

<https://doi.org/10.15407/frg2026.03.239>

УДК 581.1:581.4(477):582.46:581.522.4

ОЦІНКА КСЕРОМОРФНОСТІ СОРТІВ *GINKGO BILOBA* L. ЗА МОРФОМЕТРИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЛИСТКІВ І ПРОДИХОВОГО АПАРАТУ

Н.В. ЦИБРОВСЬКА¹, Р.А. ЯКИМЧУК^{1,2}, А.В. КОНОПЕЛЬКО¹, В.М. ГРАБОВИЙ¹

¹Національний дендрологічний парк «Софіївка» Національної академії наук України

20300 Умань, вул. Київська, 12а

²Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України
03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17

e-mail: nadjacyb1989@ukr.net

Ginkgo biloba L. є цінним реліктовим видом, який поєднує високу декоративність, фармакологічну значущість і стійкість до комплексу несприятливих екологічних чинників. У сучасному озелененні використовують понад 300 сортів *G. biloba*, що відрізняються за морфологічними та декоративними ознаками. Використання сортового різноманіття *G. biloba* в міських насадженнях потребує врахування не лише їхньої декоративної цінності, а й рівня стійкості до абіотичних стресових чинників, насамперед до посухи. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю виявлення сортів *G. biloba*, найпридатніших до вирощування в посушливих умовах урбанізованих територій, а також потребою вивчення ксероморфних ознак, що відображають адаптаційний потенціал рослин і можуть бути використані як критерії їх добору для озеленення міст. Метою дослідження було вивчити морфометричні характеристики листових пластинок і параметри продихового апарату рослин виду *G. biloba* та різних його сортів і виділити серед них генотипи з найвищим рівнем прояву ксероморфних ознак та здатністю адаптуватися до водного дефіциту. Вимірювання морфометричних показників продихового апарату виконували методом епідермальних відбитків. Визначено основні морфометричні параметри листків, а також кількісні й морфометричні параметри продихового апарату, зокрема щільність продихів, площу продихів і продишових щілин, продишовий індекс та індекс ксероморфності. Виявлено істотні сортові відмінності за комплексом морфолого-анатомічних ознак листків, що можуть відображати різний рівень ксероморфності та потенційної посухостійкості рослин. Встановлено, що площа листків сортів *G. biloba* варіює в широких межах — 2,2—35,2 см², та має найменші значення в рослин сортів 'Chotek' (голчасті листки), 'Saratoga' і 'Mariken', істотно поступаючись в 4,1—16,0 разів контролю. Це свідчить про найвищий рівень вираження ксероморфності цих сортів за морфометричними характеристиками листових пластинок. За сукупністю показників ксероморфності продишового апарату (мінімальна площа продихів, високі значення продишового індексу та індексу ксероморфності) виділено сорти 'Mariken', 'Chotek', 'Troll' і

Цитування: Цибровська Н.В., Якимчук Р.А., Конопелько А.В., Грабовий В.М. Оцінка ксероморфності сортів *Ginkgo biloba* L. за морфометричними характеристиками листків і продишового апарату. *Фізіологія рослин і генетика*. 2026. 58, № 3. С. 239—254. <https://doi.org/10.15407/frg2026.03.239>

This is open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

‘Fastigiata’ зі значним адаптивним потенціалом в умовах потреби оптимізації водного режиму за дефіциту вологи. Зважаючи на те, що у цих сортів найширший спектр максимально виражених ознак ксероморфності, включно з малою площею листків і елементів продихового апарату, високими рівнями щільності продихів, продихового індексу та індексу ксероморфності, їх використання має бути пріоритетним при плануванні стабільних міських зелених насаджень.

Ключові слова: *Ginkgo biloba* L., продиховий апарат, ознаки ксероморфності, щільність продихів, продиховий індекс, індекс ксероморфності.

Рослини виду *Ginkgo biloba* L. є цінними реліктовими представниками монотипного роду *Ginkgo* L., родини Ginkgoaceae Engelm., класу Ginkgoopsida, відділу Pinophyta, які посідають унікальне місце в еволюції рослин і людській культурі [1, 2]. Ці дводомні деревні рослини характеризуються довговічністю (тривалість життя до 2500 років), демонструють високу посухо-, морозо-, жаростійкість, а також стійкість до грибних хвороб і шкідників, толерантність до забруднення повітря (озон і діоксид сірки) й ґрунту (важкі метали, солі) [2–7]. *G. biloba* культивують у всіх помірних зонах світу як декоративну рослину. Сюди належать райони з кліматом середземноморського типу, а також регіони з холодним помірним кліматом, де мінімальні зимові температури можуть досягати — 30 °C [4, 7]. Сучасне використання *G. biloba* передбачає такі основні напрями: традиційна та народна медицина, косметологія, харчова промисловість, ландшафтна архітектура [8, 9].

G. biloba входить до переліку найцінніших і найдавніших видів лікарських рослин. Перша згадка його використання в медицині датується 1505 роком нашої ери. Попри те, що цей вид існує понад 200 мільйонів років, його справжня цінність була повторно визнана в останні 40 років. Поштовхом стало відкриття особливості рослин продукувати біоактивні сполуки — тритерпенові лактони та флавоноїди, які завдяки значному терапевтичному ефекту знайшли широке використання у фармакології [2]. За останні два десятиліття, через високі декоративні та лікувальні цінності *G. biloba*, світовий попит на культивування цієї рослини у великих масштабах значно зріс [2].

G. biloba займає провідне місце в ландшафтній архітектурі як декоративна рослина, що використовується для створення солітерних, групових та алейних насаджень. У декоративному садівництві використовується понад 200 сортів *G. biloba* [10]. Ці сорти характеризуються значною різноманітністю декоративних ознак — від форми та структури листків (строкаті, трубчасті, голчасті, гофровані, розсічені тощо) до особливостей габітусу (дерево, кущ) і характеру росту (плакучий, колоноподібний, кулястий, карликовий) [11, 12].

Незважаючи на високу стійкість *G. biloba* до широкого спектра несприятливих чинників довкілля, ступінь вираженості адаптивних ознак у його декоративних сортів може істотно різнитися. В умовах урбанізованого середовища і глобальних кліматичних змін, для яких характерні підвищений температурний режим, низькі запаси ґрунтової вологи, зниження середньорічної кількості опадів, повітряні й ґрунтові посухи, засолення та ущільнення ґрунту, а також посилення

дії інших абіотичних стресорів [13—15], особливого значення набуває не лише декоративна цінність сортів *G. biloba*, а й адаптивна здатність до несприятливих екологічних чинників, насамперед посухи. Актуальність проблеми зумовлена необхідністю виявлення сортів *G. biloba*, найпридатніших до вирощування в посушливих умовах урбанізованих територій, а також потребою вивчення ксероморфних ознак, що відображають адаптаційний потенціал рослин і можуть бути використані як критерії їх добору для озеленення міст. Саме тому важливим є дослідження оцінки ксероморфності сортів *G. biloba* за морфометричними показниками листків і характеристиками продихового апарату.

Продиховий апарат належить до системи контролю газо- і водообміну в рослин, його морфометричні й кількісні характеристики тісно пов'язані з їх потенційною посухостійкістю. Чутливість продихів до дефіциту води в рослині й вологості повітря більша, ніж до інших чинників навколишнього середовища. Оскільки *G. biloba* належить до реліктових видів, які неодноразово перенесли глобальні кліматичні зміни, вивчення продихового апарату цієї рослини допоможе зрозуміти напрям розвитку адаптивних механізмів, зокрема спрямованих на подолання посухи [16]. Особливістю продихової системи є її видоспецифічність, яка формується філогенетично, однак вона може змінюватись залежно від умов довкілля всередині виду в межах норми реакції генотипу [17]. Отже, структура продихового апарату відображає пристосування рослинного організму до умов природного місцезростання, а саме до інтенсивності сонячної радіації і кількості вологи [17]. Характерною ознакою *G. biloba* є листки гіпостоматичного типу, хоча деякі дослідники відмічали наявність невеликої кількості продихів з адаксіального боку при основі листової пластинки [16, 18]. Продиховий апарат *G. biloba* циклоцитного типу (рис. 1), з 4—8 супровідними клітинами продиху (найчастіше їх 6), які утворюють кільце навколо замикальних клітин [16]. Розуміння функціонування продихового апарату рослин і прогнозування його адаптації у відповідь на кліматичні зміни навколишнього середовища важливе для підвищення продуктивності рослин за умов посухи [19].

