

**А. Г. Булат**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри лісових культур, меліорацій та садово-паркового господарства,
Державний біотехнологічний університет (м. Харків, Україна)
E-mail: bulatandrey1977@gmail.com
orcid.org/0000-0001-9682-4220

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗИМОСТІЙКОСТІ САДЖАНЦІВ *CATALPA BIGNONIOIDES* РІЗНОГО ВІКУ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Успішне зростання та онтогенез інтродукованих деревних видів у нових ґрунтово-кліматичних умовах значною мірою залежать від їх здатності витримувати вплив абіотичних стресових факторів, насамперед тривалих знижень температури. У цьому контексті важливим завданням сучасного садово-паркового господарства є добір і впровадження видів, здатних успішно адаптуватися до кліматичних умов України, зокрема регіонів із характерними низькими зимовими температурами. У статті представлено результати комплексного дослідження зимостійкості саджанців *Catalpa bignonioides* в умовах інтродукції у м. Харків. Морозостійкість оцінювали польовим методом, що передбачав візуальне визначення ступеня пошкодження однорічних пагонів після завершення зимового періоду. Встановлено, що одно- та дворічні саджанці через подовжений вегетаційний період пізно переходять у стан спокою й нерідко зберігають листя до настання морозів, що спричиняє суттєві пошкодження, передусім у верхній та середній частинах стовбура. Починаючи з трирічного віку, зимостійкість рослин зростає: рівень ушкодження однорічних пагонів знижується до $21,46 \pm 2,17\%$, а за шкалою зимостійкості саджанці оцінюються у 3 бали (рослини досить зимостійкі). Важливо підкреслити відсутність морозобоїн на стовбурах і зростання частки рослин, які долають зимовий період без істотних ушкоджень. Найвищу зимостійкість виявлено у чотирирічних саджанців: ушкодження однорічних пагонів становило лише $7,22 \pm 1,05\%$, що відповідає 4 балам за шкалою зимостійкості. У п'ятирічних саджанців пошкодження морозом майже не зафіксовано – рівень ушкодження знизився до $2,13 \pm 0,63\%$. Таким чином, результати досліджень свідчать про закономірне щорічне зниження індексу ушкодження тканин та зростання частки рослин, які витримують критичні зимові умови без значних пошкоджень. Це підтверджує позитивну динаміку адаптаційних процесів, що посилюються з віком *C. bignonioides*. Отримані дані дають підстави рекомендувати використання цього виду у практиці декоративного та лісового розсадництва м. Харкова та Лівобережного Лісостепу України, що сприятиме розширенню асортименту стійких інтродукованих деревних рослин для озеленення регіону.

Ключові слова: *Catalpa bignonioides*; зимостійкість; морозостійкість; саджанці; інтродукція; адаптація; декоративне розсадництво.

A. G. Bulat

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Forest Cultures, Melioration and Horticulture Department,
State Biotechnological University (Kharkiv, Ukraine).
E-mail: bulatandrey1977@gmail.com
orcid.org/0000-0001-9682-4220

STUDY OF WINTER HARDINESS OF *CATALPA BIGNONIOIDES* SEEDLINGS OF DIFFERENT AGES IN THE CONDITIONS OF THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Successful growth and ontogeny of introduced woody species in new soil and climatic conditions largely depend on their ability to withstand abiotic stress factors, particularly prolonged decreases in temperature. In this context, the selection and introduction of species capable of adapting to the climatic conditions of Ukraine, especially in regions with low winter temperatures, is of significant practical importance. This study presents the results of a comprehensive assessment of the winter hardiness of *Catalpa bignonioides* seedlings introduced in Kharkiv (Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine). Frost resistance was evaluated using a field method based on visual assessment of annual shoot damage after the winter period. The findings revealed that one- and two-year-old seedlings, due to an extended vegetation period, entered dormancy late and often retained leaves until the onset of frosts. This feature resulted in significant frost damage, particularly in the upper and middle parts of the stem. Starting from the third year of growth, the winter hardiness of the seedlings increased substantially: the damage level of annual shoots decreased to $21.46 \pm 2.17\%$, corresponding to 3 points on the winter hardiness scale, with no frost cracks observed on stems and with a growing proportion of plants surviving the winter without significant injuries. The highest winter hardiness was recorded in four-year-old seedlings, where frost damage of annual shoots decreased to $7.22 \pm 1.05\%$, corresponding to 4 points. In five-year-old plants, frost damage was almost absent, with a damage rate as low as $2.13 \pm 0.63\%$. These results confirm a consistent annual decrease in the tissue damage index and an increase in the proportion of plants that withstand critical winter conditions without significant injuries. The study demonstrates a positive

dynamic of adaptive processes in *C. bignonioides*, which intensify with plant age. The obtained data provide a scientific basis for recommending *C. bignonioides* seedlings for broader use in ornamental and forest nurseries of Kharkiv and the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, thereby expanding the range of winter-hardy introduced woody species for landscaping in the region.

