіанті (7 мм) знаходилася в межах 64,0–73,0 см, що на 17,0 та 97,0 см менше в порівнянні з дослідною групою; – при використанні живцевого матеріалу товщиною 14,0 мм маса кореневої системи становила

19,8 – 30,08 г, що в 2,57 та 2,47 рази більше порівняно з контролем, де були заготовлені мікропагони товщиною 7 мм; – площа фотосинтетичної поверхні на рослинах контрольного варіанту становила 340,8-530,8 см², що на 182,8 та 2204,8 см² менше в порівнянні з пошуковими варіантами. Вирощування кореневласного садивного матеріалу *S. matsudana* в умовах природного освітлення суттєво впливає на якісні показники рослин.

Бібліографічні посилання:

1. Anhurets, O., Khazan, P., Kolesnykova, K., Kushch, M., Chernokhova, M., Chernokhova, M., & Havranek, M. (2023). Ukraina, shkada dovkilliu, ekolohichni naslidky viiny. [Ukraine, environmental damage, environmental consequences of war]. Access mode: <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/cleanair.org.ua-war-damages-ua-version-04-low-res.pdf>
2. Bowling, D. R., Schulze, E. S., & Hall, S. J. (2017). Revisiting streamside trees that do not use stream water: can the two water worlds hypothesis and snowpack isotopic effects explain a missing water source?, *Ecohydrology*, 10, e1771, doi: [org/10.1002/eco](https://doi.org/10.1002/eco).
3. Derzhavna ekolohichna inspektsiia Ukrainy. Ofitsiyni veb-portal. (2024). [State Ecological Inspectorate of Ukraine reports]. Official web portal. Access mode: URL: <https://dei.gov.ua/post/2512>
4. Evaristo, J., McDonnell, J. J., Scholl, M. A., Bruijnzeel, L. A., & Chun, K. P. (2016). Insights into plant water uptake from xylem-water isotope measurements in two tropical catchments with contrasting moisture conditions, *Hydrol. Process.*, 30, 3210–3227.
5. Evaristo, J., Kim, M., van Haren, J., Pangle, L. A., Harman, C. J., Troch, P. A., & McDonnell, J. J. (2019). Characterizing the fluxes and age distribution of soil water, plant water and deep percolation in a model tropical ecosystem, *Water Resour. Res.*, 55, 3307–3327.
6. Fuchylo, Y. D., Onys'kiv, M. I., & Sbytina, M. V. (2006). Biolohichni ta tekhnolohichni osnovy plantatsiynoho lisovyroshchuvannya [Biological and technological bases of plantation silviculture]. *NNTs Instytut aharnoї ekonomiky* 394 (in Ukrainian).
7. Gilmour, D. A., San, N. V., & Tsechlich, X. (2000). Rehabilitation of degraded forest ecosystems in Cambodia, Lao PDR, Thailand and Vietnam. An overview. *WWF*. 36.
8. Hangfeng Wu, Jiayue Wang, Binbin Li, Yangjie Ou, Junran Wang, Qiuyue Shi, Wusheng Jiang, Donghua Liu, & Jinhua Zou (2016). *Salix matsudana* Koidz Tolerance Mechanisms to Cadmium: Uptake and Accumulation, Subcellular Distribution, and Chemical Forms *Pol. J. Environ. Stud.*; 25 (4), 1739–1747 doi: [10.15244/pjoes/62715](https://doi.org/10.15244/pjoes/62715).
9. Hangfeng, Wu, Jiayue Wang, Binbin Li, Yangjie Ou, Junran Wang, Qiuyue Shi, Wusheng Jiang, Donghua Liu, & Jinhua Zou (2016). *Salix matsudana* Koidz Tolerance Mechanisms to Cadmium: Uptake and Accumulation, Subcellular Distribution, and Chemical Forms *Pol. J. Environ. Stud.*; 25(4):1739–1747. doi: [10.15244/pjoes/62715](https://doi.org/10.15244/pjoes/62715).
10. Ishchuk, L. P. (2013). Istoriia vyvchennia vydiv rodu *Salix* L. v Ukraini ta perspektyvy yikh podalshykh doslidzen. [History of the study of species of the genus *Salix* L. in Ukraine and prospects for their further research]. *Avtokhtonni ta introdokovani roslyny*. 9, 18–22 (in Ukrainian).
11. Jinhua Zou, Xiaoshuo Shang, Chonghao Li, Jie Ouyang, Binbin Li, & Xiangjun Liu (2019). Effects of Cadmium on Mineral Metabolism and Antioxidant Enzyme Activities in *Salix matsudana* Koidz *Pol. J. Environ. Stud.*;28(2), 989–999. doi:[10.15244/pjoes/81697](https://doi.org/10.15244/pjoes/81697).
12. Jongtae Lee, Jin-Seong Moon, Juyeon Kim, Gwi-Ok Park, Jin-Hyeuk Kwon, In-Jong Ha, Young-Seok, & Kwon Young-Ho, Chang (2020). Evaluation of onion cultivars as affected by bulb maturity and bulb characteristics of intermediate-day yellow onions in South Korea. *Horticultural Science and Biotechnology*, 95, 645–660. doi: [10.1080/14620316.2020.1742586](https://doi.org/10.1080/14620316.2020.1742586).
13. Kuzyk, A. D., & Tovarianskyi, V. I. (2023). Vplyv voiennykh dii na lisovi ekosystemy Ukrainy ta yikh pisliavoienne vidnovlennia. [The impact of military actions on forest ecosystems of Ukraine and their post-war restoration]. *Visnyk Lvivskoho derzhavnoho universytetu bezpeky zhyttiedialnosti*, 27, 17–22 (in Ukrainian).
14. Kolesnichenko, O. V., Slyusar, S. I. & Yakobchuk, O. M. (2008). Metodichni rekomendatsii z rozmnozhennia derevnykh dekoratyvnykh roslyn Botanichnoho sadu NUBiP Ukrainy [Methodical recommendations for the propagation of woody ornamental plants of the Botanical Garden of the NUBiP of Ukraine]. *NUBiP Ukrainy*, K., 55 (in Ukrainian).
15. Kunts'o, I. O., & Humentyk, Y. (2013). Vyroshchuvannya enerhetychnoyi verby yak syrovyny dlya vyrobnytstva tverdykh vydiv biopalyva v umovakh Lisostepu Ukrayiny [Cultivation of energy willow as a raw material for the production of solid types of biofuel in the conditions of the Forest Steppe of Ukraine]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur ta tsukrovykh buriakiv*. 19, 59–62 (in Ukrainian).
16. Kosenko, Y. I. (2015). Suchasnyi stan ta ahrotekhnolohichni osnovy vdoskonalennia dekoratyvnykh roszadnykiv Ukrainy. [Current state and agro-technological principles of improvement of ornamental nurseries of Ukraine. Extended abstract of candidate's thesis]. *Kyiv*, 38–44 (in Ukrainian).
17. Khudolyeyeva, L. V. (2016). Korotkorotatsiyni plantatsiyni topol' ta verb: pidkhody do znyzhennia vplyvu na hlobal'ni zminy klimatu [Short-rotation plantations of poplars and willows: approaches to reducing the impact on global climate change]. *Aktualni problemy botaniky ta ekolohii: materialy Mizhnarodnoi konferentsii molodykh vchenykh* (29 chervnia – 3 lyupnia). *Kherson*, 65–66 (in Ukrainian).
18. Liu G, Wang Y, Lian B, Ma Z, Xiang X, Wu J, Luo C, Ma D, Chen Y, Yu C, & Zhong F, Wei H, Zhang J. (2021). Identify of Fast-Growing Related Genes Especially in Height Growth by Combining QTL Analysis and Transcriptome in *Salix matsudana*(Koidz). *Front. Genet.* 12, 432
19. Liu Guoyuan, Yixin Li, Junfeng Gao, Zhicong Feng, Hongyi Guo, Hang Zou, Xintong Chu, Yaqi Li, Yanhong Chen, Chunmei Yu, Fei Zhong, Hui Wei, & Jian Zhang. (2021). "Detecting the Different Responses of Roots and Shoots to Gravity in *Salix matsudana* (Koidz)" *Forests* 12, 12: 1715. doi: [10.3390/f12121715](https://doi.org/10.3390/f12121715).

