УДК 581.524.34:712.4(477.60)
DOI https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.3-60.27

ПОСУХОСТІЙКІСТЬ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В ПАРКОВИХ НАСАДЖЕННЯХ ПРОМИСЛОВИХ МІСТ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Суслова О.П.
Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України
вул. Маршака 50, 50089, м. Кривий Ріг
elenasuslova2901@gmail.com

В статті наведено результати дослідження видів деревно-кущових рослин в парковому насадженні м. Покровськ, розташованого в північно-степовій зоні України. Визначено посухостійкість видів та ушкодження листя рослин в період посухи, проведено порівняльний аналіз отриманих даних показника в різні роки досліджень. Встановлено, що в міському парку зростає 63 види і культивари деревно-кущових рослин, серед яких частка мезофітів становить 62%, ксерофітів – 33%, гігрофітів – 5%. З'ясовано, що в період дії високих температур і тривалої посухи 2024 року найбільш витривалими до таких умов з відсутністю ознак впливу кліматичних показників на їхній стан виявилися 57% видів-ксерофітів (4–5 балів за шкалою посухостійкості, розробленою С.С. П'ятницьким). До високо посухостійких віднесено *Picea pungens* Engelm., *Acer tataricum* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Ulmus campestris* L. Серед мезофітів 51% видів відповідають вищим балам посухостійкості. До таких видів віднесено *Fraxinus excelsior* L., *Malus domestica* L., *Populus bolleana* Lauche, *Ulmus laevis* L. До посухотолерантних видів серед гігрофітів віднесено 33% рослин – *Picea abies* (L.) Karst. Визначено, що найбільш чутливими до посухи 2024 року виявилися види-мезофіти, оскільки середній бал їхньої посухостійкості знизився на 9% від даних 2023 року; видів-гігрофітів – на 5%; видів-ксерофітів – на 2%. Серед візуальних ознак зниження ступеня посухостійкості видів виявлено втрату тургору листками в денні години та їхнє в'янення, некрози та всихання листя. За нашою оцінкою 81% досліджуваних видів цілком посухостійкі, що свідчить про їх стійкість до кліматичних змін в північно-степовій зоні України та доцільність їхнього використання при створенні та реконструкції паркових зон населених пунктів досліджуваного регіону. *Ключові слова:* тривала посуха, посухостійкість, ксерофіти, мезофіти, гігрофіти, північно-степова зона України.

Drought tolerance of woody plants in park plantations of industrial cities of the steppe zone of Ukraine. Suslova O.
The article presents the results of the study of tree and shrub species in the park of the city of Pokrovsk, located in the northern steppe zone of Ukraine. The drought resistance of species and damage to plant leaves during drought were determined and a comparative analysis of the obtained data of the indicator in different years of research was conducted. It was established that 63 species and cultivares of woody and shrubby plants grow in the city park, among which the share of mesophytes is 62%, xerophytes – 33%, hygrophytes – 5%. It was found that during the period of high temperatures and prolonged drought in 2024, 57% of xerophyte species were the most resistant to such conditions with no signs of the influence of climatic indicators on their condition (4–5 points on the drought tolerance scale developed by C.C. Pyatnytsky). Highly drought-resistant species include *Picea pungens* Engelm., *Acer tataricum* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Ulmus campestris* L. Among mesophytes, 51% of species correspond to the highest drought-resistant scores. Such species include *Fraxinus excelsior* L., *Malus domestica* L., *Populus bolleana* Lauche, *Ulmus laevis* L. Among hygrophytes, 33% of plants are classified as drought-tolerant species – *Picea abies* (L.) Karst. It was determined that the most sensitive to the drought in 2024 were mesophyte species, since the average score of their drought tolerance decreased by 9% from the data of 2023; hygrophyte species – by 5%; xerophyte species – by 2%. Among the visual signs of a decrease in the degree of drought tolerance of species, the loss of turgor by leaves during the daytime and their wilting, necrosis and drying of leaves were detected. According to our estimate, 81% of the studied species are completely drought-resistant, which indicates their resistance to climate change in the northern steppe zone of Ukraine and the feasibility of their use in the creation and reconstruction of park areas of settlements in the studied region. *Key words:* prolonged drought, drought tolerance, xerophytes, mesophytes, hygrophytes, northern steppe zone of Ukraine.

