

DOI: 10.32999/ksu2524-0838/2020-28-7

УДК 581.522.5, 581.54

Нужина Н.В., Палагеча Р.М.

## АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛИСТКА РЕЛІКТОВИХ ВИДІВ РОСЛИН У ЗВ'ЯЗКУ З ПОСУХОСТІЙКІСТЮ

ННЦ «Інститут біології та медицини»

Київського національного університету імені Тараса Шевченка, м.Київ, Україна

e-mail: nuzhynan@gmail.com; palagecha@ukr.net

Внаслідок інтенсивного техногенного розвитку темпи глобальних кліматичних змін зростають. Зокрема це проявляється в різких перепадах температур, зростанні кількості аномально високих температур, тривалих періодах з малою кількістю опадів. Вивчення реліктових видів рослин, які неодноразово перенесли глобальні кліматичні зміни, може допомогти зрозуміти напрямки розвитку адаптивних механізмів, спрямованих зокрема на подолання проблеми посухи. Досліджено анатомічну будову листків реліктових рідкісних видів *Magnolia obovata*, *M. denudata*, *M. kobus*, *Ginkgo biloba*. Визначено відносну посухостійкість даних видів за оводненістю тканин, водним дефіцитом та втратою води за 1 годину в'янення. Всі досліджені рослини можна вважати достатньо посухостійкими. Дані види можна розмістити у порядку зменшення посухостійкості: *G. biloba* → *M. kobus* → *M. obovata* → *M. denudata*. Разом з цим, захист від умов з недостатньою кількістю води на анатомічному рівні проявлений по-різному. Зокрема, у *M. kobus* та *M. obovata* ксерофітними ознаками є менше кутикулярне випаровування за рахунок дрібноклітинності епідерми, велика кількість продихів, що дає змогу інтенсивніше поглинати воду, більший відсоток палісадного мезофілу, в якому клітини щільно розташовані. Листки *M. denudata* мають потовщену епідерму з обох боків, проте зовнішня клітинна стінка потовщена лише з адаксіального боку. Адаптивними ознаками *G. biloba* до посушливих умов є потовщення листкової пластинки, епідерм з обох боків та особливо їх зовнішніх оболонок, заглиблення продихів, зменшення розмірів листкової пластинки, більша, порівняно з магноліями, оводненість листків. Отже, рослини *G. biloba*, що мають глибоку стрижневу кореневу систему і менше залежать від опадів, більше пристосовані на рівні листка до утримання наявної води, а у магнолій, що мають поверхневу кореневу систему, листок адаптований в напрямку швидкого інтенсивного поглинання води під час випадання опадів.

**Ключові слова:** *Magnolia*, *Ginkgo*, анатомія листка, посухостійкість.

Nuzhyna N.V., Palagecha R.M.

## ANATOMIC FEATURES OF LEAF OF RELICT PLANT SPECIES IN CONNECTION WITH DROUGHT RESISTANCE

Due to intensive technological development, the pace of global climate change is increasing. In particular, it is manifested in sharp differences in temperatures, an increase in the number of abnormally high temperatures, long periods with low rainfall. Studying the relict species of plants that have multiple undergone global climate changes can help to understand the direction of developing adaptive mechanisms, in particular to overcome the drought problem.

The anatomical structure of the leaf of the relict rare species *Magnolia obovata*, *M. denudata*, *M. kobus*, *Ginkgo biloba* was investigated. The relative drought resistance of these species in terms of tissue hydration, water deficit, and water loss for 1 hour wilting was determined. All studied plants can be considered sufficiently drought-tolerant. These species can be placed in the order to reduce of drought resistance: *G. biloba* → *M. kobus* → *M. obovata* → *M. denudata*. At the same time, protection against conditions with insufficient amount of water at the anatomical level is manifested differently. In particular, xerophytic features of *M. kobus* and *M. obovata* are less cuticular evaporation due to the small epidermal cells, and a large number of stomata, which allows more intense absorption of water, and a greater percentage of palisade mesophyll, in which the cells are tightly located. *M. denudata* leaves have a thick epidermis on both sides, but the outer cell wall is thickened only on the adaxial side. Adaptive signs of *G. biloba* to arid conditions are thickenings of the leaf blade, of the epidermis on both sides and especially their outer shells, a stomata are deepened, reducing the size of the leaf blade, greater wateriness of leaves in comparison with magnolias. Therefore, *G. biloba* plants with a deep taproot system and less dependent on rainfall, more adapted at leaf level to retain existing water, and in magnolias having a fibrous root system, the leaf is adapted in the direction of rapid intense water absorption during fallout precipitation.