Key words: *Catalpa bignonioides*; winter hardiness; frost resistance; seedlings; introduction; adaptation; ornamental nursery.

Постановка проблеми. Озеленення міських територій потребує збільшення асортименту декоративних рослин. Під час створення об'єктів озеленення (з метою створити щось незвичайне, епатажне) дедалі частіше використовують інтродуценти. Тому щоразу частіше бачимо на вулицях, бульварах, прибудинкових і промислових територіях міст декоративні види і форми інтродукованих деревних рослин, і ця тенденція почала поширюватись на садово-паркові об'єкти [16].

Інтродуценти широко використовують у лісовому і садово-парковому господарствах, захисному і плантаційному лісорозведенні. Але слід пам'ятати, використання деревних інтродуцентів, які зазнають шкоди від дії негативних екологічних факторів має бути обмеженим. Необхідно використовувати як вихідний матеріал лише окремі екземпляри (генотипи) деяких видів, які виявилися найстійкішими до лімітувальних чинників середовища [11].

Основними показниками при вивченні особливостей перезимівлі рослин прийнято вважати два види стійкості – морозостійкість і зимостійкість, де перша є основною складовою частиною другої [14]. Під зимостійкістю розуміють спроможність рослинного організму витримувати всі негативні фактори перезимівлі, особливо тривалі відлиги та різкі коливання температури [7]. Зимостійкість визначається ступенем відповідності між динамікою меж термостійкості органів і тканин рослин в осінньозимовий період і динамікою екстремальних режимів зміни температури. Морозостійкість – це здатність рослин витримувати без пошкоджень низькі зимові температури [15].

Успішне зростання та онтогенез інтродуцентів у нових для них ґрунтово-кліматичних умовах значною мірою визначається їхньою здатністю витримувати абіотичні стресові чинники, зокрема тривале зниження температури. Мороз є одним із ключових обмежувальних факторів, що істотно впливає на результати агролісомеліорації та декоративного садівництва [18]. Замерзання тканин супроводжується утворенням кристалів льоду, які порушують структурну цілісність рослин і ускладнюють їх подальший розвиток [1]. У цьому контексті важливим завданням є пошук та впровадження видів, здатних успішно адаптуватися до кліматичних умов України, зокрема регіонів зі зниженими зимовими температурами.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Рослини роду *Catalpa* дедалі частіше використовуються в озелененні як приватних садиб, так і об'єктів міської інфраструктури, включаючи вуличні насадження. Зростання інтересу до представників цього роду зумовлене їх високою адаптивністю до несприятливих умов урбанізованого середовища, декоративною привабливістю протягом усього вегетаційного періоду, пізнім строком квітування, стійкістю до абіотичних стресів,

що підвищує їхню цінність як елементів міського ландшафту.

Аналіз наукової літератури свідчить, що питання адаптації представників роду *Catalpa* в умовах інтродукції досліджене фрагментарно й переважно зосереджене на окремих аспектах екологічної пластичності рослин. Результати таких досліджень наведені у працях українських та закордонних вчених. Зокрема у деяких дослідженнях автори зазначають зниження приросту пагонів *Catalpa bignonioides* під впливом промислових викидів у міському середовищі [4; 12; 17].

Широко представлені роботи з вивчення особливостей вегетативного та насіннєвого розмноження катальпи [5; 9]. В окремих роботах аналізується визначення доцільності використання сучасних комплексних мінеральних видів добрив під час вирощування садивного матеріалу катальпи бігніонієвидної в умовах декоративного розсадника [6].

Разом з тим, питання адаптивної здатності інтродуцентів роду *Catalpa* в умовах континентального клімату, зокрема зимостійкості в умовах південного Лівобережного Лісостепу України, залишаються недостатньо з'ясованими.

Вважається, що саме недостатня стійкість катальп до несприятливих умов зимового періоду, що характеризується різкими перепадами температури, є одним із основних лімітних чинників її поширення у зелених насадженнях [3; 10; 13; 20; 21].

Враховуючи інтродуковане походження дослідного виду (Південний Схід США), та у зв'язку з тим, що дані досліджень зимостійкості саджанців *Catalpa bignonioides* є обмеженими, а висновки щодо її рівня являються не однотайними, актуальним є ґрунтовне дослідження цього питання.

Метою статті є встановлення рівня зимостійкості саджанців *Catalpa bignonioides* на основі експериментальних досліджень, а також вивчення впливу низьких температур на зміни морфометричних показників цього виду в умовах інтродукції в м. Харків.

Методика дослідження. Дослідження зимостійкості та потенційної морозостійкості саджанців *Catalpa bignonioides* проводили в умовах відкритого ґрунту протягом 2022–2024 років на території розсадника декоративних культур Державного біотехнологічного університету (м. Харків), а також у приватному розсаднику, розташованому в межах міста.