Метою дослідження було вивчити морфометричні характеристики листових пластинок, параметри продихового апарату рослин ви-

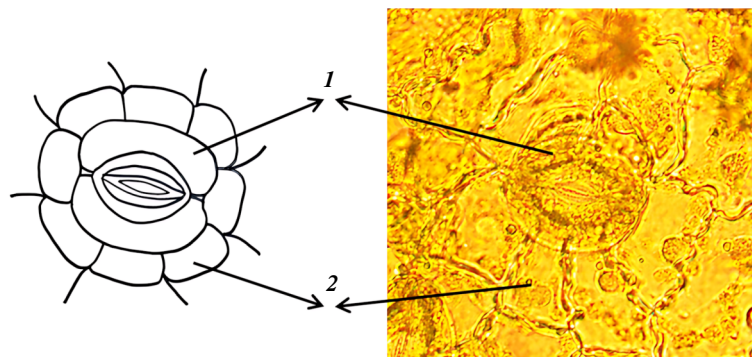


Рис. 1. Циклоцитний тип продихів *G. biloba*:

1 — замикальна клітина продиху; 2 — супровідна клітина продиху

ду *G. biloba* й різних його сортів і виділити серед них генотипи з найвищим рівнем прояву ксероморфних ознак та адаптивною здатністю до водного дефіциту.

Методика

Об'єктами дослідження були 10–12-річні рослини виду *G. biloba*, а також різних його сортів: 'Chotek', 'Fastigiata', 'Fastigiata Blagon', 'Mariken', 'Roswitha', 'Saratoga', 'Troll' (рис. 2), що ростуть в умовах Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України. Рослини виду *G. biloba* було використано як контроль для порівняння їх морфометричних показників листкової пластинки й продихового апарату з аналогічними показниками сортів цього виду.

У всіх досліджуваних рослин листкові пластинки в межах сорту за морфометричними параметрами були подібними, проте у рослин сорту 'Chotek' виявлено листки двох типів: ширококлиновидні класичної форми та голчасті (рис. 3). Вивчення морфометричних параметрів листків і продихового апарату сорту 'Chotek' та порівняння отриманих результатів із контролем здійснювали з врахуванням обох типів листків цього сорту.

Дослідження проводили у другій декаді липня 2024 р. у фазу повної зрілості листків. Середня температура повітря в рік дослідження перевищувала показники середньої багаторічної температури (рис. 4): у травні — на 0,7 °C; у червні — на 3,6 °C і у серпні — на 5,2 °C, а сума опадів у цей рік була нижчою від середньої багаторічної суми опадів: у травні — на 12,5 мм; у червні — на 30,6 мм і у серпні — на 69,3 мм.

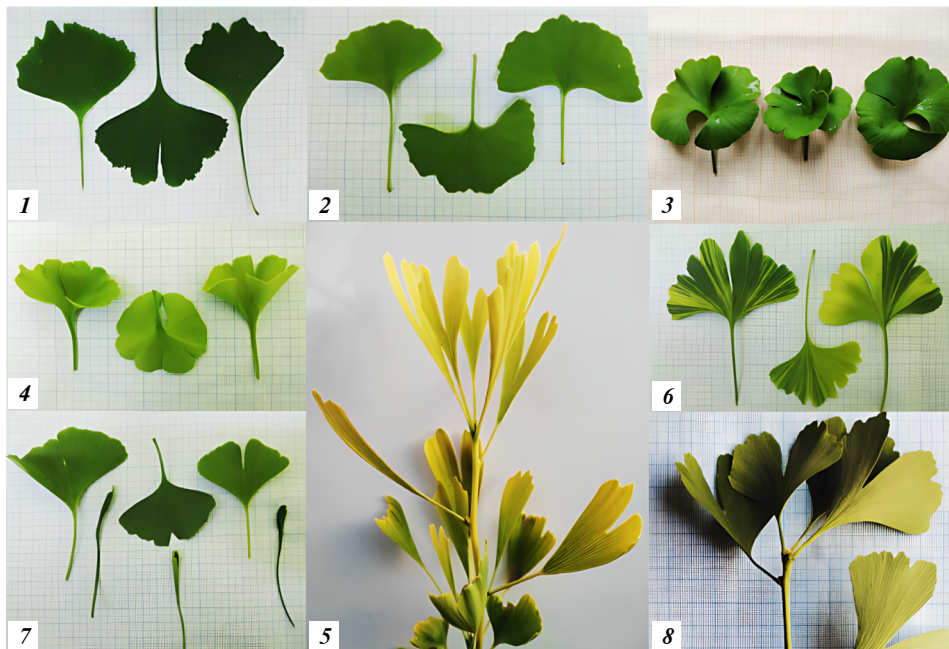


Рис. 2. Листкові пластинки рослин виду *G. biloba* та його сортів:

1 — *G. biloba*; 2 — 'Fastigiata'; 3 — 'Troll'; 4 — 'Mariken'; 5 — 'Saratoga'; 6 — 'Roswitha'; 7 — 'Chotek'; 8 — 'Fastigiata Blagon'

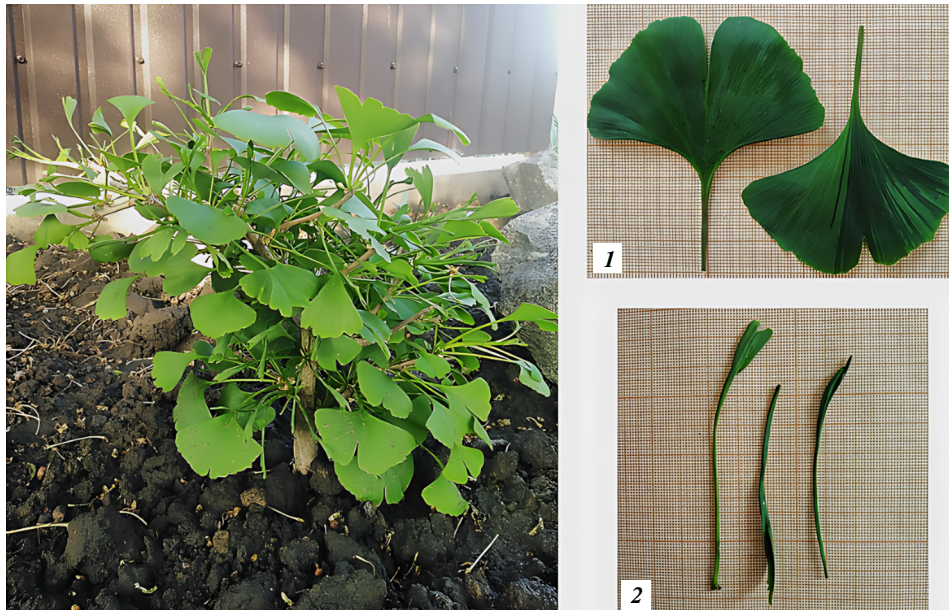


Рис. 3. Форма листків *G. biloba* сорту 'Chotek':

1 — ширококлиноподібні класичної форми; 2 — голчасті

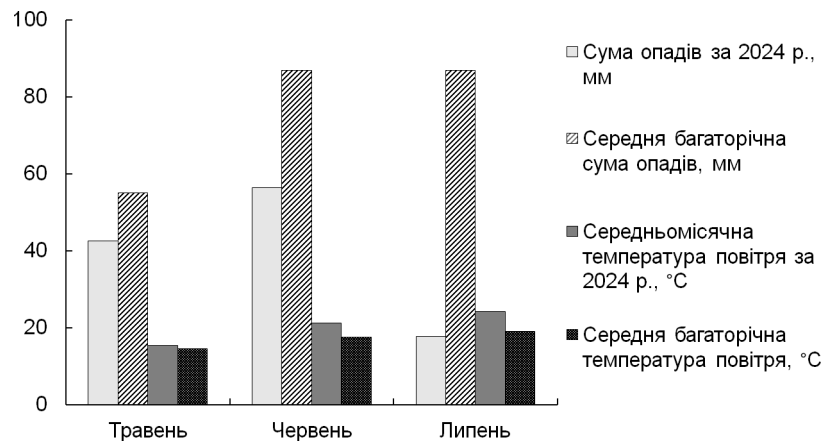


Рис. 4. Середньомісячна температура повітря та сума опадів у м. Умань за травень—липень 2024 р. (за даними Уманської метеостанції)

Для визначення кількості й розмірів продихів обирали типові листки з укорочених пагонів (брахібластів) середнього світлового ярусу крони з південно-східного боку рослин *G. biloba*. Параметри продихового апарату визначали виготовленням епідермальних відбитків [19—21]. На нижню поверхню листової пластинки наносили тонкий шар безбарвного парфумерного лаку та висушували його. Далі за допомогою тонкої клейкої стрічки знімали репліку наклеюванням її на полаковану поверхню і переносили на предметні скельця.

