

Іллічевський, С. (1942). Нові південні культури в Полтавському ботанічному саду. *Голос Полтавщини*. 16 серпня. С. 3.

Іллічевський, С. (1942). Полтавський ботанічний сад. *Голос Полтавщини*. 12 лютого. С. 4.

Курінний, Ф. К. (1930). Ботанічна ділянка П. І. С. В. *Повний список рослин з короткими відомостями про джерела поповнення та засоби вирощування. Записки Полтавського Ін-ту Соціального Виховання*. Т. V за 1929–30 ак. рік. — Полтава: С. 230–253.

Самородов, В. М., Халимон, О. В. (2020). Роль професора С. О. Іллічевського в розвитку ботанічних та природоохоронних досліджень в Україні. *Біологія та екологія*. Т. 6, № 1–2. С. 92–100.

Сосін, П. Є. (1946). Попереднє повідомлення про можливості культури батату в Полтавській області. (Наслідки дослідів кафедри ботаніки в Ботанічному саді Полтавського Педінституту). *Наукові записки Полтавського державного педагогічного інституту: Ювілейне видання 1921–1946 рр.* Т. VI. С. 111–117.

УДК 582.462:58.032.3

DOI 10.37555/2707-3114.1.2021.247734

Оцінка посухостійкості *Ginkgo biloba* L. в умовах інтродукції у Національному дендрологічному парку «Софіївка» НАН України

Цибровська Н. В., Мазур Є. М.

Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, м. Умань, Черкаської обл., Україна, 20300,

e-mail: nadjacyb1989@ukr.net, mazyr8787@gmail.com

Ginkgo biloba L. drought resistance assessment in the conditions of introduction in the National Dendrological Park “Sofiyivka” of NAS of Ukraine

Tsybrovska N. V., Mazur Y. N.

The National Dendrological Park «Sofiyivka» NAS of Ukraine, Uman, Cherkasy Region, Ukraine, 20300,

e-mail: nadjacyb1989@ukr.net, mazyr8787@gmail.com

Анотація. Оскільки в умовах інтродукції важливого значення набувають питання посухостійкості рослин, які тісно пов'язані з проблемами вивчення водного режиму, а головним негативним наслідком сучасного потепління є посуха, нами було проведено дослідження посухостійкості *G. biloba* та його сортів *G. biloba* 'Mariken' і 'Troll', які порівнювалися з показниками водного режиму листків аборигенних для Правобережного Лісостепу України видів *Carpinus betulus* L. та *Acer platanoides* L. Визначення фактичної та потенційної посухостійкості досліджуваних рослин проводили за допомогою польового та лабораторного методів. З'ясовано, що усі рослини *G. biloba* характеризуються високою фактичною посухостійкістю та за більшістю показників водного режиму перевищують значення аборигенних видів *C. betulus* та *A. platanoides*. Це свідчить про високий ступінь акліматизації та широку пластичність *G. biloba* до умов інтродукції.

Ключові слова: *Ginkgo biloba* L., водний дефіцит, відносна тургоресцентність, водоутримуюча та водовідновлююча здатність.

Abstract. Introduction of an important importance acquires issues of drought resistance of plants that are closely linked to the problems of studying the water regime. The main negative consequence of modern warming is drought. Therefore, we have been conducted by drought resistance to *G. biloba* and its varieties of *G. biloba* 'Mariken' and 'Troll', which were compared with the indicators of the water mode of the aboriginal leaves for the Right-Bank of Forest-Steppe of Ukraine species *Carpinus betulus* L. and *Acer platanoides* L. Determination of the actual and potential drought resistance of the plant studied was carried out with the help of field and laboratory techniques. It is found that all *G. biloba* plants are

characterized by high actual drought resistance. *G. biloba* plants by most of the water regime exceeds the value of aboriginal species *C. betulus* and *A. platanoides*. This indicates a high degree of acclimatization and wide plasticity *G. biloba* to the conditions of introduction.