Постановка проблеми. Кліматичні зміни, що відбуваються в останні десятиріччя, значно впливають на ріст та розвиток деревних рослин. Визначення їхньої стійкості до підвищених температур та довготривалих посух дає змогу визначити еколого-біологічні особливості видів і доцільність впровадження їх в урбодендроценози [1, 8]. Здатність дерев витримувати дію високих температур оцінюється їхньою посухостійкістю – генетично зумовленою ознакою, що тісно пов'язана з місцем вирощування рослин та їх адаптацією до водного дефіциту. Вона відображає можливість рослин витримувати значне зневоднення при збереженні функціональної активності клітинних структур, а також за рахунок адаптивних морфологічних особливостей стебла, листків і генеративних органів [6]. Виходячи з цього, за умов глобального потепління, посухостійкість дерев у міських насадженнях є важливим елементом в адаптації рослин до кліматичних умов. Її визначення за сучасних умов існування сприятиме збереженню біорізноманіття, забезпечить формування стійких довговічних деревних насаджень та дозволить розробити заходи щодо їхнього раціонального утримання.

Актуальність дослідження. Кліматичні зміни в степовій зоні України, що характеризуються високими температурами і частими посухами, призво-

дять до дефіциту вологи в грунті. Наслідком цього є порушення водного балансу в рослинних організмах, що спричиняє пригнічення фізіолого-біохімічних процесів, скорочення вегетаційного періоду та зниження стійкості рослин до дії стресових біотичних і абіотичних чинників [5, 9, 10, 19]. Зазначені зміни надалі призводять до зниження життєздатності рослин та їхнього передчасного старіння і загибелі. Тому при створенні міських зелених насаджень за сучасних кліматичних змін слід враховувати посухостійкість рослин, яка має важливе значення для їхнього життєзабезпечення. Виходячи з цього, дослідження посухостійкості деревних рослин, що зростають в міських насадженнях набуває особливої актуальності з метою визначення видів, найбільш адаптованих та стійких до кліматичних умов Степової зони України.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими і практичними завданнями. Представлені результати є висновками в межах комплексної науково-дослідної роботи, що виконується у відділі інтродукції та акліматизації рослин Криворізького ботанічного саду НАН України за темою «Стійкість та адаптивна спроможність деревно-чагарникових рослин в умовах урбоекосистем Правобережного степового Придніпров'я у зв'язку з глобальними кліматичними змінами», державний номер реєстрації 0117U00082883.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями визначення посухостійкості деревних рослин в населених пунктах за умов кліматичних змін займаються фахівці наукових установ Світу. Китайськими науковцями визначено морфо-біохімічні реакції деревних рослин на стрес від довготривалих посух на рівні листя, стебла та кореня [18] та розроблено практичні рекомендації щодо тривалого утримання води в грунті, оскільки це затримує прояв візуальних симптомів впливу посухи на дерева в міському середовищі майже на 10 днів [20]. За їхніми даними 60% видів деревних рослин в різних насадженнях Пекіна цілком посухостійкі [16]. Австралійськими фахівцями проведено комплексне дослідження посухостійкості 12 видів деревних рослин за різними показниками, як то водоутримуюча здатність листків і втрата ними тургору в денні часи, розраховано водний потенціал рослин в певних умовах та виділено найбільш стійкі до високих температур і посух [15]. Європейськими науковцями досліджено посухостійкість 120 видів та сортів деревно-кущових рослин в міських насадженнях на основі розрахованого водного потенціалу в точці втрати тургору листками, як ключової ознаки для оцінки посухостійкості, та виділено найбільш стійкі за умов кліматичних змін [17]. В вітчизняних наукових виданнях наведено результати досліджень *Fraxinus