**Keywords:** *Magnolia*, *Ginkgo*, leaf anatomy, drought resistance.

Одними з факторів, що супроводжують глобальне потепління, є різкі коливання температури, спека та довготривалі посухи влітку, що негативно впливають на ріст та розвиток рослин. Дослідження реліктових рослин, які неодноразово перенесли глобальні кліматичні зміни, може допомогти зрозуміти напрямок розвитку адаптивних механізмів, спрямованих на подолання даної проблеми. Серед голонасінних реліктових рослин важливе місце займає *Ginkgo biloba* L. Під час Юрського періоду рослини класу *Ginkgopsida* були поширені майже на всій земній кулі. Проте, в кінці Крейдяного періоду залишився лише один рід гінкго. На сьогодні рослини *Ginkgo biloba* у природі зустрічаються лише на території Китаю [9]. Одними з перших покритонасінних рослин, що з'явилися в кінці Крейдяного періоду є рід *Magnolia* L. Після льодовикового періоду магнолії у природі зустрічаються на територіях Східної Азії, Північної та Центральної Америки [14]. Завдяки високій декоративності, а також вмісту різноманітних біологічно активних речовин [4, 11, 19, 26], ці рослини ціняться по всьому світу та активно інтродуються. У зв'язку з цим більшість робіт, присвячених вивченню адаптаційних особливостей цих реліктових рослин, полягають у дослідженні холодостійкості [7, 14, 18], тоді як посухостійкості магнолій та гінкго не було приділено достатньо уваги. На анатомічному рівні більше уваги приділялося саме будові стебла та морозостійкості [22, 25], будові квітки та вирішенню питань систематики [8, 12, 17, 20], однак, вивчення будови листка, більш поліфункціонального і пластичного органу, дозволить пролити додаткове світло на розуміння адаптаційних особливостей рослин. Метою дослідження було виявити зв'язок анатомічної будови представників роду *Magnolia* та *Ginkgo* з їх посухостійкістю.

#### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Об'єктами дослідження були 4 види листопадних магнолій з колекції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна: *Magnolia obovata* Thunb., *M. denudata* Desr., *M. kobus* DC., а також *Ginkgo biloba* L.

*Ginkgo biloba* – сучасною батьківщиною якого вважають гору Тяньму, 1506 м н. р. м., та провінції Гуйчжоу, Гуансі, Сичуань [9]. Вид занесений до Червоного списку IUCN (категорія EN).

*Magnolia denudata* – вид, занесений до Червоного списку Китаю, батьківщиною є провінції Китаю (Аньхой, Фуцзянь, Чжейянґ, Хунань, Гуандун, Цзянсу, Гуйчжоу) [6]. Вид занесений до Червоного списку IUCN (категорія LC).

*Magnolia obovata* – у природі зростає переважно в Японії (Хоккайдо, Сикоку, Кюсю, Хонсю) на висоті 600 - 1800 м н. р. м. та на Курильських островах [6]. Вид занесений до Червоного списку IUCN (категорія LC).

*Magnolia kobus* – зростає у Центральній і Північній Японії та Кореї [24].

Для виготовлення анатомічних зрізів листки однорічних рослин фіксували у розчині FAA і заливали в желатин за стандартною методикою [15]. Поперечні зрізи завтовшки 15 – 20 мкм виготовляли за допомогою заморожуючого мікротома. Зрізи забарвлювали сафраніном, I<sub>2</sub> – KI. З метою вивчення структур епідерми проводили мацерацію листків. Епідерму листової пластинки описували за методиками Fatemeh Zarinkamar [21]. Мікроскопічні виміри проводили за допомогою мікроскопа XSP - 146TR та програми Image J.

З метою визначення посухостійкості рослин за методикою Жанґа і Тохтаря [23] вимірювали: оводненість тканин, водний дефіцит та втрату води за 1 годину в'янення.

Статистична обробка даних проводилась за допомогою програми Prism GraphPad 6 (GraphPad Software, Inc, 2012, USA). Достовірність результатів визначали за ANOVA з поправкою Tukey для порівняння різних видів.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Основною причиною погіршення стану зелених насаджень великих міст є недостатня кількість вологи в посушливі періоди. Одним з відносних показників посухостійкості є оводненість стебел (рис. 1). За даним показником найбільш посухостійким виявився *Ginkgo biloba*. Проте, рівень оводненості листя *M. obovata* та *M. denudata* також вказує на високу посухостійкість цих видів. Відносно меншою оводненістю характеризуються вид *M. kobus*.

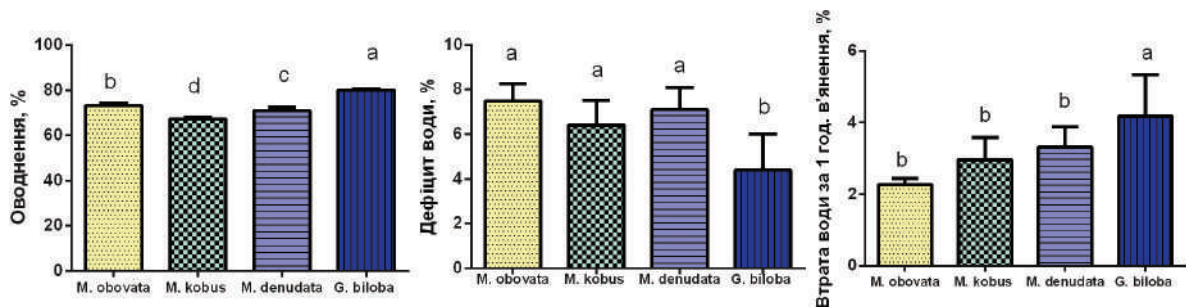


Рис. 1. Показники посухостійкості представників роду *Magnolia* та *Ginkgo*. Подібні літери вказують на відсутність достовірних відмінностей між видами

