

УДК 633.03:632.954:631.559

## Вплив систем контролю бур'янів і захисту від низьких температур на ріст, перезимівлю та вуглецеве навантаження насаджень павловнії

С. О. Ременюк\* , Д. Я. Макух 

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна

\*Автор для листування: Світлана Ременюк, [svetlana19862010@ukr.net](mailto:svetlana19862010@ukr.net)

**Цитування:** Ременюк С. О., Макух Д. Я. Вплив систем контролю бур'янів і захисту від низьких температур на ріст, перезимівлю та вуглецеве навантаження насаджень павловнії. *Біоенергетика*. 2025. № 2. С. 67–73. <https://doi.org/10.47414/be.2025.No2.pp67-73>

**Мета.** Установити вплив забур'яненості, а також систем хімічного та агротехнічного захисту на ріст і розвиток гібридів павловнії за вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводили у 2023–2025 рр. у Київській області. Об'єктом дослідження були гібриди павловнії 'Clone in vitro 112', 'Paо Tong Zo7' та 'Shan Tong'. Схема досліду передбачала вивчення трьох факторів: А – гібрид; В – система захисту від бур'янів [контроль; ручне прополювання; внесення гербіцидів Стомп 330, к. е. (5 л/га) та Стомп 330, к. е. (5 л/га) + Тарга Супер, к. е. (2,0 л/га)]; С – захист від низьких температур [без обробки; осіння обробка Харвест (5 л/га); осіння + весняна обробка Харвест (5 + 1 л/га); осіння обробка Харвест (5 л/га) + позакореневе підживлення Новоферт Ягода (6,5 л/га)]. Визначали сиру масу бур'янів, біометричні показники рослин (висота, діаметр стовбура, площа листків), відсоток перезимівлі та викиди CO<sub>2</sub>eq. **Результати.** Павловнія на ранніх етапах розвитку є надзвичайно чутливою до конкуренції. За природного фону забур'яненості (3015–3980 г/м<sup>2</sup>) висота рослин не перевищувала 0,90 м. Застосування гербіцидних систем (Стомп 330; Стомп 330 + Тарга Супер) знизило масу бур'янів до 110–141 г/м<sup>2</sup>, що дало змогу рослинам досягти висоти 3,02–3,18 м та сформувати площу листової поверхні до 3,88 м<sup>2</sup>. Фактор захисту від низьких температур (препарат Харвест) критично впливає на життєздатність насаджень: без обробок перезимівля становила лише 26–48%, тоді як за комплексного захисту вона зростала до 87–91%. Аналіз вуглецевого навантаження показав, що інтенсифікація захисту призводить до зростання викидів CO<sub>2</sub>eq до 53,7 кг/га, проте це компенсується стабільністю та високою якістю насаджень. **Висновки.** Ефективний контроль сегетальної рослинності є обов'язковою умовою реалізації ростового потенціалу павловнії. Найвищі показники продуктивності та життєздатності забезпечує комбінована система захисту (Стомп 330 + Тарга Супер) у поєднанні з осінньо-весняними антистресовими обробками та позакореневим підживленням. Гібриди продемонстрували подібну реакцію на технологічні заходи, при цьому вплив систем захисту суттєво переважав генотипові відмінності. Технології без захисту є неефективними через низьку виживаність рослин (менше 50%), попри нульове вуглецеве навантаження від пестицидів.

**Ключові слова:** павловнія; гібриди; контроль бур'янів; гербіциди; пендиметалін; хізалофоп-П-етил; біометричні показники; площа листової поверхні; перезимівля; антистресовий захист; вуглецеве навантаження; CO<sub>2</sub>eq.

### Вступ

На початкових етапах вегетації молоді насадження павловнії швидко заселяються бур'янами, які формують інтенсивну конкуренцію за вологу, поживні речовини та світло, що пригнічує розвиток листової поверхні й приріст пагонів. Дослідження, проведені в умовах Укра-

Одержано 24.11.2025 • Погоджено 17.12.2025 • Опубліковано онлайн 29.12.2025

© Автор(и), 2025. Видавець Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Це стаття відкритого доступу, що розповсюджується на умовах ліцензії CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), яка дозволяє використання, розповсюдження та відтворення на будь-яких носіях за умови належного цитування оригінальної роботи.