excelsior* L., його чотирьох декоративних форм і *Robinia pseudoacacia* L. в умовах Правобережного Лісостепу та на основі отриманих даних виділено три групи з показниками високої, середньої та низької посухостійкості [2, 3]. З метою виявлення найперспективніших посухотолерантних декоративних видів, інтродукованих із зон помірного та континентального клімату в зону Полісся і Лісостеп України, досліджено 13 видів деревно-кущових рослин, малопоширених в культурі та виділено найбільш посухостійкі, які можна рекомендувати для включення їх в екосистеми урбанізованого середовища [11]. Наразі досліджено посухостійкість деревних екзотів, інтродукованих в умови Правобережного Степового Придніпров'я і деяких видів хвойних у вуличних насадженнях м. Дніпро. Виділено види, найбільш стійкі до умов зростання [4, 8]. Проведено порівняльний аналіз оводненості листків 10 видів Acer L. в міських умовах Дніпра та зроблено висновок про протилежну реакцію досліджуваних видів з різною спрямованістю водообмінних процесів на тривалий та гострий водний стрес. З'ясовано, що у мезофільних видів відбувається поступова адаптація до тривалої посухи та її відсутність при гострому водному стресі, у ксерофільних видів – значне зниження оводненості у першому випадку та адаптивні властивості у другому [12]. Визначено особливості сезонної динаміки водообмінних процесів у п'яти видів роду Populus L. в умовах Кривого Рогу та встановлено, що найстійкішими до несприятливих умов зволоження виявилися *Populus bolleana* Lauche і *P. italica* (Du Roi) Moench, в яких співвідношення процесів водного обміну є оптимальним [7]. За умов Лівобережної степової зони визначено посухостійкість хвойних видів та водоутримуючу здатність культиварів *Thuja occidentalis* L. [13, 14].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Одним з найважливіших показників стану деревних рослин вважають їхню посухостійкість. Втім, дані досліджень зазначеного показника в міських паркових насадженнях північно-степової зони України відсутні, а інформація щодо адаптації видів до кліматичних змін носить фрагментарний характер. Вважаємо, що при проведенні комплексних досліджень життєвого стану видів деревних рослин в міських парках, визначення їхньої посухостійкості сприятиме збереженню паркових дендроценозів та розвитку науково-обгрунтованих підходів до міського озеленення.

Наукова новизна. Представлені матеріали ґрунтуються на результатах власних спостережень. Вперше визначено посухостійкість видів деревних рослин в міських паркових насадженнях за умов кліматичних змін в північно-степовій зоні України.

Матеріали та методи досліджень. Об'єктом досліджень були паркові насадження Покровська, розташованого в промисловому регіоні північно-степової зони України. Обстежено 1618 дерев. Посухостійкість видів дерев визначали впродовж 2023–2024 рр за 6-бальною шкалою

С. С. П'ятницького [9], де 0 балів – рослина гине від посухи; 1 бал – листки опадають, всихають кінці пагонів; 2 бали – всихає більше 75% листків; 3 бали – вражено до 50% листків; 4 бали – в денні години листки втрачають тургор, в'януть, але за ніч його відновлюють; 5 балів – рослина не страждає від посухи. Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою програми Excel.

Викладення основного матеріалу. Вегетаційний період 2024 року в північно-степовій зоні України відзначився довготривалою посухою. Кількість опадів з січня по листопад становила 209 мм, що в 2 рази менше від даних за 2023 рік. Загалом, в період досліджень від травня до жовтня 2024 року середньомісячні показники опадів на 73–76%% були менші від 2023 року (рис. 1 А). Середньомісячні температури повітря 2024 року перевищували дані 2023 року: травня – на 7,6%; червня – на 17,0%; липня – на 0,8%; серпня – на 2,7%; вересня – на 6,0%. (рис. 1 Б). За таких умов під дією високих температур види деревних рослин виявили зниження посухостійкості.