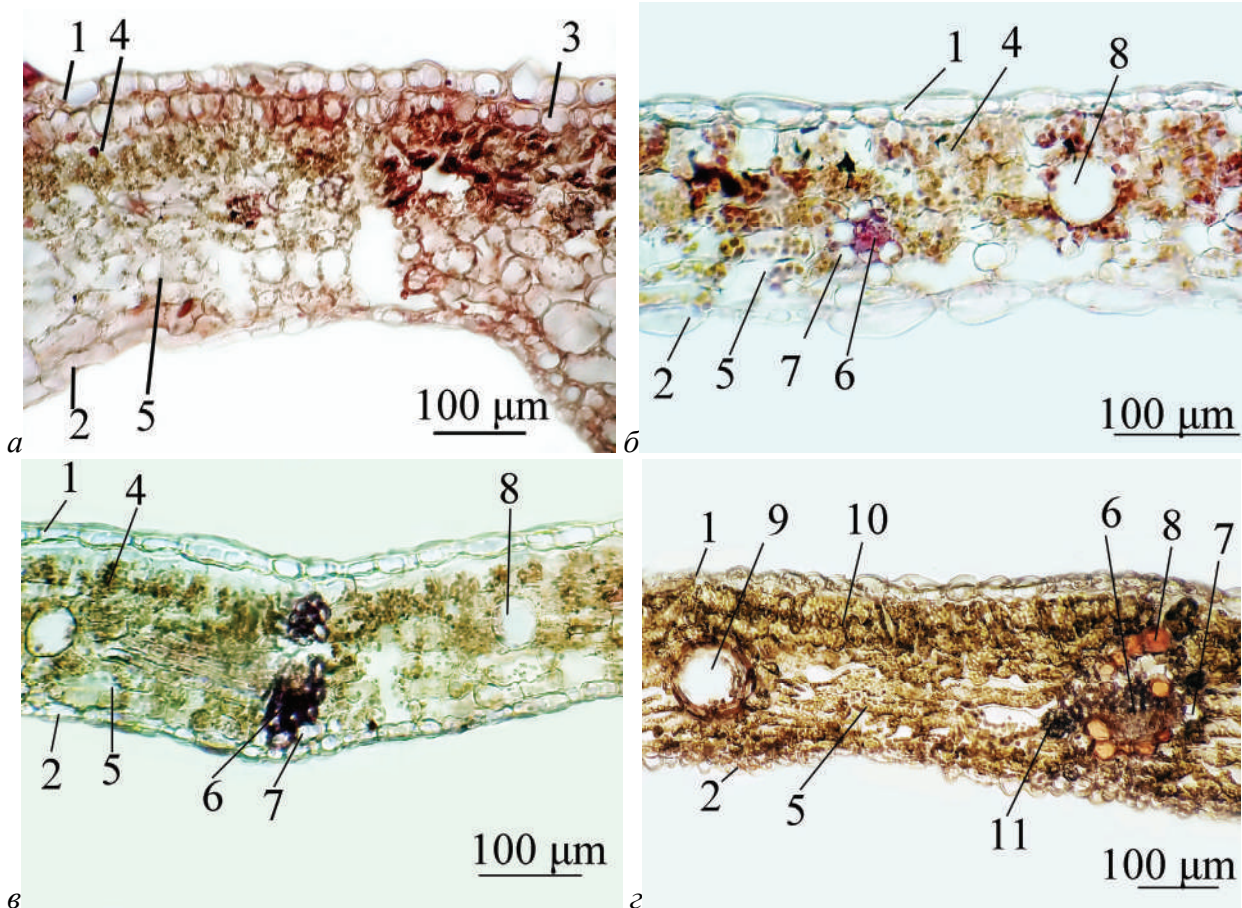
Водний дефіцит характеризує міру недонасиченості водою рослинних клітин у звичайних умовах. За даним показником досліджені види магнолій не відрізнялись достовірно між собою, тоді як листки *Ginkgo biloba* мали значно нижчий дефіцит води (рис. 1), що опосередковано вказує на більшу посухостійкість цих рослин. В цілому, за цим показником всі досліджені види за шкалою Жанґа і Тохтаря [23] характеризуються високою посухостійкістю (< 10%).