Keywords: *Ginkgo biloba* L., water deficit, relative leaf turgorescence, ability to retain water and ability of leaves to restore water content.

Вступ. Нині, в умовах відчутної зміни кліматичних умов, при вирішенні проблем озеленення в урбанізованому середовищі, актуальним є питання виявлення найбільш стійких у певному регіоні екотипів рослин, з метою створення довговічних насаджень (Шумик, 2018). До таких перспективних і довговічних рослин належить реліктове дерево виду *Ginkgo biloba* L., з тривалістю життя понад 2500 років (Богатов, 2018; Остудімов, 2010). В палеозойський та мезозойський періоди (250 млн. років тому) рід *Ginkgo* L. включав цілу низку викопних видів, з яких до нашого часу зберігся тільки один сучасний вид *G. biloba* (Богатов, 2018).

Раніше вважалося, що природним ареалом поширення *G. biloba* була невелика територія Східного Китаю, в горах Дянь Му-Шань, провінцій Чжецзян і Аньхой, де ця рослина представлена листопадними деревами заввишки до 40–45 м, з діаметром стовбура 1,5–2,0 м, які формували мішані мусонні ліси разом з хвойними та широколистяними породами (Богатов, 2018; Горошкевич, 2020; Каращук, 2019). У ХХІ ст. китайські ботаніки дослідили, що це не дика, а тільки здичавіла популяція (Горошкевич, 2020), а справжню дику популяцію *G. biloba* виявили нещодавно на південному заході Китаю, після серйозного дослідження, в якому брало участь 10 авторів із п'яти китайських наукових організацій. Природна популяція *G. biloba* знайдена у невисоких горах Далоу провінції Гуйчжоу.

У сучасному озелененні використовують понад 500 сортів *G. biloba*, які відрізняються за характером гілкування, формою та забарвленням листків, також виділяють плакучі, колоноподібні, карликові, пістряволисті форми, зі згорнутими або розсіченими листками тощо (Глухов, 2008; Торчик, 2018).

Проблема сучасних змін клімату протягом ХХ — початку ХХІ ст. за своєю науковою і соціально-економічною актуальністю потребує детального вивчення впливу наслідків вказаних змін на агрокліматичні ресурси, технології землеробства та зеленого будівництва. Оскільки головним негативним наслідком сучасного потепління є посуха (Лялько, 2014), нами було проведено дослідження посухостійкості *G. biloba* та його сортів, які включали польові та лабораторні методи.

За даними В.І. Лялько (Лялько, 2014), для клімату України були характерні посухи у ХХ ст.: у 1901, 1906, 1907, 1918, 1921, 1922, 1924, 1934, 1939, 1946, 1947, 1950, 1957, 1965, 1968, 1972, 1975, 1979, 1981, 1996 рр. У ХХІ ст. несприятливі метеорологічні умови спостерігалися у 2003 і 2007 рр. Посуха 2007 р. була сильною й тривалою, яку не спостерігали за останні 60 років. Також посушливим виявився 2012 рік, коли в червні та серпні величина ГТК становила менше 0,5 (сильна посуха), а в липні — дорівнювала 0,6 (дуже посушливо) (Цибровська, 2019).

Варто вказати, що в зоні Правобережного Лісостепу України посуха не є лімітуючим фактором, який впливає на розвиток більшості інтродукованих деревних рослин. Територія Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України розташована в межах помірно-континентального клімату із середньою багаторічною температурою +7,4 °С, однак за даними Уманської гідрометеостанції в окремі роки тут було зафіксовано періоди посухи (дефіцит вологи), особливо влітку 2007, 2009, 2012 рр., середньорічна температура яких складала відповідно +10,0; +9,2 та +9,1 °С (Цибровська, 2019). Тому актуальним є питання, щодо вивчення посухостійкості насаджень *G. biloba* та його сортів в умовах Правобережного Лісостепу України, зокрема у Національному дендрологічному парку «Софіївка» НАН України.