Візуальна оцінка зимостійкості проводилася двічі на рік: на початку активної вегетації (початок квітня), коли стають помітними наслідки зимових пошкоджень, та в середині літа – з метою виявлення остаточного ступеня відмирання частин пагонів.

Тривалість вегетаційного періоду визначали як кількість днів від початку набубнявіння бруньок до масового листопаду (опад ≥ 50 % листя).

Для вивчення динаміки росту пагонів застосовували методику щоденного вимірювання приростів. Річний приріст фіксували після завершення активного росту пагонів, наприкінці вегетації.

Оцінку морозостійкості здійснювали за допомогою польового методу, що базується на візуальному обліку ступеня ушкодження однорічних пагонів після завершення зимового періоду. Для досліджень зимостійкості та потенційної морозостійкості на початку вегетації, нами здійснено рекогносцирувальне обстеження саджанців катальпи з метою виявлення пошкоджень пагонів, деревини та кори рослин морозом. Для оцінювання зимостійкості, в польових умовах ми використовували шкалу О. М. Багацької [2], згідно з якою: 0 – однорічний приріст вимерзає повністю – рослина незимостійка; 1 – обмерзання однорічних пагонів на 51–75 % – рослина недостатньо зимостійка; 2 – обмерзання однорічних пагонів на 26–50 % – зимостійкість задовільна; 3 – обмерзання однорічних пагонів на 11–25 % – рослина досить зимостійка; 4 – обмерзання до 10 % однорічних пагонів – рослина зимостійка [2].

Для оцінки зимостійкості за тривалістю фенологічних фаз, було пораховано коефіцієнт зимостійкості, запропонований І.С. Косенком [8]. Він виражається відношенням тривалості періоду вегетації до періоду лінійного росту пагонів:

$$3 = \frac{СТВ}{ТРП},$$

де СТВ – середня тривалість вегетації, ТРП – середня тривалість росту пагонів [8]. Чим вище значення коефіцієнта, тим вищою буде зимостійкість.

Чисельність саджанців в дослід становила понад 100 рослин. Обробку фактичних даних здійснювали за основними математико-статистичними методами, які застосовуються в біологічних дослідженнях, з використанням комп'ютерної програми MS Excel.

Основні результати дослідження. Одна з характерних рис клімату України – нестабільний температурний режим повітря в зимовий час. За період досліджень фіксувалися малосніжні зими, ожеледі та ожеледиці, льодяні дощі, які виникають за умов додатних температур повітря та їх значних коливань від від'ємних до додатних значень [19]. Це призводить до значних коливань сезонного ритму розвитку рослин (наприклад, початок і закінчення вегетації, ріст, визрівання пагонів і ін.), що в свою чергу негативно відбивається на морозостійкості рослин.

З метою з'ясування ступеню зимостійкості

саджанців *Catalpa bignonioides* упродовж вегетаційних періодів 2022–2024 рр. проводилися фенологічні спостереження під час яких враховували такі фенофази: набубнявіння бруньок, початок і кінець росту пагонів, масовий листопад. Ці спостереження дають можливість судити про початок та тривалість вегетаційного періоду дослідних рослин (табл. 1).

Результати спостережень свідчать, що опадання листя саджанців катальпи часто зумовлене несприятливими погодними умовами. Тривалість вегетаційного періоду в роки спостережень змінюється не суттєво. Якщо початком вегетаційного періоду вважати фенофазу набубнявіння бруньок, а його закінченням – повне пожовтіння листя, то його середня тривалість за три роки (2022–2024 рр.) становитиме 203 доби. Найбільш ранніми термінами початку вегетації відзначено саджанці чотирьох річного віку (2024 рік спостереження), а найбільш пізніми – саджанці другого року вегетації. Завершення вегетації відбувалось у саджанців катальпи в зворотному порядку. Період між датами початку вегетації рослин досліджуваних рослин становив 6 діб, а між датами завершення – 8 діб.

Інтенсивний ріст пагонів у довжину є однією з характерних особливостей саджанців катальпи в ювенільному віці. Вивчення закономірностей росту вегетативних пагонів в умовах інтродукції має важливе значення не тільки для удосконалення агротехніки вирощування, а і для оцінки зимостійкості саджанців.

За нашими спостереженнями початок росту пагонів у саджанців *C. bignonioides* в умовах м. Харків спостерігається в кінці квітня – початку травня місяця (табл. 2).

Результати проведених нами досліджень свідчать про те, що період росту пагонів у саджанців *C. bignonioides* незалежно від їх віку розтягнутий у часі і займає майже п'ять місяців. Найтривалішим цей період був у 2023 році, а найкоротшим – у 2022 році, що, на нашу думку, зумовлено погодними умовами. Загалом період росту пагонів становив 143–146 діб (в середньому 144 доби).