Також, було виміряно втрату води за одиницю часу під час в'янення. Всі магнолії та *Ginkgo biloba* за годину втрачали до 10% води, що відповідає високій здатності рослин утримувати воду, а отже і високій посухостійкості. Разом з цим, листя *Ginkgo biloba*

втратило відносно найбільше води за одну годину в'янення, що, можливо пов'язано зі значно розвинутішою провідною системою та наявністю секреторних схізогенних каналів (рис. 2 а-г), порівняно з магноліями, та втратою води в першу чергу через ці структури після відрізання листка. Показники водного дефіциту та оводненості листя вказують на більшу посухостійкість гінкго, порівняно з магноліями, проте, всі досліджені види можна вважати посухостійкими.

Одну з ведучих ролей у посухостійкості рослин відіграє їх анатомо-морфологічна структура. Анатомічна будова листків досліджених магнолій в цілому подібна. Листки магнолій дорсовентральні, гіпостоматичні, продихи парацитного типу, розміщені на рівні епідермоцитів. Епідермоцити трьох видів магнолій з обох боків мають розпластану проекцію іноді зустрічаються клітини з витягнутою проекцією та крупно-хвилястими обрисами (рис. 3 а). Листок вкритий одношаровою епідермою з потовщеною кутикулою. Палісадний мезофіл представлений двома шарами, до епідерми прилягає шар з витягнутих циліндричних клітин, другий шар має значно менший коефіцієнт витягнення. Губчастий мезофіл складається з 3 – 4 шарів клітин округлої форми з великими міжклітинниками. В мезофілі розміщені великі ідіобласти. Провідна система представлена колатеральними пучками, оточеними одним шаром клітин паренхімної обкладки. Разом з цим, були виявлені деякі якісні відмінності у будові листків різних видів магнолій. Зокрема у *M. denudata* в області центральної жилки під адаксіальною епідермою може розміщуватись коленхіматизована гіподерма, епідермоцити мають потовщені клітинні стінки, губчастий мезофіл товщий і складається з 4 - 6 шарів (рис. 2 а). У *M. denudata* в області центральної жилки з обох боків листка виявлені довгі багатоклітинні незалозисті трихоми, тоді як у *M. obovata* такі поодинокі трихоми наявні лише з абаксіального боку, а у *M. kobus* вони взагалі відсутні.

Листки у гінкго гіпостоматичні, що відмічено і іншими дослідниками [3, 16], хоча деякі дослідники відмічали наявність невеликої кількості продихів з адаксіального боку [5]. Продихи дещо заглиблені, над щілиною нависає кутикулярний валик. Продихи циклоцитного типу, мають більші розміри, розміщені невпорядковано та спостерігаються у значно меншій кількості на одиницю площі поверхні, порівняно з такими у магнолій (рис. 3 б, табл. 1). Епідермоцити гінкго з адаксіального боку переважно витягнутої проекції з крупно-хвилястими обрисами та розміщені більш впорядковано, з нижнього боку переважали епідермоцити з хвилястими обрисами та витягнутою або розпластаною проекцією. В мезофілі листка гінкго великі схізогенні канали чергуються з колатеральними пучками (рис. 2 г), гарно розвинуті пучки оточені тонкостінними клітинами паренхімної обкладки та зустрічаються склеренхімні скупчення над та під колатеральними пучками. Спостерігається велика кількість включень оксалату кальцію у вигляді друз, особливо в області провідних пучків. Листок є дорсовентральним. З боку адаксіальної епідерми щільно розміщено два-три шари складчастої хлоренхіми, характерної для голонасінних, з абаксіального боку прилягає 4 - 6 шарів губчастої хлоренхіми з великими міжклітинниками.



**Рис. 2. Мікрофотографія поперечного перерізу листка:**

а) *M. denudata*, б) *M. obovata*, в) *M. kobus*, г) *Ginkgo biloba*. Де: 1 - адаксіальний епідерміс, 2 - абаксіальний епідерміс, 3 - коленхіматизована гіподерма, 4 - стовпчаста паренхіма, 5 - губчаста паренхіма, 6 - провідий пучок, 7 - паренхімна обкладка провідного пучка, 8 - ідіобласт, 9 - схізогенне вмістилище, 10 - складчастий мезофіл, 11 - включення оксалатів кальцію.

Товщина листка найбільша в *M. denudata* та *G. biloba*  $284,95 \pm 43,47$  мкм та  $266,54 \pm 15,88$  мкм відповідно, достовірно менший цей показник у *M. obovata*  $175,47 \pm 29,50$  мкм та найменший у *M. kobus*  $157,26 \pm 9,56$  мкм. Найбільша товщина листка у *M. denudata* позитивно корелює з високими значеннями таких показників, як товщина епідерми з обох боків листка, товщина зовнішньої клітинної стінки адаксіальної епідерми, товщина стовпчастого та губчастого мезофілів (рис. 4 а – г). Відносно велика площа епідермоцитів, гарно розвинуті міжклітинники губчастого мезофілу, не потовщена зовнішня клітинна стінка абаксіальної епідерми є мезофітними ознаками даного виду.