Матеріали і методи. Польові дослідження фактичної посухостійкості *G. biloba* проводили візуальним методом за 6-бальною шкалою С. С. П'ятницького (Пятницький, 1961), впродовж 2018–2020 рр., в умовах Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України. Дослідження потенційної посухостійкості у лабораторних умовах проводили у літні місяці 2020 року в середині II декади кожного місяця. Показники водного режиму листків (загальний вміст води, відносна тургоресцентність, водний дефіцит, водоутримуючу та водовідновлюючу здатність) визначали ваговим методом (Кушниренко, 1975). Масу листків фіксували за допомогою електронних ваг Certus CBA-300–0,05 з точністю 0,005 г.

Об'єктами досліджень були 7-річні та 30–40-річні дерева *G. biloba*, а також 10-річні рослини сортів *G. biloba* 'Mariken' та *G. biloba* 'Troll'. Для проведення детального аналізу стійкості *G. biloba* та його сортів до посухи, нами було досліджено показники водного режиму листків цих інтродукованих рослин, які порівнювалися з аналогічними показниками аборигенних для Правобережного Лісостепу видів *Carpinus betulus* L. та *Acer platanoides* L.

Результати та обговорення. Про фактичну посухостійкість ми можемо говорити лише за наявності посухи, тому нами проведено аналіз кліматичних умов у літні місяці протягом періоду досліджень (табл. 1).

Таблиця 1. Середні кліматичні показники за 2020 р. в умовах Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАНУ (за даними метеорологічної станції м. Умань)

Місяць	Декада			Всього за місяць	Середня трирічна (2018–2020 рр.)	Середня багаторічна
	I	II	III			
Середня температура повітря, °С						
Червень	18,3	22,4	21,9	20,9	21,5	17,6
Липень	22,1	20,5	22,4	21,6	20,8	19,0
Серпень	21,5	19,8	24,1	21,2	21,3	18,2
Відносна вологість повітря, %						
Червень	66	72	73	70	69	66
Липень	68	62	61	64	69	67
Серпень	57	59	62	59	61	68
Сума опадів, мм						
Червень	1,5	34,3	34,6	70,4	74,2	87
Липень	15,1	0	6,3	21,4	49,4	87
Серпень	0	7,0	10,1	17,1	12,9	59

Характеризуючи дані метеорологічних спостережень, слід зауважити, що середньорічна температура повітря, у період проведення досліджень (2020 р.), перевищувала середні показники за роки багаторічних спостережень на 2,9°С, а кількість опадів, навпаки, була вдвічі нижчою — на 41,4 мм. Показники відносної вологості повітря на 2,7% були нижчими від середнього багаторічного показника. У 2020 році найпосушливішими виявилися липень і серпень: у II декаді місяця липня, в період дослідження потенційної посухостійкості *G. biloba* та його сортів, спостерігалась відсутність опадів (0 мм); у I декаді серпня місяця спостерігалась аналогічна ситуація.

При проведенні аналізу кліматичних умов природного ареалу *G. biloba* з умовами району досліджень (табл. 2), з'ясовано, що кліматичні показники природних місцезростань цієї рослини відрізняються від показників району інтродукції: для території Південно-Східного та Південно-Західного Китаю характерний субтропічний клімат мусонного типу з рясними опадами влітку (800–2000 мм) і сухою прохолодною зимою, а клімат Правобережного Лісостепу України помірно-континентальний, м'який з помірно-жарким літом і помірними опадами (500–700 мм) та з порівняно прохолодною зимою, що супроводжується частими відлигами.

Внаслідок того, що *G. biloba* інтродукований з південних районів, для росту цієї рослини велике значення має тепловий режим умов інтродукції. Досліджуваний район інтродукції *G. biloba* не належить до жарких районів, однак після стійкого переходу середньої добової температури повітря через +20 °С (I декада липня — I декада серпня) створюються умови для появи високої температури (+25 °С і вище). На початку першої декади вересня температура повітря починає поступово знижуватися. Закінчення вегетації теплолюбних рослин спостерігається при переході добової температури повітря через 10 °С, в першій декаді жовтня. В результаті порівняння середніх температурних показників Правобережного Лісостепу України з'ясовано, що вони є нижчими, ніж у природних умовах, однак це негативно не впливає на ріст і розвиток культивованих рослин *G. biloba*.