20. Maurer, V. M., & Kushnir, A. I. (2008) *Metodychni rekomendatsiyi z rozmnozheniya derevnykh dekoratyvnykh roslin Botanichnoho sadu NUBiP Ukrayiny* [Methodological recommendations for the propagation of woody ornamental plants of the Botanical Garden of the NUBiP of Ukraine]. Kyiv: Publishing House of the NUBiP of Ukraine, 2008. 55 p. (in Ukrainian).
21. Peng, Y., Xiao, L., Baoliang, L., Yu, C., Yan, W., & Jichen, X. (2022). Messenger RNAs mobile in *Salix Matsudana* grafts were in association with plant rooting. *Forests* 13. 354
22. Tokman, V. S., & Stoyanets, N. V. (2023). Formation of planting material *Salix Matsudana* koidz. For the creation and planting of forest plantation plants. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 52(2), 99-104. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.2.13>
23. Vysotska, N. Y. (2014). *Tekhnologii ta ahrotekhnika stvorennia bioenerhetychnykh plantatsii topol ta verb v Ukraini. Dosvid ta napratsiuвання ukraïnskoho NDI lisovoho hospodarstva ta ahrolisomelioratsii im. H. M. Vysotskoho*. [Technologies and agrotechnics of creation of bioenergy plantations of poplars and willows in Ukraine]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka* [Bulletin of the Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture], 155. 122-126. [in Ukrainian].
24. West, A. J. (2019). Forests and National Security: British and American Forestry Policy in the Wake of World War I. *Environmental History*, 8(2), 270–293.
25. Wang, J., Fu, B. J., Wang, L. X., Lu, N., & Li, J. Y. (2020). Water use characteristics of the common tree species in different plantation types in the Loess Plateau of China, *Agr. Forest Meteorol.*, 288–289, 108020, doi: 10.1016/j.agrformet.2020.108020.
26. Xiaoshuo Shang, Wenxiu Xue, Yi Jiang, & Jinhua Zou (2020). Effects of Calcium on the Alleviation of Cadmium Toxicity in *Salix matsudana* and Its Effects on Other Minerals *Pol. J. Environ. Stud.* 29, 2. 2001–2010 doi: 10.15244/pjoes/109720.
27. Xiaojiao Han, Yanqiu Zhao, Yinjie Chen, Jing Xu, Cheng Jiang, Xiaqin Wang, Renying Zhuo, Meng-Zhu Lu, Jin Zhang. (2022). Lignin biosynthesis and accumulation in response to abiotic stresses in woody plants. *Forestry Res.* 2 (1), 9. doi: 10.48130/FR-2022-0009
28. Xiang, W., Si, B. C., Biswas, A., & Li, Z. (2019). Quantifying dual recharge mechanisms in deep unsaturated zone of Chinese Loess Plateau using stable isotopes, *Geoderma*, 337, 773–781,
29. Zhao, Y., Wang, L., Knighton, J., Evaristo, J., & Wassen, M. (2021). Contrasting adaptive strategies by *Caragana korshinskii* and *Salix psammophila* in a semiarid revegetated ecosystem, *Agr. Forest Meteorol.*, 300, 108323, doi: 10.1016/j.agrformet.2021.108323.
30. Zhao, Y. & Wang, L. (2021). Insights into the isotopic mismatch between bulk soil water and *Salix matsudana* Koidz trunk water from root water stable isotope measurements, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 25, 3975–3989, doi: 10.5194/hess-25-3975-2021