Такі ознаки *G. biloba*, як мала листкова пластинка, товсті зовнішні клітинні стінки верхньої та нижньої епідерм, заглиблені прорихи вказують на ксерофітність даних рослин.

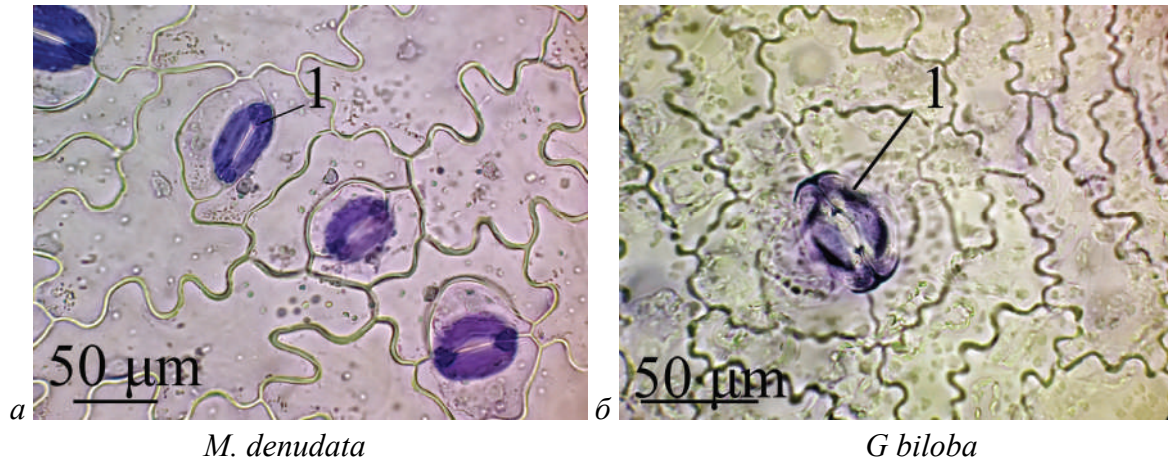


Рис. 3. Мікрофотографія абаксіальної епідерми листка:  
а) *M. denudata*, б) *G. biloba*. 1 - продих

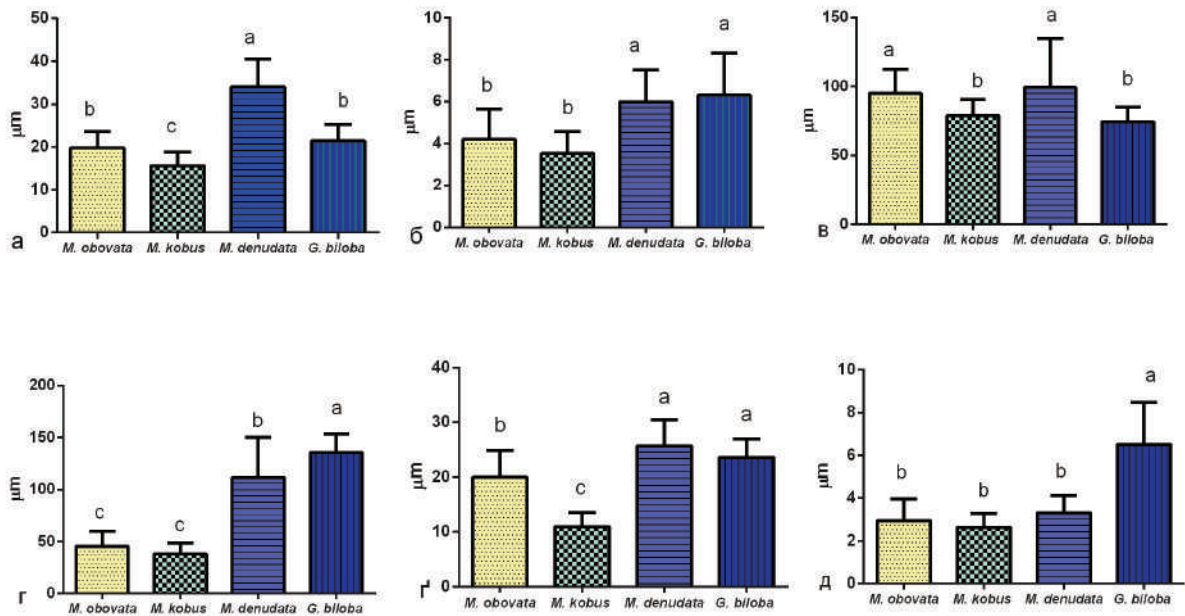


Рис. 4. Морфометричні параметри листка:

а) товщина адаксіальної епідерми, б) товщина зовнішньої клітинної стінки адаксіальної епідерми, в) товщина стовпчастої (складчастої) паренхіми, г) товщина губчастої паренхіми, д) товщина абаксіальної епідерми, е) товщина зовнішньої клітинної стінки абаксіальної епідерми. а, б, с: подібні літери вказують на відсутність достовірної різниці

Велика кількість продихів у *M. kobus* (табл.) сприяє інтенсивнішій транспірації, а отже і ефективнішому поглинанню води при водному стресі [2, 13]. Ксерофітною ознакою є також найдрібніші епідермальні клітини, мають потовщений кутиновий шар, що захищає рослину від патогенів, а також обмежує втрату води через транспірацію [1, 10].