Відомо, що найбільшою посухостійкістю відзначаються ксерофіти, які відрізняються морфологічною та анатомічною будовою; мезофіти характеризуються помірною стійкістю до посухи, яка зумовлена здатністю регулювати інтенсивність транспірації за допомогою продихового апарату, шляхом обпадання листків і зав'язі плодів; гігрофіти нестійкі до посухи.

В паркових насадженнях Покровська найбільшу частку деревних рослин становлять мезофіти (62%); ксерофіти відповідають 33%; гігрофіти – не перевищують 5%. Серед видів-ксерофітів в 2024 році 57% видів виявили найвищий бал посухостійкості та відсутність ознак впливу кліматичних показників на їхній стан (5 балів). До високо посухостійких віднесено *Picea pungens* Engelm., *Acer tataricum* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Ulmus campestris* L. тощо (таблиця). Для 43% ксерофітів в найбільш посушливі місяці (липень–вересень) було характерно часткову втрату листками тургору. Однак, ці види також можна вважати посухостійкими; середній показник їх становить 4,4–4,8 бали. До таких рослин віднесено *Armeniaca vulgaris* L., *Morus alba* L., *Fraxinus lanceolata* Borkh., *Ligustrum vulgare* L. тощо.

Частка посухостійких видів серед мезофітів становить 51% від всіх досліджуваних рослин цієї екологічної групи. Це такі види, як *Fraxinus excelsior* L., *Malus domestica* L., *Populus bolleana* Lauche, *Ulmus laevis* Pall. тощо. Види, у яких визначено втрату листками тургору та в'янення 50% листків в окремі місяці (3 бали) становить 41%: *Catalpa bignonioides* Walter, *Betula pendula* Roth, *Pyrus communis* L., *Salix alba* L., *Juglans regia* L., *Forsythia europaea* Deg. et Bald. (рис. 2 А). Також серед мезофітів визначено 8% видів, серед яких у вересні при середньомісячній кількості опадів у 4 мм спостерігаються некрози (рис. 2 Б), побуріння листових пластинок та їхнє опадання: *Aesculus hippocastanum* L., *Spiraea japonica* L., *Buxus sempervirens* L. (рис. 2 В).

До гігрофітів віднесено три види деревних рослин, які за посухостійкістю розподіляються в такий спосіб: *Picea abies* (L.) Karst. – 4,8 бали, що свідчить про високу посухостійкість виду в досліджуваних умовах; *Prunus ×domestica* L. та *Philadelphus coronarius* L. – 3,4–3,8 балів за наявності втрачання тургору та всихання до 50% листків.

При порівнянні даних, отриманих за два роки досліджень, визначено, що найбільш чутливими до тривалої посуху 2024 року виявилися види-мезофіти, оскільки середній бал їхньої посухостійкості знизився на 9% від даних 2023 року; видів-гігрофітів – на 5%, видів-ксерофітів – на 2% (рис. 3).

Узагальнюючи отримані дані щодо посухостійкості деревно-кущових рослин в парковому насадженні промислового міста північно-степової зони України встановлено, що 81% від всіх досліджуваних видів