Одним з основних показників успішності вирощування інтродукованих рослин є показники їх приросту. Аналіз отриманих даних дає підставу зробити висновок про успішний ріст саджанців катальпи в умовах декоративного розсадника. Результати отримані під час замірів річного приросту засвідчили, що в усіх варіантах дослідів відбувався інтенсивний ріст надземної частини рослин. Встановлено, що після завершення другого

Таблиця 1

Тривалість вегетації рослин *Catalpa bignonioides* в 2022–2024 рр.

Рік спостереження	Початок вегетації	Кінець вегетації	Тривалість, днів
2022	24.04	5.11	196
2023	21.04	10.11	204
2024	18.04	13.11	210

Таблиця 2

Період лінійного росту пагонів і тривалість ростових процесів у рослин *Catalpa bignonioides* в 2022–2024 рр.

Рік спостереження	Початок росту	Завершення росту	Тривалість росту, дні	Середній річний приріст, см
2022	02.05	21.09	143	38,9±2,65
2023	30.04	22.09	146	27,9±4,04
2024	29.04	19.09	144	32,1±3,1

вегетаційного періоду (2022 рік спостереження) середні показники річних приростів саджанців *C. bignonioides* набули максимального значення, що на нашу думку може свідчити про високий рівень адаптації інтродукованих рослин до нових умов зростання. Третій та четвертий вегетаційний рік (2023 – 2024 рік спостереження) характеризувались значним зниженням темпу росту пагонів. Встановлені низькі показники ростових процесів у саджанців *C. bignonioides* можна пояснити виявленим нами збудником борошнистої роси (*Erysiphe catalpae* Simonian), який паразитував на листі та пагонах рослин у період вегетації.

Результати оцінювання фактичної зимостійкості в польових умовах показали наступне: перше – незалежно від віку рослин в зимовий період у досліджуваних рослин *C. bignonioides* пошкоджується лише однорічний приріст, друге – між рівнем пошкодження однорічного пагону, несприятливими умовами зимового періоду, та віком саджанців існує пряма залежність (табл. 3).

Візуальні спостереження показали, що ступінь пошкодження саджанців катальпи у різні роки неоднакова. Зимостійкість досліджуваних рослин впродовж 2022–2025 років за шкалою О. М. Багацької [2] зростала від задовільної до зимостійкої.

За результатами фенологічних спостережень помічено, що саджанці катальпи не залежно від віку, до глибокої осені, а саме до моменту стійкого переходу середньодобових температур нижче +5°C, не скидають листя. Саджанці входять у зимовий період слабо загартованими із недостатньо визрілими пагонами, тому майже на всіх рослинах спостерігається пошкодження верхівки однорічних пагонів.

З результатів оцінки зимостійкості слідує, що під дією несприятливих умов зимового періоду, найбільший рівень пошкодження однорічних пагонів виявився у саджанців другого року вегетації (2022 рік спостереження), однорічні пагони яких пошкоджувались на 36,75±4,83%, що за шкалою оцінки ступеню зимостійкості О. М. Багацької відповідає 2 балам (зимостійкість задовільна). Слід відмітити появу незначної кількості морозобоїн на частині молодих рослин. Ураження проявлялось на верхівці стовбура саджанця та середній частині стовбура. Завдяки тому що рослини з таким типом ураження мали локальний характер розміщення на території розсадника ми схильні до думки про наявність на території розсаднику невеликих за розміром морозобійних ям, що і призводить до більш тяжкого ураження рослин. Отже, при проектуванні посадок *C. bignonioides* необхідно звертати увагу на наявність таких нюансів та більш ретельно підбирати місце посадки.

Таким чином підсумовуючи вище сказане ми можемо стверджувати, що при перезимівлі дворічних саджанців *C. bignonioides* в умовах Харківської області, відмічається вразливість до впливу мінусових температур і температурних перепадів. Завдяки пролонгованому вегетаційному періоду рослини пізно входять в стан спокою, та до самих морозів можуть не скидати листя, що зумовлює їх пошкодження, здебільшого верхньої частини пагодна. Таким чином для зменшення втрат приростів ми рекомендуємо застосування заходів захисту їх від ураження низькими температурами. За можливості стовбури молодих рослин потрібно вкривати торфом, опалим листям, або обмотувати агроволокном та висаджувати в місцях, захищених від північних вітрів.

Таблиця 3

Рівень пошкодження пагонів та фактична зимостійкість рослин *Catalpa bignonioides* за період досліджень

Рік спостереження	Рівень пошкодження, %	Рівень пошкодження, бал					Ступінь зимостійкості
		0	1	2	3	4	
2022	36,75±4,83	–	–	2	–	–	задовільна
2023	21,46±2,17	–	–	–	3	–	досить зимостійка
2024	7,22±1,05	–	–	–	–	4	зимостійка
2025	2,13±0,63	–	–	–	–	4	зимостійка

З третього року життя, зимостійкість досліджуваних саджанців стає значно вищою. Спостереження за обмерзанням саджанців в зимовий період 2023 років вказують на значне падіння відсотку пошкодження пагонів. За шкалою зимостійкості дослідні саджанці отримали 3 бали (рослина досить зимостійка), рівень обмерзання однорічних пагонів у відносних величинах становив $21,46 \pm 2,17\%$. Слід зауважити повну відсутність морозобоїн на стовбурах рослин, це може бути пов'язано з початком пристосування рослин до кліматичних умов регіону.