Таблиця 2. Кліматичні показники природних ареалів та району інтродукції рослин видів роду *Liriodendron* L. (Деревні рослини..., 2003; Древесные растения..., 1975; Олексієнко, 2011; Природа Черкащини, 1996; Краткий агроклиматический..., 1976; Физико-географ... атлас..., 1964; Климатические характ..., 1977)

Основні кліматичні показники	Правобережний Лісостеп України		Південно-Східний Китай		Південно-Західний Китай
	Умань (НДП «Софіївка» НАНУ)	Київ (НБС ім. М. М. Гришка НАНУ, БС ім. акад. О. В. Фоміна)	Провінція Чжецзян	Провінція Аньхой	Провінція Гуйчжоу
Середня температура повітря за липень, °С	+19,2 – +20,8	+19,3	+25 – +32	+27	+17 – +28
Середня температура повітря за січень, °С	-5,5 – -6,1	-5,6	+1 – +7	-1 – +2 (пн.) +1 – +3 (пд.)	+1 – +10
Абсолютний максимум, °С	+36 – +39	+39,4	+44,1	+40,0	+42,2
Абсолютний мінімум, °С	-34 – -38	-32,2	-17,4	-	-17,1
Річна кількість опадів, мм	519–700	655	980–2000	700–1100	800–1300
Тривалість безморозного періоду, дів	159–171	162–195	-	200–250	-

За нашими спостереженнями 7-річні саджанці, 30–40-річні дерева *G. biloba* та 10-річні рослини сортів *G. biloba* 'Mariken' та *G. biloba* 'Troll' не пошкоджуються дією посухи, тому їх оцінено у 5 балів, які свідчать про високу фактичну посухостійкість рослин. Для детального дослідження посухостійкості у лабораторних умовах ми проводили вивчення потенційної посухостійкості *G. biloba* та його сортів 'Mariken' і 'Troll', а також аборигенних для Правобережного Лісостепу видів *Carpinus betulus* L. та *Acer platanoides* L. Листки досліджуваних рослин відрізнялися за морфометричними параметрами (табл. 3) та текстурою.

Таблиця 3. Морфометричні параметри листків

Назва виду, сорту	Довжина листка, см	Ширина листка, см	Довжина черешка, см	Площа листової пластинки, см ²
<i>G. biloba</i> L.	5,5±0,20	10,0±0,45	5,0±0,19	52,0±1,92
<i>G. biloba</i> 'Mariken'	2,5±0,11	5,0±0,19	2,5±0,10	14,5±0,61
<i>G. biloba</i> 'Troll'	4,5±0,17	7,5±0,31	4,5±0,19	37,5±1,68
<i>C. betulus</i> L.	12,0±0,43	6,5±0,25	2,0±0,08	54,5±2,01
<i>A. platanoides</i> L.	15,0±0,51	23,0±0,81	14,0±0,64	227,5±8,87

Листки *G. biloba* мають віялоподібну шкірясту пластинку, багатократно пронизану дихотомуючими жилками. За результатами досліджень, найменшими за площею виявилися листки рослин сорту *G. biloba* 'Mariken' (14,5±0,61 см²), найбільшими — листки *A. platanoides* (227,5±8,87 см²). Позитивною особливістю листків *G. biloba*, яка допомагає рослинам переносити посуху, є те, що вони характеризуються щільною шкірястою текстурою, яка сприяє кращому утриманню вологи.

Для визначення ступеню забезпечення рослин водою у літні місяці проводили порівняння відсотку загальної води в листках, дефіциту та відносної тургоресцентності у середині червня–серпня 2020 року (табл. 4).