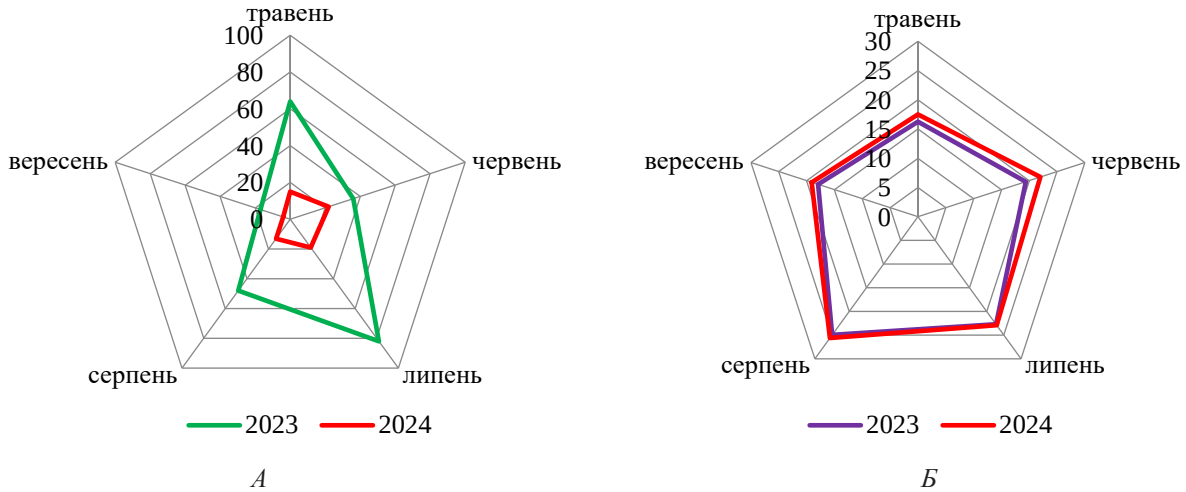


Рис. 1. Середньомісячні показники метеорологічних даних в північно-степовій зоні України: А – кількість опадів (мм); Б – температура (t°C)