Для встановлення ступеня прояву ксероморфних ознак і рівня потенційної пристосованості рослин виду *G. biloba* та його сортів до нестачі вологи, визначали:

- морфометричні параметри листків (довжину, ширину та площу листової пластинки);
- морфолого-анатомічні особливості продихового апарату (щільність і площу продихів, довжину, ширину та площу продихової щілини, продиховий індекс, індекс ксероморфності, кількість епідермальних клітин абаксіального й адаксіального боку листової пластинки).

Довжину і ширину листків вимірювали штангенциркулем. Площу листків розраховували ваговим методом.

Параметри продихового апарату вимірювали у 20-разовій повторності за допомогою тринокулярного мікроскопа Levenhuk MED 25T, обладнаного цифровою камерою 5,1 Мп, за збільшення $\times 400$. Щільність продихів, кількість епідермальних клітин на абаксіальній і адаксіальній поверхнях листової пластинки на 1 мм^2 визначали їх обліком в межах площі поля зору мікроскопа. Щільність продихів вираховували за формулою: $N = n/S$, де N — щільність продихів, шт/мм²; n — кількість продихів у полі зору мікроскопа, шт.; S — площа поля зору мікроскопа, мм² [22, 23]. Площу продихової щілини визначали як добуток її довжини та ширини [24]. Площу продихів вираховували за формулою площі еліпса [25]: $S = \pi \times a \times b$, де S — площа еліпса; a — довжина великої півосі еліпса; b — довжина малої півосі еліпса.

Продиховий індекс (S_I) визначали на абаксіальній поверхні листової пластинки за формулою [26]: $S_I = K_n \times 100 / K_e + K_n$, де S_I — продиховий індекс; K_n — щільність продихів, шт/мм²; K_e — кількість епідермальних клітин, включно побічні клітини, на тій самій одиниці площі. Індекс ксероморфності (I_{xr}) визначали за формулою: $I_{xr} = N_e + N_n / 100$, де N_e — щільність епідермальних клітин, шт/мм²; N_n — щільність продихів, шт/мм².

Статистичний аналіз даних здійснено за допомогою пакету програм Microsoft Excel 2007, згідно з рекомендаціями Л.О. Атраментової та О.М. Утевської [27, 28] із розрахунком середнього значення ($\bar{x}$) та стандартної похибки (SE). Порівняння середніх арифметичних і визначення статистично значущих відмінностей між контрольною та дослідними групами виконували з використанням t-критерію Стьюдента з поправкою Бонфероні.

Результати та обговорення

Морфологічними індикаторами рівня стійкості рослин до нестачі вологи є морфометричні параметри листків у поєднанні з показниками структури та функціональної організації продихової системи. Зокрема, від розміру листків залежить використання води, адже за однакових умов листки з меншою поверхневою площею можуть втрачати менше води на певний фіксований об'єм CO₂ [29]. Рослини з дрібнішими листками вважаються стійкішими до посухи, оскільки мають зменшену поверхню випаровування, що зменшує втрату вологи [30].

Довжина листків досліджуваних рослин (табл. 1) варіювала в межах 2,7—8,2 см. Найбільше значення показника виявлено в сорту 'Fastigiata Blagon' — $8,2 \pm 0,1$ см. Найменша довжина листків — $2,7 \pm 0,1$ і $3,3 \pm 0,1$ см, характерна для карликових рослин сортів 'Mariken' та 'Troll', відповідно. За довжиною листової пластинки

співставним із видом *G. biloba* виявився сорт 'Roswitha', який посту-
пався йому за цим показником у межах статистичної похибки. У рос-
лин сорту 'Chotek' довжина ширококлиноподібних листків переви-
щує голчасті на 1,2 см та поступається на 1,5 см листкам *G. biloba*.

Ширина листка досліджених генотипів рослин варіювала в ме-
жах 0,7—8,8 см. Найбільші значення цього показника, що наближені
до рівня контролю (*G. biloba* — $8,4 \pm 0,2$ см), характерні для листків
сорту 'Roswitha' ($8,8 \pm 0,2$ см) та ширококлиноподібних листків сорту
'Chotek' ($8,0 \pm 0,2$ см). Найменша ширина листків характерна для сор-
тів 'Saratoga' ($2,6 \pm 0,1$ см) і 'Chotek' ($0,70 \pm 0,04$ см) — голчасті лист-
ки, які за шириною в 11 разів поступаються ширококлиноподібним
листкам цього самого сорту та в 12 разів — листкам виду *G. biloba*.

У широких межах варіював показник площі листової пластин-
ки — $2,2$ — $35,2$ см², що є ознакою різної адаптивності рослин до
забезпечення вологою. Найбільше значення цього параметра вияв-
лено в рослин сортів 'Roswitha' ($35,0 \pm 0,7$ см²) і 'Fastigiata Blagon'
($32,7 \pm 0,4$ см²), що істотно не відрізняється від площі листової пла-
стинки контрольного виду *G. biloba* ($35,2 \pm 0,7$ см²). Низький рівень
вираження цієї ознаки характерний для листків сортів 'Saratoga'
($8,3 \pm 0,2$ см²) і 'Mariken' ($8,5 \pm 0,2$ см²). Серед низки досліджених видів
і сортів рослин площа голчастих листків у 'Chotek' найменша —
 $2,2 \pm 0,1$ см². Проте площа листків класичної форми цього сорту пе-
ревищує її майже в 12 разів і становить $25,6 \pm 0,5$ см², що на $9,6$ см²
менше площі листків контрольного виду *G. biloba*.

Таким чином, найвищий рівень вираження ксероморфності рос-
лин за морфометричними характеристиками листових пластинок
виявлено в сортів 'Chotek' (голчасті листки), 'Mariken' і 'Saratoga',
які мають найменші ширину, довжину і площу листків. Зокрема,
'Mariken' і 'Saratoga' за показником довжини листка у 1,4—2,6 раза,
за показником ширини листка — у 2,1—3,2 раза і за площею листко-
вої пластинки — у 4,1—4,2 раза поступаються виду *G. biloba*. Най-
більше поступаються контрольному виду за показниками ширини та

ТАБЛИЦЯ 1. Морфометричні параметри листків рослин різних сортів *G. biloba* ($n=20$, $\bar{x} \pm SE$)