У результаті проведених досліджень водного режиму встановлено, що найбільший вміст загальної води, при водному дефіциті, у листках сорту *G. biloba* 'Mariken' — 75,7–77,2%, а найменший — у листках аборигенного виду *C. betulus* — 55,3–62,4%. Найбільший дефіцит води спостерігався у серпні місяці у листках аборигенного виду *A. platanoides* (20,2±0,74%), а найменший — у листках *G. biloba* (8,3±0,32%). Підтверджено, що з підвищенням температури, зменшенням відносної вологості повітря

та кількості опадів, водний дефіцит досліджуваних рослин різко зростає (табл. 1; 4). *G. biloba*, а також сорти *G. biloba* 'Mariken' та 'Troll' характеризувалися високою відносною тургоресцентністю — 93,4–99,5%, в той час, як аборигенні види *C. betulus* та *A. platanoides* мали нижчі показники — 90,1–94,9% та 92,7–96,4% відповідно.

Таблиця 4. Результати дослідження водного режиму листків у лабораторних умовах

Назва виду, сорту	Загальний вміст води, %	Дефіцит води, %	Відносна тургоресцентність, %
Червень			
<i>G. biloba</i> L.	70,63±2,61	2,9±0,09	98,6±3,74
<i>G. biloba</i> 'Mariken'	75,73±2,80	0,72±0,02	98,5±3,64
<i>G. biloba</i> 'Troll'	67,06±2,88	1,2±0,04	99,5±3,98
<i>C. betulus</i> L.	62,45±2,56	3,6±0,12	92,4±3,60
<i>A. platanoides</i> L.	64,28±2,51	2,8±0,10	94,6±3,51
Липень			
<i>G. biloba</i> L.	67,9±2,37	9,6±0,34	97,3±3,50
<i>G. biloba</i> 'Mariken'	76,3±2,74	5,8±0,25	96,7±3,67
<i>G. biloba</i> 'Troll'	71,3±2,86	9,3±0,35	94,3±3,68
<i>C. betulus</i> L.	59,8±2,51	8,5±0,37	94,9±3,79
<i>A. platanoides</i> L.	60,8±2,24	6,9±0,31	96,4±3,14
Серпень			
<i>G. biloba</i> L.	68,8±2,41	8,3±0,32	97,8±3,52
<i>G. biloba</i> 'Mariken'	77,2±2,78	12,1±0,43	93,4±3,83
<i>G. biloba</i> 'Troll'	69,3±2,63	16,1±0,62	94,8±3,69
<i>C. betulus</i> L.	55,3±2,38	14,9±0,52	90,1±3,24
<i>A. platanoides</i> L.	59,9±2,63	20,2±0,74	92,7±3,52

Водоутримуюча здатність є одним із головних механізмів збереження води в рослині, чим вища водоутримуюча здатність, тим посухостійкішою є рослина. Водоутримуюча здатність відображає пристосованість рослин до несприятливих умов навколишнього середовища. Вважається, що чим більше часу необхідно для втрати 30–35% вологи від початкової маси, тим більше міститься глибоко зв'язаної води, що вказує на потенційну здатність переносити глибоке в'янення, а здатність відновлювати тургор листків після такого в'янення — про можливість без істотних змін поновлювати фізіологічні процеси в тканинах листків (Еремеев, 1964). Рослини, які характеризуються високою водоутримуючою здатністю листків та генеративних бруньок, є не лише посухо-, а й морозостійкими, причому водоутримуюча здатність корелює не лише із зимостійкістю та посухостійкістю, а й з іншими життєво важливими функціями рослин. Наприклад, встановлено обернено пропорційну залежність зазначеного показника з інтенсивністю дихання (Борзаківська, 1965).

Аналіз інтенсивності втрати води в різні місяці дослідження показав, що за 24 години при водному дефіциті найбільше води від загальної кількості втрачали листки *C. betulus* — від 51,9±1,81% до 53,4±1,97%, а найменше — *G. biloba* — від 15,8±0,64% до 22,8±0,87% (табл. 5).