Слід зазначити, що саджанці *C. bignonioides* досить швидко відновлюються після пошкодження. Завдяки довгому вегетаційному періоду їхні пагони відростали, а рослини відновлювали свою декоративність.

Найбільш зимостійкими за роки спостережень виявилася рослини чотирьох річного віку. Проведені підрахунки відсотку пошкодження низькими температурами однорічних пагонів (2024 рік спостереження) вказують на мінімальний рівень пошкодження. Зимостійкість саджанців на початок вегетації оцінена нами в – 4 бали. Відсоток обмерзання однорічних пагонів – $7,22 \pm 1,05\%$.

Таким чином за шкалою оцінки ступеню зимостійкості О. М. Багацької чотири річні саджанці *C. bignonioides* в умовах Харківської області отримали максимальний бал зимостійкості, тобто рослина зимостійка.

Результати досліджень свідчать про поступове зменшення, з кожним роком, індексу ушкодження тканин однорічних пагонів у саджанців *C. bignonioides*. З кожним наступним роком збільшується частка рослин, які переживають критичний зимовий період без істотних пошкоджень. Це свідчить про позитивну динаміку адаптаційних процесів у даних рослин, що підтверджує перспективність їх використання в регіоні досліджень.

Для підтвердження позитивної динаміки пристосування рослин до умов м. Харків, на весні 2025 року нами було проведено повторні підрахунки ураження однорічних пагонів від'ємними температурами.

Облік результатів дослідів, дозволив констатувати значно кращий ступінь адаптації рослин. У саджанців *Catalpa bignonioides* п'ятирічного віку спостерігалася майже повна відсутність ушкоджень пагонів морозом. Рівень пошкодження становив лише $2,13 \pm 0,63\%$, що свідчить про істотне підвищення зимостійкості рослин із віком. Таким чином, результати спостережень

підтверджують достатній рівень зимостійкості саджанців *C. bignonioides*, які впродовж досліджень виявили високий ступінь адаптації до кліматичних умов району інтродукції.

Адаптаційна здатність рослин залежить не тільки від кліматичних умов зростання та сукупності біотичних чинників. У виробничих умовах на формування зимостійкості рослин також впливають технологічні заходи вирощування (збільшення площі живлення саджанців, внесення мінеральних добрив, поливи) та захисту (обробіток фунгіцидами), які значною мірою можуть вплинути на здатність рослин протистояти від'ємним температурам. Тому при використанні технологічних заходів, що так чи інакше можуть впливати на резистентність рослин до від'ємних температур, більш правильно було б казати про максимально можливе збереження потенційної зимостійкості рослин.

За твердженнями І. С. Косенко [8] на показники потенційної зимостійкості впливають тривалість вегетації рослини та тривалість росту пагонів. Ним було запропоновано для визначення ступеня зимостійкості використовувати відношення цих величин (коефіцієнт 3), згідно чого потенційна зимостійкість рослин буде тим вищою чим вище значення коефіцієнта (табл. 4).

З огляду результатів фенологічних спостережень, відмінність у тривалості вегетації та росту пагонів проявлялась протягом періоду досліджень з різною інтенсивністю. Вочевидь різниця тривалості вегетації саджанців катальпи залежала від кліматичних умов та віку рослин, а саме у рослин старшого віку показники тривалості вегетації були суттєво більшими.

Згідно з розрахунками, максимальна різниця між тривалістю вегетації та ростом пагонів саджанців катальпи становила в 2024 році – 66 діб, а мінімальна в 2022 році – 53 доби. Коефіцієнт зимостійкості, розрахований за формулою І. С. Косенко, складав від 1,37 у рослин другого року вегетації, до 1,46 у чотирьох річних саджанців. Таким чином користуючись твердженнями І.С. Косенко це вказують на підвищення рівня потенційної зимостійкості.

Таким чином користуючись проведеними дослідженнями ми можемо стверджувати, що потенційна зимостійкість саджанців катальпи знаходиться в прямій залежності від їх віку, що підтверджується польовими спостереженнями, та розрахунками зимостійкості за шкалою О. М. Багацької.

Таблиця 4

Коефіцієнт зимостійкості рослин *Catalpa bignonioides* за даними фенологічних спостережень 2022–2024 рр.