Вид/сорт	Довжина листка, см	Ширина листка, см	Довжина черешка, см	Площа листової пластинки, см ²
<i>G. biloba</i> (контроль)	$7,0 \pm 0,2$	$8,4 \pm 0,2$	$4,7 \pm 0,4$	$35,2 \pm 0,7$
'Chotek' ¹	$5,5 \pm 0,2^{***}$	$8,0 \pm 0,2$	$3,8 \pm 0,2$	$25,6 \pm 0,5^{***}$
'Chotek' ²	$4,3 \pm 0,1^{***}$	$0,7 \pm 0,1^{***}$	$4,6 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,1^{***}$
'Fastigiata Blagon'	$8,2 \pm 0,1^{***}$	$7,3 \pm 0,1^{***}$	$3,0 \pm 0,1^{**}$	$32,7 \pm 0,4^*$
'Fastigiata'	$4,6 \pm 0,1^{***}$	$7,8 \pm 0,1^*$	$5,0 \pm 0,3$	$25,5 \pm 0,6^{***}$
'Mariken'	$2,7 \pm 0,1^{***}$	$4,0 \pm 0,1^{***}$	$2,9 \pm 0,1^{***}$	$8,5 \pm 0,2^{***}$
'Roswitha'	$6,4 \pm 0,2$	$8,8 \pm 0,2$	$6,3 \pm 0,2^{**}$	$35,0 \pm 0,7$
'Saratoga'	$5,1 \pm 0,1^{***}$	$2,6 \pm 0,1^{***}$	$2,5 \pm 0,1^{***}$	$8,3 \pm 0,2^{***}$
'Troll'	$3,3 \pm 0,1^{***}$	$6,1 \pm 0,1^{***}$	$3,1 \pm 0,1^{**}$	$19,8 \pm 0,4^{***}$

Примітка. Тут і в табл. 2, рис. 5—8: 'Chotek'¹ — ширококлиноподібні листки,
'Chotek'² — голчасті листки; різниця з контролем (*G. biloba*) статистично вірогідна з
поправкою Бонфероні за * — $p \leq 0,05$; ** — $p \leq 0,01$; *** — $p \leq 0,001$.

площі листкової пластинки голчасті листки сорту 'Chotek' — у 12,0 та 16,0 разів відповідно.

Продиховий апарат має велике значення в підтриманні водного балансу та забезпеченні газообміну в рослинах, а також їх реакції на стресові чинники, передусім на водний дефіцит [17, 31—33]. Виявлення в окремих видів і сортів рослин анатомо-морфологічної адаптації до дії несприятливих чинників навколишнього середовища може бути одним із напрямів ефективного пошуку видового і сортового асортименту декоративних рослин для створення довговічних зелених насаджень на урбанізованих територіях [13, 14]. Основні морфометричні характеристики продихового апарату досліджуваних рослин *G. biloba* наведено в табл. 2.

Лінійні розміри складових продихового апарату і щільність продихів залежать від виду/сортів рослин та за різної інтенсивності впливу абіотичних чинників можуть варіювати в межах генетично детермінованої норми реакції [20]. Тому дослідження розмірів продихів та їх облік на одиниці площі листкової поверхні є важливою складовою комплексного вивчення потенційної стійкості рослинних організмів до нестачі вологи [17].

Довжина продихової щілини варіювала в межах 21,4—24,7 мкм. Найвищий її показник, який відповідає рівню довжини продихової щілини виду, характерний для листків рослин сорту 'Fastigiata' ($24,7 \pm 0,4$ мкм). Найменшу довжину продихової щілини виявлено в сортів 'Roswitha' ($21,4 \pm 0,2$ мкм), 'Chotek' (ширококлиноподібні листки — $21,8 \pm 0,5$ мкм) та 'Troll' ($21,8 \pm 0,5$ мкм).

Ширина продихової щілини змінювалася залежно від сорту в межах 7,7—10,0 мкм. Найбільше значення зафіксовано в сорту 'Fastigiata Blagon' ($10,0 \pm 0,2$ мкм), а найменше — у голчастих листків сорту 'Chotek' ($7,7 \pm 0,2$ мкм), що істотно не відрізняється від показника цієї ознаки у контрольного виду *G. biloba* ($7,9 \pm 0,3$ мкм).

Площа продихової щілини варіювала в межах 184,0—239,6 мкм². Найбільше її значення — $239,6 \pm 6,6$ мкм², характерне для сорту 'Fastigiata Blagon'. Рослини сорту 'Roswitha' мали найменшу площу продихової щілини — $184,0 \pm 3,7$ мкм². У ширококлиноподібних листків сорту 'Chotek' вона була на рівні контролю і становила $204,1 \pm 2,8$ мкм².

Розміри і щільність продихів є складовими показників, які характеризують ксерофілію рослин. У ксерофітів зазвичай більше продихів на одиницю площі листкової пластинки, а їхній розмір менший [17, 20, 34, 35]. Щільність розміщення продихів залежить від різних чинників навколишнього середовища, таких як концентрація CO₂, тепловий і сольовий режим, посуха, кількість опадів та щільність рослин на одиницю площі. Наприклад, дефіцит води збільшує щільність продихів та зменшує їх розмір, що таким чином може посилювати адаптацію рослин до посухи [19].

Довжина продихів варіювала в межах 71,0—76,9 мкм. Найбільша довжина продихів виявлена в сорту 'Fastigiata Blagon' ($76,9 \pm 1,0$ мкм), а найменша — у 'Mariken' ($71,0 \pm 0,9$ мкм) і 'Roswitha' ($71,4 \pm 0,8$ мкм). Довжина продихів сорту 'Saratoga' становила $74,4 \pm 1,3$ мкм, що в межах статистичної похибки збігається з показником контрольного виду *G. biloba* ($75,1 \pm 0,7$ мкм).

ТАБЛИЦЯ 2. Морфометричні показники продукуючого апарату *G. biloba* ($n=20$, $\bar{x} \pm SE$)

Вид/сорт	Продуктова лінійка						Продукти						
	Довжина, мкм		Ширина, мкм		Площа, мкм ²		Довжина, мкм		Ширина, мкм		Площа, мкм ²		Щільність, шт./мм ²
	$\bar{x} \pm SE$		$\bar{x} \pm SE$		$\bar{x} \pm SE$		$\bar{x} \pm SE$		$\bar{x} \pm SE$		$\bar{x} \pm SE$		
	min-max	min-max	min-max	min-max	min-max	min-max	min-max	min-max	min-max	min-max	min-max	min-max	
<i>G. biloba</i> (контроль)	21,6—26,5	24,1 ± ±0,4	6,2—11,0	7,9 ± ±0,3	144,5—276,9	203,6 ± ±8,9	71,3—80,2	75,1 ± ±0,7	47,4—59,3	54,3 ± ±0,7	3194,5 ±43,5	35,0 ±1,2***	
‘Chotek’ ¹	18,8—25,7	21,8 ± ±0,5**	7,8—10,6	9,4 ± ±0,2**	189,4—222,8	204,1 ± ±2,8	67,7—77,0	72,2 ± ±0,6*	44,7—55,9	50,4 ± ±0,7**	2850,5 ±36,2***	45,0 ±1,2***	
‘Chotek’ ²	21,2—25,9	23,4 ± ±0,4	6,8—9,4	7,7 ± ±0,2	134,7—242,2	186,5 ± ±6,5	63,3—78,8	72,6 ± ±0,8	48,3—57,0	51,4 ± ±0,6*	2934,1 ±60,5**	43,3 ±1,3***	
‘Fastigiata Blagon’	22,3—26,1	23,5 ± ±0,3	9,1—11,5	10,0 ± ±0,2***	208,4—279,7	239,6 ± ±6,6*	72,3—86,9	76,9 ± ±1,0	50,8—60,8	55,1 ± ±0,7	3322,8 ±57,8	57,5 ±1,0***	
‘Fastigiata’	22,3—29,3	24,7 ± ±0,4	7,8—10,4	8,5 ± ±0,1	178,5—269,6	213,0 ± ±5,8	65,6—77,0	72,4 ± ±0,7	49,1—58,0	51,7 ± ±0,6	2933,6 ±43,7**	60,0 ±1,8***	
‘Mariken’	20,2—25,9	22,7 ± ±0,4	7,8—11,0	9,0 ± ±0,2	161,2—265,8	215,4 ± ±7,6	62,1—76,7	71,0 ± ±0,9**	42,0—57,3	52,0 ± ±0,9	2886,3 ±62,1**	79,2 ±2,4***	
‘Roswitha’	18,9—22,8	21,4 ± ±0,2***	7,1—9,8	8,7 ± ±0,2	152,0—208,5	184,0 ± ±3,7	66,7—77,3	71,4 ± ±0,8**	46,9—60,3	52,9 ± ±0,9	2978,4 ±65,3	43,6 ±1,1***	
‘Saratoga’	19,4—23,7	22,0 ± ±0,3***	8,2—9,7	8,9 ± ±0,1*	172,9—209,5	198,4 ± ±2,0	67,2—81,5	74,4 ± ±1,3	48,9—63,3	57,2 ± ±1,1	3313,1 ±84,9	45,8 ±1,1***	
‘Troll’	17,0—24,8	21,8 ± ±0,5**	6,0—10,2	8,4 ± ±0,2	102,2—231,7	186,4 ± ±9,2	61,2—80,3	72,9 ± ±1,2	48,6—56,8	52,5 ± ±0,6	3005,4 ±57,6	74,3 ±1,1***	