їни, підтверджують вирішальне значення контролю бур'янів у перший рік вирощування, оскільки павловнія є чутливою до затінення і погано реагує на конкуренцію із сегетальною рослинністю [1, 2].

У плантаційному вирощуванні павловнії на початкових етапах широко застосовують ґрунтові гербіциди для контролю першої хвилі бур'янів, при цьому особливу увагу приділяють селективності діючих речовин. Дослідження із застосуванням діючої речовини пендиметаліну на молодих деревних рослинах підтверджують необхідність чіткого дотримання норм і строків внесення для уникнення негативного впливу на ріст. У виробничих умовах гербіцидні обробки також використовують під час підготовки забур'янених ділянок для забезпечення успішного старту плантацій [3].

Літературні дані свідчать, що низькі температури, зокрема пошкодження нездерев'янілих пагонів у ранньозимовий період та весняні приморозки, є одним із головних обмежувальних чинників вирощування павловнії, оскільки зумовлюють підмерзання верхівок і зниження інтенсивності росту в наступному вегетаційному сезоні. Узагальнюючі огляди європейських досліджень відзначають значні міжкლოнові відмінності за ступенем морозостійкості та стабільності росту молодих рослин. На фізіолого-біохімічному рівні холодостійкість павловнії пов'язують із перебудовою метаболічних і транскриптомних реакцій за дії холодового стресу, що обґрунтовує доцільність застосування технологічних прийомів, спрямованих на підвищення перезимівлі та адаптації рослин до несприятливих температурних умов [4–6].

У сучасних дослідженнях дедалі ширше застосовують підходи аналізу життєвого циклу для кількісної оцінки впливу агротехнологій, зокрема систем контролю бур'янів, на формування викидів парникових газів. Установлено, що внесок заходів захисту рослин у загальне екологічне навантаження технологій може бути співставним із впливом мінеральних добрив та енерговитрат на виконання польових операцій. Для оцінювання цієї складової широко використовують методи перерахунку енергоємності виробництва пестицидів у CO<sub>2</sub>-еквівалент із застосуванням уніфікованих коефіцієнтів, що дозволяє об'єктивно порівнювати вуглецевий слід різних систем захисту. Відтак у дослідженнях павловнії доцільно оцінювати технології комплексно – не лише за біологічною ефективністю, а й за балансом між продуктивністю та вуглецевим навантаженням [7–9].

Аналіз джерел дає змогу зробити висновок, що найбільш перспективними є інтегровані системи, де: контроль бур'янів забезпечується у критичний стартовий період (перші роки вегетації) із поєднанням екологічних / механічних прийомів та селективних гербіцидів за потреби; технологія включає елементи, спрямовані на підвищення перезимівлі молодих рослин; ефективність оцінюють комплексно – за ростом і життєздатністю насаджень, а також за показниками CO<sub>2</sub>eq і загальною екологічною доцільністю.

*Мета дослідження* – установити вплив забур'яненості, а також систем хімічного та агротехнічного захисту на ріст і розвиток гібридів павловнії за вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України.

## Матеріали та методи дослідження

Дослідження виконували впродовж 2023–2025 рр. у ТОВ «Гров Енерджі» (с. Ферма, Київська обл.). За рівнем та розподілом опадів територія господарства характеризується як зона нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу. Хоча фактичні погодні умови місцями відрізнялися від середньобогаторічних показників, загалом вони створювали прийнятні умови для ростових процесів і розвитку павловнії.

Ґрунти дослідної ділянки представлені дерново-піщаними та супіщаними відмінами, які характеризуються низьким вмістом гумусу та слабкою водоутримувальною здатністю. Гумусовий горизонт, як правило, малопотужний – 20–30 см, із вмістом гумусу у шарі 0–30 см на рівні 0,8–1,2%. Забезпеченість лужногідролізованим азотом є низькою (35–55 мг/кг ґрунту), вміст рухомого фосфору та обмінного калію за Чириковим також невисокий і становить відповідно 3–5 та 4–7 мг/100 г повітряно-сухого ґрунту. Реакція ґрунтового розчину слабкокисло – рН 5,2–5,8, подекуди близька до нейтральної. Ґрунти мають легкий гранулометричний склад,

швидко пересихають і є малостійкими до дефляції, що обумовлює необхідність підтримання рослинного покриву або застосування мульчі для поліпшення їх агрофізичних властивостей.