Таблиця 1

Посухостійкість видів деревних рослин в парковому насадженні Покровська

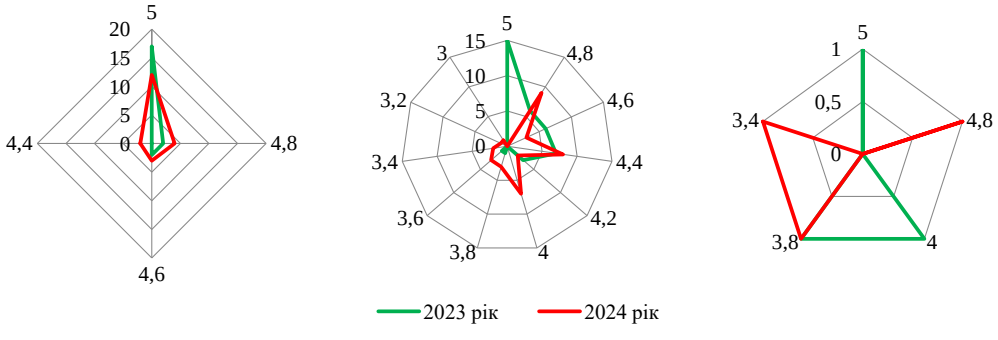
Вид	2023 рік						2024 рік					
	травень	червень	липень	серпень	вересень	середнє значення	травень	червень	липень	серпень	вересень	середнє значення
ксерофіти												
Picea glauca (Moench) Voss	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	5	5,0
Picea pungens Engelm.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	5	5,0
Picea pungens Engelm. f. *argentea* Branner	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	5	5,0
Pinus pallasiana D. Don	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	5	5,0
Pinus sylvestris L.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	5	5,0
Juniperus communis L.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	4	4,8
Acer tataricum L.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	5	5,0
Ailantus altissima (Mill.) Swingle	5	5	5	5	4	4,8	5	5	4	5	4	4,6
Armeniaca vulgaris Lam.	5	5	5	4	4	4,6	5	5	5	4	4	4,6
Elaeagnus angustifolia L.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	5	5,0
Fraxinus lanceolata Borkh.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	4	4,8
Fraxinus pennsylvanica Marsh	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	4	5	4,8
Gleditsia triacanthos f. inermis (L.) Zbl.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	5	5,0
Gleditsia triacanthos L.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	5	5,0
Morus alba L.	5	5	5	5	4	4,8	5	5	5	4	4	4,6
Populus ×canadensis Moench	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	4	4,8
Populus simonii Carriere	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	5	5,0
Prunus divaricata Ledeb.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	4	4	4	4,4
Ulmus campestris L.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	5	5,0
Caragana arborecsens Lam.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	5	5,0
Ligustrum vulgare L.	5	5	5	4	4	4,6	5	5	4	4	4	4,4
мезофіти												
Acer negundo L.	5	5	5	5	4	4,8	5	5	4	4	4	4,4
Acer platanoides L.	4	4	5	4	4	4,2	4	5	4	4	3	4,0
Acer pseudoplatanus L.	5	5	5	5	4	4,8	4	5	4	4	4	4,2
Acer saccharinum L.	5	5	5	5	4	4,8	4	4	4	4	4	4,0
Aesculus hippocastanum L.	5	4	5	5	4	4,6	4	3	3	3	2	3,0
Betula pendula Roth	5	5	5	4	4	4,6	4	5	4	4	3	4,0
Betula pubescens Ehrh.	4	4	5	5	4	4,4	4	5	4	4	3	4,0
Catalpa bignonioides Walter	5	4	5	4	4	4,4	4	4	4	3	3	3,6
Cerasus vulgaris Mill.	5	5	4	4	4	4,4	5	4	4	4	3	4,0
Cornus mas L.	5	4	5	4	3	4,2	4	4	4	3	3	3,6
Crataegus sanguinea Pall.	5	4	5	4	4	4,4	5	5	4	3	3	4,0
Fraxinus excelsior L.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	4	4	4	4,4
Juglans regia L.	5	4	5	5	4	4,6	4	4	4	4	4	4,4
Malus ×purpurea (Barbier) Rehder	5	5	5	5	4	4,8	5	5	5	4	4	4,6
Malus domestica Borkh.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	4	4,8
Malus praecox (Pall.) Borkh.	5	4	5	5	4	4,6	5	5	4	4	4	4,4
Malus sylvestris (L.) Mill.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	4	3	4,4
Padellus mahaleb (L.) Vass.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	4	4	4	4,4
Padus avium Mill.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	4	4,8
Populus bolleana Lauche	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	4	4,8
Populus nigra L.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	4	4,8
Populus nigra f. *pyramidalis* (Roozier) Delaunay	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	4	4	4,6
Pyrus communis L.	5	4	5	5	4	4,6	4	4	4	4	3	3,8
Quercus robur L.	5	4	5	4	4	4,4	5	4	4	4	3	4,0
Robinia pseudoacacia L.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	4	4,8
Robinia pseudoacacia L. *'Umbraculifera'*	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	4	4,8
Salix alba L.	5	5	5	5	5	5,0	4	4	4	4	3	3,8
Sorbus aucuparia L.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	4	4	4,6

Продовження таблиці 1

Вид	2023 рік						2024 рік					
	травень	червень	липень	серпень	вересень	середнє значення	травень	червень	липень	серпень	вересень	середнє значення
Sorbus intermedia (Ehrh.) Pers.	5	4	5	5	4	4,6	5	5	4	4	4	4,4
Tilia cordata Mill.	5	5	5	5	4	4,8	5	5	5	4	3	4,4
Tilia platyphyllos Scop.	5	5	5	5	4	4,8	5	5	4	4	3	4,2
Ulmus laevis Pall.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	4	4,8
Ulmus parvifolia Jacq.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	4	4,8
Ulmus scarba Mill.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	4	4,8
Buxus sempervirens L.	5	4	5	3	2	3,8	4	4	3	3	2	3,2
Forsythia europaea Deg. et Bald.	4	4	5	3	2	3,6	4	4	3	3	3	3,4
Spiraea japonica L.	5	4	5	4	4	4,4	4	4	4	3	2	3,4
Spiraea vanhouttei (Briot) Zab.	5	4	5	4	3	4,2	4	4	4	4	3	3,8
Syringa vulgaris L.	5	5	4	5	3	4,4	4	4	4	3	3	3,6
гігрофіти												
Picea abies (L.) Karst.	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	5	4	4,8
Prunus ×domestica L.	4	4	5	4	3	4,0	4	5	4	3	3	3,8
Philadelphus coronarius L.	5	3	5	3	3	3,8	4	4	3	3	3	3,4