*M. obovata* за своїми морфометричними параметрами ближче до *M. kobus* ніж до *M. denudata*. Також, ознакою, що сприяє витримувати посушливі умови є найбільший

показник палісадності 2,09 порівняно з 2,06 у *M. kobus*, 0,88 у *M. denudata* та 0,55 у *G. biloba*.

Таблиця

**Морфометричні показники епідерми чотирьох раритетних видів**

Вид\параметр	Площа епідермоцитів, мкм <sup>2</sup>		Продихи з абаксіального боку		
	адаксіальний	абаксіальний	кількість, шт. / мм <sup>2</sup>	довжина, мкм	ширина, мкм
<i>M. obovata</i>	3461 ± 622 b	2658 ± 741 b	93,58 ± 10 b	26,57 ± 3,77 c	16,96 ± 2,46 c
<i>M. kobus</i>	2131 ± 613 c	1191 ± 350 d	243,38 ± 13,32a	23,72 ± 3,46 d	14,70 ± 1,86 d
<i>M. denudata</i>	4803 ± 1183 a	4438 ± 1319 a	67,87 ± 3,88 c	39,81 ± 3,84 b	24,20 ± 2,45 b
<i>G. biloba</i>	4309 ± 954 a	1882 ± 415 c	48,24 ± 11,38 d	50,29 ± 4,27 a	38,96 ± 3,86 a

Всі досліджені рослини можна вважати достатньо посухостійкими, однак, захист від умов з недостатньою кількістю води на анатомічному рівні проявлений по-різному. Зокрема, у *M. kobus* та *M. obovata* ксерофітними ознаками є менше кутикулярне некероване випаровування за рахунок дрібноклітинності епідерми та великої кількості продихів, останнє дає змогу інтенсивніше поглинати воду, більшого відсотка палісадного мезофілу, в якому клітини щільно розташовані, а отже водозабезпечення клітин йде з меншими втратами. Листки *M. denudata* мають потовщену епідерму з обох боків, проте зовнішня клітинна стінка потовщена лише з адаксіального боку. Таким чином, можна розмістити досліджені види магнолій у порядку зменшення посухостійкості: *M. kobus* → *M. obovata* → *M. denudata*.

Адаптивними ознаками *G. biloba* до посушливих умов є потовщення листкової пластинки, епідерм з обох боків та особливо їх зовнішніх оболонки, заглиблення продихів, зменшення розмірів листкової пластинки, більша, порівняно з магноліями оводненість листків. Отже, рослини *G. biloba* більше пристосовані на рівні листка до утримання води, а магнолії – до швидкого поглинання води під час випадання опадів, що ймовірно пов'язано з відмінністю будови кореневої системи: магнолії – поверхнева, гінкго – стрижнева.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Baker E.A. Chemistry and morphology of plant epicuticular waxes. In The plant cuticle (D.F. Cutler, K.L. Alvin and C.E. Price, eds.). Academic Press, London, 1982;139-165.
2. Beering DJ, Kelly CK. Evolutionary comparative analyses of the relationship between leaf structure and function. New Phytologist. 1996;134:35-51.
3. Bercu R. Anatomy of Ginkgo biloba L. leaf (Ginkgoaceae). Annals of the Romanian Society for Cell Biology. 2013; 18(1):223-227.
4. Chen L, Zhang Ch, Han Y, Meng X, Zhang Y, Chu H, Ma H. Ginkgo biloba Extract (EGb) Inhibits Oxidative Stress in Neuro 2A Cells Overexpressing APPsw. BioMed Research International. 2019; 1: Article ID 7034983, 9 p. DOI.org/10.1155/2019/7034983
5. Chen LQ, Li CS. The epidermal characters and stomatal development of Ginkgo biloba. Bull Bot Res. 2004;24:418-422.
6. Cicuzza D, Newton A, Oldfield S. The Red List of Magnoliaceae. Cambridge, UK; 2007. 56 p.
7. Deng Sh, Ma J, Zhang L, Chen F, Sang Z, Jia Zh, Ma L. De novo transcriptome sequencing and gene expression profiling of Magnolia wufengensis in response to cold stress. BMC Plant Biology. 2019;19:321. DOI: 10.1186/s12870-019-1933-5.