Рік спостереження	Середня тривалість вегетації, діб	Тривалість росту пагонів, діб	Коефіцієнт зимостійкості
2022	196	143	1,37
2023	204	146	1,40
2024	210	144	1,46

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено, що незалежно від віку саджанців *Catalpa bignonioides* у зимовий період ушкоджується переважно однорічний приріст. Дворічні рослини в умовах Лівобережного Лісостепу України характеризуються як слабкозимостійкі (2 бали), оскільки рівень пошкодження перевищує 36 % під впливом типових для регіону низьких температур. На трирічних саджанцях відзначено зниження рівня ушкодження приросту поточного року – до 21,46 %. Крім того, збільшується частка рослин, які витримують зимовий період без істотних пошкоджень. Це дозволяє віднести їх до категорії досить зимостійких рослин (3 бали за шкалою О. М. Багацької). Найвищу стійкість до низьких температур (максимальну зимостійкість, 4 бали) саджанці *C. bignonioides* набувають на четвертий – п'ятий рік. Таким чином, доведено наявність прямої залежності між віком рослин і їх потенційною зимостійкістю: зі збільшенням віку саджанці виявляють вищу здатність протистояти несприятливим зимовим умовам.

Отримані результати свідчать про перспективність широкого використання *Catalpa bignonioides* у зеленому будівництві м. Харкова та Лівобережного Лісостепу України.

Література

1. Ambroise V., Legay S., Guerriero G., Hausman J.-F., Cuypers, A., & Sergeant K. The Roots of Plant Frost Hardiness and Tolerance. *Plant and Cell Physiology*, 2020. № 61(1). Р. 3–20. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcz196>
2. Багацька О. М. Особливості росту і розвитку інтродукованих видів дерев'янистих ліан та перспективи їх використання в озелененні м. Києва : автореф. дис. канд. с.-г. наук : 06.03.01. Нац. аграр. ун-т. К., 2008. 22 с.
3. Bao D., Ji Q., Yu M., Gang Z., Di-Ying X., & Ming G. Frost hardiness accuracy assessment by electrical impedance spectroscopy in *Catalpa* spp. during frost hardening. *BioTechnology : An Indian Journal*. 2014. Vol. 10(22). Р. 13888–13893.
4. Булат А. Г. Порівняння морфометричних показників рослин *Catalpa bignonioides* Walt. за різних умов урбогенного навантаження. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2024. Ч. 1. Вип. 105. С. 73–83. DOI: 10.32782/2415-8240-2024-105-1-73-83
5. Булат А. Г. Індукування стійкості сіянців *Catalpa bignonioides* до інфекційного вилягання шляхом внесення фунгіцидів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2025. Том. 35. № 3. С. 9–15. <https://doi.org/10.36930/40350301>
6. Булат А. Г. Сучасні методи інтенсифікації вирощування садивного матеріалу катальпи бігонієвидної (*Catalpa bignonioides* Walter). *Агробіологія*. 2025. № 1. С. 229–238. DOI: 10.33245/2310-9270-2025-195-1-229-238
7. Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М. Морозостійкість яблуні колоноподібного типу методом прямого проморожування. *Наукові доповіді НУБіП України. Агрономія*. 2022. Том 18, № 6. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.004>
8. Косенко І. С. Ліщини в Україні. К. : Академперіодика, 2002. 266 с.
9. Кухарская М. О. Особливості розмноження представників роду *Catalpa* Scop. зеленими живцями. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2008. Том. 18(12). С. 244–249.
10. Кухарская М. О. Оцінювання морозостійкості представників роду *Catalpa* Scop. лабораторним методом прямого проморожування пагонів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. Том. 24(9). С. 70–75.
11. Кузнецов С. І., Слюсар С. І., Кузнецова М. С. Інтродукція деревних рослин в Україні: минуле, сучасне та майбутнє. *Лісове і садово-паркове господарство*. 2017. № 11.
12. Лепнік М. В., Бессонова В. П. Ріст пагонів та пошкодження листків *Catalpa bignonioides* Walt. в умовах техногенного навантаження. *Інтродукція рослин*. 2008. № 1. С. 71–76. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2556958>
13. Li T., Zhang J., Zhang H., Niu S., Qian J., Chen Z., Ma, T., Meng Y., & Di B. Identification of *Catalpa bungei* aquaporin gene family related to low temperature stress. *Forests*. 2024. 15(6). <https://doi.org/10.3390/f15061063>
14. Маковський В. В. Комплексна оцінка зимостійкості та потенційної морозостійкості деревних ліан родини Vitaceae Juss. в умовах інтродукції в Правобережному Лісостепу України. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*. 2020. Том. 12. № 1. С. 95–104. <https://doi.org/10.31861/biosystems2020.01.095>
15. Мамчур В. В. Морозостійкість і зимостійкість *Ailanthus altissima* (Mill.) в умовах Правобережного Лісостепу і Степу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Вип. Том. 27(5). С. 21–24. <https://doi.org/10.15421/40270503>
16. Масальський В. П., Кузнецов С. І. Аборигенна дендрофлора покритонасінних – основа паркобудування в лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Том. 28(8). С. 14–18. <https://doi.org/10.15421/40280802>
17. Немченко М. В., Бессонова В. П. Оцінка стану рослин *Catalpa bignonioides* Walt. та *C. speciosa* Ward. в умовах придорожньої лісосмуг. *Інтродукція рослин*. 2009. № 2. С. 85–90.
18. Papagiannaki K., Lagouvardos K., Kotroni V., & Papagiannakis G. Agricultural losses related to frost events: use of the 850 hPa level temperature as an explanatory variable of the damage cost. *Nat. Hazards Earth Syst.* 2014. 14(9). Р. 2375–2381. <https://doi.org/10.5194/nhessd-2-865-2014>
19. Решетченко С. І., Борискіна Є. В., Грекова Є. Д. Розподіл температури повітря на території України на тлі сучасних кліматичних змін. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. 2022. № 35. С. 25–31. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2022-35-03>
20. Shepeliuk M., Kovalevskyi S., Kytaiev O., Kychyliuk O., & Andreieva V. Frost resistance of the introduced species of trees in the urbanized environment (Lutsk city, Ukraine). *AgroLife Scientific Journal*. 2021. 10(1). Р. 204–213. <https://doi.org/10.17930/AGL2021123>