Ширина продихів становила 50,4–57,2 мкм і була найбільшою у рослин сорту ‘Saratoga’ ($57,2 \pm 1,1$ мкм). Найменшою вона була у сорту ‘Chotek’ з ширококлиноподібними листками, в якого ширина продихів становила $50,4 \pm 0,7$ мкм. Серед вивчених генотипів виділено сорт ‘Fastigiata Blagon’, який за шириною продихів — $55,1 \pm 0,7$ мкм, не відрізняється від контрольного виду *G. biloba* ($54,3 \pm 0,68$ мкм).

Площа продихів варіювала в межах 2850,5–3322,8 мкм². Найбільше її значення виявлено в рослин сортів ‘Fastigiata Blagon’ ($3322,8 \pm 57,8$ мкм²) та ‘Saratoga’ ($3313,1 \pm 84,9$ мкм²), що статистично вірогідно перевищує рівень контролю ($3194,5 \pm 43,5$ мкм²) на 128,3 та 118,6 мкм², відповідно. Найменшою площею продихів характеризуються сорти ‘Mariken’ і ‘Chotek’ з ширококлиновидними листками — відповідно, $2886,3 \pm 62,1$ мкм² і $2850,5 \pm 36,2$ мкм².

Щільність продихів змінювалася в широких межах — 35,0–79,2 шт/мм², що може свідчити про сортоспецифічні відмінності в адаптації цих рослин до умов нестачі вологи. Найвища щільність розміщення продихів на листовій поверхні виявлена в рослин сортів ‘Mariken’ ($79,2 \pm 2,4$ шт/мм²) та ‘Troll’ ($74,3 \pm 1,1$ шт/мм²). Попри найнижчий рівень цього показника в сорту ‘Chotek’ з голчастими листками ($43,3 \pm 1,3$ шт/мм²) та сорту ‘Roswitha’ ($43,6 \pm 1,1$ шт/мм²), він істотно перевищує більше ніж у 1,23 та 1,24 раза, відповідно, щільність продихів контрольного виду *G. biloba* ($35,0 \pm 1,2$ шт/мм²).

Крім названих морфолого-анатомічних особливостей листка та продихового апарату, ознаками толерантності рослин до нестачі вологи також є підвищення показників продихового індексу й індексу ксероморфності, збільшення щільності клітин епідерми абаксіальної поверхні листка [36, 37].

Сорти з вищим продиховим індексом мають більшу щільність продихів на одиницю площі, а отже вищий рівень ксероморфності. Рослини сорту ‘Fastigiata’ ($15,8 \pm 0,4$ %), ‘Troll’ ($17,0 \pm 0,3$ %) та ‘Mariken’ ($18,6 \pm 0,5$ %) характеризуються найвищими показниками продихового індексу, що може вказувати на їхню пристосованість до обмеженого вологозабезпечення (рис. 5).

Чим вищий індекс ксероморфності, тим краще рослина адаптована до умов водного дефіциту [14, 36]. Рослини з найвищим індексом ксероморфності є пріоритетними для вирощування в регіонах із нестачею вологи або зміною клімату. Найвищий індекс ксероморфності (див. рис. 5) виявлено в сортів ‘Mariken’ ($4,3 \pm 0,1$ %), ‘Troll’ ($4,4 \pm 0,1$ %) і ‘Chotek’ з голчастими листками ($4,0 \pm 0,1$ %). Рослини сортів ‘Fastigiata’ ($3,8 \pm 0,0$ %), ‘Fastigiata Blagon’ ($3,9 \pm 0,0$ %) та ‘Saratoga’ ($3,8 \pm 0,1$ %) мали співставні з контрольним видом ($3,9 \pm 0,1$ %) показники. Потенційно вибагливими до водного забезпечення виявилися рослини сортів ‘Chotek’ (з ширококлиноподібними листками) та ‘Roswitha’, які характеризуються найменшими показниками індексу ксероморфності — $3,2 \pm 0,0$ % та $3,3 \pm 0,1$ %, відповідно.

Абаксіальна поверхня листка найчастіше є основною зоною розташування продихів та місцем втрати води. Оскільки на абаксіальній поверхні листка *G. biloba* продихи фактично відсутні, епідермальні клітини забезпечують зменшення кутикулярної транспірації та можуть виконувати водозапасаальну функцію [37]. Велика щільність епі-

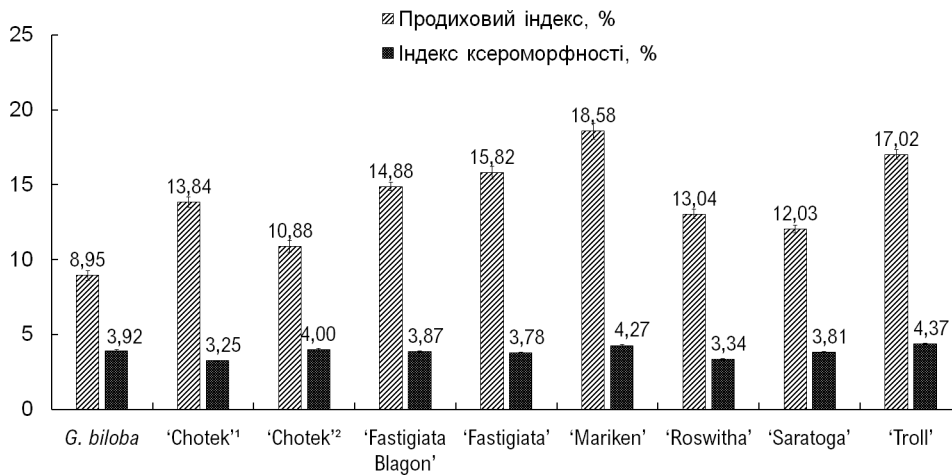


Рис. 5. Продиховий індекс та індекс ксероморфності в рослин різних сортів *G. biloba*

дермальних клітин на абаксiальнoму боці може бути ознакою адаптації до регуляції водного балансу. Якщо щільність епідермальних клітин на абаксiальній поверхні вища, ніж на адаксiальній, це свідчить про ущільнення захисного шару, зменшення міжклітинного простору, ефективну водоутримувальну функцію. Таке співвідношення в бік переваги абаксiального шару є типовим для ксероморфних рослин.

З адаксiального боку листової пластинки *G. biloba* та його сортів епідермальні клітини переважно витягнутої проєкції з великохвилястими контурами та розміщені більш впорядковано (рис. 6). З боку адаксiальної епідерми щільно розміщені 2—3 шари складчастої хлоренхіми, характерної для голонасінних [16].

З абаксiального боку листової пластинки *G. biloba* та його сортів епідермальні клітини з хвилястими контурами та витягнутою або розпластаною проєкцією (рис. 7). З абаксiального боку прилягає 4—6 шарів губчастої хлоренхіми з великими міжклітинниками [16]. Епідерма абаксiального боку листка розділена на смуги, що пов'язано з паралельно-дихотомічним жилкуванням. Над жилками епідерма представлена 5—10 рядами вузьких прозенхімних клітин без продихів. Між жилками знаходиться епідерма паренхімна з трохи меншими за розмірами клітинами порівняно з клітинами адаксiальної епідерми. Вони багатогранні, прямостінні або дрібнозвивисті [18].