8. Deroin T. Floral anatomy of *Magnolia decidua* (Q.Y.Zheng) V.S.Kumar (Magnoliaceae): recognition of a partial pentamery. *Adansonia*. 2010; 32 (1): 39-55. <https://doi.org/10.5252/a2010n1a3>.
9. *Ginkgo Biloba*, ed. by Teris A. van Beek. Amsterdam: Harwood Academic, 2000.
10. Gunning BES, Steer MW. *Plant Cell Biology: Structure and Function*, Jones and Bartlett, Boston, Mass, USA: 1996; 120 pp.
11. Hongbing G, Huan W, Fengguo D. Determination of free phenolics and combined phenolics in foliage of *Magnolia sieboldii* K. Koch *Functional Materials*. 2016; 23(3): 437-442. <https://doi.org/10.15407/fm23.03.437>.
12. Hui L, Qiu-Yuan X, Marjorie R. Lundgren D, Qing Ye. Different water relations between flowering and leaf periods: a case study in flower-before-leaf-emergence *Magnolia* species. *Functional Plant Biology*. 2016; 44(11): 1098-1110. <https://doi.org/10.1071/FP16429>.
13. Larcher W. *Physiological Plant Ecology*. Third edition, Springer-Verlag, New York: 1995; 504 pp.
14. Palagecha R. Culture of magnolias in Ukraine. *Magnolia*. 2014; 49(95):11-30.
15. Romeis B. 1948. *Mikroskopische Technik*. München, R. Oldenbourg.
16. Rudall PJ, Rowland A, Bateman R. Ultrastructure of Stomatal Development in *Ginkgo biloba*. *International Journal of Plant Sciences*. 2012; 173(8): 849-860. DOI: 10.1086/667230.
17. Xu F, Rudall PJ. Comparative floral anatomy and ontogeny in Magnoliaceae. *Plant Systematics and Evolution*. 2006; 258(1-2): 1-15. DOI: 10.1007/s00606-005-0361-1.
18. Wang G, Cao F, Wang G, El-Kassaby YA. Role of temperature and soil moisture conditions on flavonoid production and biosynthesis-related genes in ginkgo (*Ginkgo biloba* L.) leaves. *Open Natural Products Chemistry and Research*. 2015; 3(1): 1000162. DOI: 10.4172/2329-6836.1000162.
19. Wang Zh, Perumalsamy H, Wang X, Ahn YJ. Toxicity and possible mechanisms of action of honokiol from *Magnolia denudata* seeds against four mosquito species. *Scientific Reports*. 2019; 9:Article number: 411. DOI: 10.1038/s41598-018-36558-y.
20. Wen-Zhe L, Khidir H, Ya-Ling W. From leaf and branch into a flower: *Magnolia* tells the story. *Bot Stud*. 2014; 55: 28. doi: 10.1186/1999-3110-55-28
21. Zarinkamar F. Stomatal observations in Dicotyledons. *Pakistan Journal Biology Science*. 2007; 2: 199-219. DOI:10.3923/pjbs.2007.199.219.
22. Yoshizawa N, Inami A, Miyake S, Ishiguri F, Yokota S. Anatomy and lignin distribution of reaction wood in two *Magnolia* species. *Wood Science and Technology*. 2000; 34(3): 183-196. DOI:10.1007/s002260000046
23. Жанг ДХ, Тохтарь ВК. Исследование засухоустойчивости перспективных видов *Momordica charantia* L. и *M. Balsamina* L. (Cucurbitaceae) *Научные ведомости. Серия Естественные науки*. 2011; 9 (104): Вып. 15: 43-47.
24. Коршук ТП, Палагеча РМ. Магнолії (*Magnolia* L.). Київ. нац. ун-т ім. Т.Шевченка. К., 2007;208.
25. Нужина НВ, Палагеча РМ. Особливості анатомічної будови пагонів різних за походженням видів магнолій. *Інтродукція рослин*. 2011;1:81-86.
26. Палагеча Р, Лісняк І. Визначення протипухлинної активності екстрактів поліфенолів групи флавоноїдів: магнололу, гонокіолу та обоватолу отриманих з кори магнолій (*Magnolia* L.). *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття*. 2014;1:47-51.