Дослідження проводили за схемою:

**Фактор А** – гібрид павловнії: 'Clone in vitro 112', 'Pao Tong Zo7', 'Shan Tong'.

**Фактор В** – система захисту від бур'янів: контроль (без гербіцидів); контроль 2 (насадження без наявності бур'янів), Стомп 330, к. е. (5 л/га); Стомп 330, к. е. (5 л/га) + Тарга Супер, к. е. (2,0 л/га).

**Фактор С** – захист від впливу низьких температур: без обробки; осіння обробка (Харвест, 5 л/га); осіння + весняна обробка (Харвест, 5 + 1 л/га); осіння обробка (Харвест, 5 л/га) + позакореневе підживлення (Новоферт Ягода).

Насадження павловнії на дослідних ділянках щороку закладали однорічними саджанцями за схемою 4 × 4 м, що забезпечувало густоту 625 рослин/га. Попередником на всіх ділянках був чистий пар, сформований механічним обробітком ґрунту, що максимально зменшувало стартову забур'яненість.

Обліки видового складу бур'янів щорічно проводили в першій декаді червня – у період стабілізації фітоценозу, коли сходи як ранніх, так і пізніх ярих бур'янів уже сформовані. Для цього закладали облікові квадрати площею 0,25 м<sup>2</sup> у чотирьох точках кожного варіанта, визначаючи чисельність бур'янів за видами та їхню структурну частку в забур'яненості.

Сиру масу бур'янів визначали у другій декаді липня, у період максимального нагромадження їхньої біомаси. Скошені у межах квадрата 0,25 м<sup>2</sup> бур'яни зважували та перераховували в г/м<sup>2</sup>.

Біометричні показники павловнії – висоту, діаметр стовбура та площу листової поверхні – обліковували в кінці вересня (перед входом у стан спокою). Діаметр стовбура визначали штангенциркулем на висоті 10 см над поверхнею ґрунту, площу листової поверхні – за формулою:  $P = D \times \Pi \times K$ , де  $P$  – площа листка,  $K$  – перевідний коефіцієнт (0,74),  $D$  – довжина листка,  $\Pi$  – ширина листка [10–13].

## Результати дослідження

Павловнія належить до швидкокорослих деревних культур з високим потенціалом утворення біомаси, проте на початкових етапах онтогенезу є надзвичайно чутливою до конкуренції з боку бур'янів. У перші два-три роки вегетації бур'яни формують інтенсивну конкуренцію за вологу, елементи живлення та світло, що негативно позначається на формуванні листової поверхні, потовщенні стовбура та зимостійкості рослин. У зв'язку з цим актуальним є наукове обґрунтування ефективних систем контролю бур'янів у насадженнях павловнії, з урахуванням поєднання ґрунтових і післясходових гербіцидів, агротехнічних заходів та елементів антистресового захисту в осінньо-зимовий період.

У таблиці 1 наведено результати дослідження впливу систем захисту від бур'янів (фактор В) у поєднанні із заходами захисту рослин від впливу низьких температур (фактор С) на ріст і розвиток гібридів павловнії 'Clone in vitro 112', 'Pao Tong Zo7' і 'Shan Tong' за 2023–2025 рр.

За відсутності гербіцидного захисту сформувався високий рівень забур'яненості – 3015–3980 г/м<sup>2</sup>, що істотно пригнічувало ріст павловнії: висота рослин не перевищувала 0,85–0,90 м, діаметр стовбура становив 1,48–1,55 см, а площа листової поверхні – 0,32–0,35 м<sup>2</sup>.

Повне усунення бур'янів забезпечувало різке покращення ростових показників незалежно від застосованих заходів захисту від низьких температур: висота рослин зростала до 2,80–3,00 м, діаметр стовбура – до 2,85–2,95 см, а площа листків однієї рослини перевищувала 3,65–3,75 м<sup>2</sup>.