У результаті досліджень водовідновлюючої здатності листків досліджуваних видів, з'ясовано, що найстійкішими до втрати вологи виявилися сорти *G. biloba* 'Troll' і 'Mariken', оскільки у червні листки *G. biloba* 'Troll' і у серпні листки *G. biloba* 'Mariken' характеризувалися втратою 40% вологи на початку та в середині четвертої доби з моменту закладання досліду, тоді як листки *C. betulus* та *A. platanoides* уже на другу добу втрачали 40% вологи (табл. 6).

Таблиця 5. Втрата води листками впродовж 2–24 годин у лабораторних умовах, %

Назва виду, сорту	Експозиція, год					
	2	4	6	8	22	24
Червень						
<i>G. biloba</i> L.	5,8±0,23	7,2±0,30	8,2±0,31	9,4±0,33	15,2±0,54	15,8±0,64
<i>G. biloba</i> 'Mariken'	8,6±0,31	10,2±0,37	11,3±0,48	12,4±0,42	18,8±0,65	19,4±0,69
<i>G. biloba</i> 'Troll'	5,9±0,21	7,1±0,28	8,3±0,31	9,5±0,36	14,6±0,51	15,4±0,58
<i>C. betulus</i> L.	10,5±0,37	16,2±0,57	36,8±1,43	40,8±1,47	51,8±1,96	52,4±1,88
<i>A. platanoides</i> L.	4,8±0,18	9,5±0,38	16,4±0,61	19,4±0,74	36,2±1,33	38,6±1,35
Липень						
<i>G. biloba</i> L.	2,4±0,08	6,2±0,22	10,4±0,35	12,8±0,46	22,4±0,85	22,8±0,87
<i>G. biloba</i> 'Mariken'	6,4±0,24	9,2±0,32	13,8±0,51	15,6±0,58	25,7±0,92	26,6±0,96
<i>G. biloba</i> 'Troll'	4,3±0,15	7,7±0,29	12,8±0,46	14,6±0,51	23,9±0,83	24,5±0,88
<i>C. betulus</i> L.	11,5±0,44	25,0±0,87	38,5±1,37	42,3±1,61	50,7±1,87	51,9±1,81
<i>A. platanoides</i> L.	4,5±0,17	8,8±0,31	15,3±0,56	20,0±0,76	39,4±1,49	39,9±1,55
Серпень						
<i>G. biloba</i> L.	2,4±0,09	6,1±0,21	8,7±0,29	10,4±0,39	18,5±0,64	19,5±0,76
<i>G. biloba</i> 'Mariken'	3,1±0,11	4,1±0,15	8,3±0,32	10,3±0,36	18,6±0,68	19,6±0,70
<i>G. biloba</i> 'Troll'	3,8±0,14	6,0±0,21	9,8±0,35	12,5±0,45	21,7±0,82	22,8±0,86
<i>C. betulus</i> L.	8,7±0,30	15,8±0,55	35,3±1,38	42,5±1,48	53,1±1,91	53,4±1,97
<i>A. platanoides</i> L.	5,1±0,19	9,8±0,36	16,6±0,59	19,7±0,73	35,4±1,23	37,1±1,41