REFERENCE

1. Baker E.A. Chemistry and morphology of plant epicuticular waxes. In The plant cuticle (D.F. Cutler, K.L. Alvin and C.E. Price, eds.). Academic Press, London, 1982; p.139-165.
2. Beering DJ, Kelly CK. Evolutionary comparative analyses of the relationship between leaf structure and function. *New Phytologist*. 1996;134:35-51.
3. Bercu R. Anatomy of *Ginkgo biloba* L. leaf (Ginkgoaceae). *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 2013; 18(1):223-227.
4. Chen L, Zhang Ch, Han Y, Meng X, Zhang Y, Chu H, Ma H. *Ginkgo biloba* Extract (EGb) Inhibits Oxidative Stress in Neuro 2A Cells Overexpressing APPsw. *BioMed Research International*. 2019; 1: Article ID 7034983, 9 p. DOI.org/10.1155/2019/7034983
5. Chen LQ, Li CS. The epidermal characters and stomatal development of *Ginkgo biloba*. *Bull Bot Res*. 2004;24:418-422.
6. Cicuzza D, Newton A, Oldfield S. *The Red List of Magnoliaceae*. Cambridge, UK; 2007. 56 p.
7. Deng Sh, Ma J, Zhang L, Chen F, Sang Z, Jia Zh, Ma L. De novo transcriptome sequencing and gene expression profiling of *Magnolia wufengensis* in response to cold stress. *BMC Plant Biology*. 2019;19:321. DOI: 10.1186/s12870-019-1933-5.
8. Deroin T. Floral anatomy of *Magnolia decidua* (Q.Y.Zheng) V.S.Kumar (Magnoliaceae): recognition of a partial pentamery. *Adansonia*. 2010;32(1):39-55. <https://doi.org/10.5252/a2010n1a3>.
9. *Ginkgo Biloba*, ed. by Teris A. van Beek. Amsterdam: Harwood Academic, 2000.
10. Gunning BES, Steer MW. *Plant Cell Biology: Structure and Function*, Jones and Bartlett, Boston, Mass, USA: 1996; 120 p.
11. Hongbing G, Huan W, Fengguo D. Determination of free phenolics and combined phenolics in foliage of *Magnolia sieboldii* K. Koch *Functional Materials*. 2016; 23(3): 437-442. <https://doi.org/10.15407/fm23.03.437>.
12. Hui L, Qiu-Yuan X, Marjorie R. Lundgren D, Qing Ye. Different water relations between flowering and leaf periods: a case study in flower-before-leaf-emergence *Magnolia* species. *Functional Plant Biology*. 2016;44(11):1098-1110. <https://doi.org/10.1071/FP16429>.
13. Larcher W. *Physiological Plant Ecology*. Third edition, Springer-Verlag, New York: 1995; 504 p.
14. Palagecha R. Culture of magnolias in Ukraine. *Magnolia*. 2014;49(95):11-30.
15. Romeis B. 1948. *Mikroskopische Technik*. München, R. Oldenbourg.
16. Rudall PJ, Rowland A, Bateman R. Ultrastructure of Stomatal Development in *Ginkgo biloba*. *International Journal of Plant Sciences*. 2012;173(8):849-860. DOI: 10.1086/667230.
17. Xu F, Rudall PJ. Comparative floral anatomy and ontogeny in Magnoliaceae. *Plant Systematics and Evolution*. 2006; 258(1-2): 1-15. DOI: 10.1007/s00606-005-0361-1.
18. Wang G, Cao F, Wang G, El-Kassaby YA. Role of temperature and soil moisture conditions on flavonoid production and biosynthesis-related genes in ginkgo (*Ginkgo biloba* L.) leaves. *Open Natural Products Chemistry and Research*. 2015; 3(1): 1000162. DOI: 10.4172/2329-6836.1000162.

19. Wang Zh, Perumalsamy H, Wang X, Ahn YJ. Toxicity and possible mechanisms of action of honokiol from *Magnolia denudata* seeds against four mosquito species. *Scientific Reports*. 2019; 9:Article number: 411. doi: 10.1038/s41598-018-36558-y.
20. Wen-Zhe L, Khidir H, Ya-Ling W. From leaf and branch into a flower: *Magnolia* tells the story. *Bot Stud*. 2014; 55: 28. doi: 10.1186/1999-3110-55-28
21. Zarinkamar F. Stomatal observations in Dicotyledons. *Pakistan Journal Biology Science*. 2007; 2: 199-219. DOI:10.3923/pjbs.2007.199.219.
22. Yoshizawa N, Inami A, Miyake S, Ishiguri F, Yokota S. Anatomy and lignin distribution of reaction wood in two *Magnolia* species. *Wood Science and Technology*. 2000; 34(3): 183-196. DOI:10.1007/s002260000046
23. Zhang DH, Tohtar VK. Issledovanie zasuhoustoychivosti perspektivnyih vidov *Momordica charantia* L. i *M. Balsamina* L. (Cucurbitaceae) *Nauchnyie vedomosti. Seriya Estestvennyie nauki*. 2011; 9 (104): Vyip.15:43-47. [in Russian]
24. Korshuk TP, Palahecha RM. Mahnolii (*Magnolia* L.). *Kyiv. nats. un-t im. T.Shevchenka. K.*, 2007; 208 p. [in Ukrainian]
25. Nuzhyna NV, Palahecha RM. Osoblyvosti anatomichnoi budovy pahoniv riznykh za pokhodzhenniam vydiv mahnolii. *Introduktsiia roslyn*. 2011;1:81-86. [in Ukrainian]
26. Palahecha R, Lisniak I. Vyznachennia protypukhlynnoi aktyvnosti ekstraktiv polifenoliv hrupy flavonoidiv: mahnololu, honokiolu ta obovatolu otrymanykh z kory mahnolii (*Magnolia* L.). *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Introduktsiia ta zberezhennia roslynnoho riznomanittia*. 2014;1:47-51. [in Ukrainian]

*Стаття надійшла до редакції 06.02.2020.  
The article was received 06 February 2020.*