Застосування ґрунтового гербіциду Стомп 330 зумовлювало зниження сирової маси бур'янів до 130–141 г/м<sup>2</sup> і забезпечувало формування рослин заввишки 3,02–3,08 м із діаметром стовбура 3,15–3,20 см та площею листової поверхні 3,75–3,80 м<sup>2</sup>. Найвищі показники росту отримано за комбінованою системою захисту Стомп 330 + Тарга Супер, де маса бур'янів зменшувалася до 110–119 г/м<sup>2</sup>, а висота рослин досягала 3,10–3,18 м, діаметр стовбура – 3,22–3,30 см, площа листків – 3,82–3,88 м<sup>2</sup>; при цьому позитивний вплив осінніх антистресових заходів і позакореневого підживлення проявлявся виключно через посилення росту та розвитку пав-

ловнії. Усі гібриди характеризувалися подібною реакцією на умови досліду, а вплив системи контролю бур'янів був статистично значущим і істотно переважав генотипові відмінності.

**Таблиця 1.** Вплив забур'яненості та систем захисту на ріст і розвиток гібридів павловнії (середнє за 2023–2025 рр.)

Фактор Б – система захисту	Фактор С – захист від впливу низьких температур	Сира маса бур'янів, г/м <sup>2</sup>	Висота рослин, м	Діаметр стовбура, см	Площа листків однієї рослини павловнії, м <sup>2</sup>
‘Clone in vitro 112’					
1. Контроль (без гербіцидів)	1. Контроль (без обробки)	3980	0,85	1,48	0,32
2. Контроль 2 (насадження без бур'янів)	2. ХАРВЕСТ (осіння обробка, коли з дерев опало понад 40% листя, 5 л/га)	–	2,80	2,85	3,65
3. Стомп 330, к. е., 5 л/га	3. ХАРВЕСТ (осіння обробка, коли з дерев опало понад 40% листя, 5 л/га + після танення снігу, за температури +5 °С, 1 л/га)	130	3,02	3,15	3,75
4. Стомп 330, к. е., 5 л/га + Тарга Супер, к. е., 2,0 л/га	4. ХАРВЕСТ (осіння обробка, коли з дерев опало понад 40% листя, 5 л/га) + НОВОФЕРТ Ягода (по листку, за 5–6 діб до можливих заморозків, 10 г/рослину, або 6,5 л/га)	115	3,10	3,22	3,82
‘Pao Tong Zo7’					
1. Контроль (без гербіцидів)	1. Контроль (без обробки)	3015	0,88	1,52	0,35
2. Контроль 2 (насадження без бур'янів)	2. ХАРВЕСТ (осіння обробка, коли з дерев опало понад 40% листя, 5 л/га)	–	2,90	2,90	3,72
3. Стомп 330, к. е., 5 л/га	3. ХАРВЕСТ (осіння обробка, коли з дерев опало понад 40% листя, 5 л/га + після танення снігу, за температури +5 °С, 1 л/га)	132	3,05	3,17	3,80
4. Стомп 330, к. е., 5 л/га + Тарга Супер, к. е., 2,0 л/га	4. ХАРВЕСТ (осіння обробка, коли з дерев опало понад 40% листя, 5 л/га) + НОВОФЕРТ Ягода (по листку, за 5–6 діб до можливих заморозків, 10 г/рослину, або 6,5 л/га)	119	3,15	3,25	3,85
‘Shan Tong’					
1. Контроль (без гербіцидів)	1. Контроль (без обробки)	3040	0,90	1,55	0,33
2. Контроль 2 (насадження без бур'янів)	2. ХАРВЕСТ (осіння обробка, коли з дерев опало понад 40% листя, 5 л/га)	–	3,00	2,95	3,75
3. Стомп 330, к. е., 5 л/га	3. ХАРВЕСТ (осіння обробка, коли з дерев опало понад 40% листя, 5 л/га + після танення снігу, за температури +5 °С, 1 л/га)	141	3,08	3,20	3,78
4. Стомп 330, к. е., 5 л/га + Тарга Супер, к. е., 2,0 л/га	4. ХАРВЕСТ (осіння обробка, коли з дерев опало понад 40% листя, 5 л/га) + НОВОФЕРТ Ягода (по листку, за 5–6 діб до можливих заморозків, 10 г/рослину, або 6,5 л/га)	110	3,18	3,30	3,88
HP <sub>0,05</sub>		120	0,12	0,14	0,18