Таблиця 6. Проміжок часу, необхідний для втрати листками 40% вологи

Вид, сорт	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%
Час втрати листками відповідного відсотку вологи, год								
Червень								
<i>G. biloba</i> L.	11:30	15:30	друга доба 10:30	13:00	–	–	–	третя доба 8:00
<i>G. biloba</i> 'Mariken'	11:00	14:00	17:30	друга доба 8:00	15:00	–	–	третя доба 8:00
<i>G. biloba</i> 'Troll'	11:00	16:00	друга доба 8:00	18:00	третя доба 9:30	15:00	четверта доба 6:00	7:00
<i>C. betulus</i> L.	11:00	13:20	14:30	16:00	18:30	друга доба 8:00	8:30	9:00
<i>A. platanoides</i> L.	11:30	14:30	17:40	друга доба 7:30	9:00	12:30	15:40	третя доба 7:00
Липень								
<i>G. biloba</i> L.	13:00	17:00	18:30	20:00	друга доба 9:30	16:30	третя доба 8:00	13:40
<i>G. biloba</i> 'Mariken'	11:00	12:30	16:00	18:00	друга доба 9:30	16:30	17:00	третя доба 8:00
<i>G. biloba</i> 'Troll'	11:30	15:20	17:00	17:30	друга доба 8:00	14:00	16:30	третя доба 8:00
<i>C. betulus</i> L.	11:00	12:00	13:00	15:20	17:30	друга доба 6:00	7:00	8:00

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>A. platanoides</i> L.	12:00	13:40	18:30	друга доба 8:00	10:00	13:00	16:30	третя доба 7:00
Серпень								
<i>G. biloba</i> L.	15:00	друга доба 7:00	7:30	8:00	16:30	третя доба 7:00	11:40	12:00
<i>G. biloba</i> 'Mariken'	14:30	18:00	друга доба 8:00	11:00	14:30	третя доба 8:00	8:30	четверта доба 14:30
<i>G. biloba</i> 'Troll'	14:00	17:00	18:00	друга доба 9:00	13:30	16:30	третя доба 7:30	8:00
<i>C. betulus</i> L.	13:00	14:00	15:50	18:00	друга доба 6:30	7:30	8:00	8:30
<i>A. platanoides</i> L.	14:00	19:00	друга доба 8:30	9:00	9:30	13:00	13:30	15:00

Листки *G. biloba*, сортів *G. biloba* 'Troll' і 'Mariken' та аборигенного виду *A. platanoides* характеризувалися високою здатністю до відновлення тургору (табл. 7), оскільки при 40% втраченої вологи, вони здатні відновлювати її до 70–85%.

Таблиця 7. Стійкість листків до зневоднення та їх тургоровідновлююча здатність

Назва виду, сорту	Рівень зневоднення, %							
	5	10	15	20	25	30	35	40
	Ділянка листової пластинки з відновленим тургором, %							
<i>G. biloba</i> L.	100,0	100,0	99,6 ±3,88	98,5 ±3,54	97,5 ±3,61	96,8 ±3,38	85,4 ±3,16	70,5 ±2,73
<i>G. biloba</i> 'Mariken'	100,0	100,0	100,0	99,0 ±3,56	97,5 ±3,41	95,0 ±3,61	90,6 ±3,26	85,8 ±3,17
<i>G. biloba</i> 'Troll'	100,0	100,0	99,8 ±3,79	97,5 ±3,70	93,0 ±3,53	90,5 ±3,26	85,0 ±3,14	75,8 ±2,65
<i>C. betulus</i> L.	100,0	99,8 ±3,59	97,5 ±3,70	96,0 ±3,74	85,5 ±3,23	70,5 ±2,54	65,0 ±2,40	60,0 ±2,28
<i>A. platanoides</i> L.	100,0	100,0	100,0	99,5 ±3,68	98,0 ±3,72	96,5 ±3,47	87,5 ±3,15	85,4 ±3,07

Здатність листків *G. biloba*, *G. biloba* 'Troll' і 'Mariken' та аборигенного виду *A. platanoides* відновлювати 97,5–99,5% тургору після 20% втраченої вологи свідчить про те, що ця втрата є критичною, оскільки при втраті 25–40% вологи спостерігаються незворотні пошкодження листових пластинок та зменшення відсотку відновленого тургору листків після насичення їх водою до 70,5–85,8%. Для *C. betulus* критичною є втрата 15% вологи.

Висновки. В результаті порівняння середніх температурних показників Правобережного Лісостепу України, який є одним з районів інтродукції *G. biloba*, з'ясовано, що вони є нижчими, ніж у природних умовах, однак це негативно не впливає на ріст і розвиток культивованих рослин *G. biloba*.