А *Б* *В*

Рис. 2. Ушкодження листків кущових рослин в паркових насадженнях Покровська: А – в'янення Forsythia europaea Deg. et Bald., Б – секторний некроз Acer platanoides L., В – всихання Buxus sempervirens L.



А *Б* *В*

Рис. 3. Посухостійкість деревно-кущових порід різних екологічних груп по відношенню до вологи в парковому насадженні Покровська: А – ксерофіти; Б – мезофіти; В – гігрофіти

цілком посухостійкі, вони оцінені вищими балами (4–5). Це свідчить про їх стійкість до кліматичних змін в степовій зоні України і доцільність в продовженні їхнього використання при створенні та реконструкції паркових зон населених пунктів досліджуваного регіону.

Головні висновки:

1. В парковому насадженні Покровська серед деревно-кущових рослин по відношенню до вологи 62% становлять мезофіти; 33% – ксерофіти; 5% –гігрофіти.

2. Оцінка стійкості рослин за візуальними ознаками у період тривалої посухи і дії високих температур 2024 року показала, що найбільш витривалими в таких умовах виявилися 57% видів-ксерофітів, 51% –мезофітів та 33% – гігрофітів. До найбільш посухостійких видів віднесено *Picea pungens, Acer tataricum*, *Gleditsia triacanthos, Ulmus campestris* (ксерофіти), *Fraxinus excelsior*, *Malus domestica*, *Populus bolleana, Ulmus laevis* (мезофіти), *Picea abies* (гігрофіт).

3. З'ясовано, що найбільш чутливими до тривалої посухи 2024 року виявилися види-мезофіти, середній бал їхньої посухостійкості знизився на 9% від даних 2023 року; видів-гігрофітів – на 5%; видів-ксерофітів – на 2%.

4. Визначено, що 81% досліджуваних видів деревно-кущових рослин цілком посухостійкі, що свідчить про їх стійкість до кліматичних змін в степовій зоні України та доцільність їхнього використання при створенні та реконструкції паркових зон населених пунктів досліджуваного регіону.