Осінні обробки та позакореневе підживлення сприяли кращому збереженню рослин у зимовий період, зменшенню пошкоджень стовбура і бруньок та забезпечували інтенсивніше відновлення росту навесні. Завдяки цьому у варіантах із застосуванням захисних заходів від низьких температур формувалися більш життєздатні рослини з кращими біометричними показниками за однакового рівня контролю бур'янів.

У всіх гібридів у варіанті без гербіцидного захисту та без обробок проти низьких температур відзначено найнижчий рівень перезимівлі – 48% у ‘Clone in vitro 112’ та лише 26–27% у ‘Pao Tong Zo7’ і ‘Shan Tong’, що відповідало незадовільній оцінці стану рослин, попри мінімальні викиди CO<sub>2</sub>eq. Застосування осінньої обробки препаратом ХАРВЕСТ за відсутності бур'янів істотно покращувало перезимівлю (61–69%) за незначного зростання викидів CO<sub>2</sub>eq до 2,3 кг/га, що свідчить про високу екологічну доцільність цього варіанта. Поєднання ефективного контролю бур'янів з осінньо-весняним захистом від низьких температур забезпечувало

подальше підвищення перезимівлі до 75–87% і формування рослин з хорошим станом, хоча супроводжувалося зростанням викидів CO<sub>2</sub>eq до 48,9 кг/га. Максимальні показники перезимівлі (87–91%) та відмінний якісний стан рослин у всіх гібридів отримано за комбінованої системи Стомп + Тарга у поєднанні з осіннім ХАРВЕСТ і позакореневим підживленням НОВОФЕРТ Ягода, однак цей варіант характеризувався найвищими викидами CO<sub>2</sub>eq (53,7 кг/га) (табл. 2).

**Таблиця 2.** Вплив систем захисту від бур'янів і низьких температур на перезимівлю павловнії та вуглецеве навантаження технології (середнє за 2023–2025 рр.)

Варіант досліджу	Перезимівля, %	Якісна оцінка	CO <sub>2</sub> eq, кг/га
‘Clone in vitro 112’			
1) Без гербіцидів × без обробки	48	незадовільний	0,0
2) Без бур'янів × ХАРВЕСТ (осінь)	69	задовільний	2,3
3) Стомп × ХАРВЕСТ (осінь + весна)	87	добрий	48,9
4) Стомп + Тарга × ХАРВЕСТ + НОВОФЕРТ	91	відмінний	53,7
‘Pao Tong Zo7’			
1) Без гербіцидів × без обробки	27	незадовільний	0,0
2) Без бур'янів × ХАРВЕСТ (осінь)	61	задовільний	2,3
3) Стомп × ХАРВЕСТ (осінь + весна)	75	добрий	48,9
4) Стомп + Тарга × ХАРВЕСТ + НОВОФЕРТ	87	відмінний	53,7
‘Shan Tong’			
1) Без гербіцидів × без обробки	26	незадовільний	0,0
2) Без бур'янів × ХАРВЕСТ (осінь)	64	задовільний	2,3
3) Стомп × ХАРВЕСТ (осінь + весна)	75	добрий	48,9
4) Стомп + Тарга × ХАРВЕСТ + НОВОФЕРТ	87	відмінний	53,7

Загалом результати свідчать, що фактор С відіграє ключову роль у забезпеченні перезимівлі павловнії, тоді як фактор В визначає рівень реалізації ростового потенціалу, а підвищення вуглецевого навантаження за інтенсивних систем захисту компенсується істотним зростанням життєздатності та стабільності насаджень.