21. Wang A-Y., Cui H-X., Gong X-W., Guo J-J., Wue N., & Hao G-Y. Contrast in vulnerability to freezing-induced xylem embolism contributes to divergence in spring phenology between diffuse- and ring-porous temperate trees. *Forest Ecosystems*, 2022. 9(6). DOI: 10.1016/j.fecs.2022.100070

References

1. Ambroise, V., Legay, S., Guerriero, G., Hausman, J.-F., Cuyper, A., & Sergeant, K. (2020). The Roots of Plant Frost Hardiness and Tolerance. *Plant and Cell Physiology*. № 61(1), 3–20. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcz196>
2. Bagatska, O. M. (2008). Osoblyvosti rostu i rozvytku introdukovanykh vydiv derevianystykh lian ta perspektyvy yikh vykorystannia v ozelenenni m. Kyieva [Peculiarities of the growth and development of introduced species of woody vines and the prospects of their use in greening of the city. Kyiv] autoref. thesis Ph.D. s.-g. sciences 06.03.01. National agrarian Univ. 22 [in Ukrainian].
3. Bao, D., Ji, Q., Yu, M., Gang, Z., Di-Ying, X., & Ming, G. (2014) Frost hardiness accuracy assessment by electrical impedance spectroscopy in *Catalpa* spp. during frost hardening. *BioTechnology: An Indian Journal*. Vol. 10(22), 13888–13893.
4. Bulat, A. G. (2024). Porivnyannia morfometrychnykh pokaznykiv roslin *Catalpa bignonioides* Walt. za riznykh umov urbohennoho navantazhennia [Comparison of morphometric parameters of *Catalpa bignonioides* Walt. plants under different conditions of urbanogenic load]. *Journal of Uman National University of Horticulture*. Part. 1. Issue. 105, 73–83. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2024-105-1-73-83> [in Ukrainian].
5. Bulat, A. G. (2025). Indukuvannia stiikosti siiantsiv *Catalpa bignonioides* do infektsiinoho vyliahannia shliakhom vnesennia funhitsydiv. [Induction of *Catalpa bignonioides* seedling resistance to infectious escapement by fungicide treatment]. *Scientific Bulletin of UNFU*. 35(3), 9–15. <https://doi.org/10.36930/40350301> [in Ukrainian].
6. Bulat, A. G. (2025). Suchasni metody intensyfikatsii vyroshchuvannia sadyvnoho materialu katalpy bihnoniievydnoi (*Catalpa bignonioides* Walter). [Modern methods of intensification of growing of planting material *Catalpa bignonioides* Walter.] *Agrobiologia*. № 1. 229–238. DOI: 10.33245/2310-9270-2025-195-1-229-238 [in Ukrainian].
7. Havryliuk, O., Kondratenko, T., & Mazur, B. (2022). Morozostiikist yabluni kolonopodibnoho typu metodom priamoho promorozhuvannia. [Frost resistance of the columnar apple tree the method of direct freezing]. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. Vol. 18, No. 6. <https://doi.org/10.31548/dopovid2022.06.004> [in Ukrainian].
8. Kosenko, I. (2002). Lishchyny v Ukraini [Hazelnuts in Ukraine]. Akademperiodika. Kyiv, 266. [in Ukrainian].
9. Kuharska, M. O. (2008). Osoblyvosti rozmnozhenia predstavnykiv rodu *Catalpa* Scop. zelenymy zhyvtsiamy. [Peculiarities of reproduction of representatives of the genus *Catalpa* Scop. green cuttings]. *Scientific bulletin of Ukrainian National Forestry University*. 18(12), 244–249. [in Ukrainian].
10. Kukharska, M. O. (2014) Otsiniuvannia morozostiikosti predstavnykiv rodu *Catalpa* Scop. laboratornym metodom priamoho promorozhuvannia pahoniv [The Frost resistance estimation of the *Catalpa* Scop. genus members with laboratory method by direct shoots freezing]. *Scientific bulletin of Ukrainian National Forestry University*. 24(9), 70–75. [in Ukrainian].
11. Kuznetsov, S., Sliusar, S., & Kuznetsova, M. (2017). Introduktsiia derevnykh roslin v Ukraini: mynule, suchasne ta maibutnie. [Introduction of woody species in Ukraine: the past, present and future]. *Forestry and horticulture*. № 11. [in Ukrainian].