Література

1. Адаменко Т.І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Київ: ТОВ «RIA» BLITS. 2014. 16 с.
2. Балабак О.А., Балабак А.В., Василенко О.В., Нікітіна О.В., Гнатюк Н.О. Оцінка посухостійкості Робінії псевдоакації (*Robinia pseudoacacia* L.) у різних екологічних умовах міста Умань. Збірник наукових праць Уманського національного університету. 2022. 100(1). С. 180–188. https://doi.org/10.31395/2415-8240-2022-100-1-180-188
3. Баюра О.М. Посухостійкість ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.) та його декоративних форм в умовах Правобережного Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. 21(1). С. 33–38.
4. Бессонова В.П., Іванченко О.Є. Аналіз жаростійкості хвойних рослин у вуличному насадженні м. Дніпро. *Рослини та урбанізація*. Мат. IX Міжнародної науково-практичної конференції (м. Дніпро, 5 березня 2020 р.). 2020. С. 61–62.
5. Гаврилюк О. С., Євдокимов Д. С., Король І. Л., Кушим А. В., Майборода Д. С., Олійник Б. І. Посухо- та жаростійкість сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу. *Наукові доповіді національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2024. 20(1). https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.007
6. Григорюк І. П., Яворовський П.П. Вплив грунтової посухи на вміст води, вуглеводів та азоту в сіянцях деревних рослин. *Аграрна наука і освіта*. 2005. 5(6). С. 12–16.
7. Данильчук Н.М., Данильчук О.В. Особливості сезонної динаміки водообмінних процесів у видів роду Populus L. у дендрарії Криворізького ботанічного саду. *Інтродукція рослин*. 2018. 2. С. 92–101. https://www.researchgate.net/publication/389826926
8. Долгова Л.Г., Зайцева І.О. Оцінка посухо- та зимостійкості деревних екзотів, інтродукованих у Степову зону. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія.* 2008. 24. С.104–109.
9. Ковалевский С.Б., Кривохатько А.А. Засухоустойчивость и водоудерживающая способность растений *Thuja occidentalis* L. и ее культиваров. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Вип. 28(2). С. 77–80. https://doi.org/10.15421/40280214
10. Миколайко І.І. Оцінка посухостійкості *Hippophae rhamnoides* L. в Правобережному Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. 27(1). С. 57–60.
11. Нужина Н.В., Іванова І.Ю., Грицак Л.Р., Дробик Н.М. Посухостійкі види дерев та кущів – важлива ланка для зменшення негативних ефектів «міських островів тепла». *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного. університету. Серія Біологія.* 2022. 82(3). С. 37–43. https://doi.org/10.25128/2078-2357.22.3.6
12. Поворотня М. М. Еколого-фізіологічний аналіз стійкості видів роду Acer у техногенних умовах теплових електростанцій Дніпропетровщини. *Дис… на здобуття наукового ступеня канд. біол. наук*. 2016. 250 с.
13. Поляков А.К., Суслова Е.П. Хвойные на юго-востоке Украины. Донецк: Норд-Пресс. 2004. 195 с.
14. Суслова О. П. Водоутримуюча здатність культиварів *Thuja occidentalis* L., інтродукованих в північно-степовій зоні України. *Рослини та урбанізація: Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 100-річному ювілею ДДАЕУ (Дніпро, 3 березня 2022 р.).* Дніпро. 2022. С. 54–56.
15. Bihan Guo, Stefan K. Arndt, Rebecca E. Miller, Christopher Szota, Claire Farrell. How does leaf succulence relate to plant drought resistance in woody shrubs. *Tree Physiology*. 2023. Vol. 43(9). P. 1501–1513. https://doi.org/10.1093/treephys/tpad066
16. Guo Peipei, Su Yuebo, Wan Wuxing, Liu Weiwei, Zhang Hongxing, Sun Xu, Ouyang Zhiyun, Wang Xiaoke. Urban Plant Diversity in Relation to Land Use Types in Built-up Areas of Beijing. Chin. Geogra. Sci. 2018. Vol. 28(1). P. 100–110. https://doi.org/10.1007/s11769-018-0934-x
17. Henrik Sjoman, Sanna Ignell, Andrew Hirons. Selection of Shrubs for Urban Environments – An Evaluation of Drought Tolerance of 120 Species and Cultivars. *Hortscience*. 2023. 58(5). P. 573–579. https://doi.org/10.21273/HORTSCI17063-22
18. Luo Dan-Dan, Wang Chuan-Kuan, Jin Ying. Response mechanisms of hydraulic systems of woody plants to drought stress. *Chinese Journal of Plant Ecology.* 2021. 45(9). P. 925–941. https://doi.org/10.17521/cjpe.2021.0111
19. Wilson, L., New, S., Daron, J., & Golding, N. (2021). Climate Change Impacts for Ukraine. Met Office. URL: https://mepr.gov.ua/files/docs/Zmina_klimaty/2021/%D0%97%D0%B2%D1%96%D1%82.pdf
20. Zhang Dengxiao, Jie Hongbin, Zhang Wenjing, Yuan Qingsong, Ma Zhihang, u Haizhong, Rao Wei, Liu Shiliang, Wang Daicha ng. Combined biochar and water-retaining agent application increased soil water retention capacity and maize seedling drought resistance in Fluvisols. *Science of The Total Environment.* 2024. 907. 167885. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167885