## Висновки

Павловнія на ранніх етапах онтогенезу є високочутливою до конкуренції з боку бур'янів, що підтверджується істотним пригніченням ростових процесів за відсутності гербіцидного захисту: за рівня забур'яненості 3015–3980 г/м<sup>2</sup> висота рослин знижувалася у 3–4 рази, діаметр стовбура – удвічі, а площа листової поверхні – більш ніж у 10 разів порівняно з варіантами ефективного контролю бур'янів.

Система захисту від бур'янів є визначальним у формуванні ростового потенціалу павловнії. Повне усунення бур'янів або застосування ґрунтових і комбінованих гербіцидних систем (Стомп 330; Стомп 330 + Тарга Супер) забезпечувало істотне зниження сирової маси бур'янів до 110–141 г/м<sup>2</sup> та формування максимальної висоти рослин (3,02–3,18 м), діаметра стовбура (3,15–3,30 см) і площі листової поверхні (3,75–3,88 м<sup>2</sup>).

Захист від впливу низьких температур не впливав на рівень забур'яненості, проте відіграв ключову роль у забезпеченні перезимівлі та життєздатності насаджень. Осінні обробки та позакореневе підживлення сприяли зменшенню пошкоджень рослин у зимовий період, кращому збереженню бруньок і стовбура та інтенсивнішому відновленню росту навесні.

Найнижчий рівень перезимівлі (26–48%) і незадовільний стан рослин зафіксовано у варіантах без гербіцидного захисту та без антистресових обробок, що робить такі системи технологічно й екологічно неефективними, незважаючи на мінімальні викиди CO<sub>2</sub>eq.

## Список використаних джерел

1. Makukh, Ya. P., Remeniuk, S. O., Riznyk, V. M., & Moshkivska, S. V. (2022). The influence of weeds on the growth and development of paulownia. *Bioenergy*, 1–2, 45–47. <https://doi.org/10.47414/be.1-2.2022.271358> [In Ukrainian]
2. Nychkaliuk, H. (2023). Peculiarities of the weed infestation of young paulownia (*Paulownia tomentosa* L.) stands. *Quarantine and Plant Protection*, 4, 38–41. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2023.4.38-41> [In Ukrainian]
3. Kadlec, J., Novosadová, K., & Pokorný, R. (2020). Preliminary results from a plantation of semi-arid hybrid of *Paulownia* Clone in vitro 112® under conditions of the Czech Republic from the first two years. *Baltic Forestry*, 27(1), Article 477. <https://doi.org/10.46490/BF477>
4. Jakubowski, M. (2022). Cultivation potential and uses of paulownia wood: A review. *Forests*, 13(5), Article 668. <https://doi.org/10.3390/f13050668>
5. Magar, L. B., Khadka, S., Joshi, J. R. R., Pokharel, U., Rana, N., Thapa, P., Sharma, K. R. S. R., Khadka, U., Marasini, B. P., & Parajuli, N. (2018). Total biomass carbon sequestration ability under the changing climatic condition by *Paulownia tomentosa* Steud. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*, 6(3), 220–226. <https://doi.org/10.3126/ijasbt.v6i3.20772>
6. Liu, B., Su, J., Fu, C., Xian, K., He, J., & Huang, N. (2024). Comparative transcriptomic profiles of *Paulownia catalpifolia* under different degrees of chilling stress during the seedling stage. *BMC Genomics*, 25(1), Article 716. <https://doi.org/10.1186/s12864-024-10613-7>
7. Shulner, I., Lati, R. N., Eizenberg, H., Asaf, E., Saadi, I., Laor, Y., Bar-Tal, A., & Kissinger, M. (2025). Implementing a life cycle assessment (LCA) to evaluate organic farming weed control and fertilizers environmental implications. *Science of The Total Environment*, 995, Article 180114. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.180114>
8. Audsley, E., Stacey, K. F., Parsons, D. J., & Williams, A. G. (2009). *Estimation of the greenhouse gas emissions from agricultural pesticide manufacture and use*. Cranfield University. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5095.3122>
9. Luca, R., Camen, D., Danci, M., & Petolescu, C. (2014). Research regarding the influence of culture conditions upon the main physiological indices at *Paulownia* Shan Tong. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 18(4), 74–77.
10. Prysiazhniuk, O. I., Klymovych, N. M., Polunina, O. V., Yevchuk, Ya. V., Tretiakova, S. O., Kononenko, L. M., Voitovska, V. I., & Mykhailovyn, Yu. M. (2021). *Methodology and organization of scientific research in agriculture and food technologies*. Nilan-LTD. <https://doi.org/10.47414/978-966-924-927-2> [In Ukrainian]
11. Roik, M. V., & Hizbullin, N. H. (Eds.). (2014). *Methods of research in sugar beet growing*. FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
12. Trybel, S. O. (Ed.). (2001). *Methods of testing and applying pesticides* (pp. 174–175). Svit. [In Ukrainian]
13. Hrytsaienko, Z. M., Hrytsaienko, A. O., & Karpenko, V. P. (2003). *Methods of biological and agrochemical studies of plants and soils*. Nichlava. [In Ukrainian]