У рослин сортів 'Chotek'^{1, 2} і 'Fastigiata' щільність епідермальних клітин на абаксiальній поверхні листка перевищує щільність цих клітин на адаксiальній поверхні, виявляючи співвідношення 1,65, 1,61 та 1,60 відповідно, що прирівнюється до показників у рослин контрольного виду *G. biloba* (1,60 раза). Середній рівень співвідношень цих значень спостерігається в сортів 'Fastigiata Blagon' і 'Saratoga' — 1,45 і 1,56, найменший — у сортів 'Roswitha' і 'Troll', що не перевищує показники 1,29 і 1,30 (рис. 8). Отже, в усіх досліджуваних генотипів рослин щільність епідермальних клітин на абаксiальній поверхні листка перевищує щільність цих клітин на адаксiальній поверхні, що є вираженням ознаки ксероморфності.

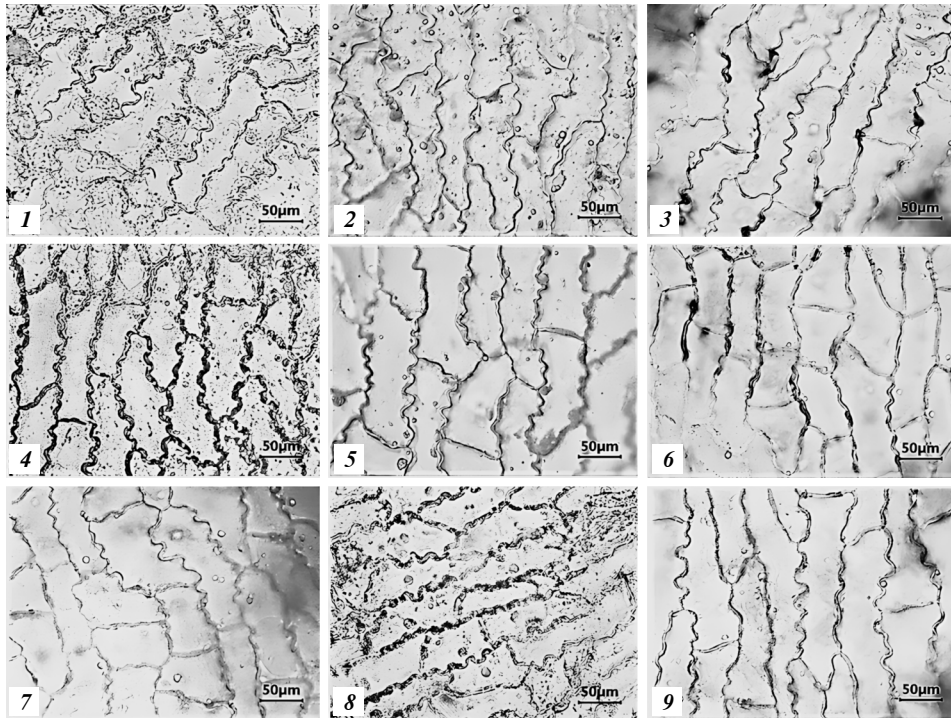


Рис. 6. Епідермальні клітини на адаксіальній поверхні листкової пластинки (тут і на рис. 7):

1 — *G. biloba*; 2 — 'Chotek'¹; 3 — 'Chotek'²; 4 — 'Fastigiata Blagon'; 5 — *Fastigiata*; 6 — 'Mariken'; 7 — 'Roswitha'; 8 — 'Saratoga'; 9 — 'Troll'

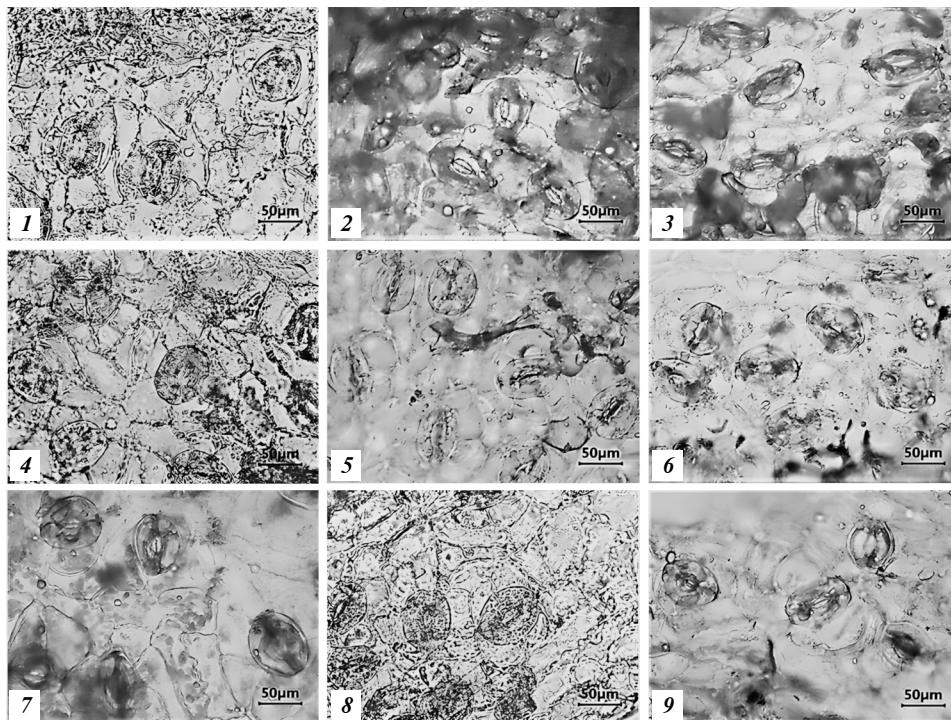


Рис. 7. Продири на абаксіальній поверхні листкової пластинки

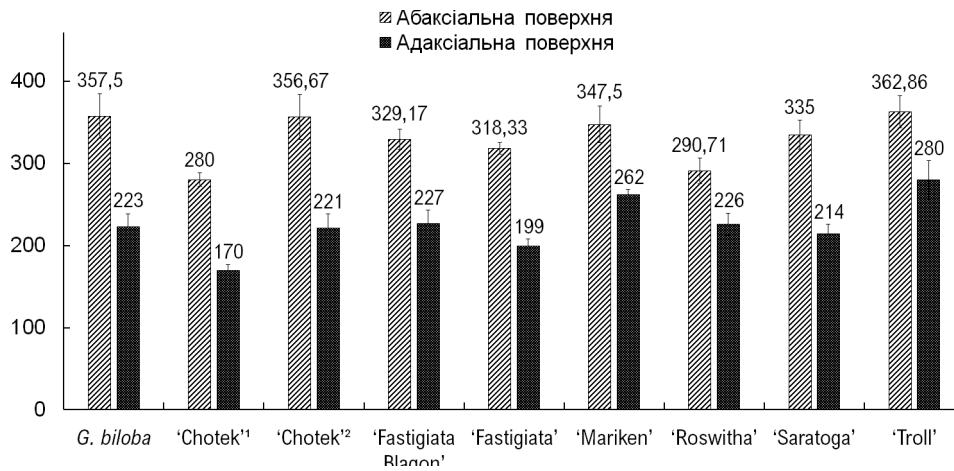


Рис. 8. Кількість епідермальних клітин на абаксiальній та адаксiальній поверхнях листків рослин *G. biloba* та його сортів

Висновки. Досліджені сорти *G. biloba* характеризуються комплексом морфологічних ознак, серед яких особливу декоративну цінність мають форма і розмір листових пластинок. Їхня площа та анатомо-морфологічні особливості виступають чинниками регуляції водоспоживання, що сприяють раціональному використанню вологи рослинами.

Площа листової поверхні сортів *G. biloba* варіює в широких межах — 2,2—35,2 см², та має найменші значення в рослин сортів 'Chotek' з голчастими листками, 'Saratoga' і 'Mariken', істотно поступаючись в 4,1—16,0 разів контролю. Істотно меншу площу листків (в 1,3—2,1 раза нижче контрольного рівня) виявлено також у сортів 'Fastigiata', 'Troll' і ширококлиноподібних листків сорту 'Chotek'.