Tokman V. S., PhD (Agricultural Sciences), Assistant of professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Stoyanets N. V., Doctor (Economic Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Assessment of the state of *salix matsudana* I. Planting material under various growing conditions

The article elucidates the influence of cultivation conditions and cutting thickness on the biometric parameters of *Salix matsudana* L. planting material. The study investigates the impact of light intensity and the thickness of harvested cuttings on the growth processes of the studied taxon, specifically enhancing aerial part growth, increasing root and aerial system mass, and expanding leaf surface area. It has been demonstrated that an increase in cutting thickness (7-14 mm) correlates with improved quality indicators of the planting material. Notably, experimental variants exhibited plant heights exceeding the control by 17.0–97.0 cm. With 14 mm thick microcuttings, root system mass ranged from 19.08 to 30.08 g, compared to 7.7–12.2 g in the control. The study also examined the effect of cutting thickness on plant mass. In this context, control variant (7 mm) planting material mass ranged from 35.43 to 47.91 g, while experimental groups ranged from 60.56 to 148.46 g. Empirical evidence indicates that photosynthetic surface area is significantly influenced not only by microcutting thickness but also by light intensity. Specifically, the assimilation surface area in the 14 mm experimental group ranged from 906.7 to 2735.6 cm², exceeding the control variant (7 mm) by 62.4% and 80.6%. The research revealed that maximum plant biometric parameters were observed in the experimental variant with 14 mm thick cuttings under natural light conditions. To grow high-quality planting material, it is recommended to use cuttings 10–14 mm thick and provide natural lighting. Growing self-rooted planting material *S. matsudana* under natural lighting conditions significantly affects the quality of plants. *S. matsudana* is a breed that is advisable to use for the reproduction of plantations damaged by military operations.

Key words: military operations, restoration, *Salix matsudana*, planting material, stem cuttings (microshoots), rooting, plant height, root system mass, leaf area, growing conditions, biometric indicators, planning, forestry activities.

Дата першого надходження рукопису до видання: 16.05.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 23.06.2025

Дата публікації: 30.09.2025