## Influence of weed control systems and protection against low temperatures on growth, overwintering, and carbon load of paulownia plantations

S. O. Remeniuk\*, D. Ya. Makukh

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine

\*Corresponding author: Svitlana Remeniuk, [svetlana19862010@ukr.net](mailto:svetlana19862010@ukr.net)

---

**Citation:** Remeniuk, S. O., & Makukh, D. Ya. (2025). Influence of weed control systems and protection against low temperatures on growth, overwintering, and carbon load of paulownia plantations. *Bioenergy*, 2, 67–73. <https://doi.org/10.47414/be.2025.No2.pp67-73>

---

**Aim.** To establish the influence of weed infestation as well as chemical and agronomic protection systems on the growth and development of paulownia hybrids in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. **Methods.** The research was conducted in 2023–2025 in Kyiv region. The objects of study were paulownia hybrids ‘Clone in vitro 112’, ‘Pao Tong Z07’, and ‘Shan Tong’. The experimental design involved three factors: A – hybrid; B – weed control system: control; manual weeding; application of herbicide Stomp 330 EC (5 l/ha); Stomp 330 EC (5 l/ha) + Targa Super EC (2.0 l/ha); C – protection against low temperatures: no treatment;

---

autumn treatment with Harvest (5 l/ha); autumn + spring treatment with Harvest (5 + 1 l/ha); autumn treatment with Harvest (5 l/ha) + foliar fertilisation with Novofert Yahoda (6.5 l/ha). Fresh weed mass, plant biometric indicators (height, stem diameter, leaf area), overwintering percentage, and CO<sub>2</sub>eq emissions were determined. **Results.** Paulownia at early developmental stages is extremely sensitive to competition. Under natural weed infestation (3015–3980 g/m<sup>2</sup>), plant height did not exceed 0.90 m. Application of herbicide systems (Stomp 330; Stomp 330 + Targa Super) reduced weed mass to 110–141 g/m<sup>2</sup>, enabling plants to reach heights of 3.02–3.18 m and form leaf area up to 3.88 m<sup>2</sup>. The factor of protection against low temperatures (Harvest) critically influenced plantation viability: without treatments, overwintering was only 26–48%, whereas under complex protection it increased to 87–91%. Analysis of carbon load showed that intensification of protection led to an increase in CO<sub>2</sub>eq emissions to 53.7 kg/ha, but this was compensated by plantation stability and high quality. **Conclusions.** Effective control of segetal vegetation is a prerequisite for realising the growth potential of paulownia. The highest productivity and viability were ensured by the combined protection system (Stomp 330 + Targa Super) in combination with autumn–spring anti-stress treatments and foliar fertilisation. Hybrids demonstrated similar responses to technological measures, with the influence of protection systems significantly outweighing genotypic differences. Technologies without protection are ineffective due to low plant survival (less than 50%), despite zero carbon load from pesticides.

**Keywords:** paulownia; hybrids; weed control; herbicides; pendimethalin; quizalofop-P-ethyl; biometric indicators; leaf area; overwintering; anti-stress protection; carbon load; CO<sub>2</sub>eq.

#### ORCID

Світлана Ременюк / Svitlana Remeniuk  
Денис Макух / Denys Makukh

<https://orcid.org/0000-0002-4407-4293>  
<https://orcid.org/0000-0001-9085-4496>