12. Leppik, M. V., & Bessonova, V. P. (2008). Rist pahoniv ta poshkodzhennia lystkiv *Catalpa bignonioides* Walt. v umovakh tekhnohennoho navantazhennia. [Growth and leaves damage of *Catalpa bignonioides* Walt. in conditions of air pollution]. *Plant introduction*. Vol. 1, 71–76. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2556958> [in Ukrainian].
13. Li, T., Zhang, J., Zhang, H., Niu, S., Qian, J., Chen, Z., Ma, T., Meng, Y., & Di, B. (2024). Identification of *Catalpa bungei* aquaporin gene family related to low temperature stress. *Forests*. 15(6). <https://doi.org/10.3390/f15061063>
14. Makovskyi, V. V. (2020). Kompleksna otsinka zymostiikosti ta potentsiinoi morozostiikosti derevnykh lian rodyny Vitaceae Juss. v umovakh introduktsii v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Comprehensive evaluation of winter resistance and potential frost resistance of woody vines of the Vitaceae Juss. family in the conditions of introduction in the Right-bank forest-steppe of Ukraine]. *Scientific Herald of Chernivtsi University. Biology (Biological Systems)*. Vol. 12. No. 1. 95–104. <https://doi.org/10.31861/biosystems2020.01.095> [in Ukrainian].
15. Mamchur, V. V. (2017). Morozostiikist i zymostiikist *Ailanthus altissima* (Mill.) v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu i Stepu Ukrainy [Frost resistance and winter hardiness of *Ailanthus altissima* (Mill.) in Right-bank stepp and steppe of Ukraine]. *Scientific Bulletin of UNFU*. 27(5), 21–24. <https://doi.org/10.15421/40270503> [in Ukrainian].
16. Masalskiy, V. P., & Kuznetsov, S. I. (2018). Aboryhenna dendroflora pokrytonasinnykh – osnova parkobuduvannia v lisostepu Ukrainy [Angiosperms aboriginal dendroflora as the basis for parks establishment in the forest-steppe of Ukraine]. *Scientific Bulletin of UNFU*. 28(8), 14–18. <https://doi.org/10.15421/40280802> [in Ukrainian].
17. Nemchenko, M. V., & Bessonova, V. P. (2009). Otsinka stanu roslin *Catalpa bignonioides* Walt. ta *C. speciosa* Ward. v umovakh prydzorozhnyy lisosmuhy. [The states valuation of plants of *Catalpa bignonioides* Walt. and *Catalpa speciosa* Ward. in the condition growth in a wayside afforestation]. *Plant introduction*. Vol. 2, 85–90. [in Ukrainian].
18. Papagiannaki, K., Lagouvardos, K., Kotroni, V., & Papagiannakis, G. (2014). Agricultural losses related to frost events: use of the 850 hPa level temperature as an

explanatory variable of the damage cost. *Nat. Hazards Earth Syst.* 14(9), 2375–2381. <https://doi.org/10.5194/nhessd-2-865-2014>

19. Reshetchenko, S., Boryskina, Y., & Hreko, Y. (2022). Rozpodil temperatury povitria na terytorii Ukrainy na tli suchasnykh klimatychnykh zmin [Distribution of air temperature in the territory of Ukraine against the background of current climate changes]. *Problems of Continuous Geographic Education and Cartography*. № 35, 25–31. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2022-35-03> [in Ukrainian].

20. Shepeliuk, M., Kovalevskyi, S., Kytaiev, O., Kychyliuk, O., & Andreieva, V. (2021). Frost resistance of the introduced species of trees in the urbanized environment (Lutsk city, Ukraine). *AgroLife Scientific Journal*. 10(1), 204–213. <https://doi.org/10.17930/AGL2021123>

21. Wang, A-Y., Cui, H-X., Gong, X-W., Guo, J-J., Wue, N., & Hao, G-Y. (2022). Contrast in vulnerability to freezing-induced xylem embolism contributes to divergence in spring phenology between diffuse- and ring-porous temperate trees. *Forest Ecosystems*, 9(6). <https://doi.org/10.1016/j.fecs.2022.100070>

Дата першого надходження рукопису до видання: 15.09.2025
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 30.10.2025
Дата публікації: 28.11.2025