Морфометричні показники складових продихового апарату варіюють в широкому діапазоні значень, що може вказувати на відмінності філогенетичної адаптації сортів *G. biloba* до природних умов з різним рівнем вологозабезпечення. Виділено сорти 'Mariken', 'Chotek', 'Troll' і 'Fastigiata' за сукупністю показників ксероморфності (мінімальна площа продихів, високі значення продихового індексу та індексу ксероморфності), що свідчить про їхній значний адаптивний потенціал в умовах потреби оптимізації водного режиму та дає підстави вважати ці сорти толерантними до дефіциту вологи.

Низький рівень вираженості ксероморфних ознак листового апарату сортів 'Fastigiata Blagon' і 'Saratoga' вказує на мезоморфний характер їхньої будови, що не забезпечує належного рівня раціонального використання вологи. Це зумовлює вразливість рослин до гідротермічного стресу та свідчить про недоцільність їх використання в озелененні урбанізованих територій з інтенсивним антропогенним навантаженням та хронічним дефіцитом вологи.

Зважаючи на найширший спектр максимально виражених ознак ксероморфності, включно з малою площею листків і елементів продихового апарату, високими рівнями щільності продихів, продихового індексу та індексу ксероморфності характерними для сортів 'Mariken', 'Chotek', 'Troll' і 'Fastigiata', їхнє використання має бути пріоритетним при плануванні стабільних міських зелених насаджень.

Внесок авторів: *концепція та дизайн дослідження* — Н.В. Цибровська, Р.А. Якимчук, Р.А. Грабовий; *отримання даних* — Н.В. Цибровська, А.В. Конопелько, Р.А. Якимчук; *аналіз та інтерпретація результатів* — Н.В. Цибровська, Р.А. Якимчук, А.В. Конопелько, В.М. Грабовий; *підготовка рукопису* — написання первинного тексту статті — Н.В. Цибровська, Р.А. Якимчук; *підготовка рукопису* — перегляд і редагування — Р.А. Якимчук, В.М. Грабовий, А.В. Конопелько.

Всі автори переглянули і схвалили остаточну версію рукопису.

Конфлікт інтересів: автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES

- Crane, P.R. (2019). An evolutionary and cultural biography of ginkgo. *Plants, People, Planet*, 1(1), pp. 32-37. <https://doi.org/10.1002/ppp3.7>
- Isah, T. (2015). Rethinking Ginkgo biloba L.: Medicinal uses and conservation. *Pharmacog. Review*, 9(18), pp. 140-148. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.162137>
- Laurain-Mattar, D. (2000). Cultivation of Ginkgo biloba on a large scale. *Ginkgo biloba: medicinal and aromatic plants — industrial profiles*: R. Hardman (Series ed.), T.A. van Beek (Volume ed.). Chapter 4. Publisher: Harwood Academic Publishers, pp. 63-79.
- Del Tredici, P. (2000). The evolution, ecology, and cultivation of Ginkgo biloba. *Ginkgo biloba*. Australia, Canada, France, Germany, India, Japan, Luxembourg, Malaysia, The Netherlands, Singapore, Switzerland: Harwood academic publishers, pp. 7-23.
- Ostudimov, A.O. & Guz, M.M. (2010). Peculiarities of ginkgo biloba seed reproduction. *Scientific Bulletin of UNFU*, 20(11), pp. 8-16 [in Ukrainian].
- Ivaniuk, T.M., Kotiuk, L.A., Krasevych, N.O., Trofymenko, P.I. & Mykhaylovs'kyi, L.V. (2013). *Botanichnyy sad Zhytomyrs'koho natsional'noho ahroekolohichnoho universytetu: inform.-dovid*. Putivnyk: Zhytomyr: Zhytomyrs'kyi natsional'nyi ahroekolohichnyy universytet, pp. 149-150.
- Lin, H.Y., Li, W.H., Lin, C.F., Wu, H.R. & Zhao, Y.P. (2022). International biological flora: Ginkgo biloba. *J. Ecol.*, 110(4), pp. 951-982. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13856>
- Kayser, O. & Quax, W.J. (Eds.) (2006). *Medicinal plant biotechnology: from basic research to industrial applications*. Chap. 21. Wiley-VCH, pp. 493-514. <https://doi.org/10.1002/9783527619771.ch21>
- Leontiak, H.P. (2016, May). Hinkho dvopolateve — velyke maybutnie v Ukraini ta Moldovi. *Perspektyvy rozvytku lisovoho ta sadovo-parkovoho hospodarstva*. Materialy Vseukr. nauk.-prakt. konferentsii. Uman': VPTs «Vizavi» pp. 25-35 [in Ukrainian].
- Davies, T. (2022). The (UK) national plant collection of Ginkgo biloba & Cultivars. *Res. Int.* Retrieved from <https://www.npcginkgo.org/npcginkgo>
- Šmarda, P., Horová, L., Knápek, O., Dieck, H., Dieck, M., Ražná, K., Hrubík, P., Orlóci, L., Papp, L., Veselá, K., Veselý, P. & Bureš, P. (2018). Multiple haploids, triploids, and tetraploids found in modernday “living fossil” Ginkgo biloba. *Hortic. Res.*, 5(1), pp. 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41438-018-0055-9>
- Filipczak, J. (Ed.). (2013). *Katalog rasteniy (derev'ia, kustarniki, mnogoletniki rekomendovannye Soiuzom Pol'skikh Pitomnikov)*. Warszawa, Polska: Agencja Promocji Zieleni Sp. z o.o. pp. 26-29.
- Shumyk, M.Ĭ., Kliuienko, O.V., Korkulenko, O.M., Popil, N.Ĭ. & Ostapyuk, V.M. (2018). Ontomorphogenesis of summergreen (deciduous) species of the genus *Rhododendron* L. ex situ. *Plant Int.*, 3, pp. 39-51. *Res. Int.* Retrieved from <http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0001035561> [in Ukrainian].
- Leshcheniuk, O.M. & Mazura M.Yu. (2021). Changes in the anatomical parameters of the leaves of Forsythia europaea Degen & Bald. caused by motor vehicle emissions. *Sci. Bulletin of UNFU.*, 31(5), pp. 29-35. <https://doi.org/10.36930/40310504> [in Ukrainian].
- Vlasenko, N.O. (2025). Strategies for tree adaptation to urban environments. *Sci. Bulletin of UNFU.*, 35 (1), pp. 9-15. <https://doi.org/10.36930/40350101> [in Ukrainian].
- Nuzhyna, N.V. & Palagecha, R.M. (2020). Anatomic features of leaf of relict plant species in connection with drought resistance. *Pryrodnychyy al'manakh (biolohichni nauky)*, 28, pp. 75-84. <https://doi.org/10.32999/ksu2524-0838/2020-28-7> [in Ukrainian].
- Krugliak, Yu. (2018). Morphometric characteristics of stomata of plants *Philadelphus* L. genus in connection with their drought resistance. *Biol. Syst.*, 10(2), pp. 193-197. <https://doi.org/10.31861/biosystems2018.02.193>

18. Shchyrova, Yu.V., Serbin, A.H. & Kartmazova, L.S. (2002). Morfoloho-anatomichne doslidzhennia lystiv hinkho dvolopatevoho. Visnyk farmatsii, 4(32), pp. 19-22. Res. Int. Retrieved [https://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/1336/1/19-22\(1\).pdf](https://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/1336/1/19-22(1).pdf) [in Ukrainian].
19. Rymar, Yu.Yu., Pronina, O.V., Kiriziy, D.A., Duplii, V.P., Morgun, B.V. & Stasik, O.O. (2025). Characteristics of flag leaf stomata in relation to gas exchange rate and drought tolerance in related spring wheat species. Fiziol. rosl. genet., 57(1), pp. 64-82. <https://doi.org/10.15407/frg2025.01.064> [in Ukrainian].
20. Xu, Z. & Zhou, G. (2008). Responses of leaf stomatal density to water status and its relationship with photosynthesis in a grass. J. Exp. Bot., 59(12), pp. 3317-3325. <https://doi.org/10.1093/jxb/ern185>
21. Voleníková, M. & Tichá, I. (2001). Insertion profiles in stomatal density and sizes in *Nicotiana tabacum* L. plantlets. Biol. Plant., 44(2), pp. 161-165. <https://doi.org/10.1023/A:1017982619635>
22. Chen, L.Q., Li, C.S., Chaloner, W.G., Beerling, D.J., Sun, Q.G., Collinson, M.E. & Mitchell, P.L. (2001). Assessing the potential for the stomatal characters of extant and fossil *Ginkgo* leaves to signal atmospheric CO₂ change. American J. Bot., 88(7), pp. 1309-1315. <https://doi.org/10.2307/3558342>
23. Liu, C., Sack, L., Li, Y., Zhang, J., Yu, K., Zhang, Q., He, N. & Yu, G. (2023). Relationships of stomatal morphology to the environment across plant communities. Nature Comm., 14(1), Art. 6629. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-42136-2>
24. Rymar, Yu.Yu., Pronina, O.V., Duplii, V.P. & Morgun, B.V. (2023). Peculiarities of stomata morphology in bread wheat. Faktory eksperymental'noi evoliutsii orhanizmyv, 32, pp. 120-124. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.7124/FEEO.v32.1547>
25. Demchenko, N., Futorna, O., Badanina, V., Smirnov, O., Olshanskyi, I. & Taran, N.T. (2019). Stomata complexes of leaves of leaf-declining representatives of Magnoliaceae as a markers of a thermoregulatory and microclimate-forming ability of plants. Ekol. Nauk., 1(24), pp. 149-159. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-1-24-1-27>
26. Kryvoruchko, A.P. & Bessonova, V.P. (2018). Anatomical leaves characteristics of *Quercus rubra* L. and *Quercus robur* L. and stand density. Ukrainian J. Ecol., 8(1), pp. 64-71. https://doi.org/10.15421/2017_188
27. Atramentova, L.O. & Utiyev's'ka, O.M. (2007). Biometriia. Ch. II. Porivniannia hrup i analiz zv'iazku. Kharkiv: Ranok [in Ukrainian].
28. Atramentova, L.O. & Utiyev's'ka, O.M. (2014). Statystyka dlia biolohiv. Kharkiv: NTMT [in Ukrainian].
29. Roth-Nebelsick, A. & Krause, M. (2023). The plant leaf: A biomimetic resource for multifunctional and economic design. Biomim., 8(2), pp. 1-32. <https://doi.org/10.3390/biomimetics8020145>
30. Kramp, R.E., Liancourt, P., Herberich, M.M., Saul, L., Weides, S., Tielbörger, K. & Májeková, M. (2022). Functional traits and their plasticity shift from tolerant to avoidant under extreme drought. Ecol., 103(12), pp. 1-8. <https://doi.org/10.1002/ecy.3826>
31. Nedukha, O.M. (2015). Klitynna obolonka roslyn i faktory seredovyscha. Kyiv: AI'terpres. Res. Int. Retrieved https://www.botany.kiev.ua/doc/nedyx_2015.pdf [in Ukrainian].
32. Hetherington, A.M. & Woodward, F.I. (2003). The role of stomata in sensing and driving environmental change. Nature, 424, pp. 901-908. <https://doi.org/10.1038/nature01843>
33. Lawson, T. (2009). Guard cell photosynthesis and stomatal function. New Phytol., 181(1), pp. 13-34. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02685.x>
34. Stobel, D.W. & Sundberg, M.D. (1983). Stomatal density in leaves of various xerophytes: a preliminary study. J. Minnesota Acad. Sci., 49 (2), pp. 7-9. Res. Int. Retrieved <https://digitalcommons.morris.umn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1841&context=jmas>
35. Xi, J.J., Chen, H.Y., Bai, W.P., Yang, R.C., Yang, P.Z., Chen, R.J., Hu, T.M. & Wang, S.M. (2018). Sodium-related adaptations to drought: New insights from the xerophyte *Zygophyllum xanthoxylum*. Front. Plant Sci., 9, Art. 1678, pp. 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01678>
36. Zhygalova, S.L. & Futorna, O.A. (2013). The micromorphological features of *Gladiolus imbricatus* L. (Iridaceae Juss.). Modern Phytomorphol., 3, pp. 273-280 [in Ukrainian].
37. Guan, Z.J., Zhang, S.B., Guan, K.Y., Li, S.Y. & Hu, H. (2011). Leaf anatomical structures of *Paphiopedilum* and *Cypripedium* and their adaptive significance. J. Plant Res., 124, pp. 289-298.

Отримано 05.05.2026. Схвалено до друку 27.05.2026. Опубліковано 16.06.2026

ASSESSMENT OF THE XEROMORPHIC TRAITS OF *GINKGO BILOBA* L.
CULTIVARS BASED ON THE MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF LEAVES
AND THE STOMATAL APPARATUS

N.V. Tsybrovska¹, R.A. Yakymchuk^{1,2}, A.V. Konopelko¹, V.M. Hrabovyi¹

¹National Dendrological Park «Sofiyivka», National Academy of Sciences of Ukraine
12-a Kyivska St., Uman 20300, Ukraine

²Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine
31/17 Vasylkivska St., Kyiv 03022, Ukraine
e-mail: nadjacyb1989@ukr.net

Ginkgo biloba L. is a valuable relict species that combines high ornamental appeal, pharmacological importance, and resistance to a range of adverse environmental factors. In modern landscaping, more than 300 cultivars of *G. biloba* are used, differing in their morphological and ornamental characteristics. However, the use of the cultivar diversity of *G. biloba* in urban plantings requires consideration not only of their decorative value but also of their resistance to unfavorable environmental factors, primarily drought. The relevance of this study arises from the need to identify *G. biloba* cultivars most suitable for cultivation under the arid conditions of urbanized areas, as well as to investigate xeromorphic traits that reflect the adaptive potential of plants and may serve as criteria for their selection in urban greening. The aim of the study was to examine the morphometric characteristics of leaf blades and parameters of the stomatal apparatus in *G. biloba* plants and its various cultivars, and to identify genotypes with the highest expression of xeromorphic traits and adaptive capacity to water deficit. Morphometric measurements of the stomatal apparatus were carried out using the epidermal imprints method. The main morphometric parameters of leaves, as well as quantitative and morphometric characteristics of the stomatal apparatus components — including stomatal density, stomatal area, stomatal pore area, stomatal index, and xeromorphy index — were determined. Significant cultivar-specific differences were identified in a complex of leaf morphological and anatomical traits, which may reflect varying levels of xeromorphy and potential drought tolerance. It was established that the leaf surface area of *G. biloba* cultivars varies widely, ranging from 2.2 to 35.2 cm², with the lowest values recorded in the cultivars ‘Chotek’ (needle-like leaves), ‘Saratoga’, and ‘Mariken’, being 4.1–16.0 times lower than in the control. This indicates a high degree of xeromorphic expression in these cultivars based on leaf morphometric characteristics. Based on the complex of xeromorphic characteristics of the stomatal apparatus (minimum stomatal area and high values of the stomatal index, and xeromorphy index), the cultivars ‘Mariken’, ‘Chotek’, ‘Troll’, and ‘Fastigiata’ were distinguished, indicating their considerable adaptive potential under conditions requiring optimized water use and suggesting their tolerance to moisture deficit. Given that these cultivars exhibit the broadest range of strongly expressed xeromorphic traits — including small leaf area and reduced dimensions of stomatal apparatus elements, along with high stomatal density, stomatal index, and xeromorphy index — their use should be prioritized when planning resilient urban green spaces.

Key words: *Ginkgo biloba* L., stomatal apparatus, xeromorphic traits, stomatal density, stomatal index, xeromorphy index.

ORCID

Н.В. ЦИБРОВСЬКА — N.V. Tsybrovska <https://orcid.org/0009-0001-9268-6657>

Р.А. ЯКИМЧУК — R.A. Yakymchuk <https://orcid.org/0000-0002-6249-4304>

А.В. КОНОПЕЛЬКО — A.V. Konopelko <https://orcid.org/0000-0002-5214-6170>

В.М. ГРАБОВИЙ — V.M. Hrabovyi <https://orcid.org/0000-0001-7623-1874>