Усі рослини *G. biloba* та сортів *G. biloba* 'Mariken' і *G. biloba* 'Troll', за роки досліджень, не пошкоджувалися дією посухи, тому їх оцінено у 5 балів, які свідчать про високу фактичну посухостійкість рослин.

Найбільший вміст загальної води, при водному дефіциті, у листках сорту *G. biloba* 'Mariken' — 75,7–77,2%, а найменший — у листках аборигенного виду *C. betulus* — 55,3–62,4%. Підтверджено, що з підвищенням температури, зменшенням відносної вологості повітря та кількості опадів, водний дефіцит досліджуваних рослин різко зростає. Найбільший дефіцит води спостерігався у серпні місяці у листках аборигенного виду *A. platanoides* (20,2±0,74%), а найменший — у листках *G. biloba* (8,3±0,32%). *G. biloba*, а також сорти *G. biloba*

‘Mariken’ та ‘Troll’ характеризувалися високою відносною тургоресцентністю — 93,4–99,5%, показники якої децю перевищували значення у аборигенних видів: *C. betulus* — 90,1–94,9% та *A. platanoides* 92,7–96,4%. Аналіз інтенсивності втрати води в різні місяці дослідження показав, що за 24 години при водному дефіциті найбільше води від загальної кількості втрачають листки *C. betulus* — від $51,9 \pm 1,81\%$ до $53,4 \pm 1,97\%$, а найменша втрата води спостерігалася у *G. biloba* — від $15,8 \pm 0,64\%$ до $22,8 \pm 0,87\%$. В результаті досліджень водовідновлюючої здатності листків досліджуваних видів, з’ясовано, що у листках рослин *G. biloba*, сортів *G. biloba* ‘Troll’ і ‘Mariken’ міститься багато глибоко зв’язаної води, а самі рослини здатні переносити глибоке в’янення, оскільки для втрати листками 35–40% вологи їм потрібно три–чотири доби, тоді як листки аборигенних видів *C. betulus* та *A. platanoides* уже на другу добу втрачали 30–35% вологи. Листки *G. biloba*, сортів *G. biloba* ‘Troll’ і ‘Mariken’ та аборигенного виду *A. platanoides* характеризувалися високою здатністю до відновлення тургору, оскільки при 40% втраченої вологи, вони здатні відновлювати до 70–85% втраченої вологи. Здатність листків *G. biloba*, *G. biloba* ‘Troll’ і ‘Mariken’ та аборигенного виду *A. platanoides* відновлювати 97,5–99,5% тургору після 20% втраченої вологи свідчить про те, що ця втрата є критичною, оскільки при втраті 25–40% вологи спостерігаються незворотні пошкодження листкових пластинок.

Отже, дослідження фактичної та потенційної посухостійкості рослин *G. biloba* та сортів *G. biloba* ‘Troll’ і ‘Mariken’, свідчать про високий рівень адаптації цих рослин в умовах інтродукції. Крім того за більшістю показників водного режиму, порівняно з аборигенними видами *C. betulus* та *A. platanoides*, спостерігалася перевищення аналогічних значень у листках інтродукованого *G. biloba* та його сортів. Це свідчить про високий ступінь акліматизації та широку пластичність *G. biloba* до умов інтродукції.

Список використаних джерел

Богатов, В. А. (2018). Культура гінкго билоба (*Ginkgo biloba* L. 1771) в Чувашии. *Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина*. № 11. С. 22–25.

Борзаківська, І. В. (1965). Зміни стану води в зв’язку з зимостійкістю сіянців деревних рослин. *Акліматизація й інтродукція нових рослин*. С. 52–58.

Гухов, О. З., Довбиш, Н. Ф., Хархота, Л. В. (2008). Прискорене вегетативне розмноження *Ginkgo biloba* L. на Південному Сході України. *Бюллетень Никитського ботаничного саду*. Вып. 96. С. 35–37.

Горошкевич, С. Н. Подкласс Гинкговые (*Ginkgoideae*). [Електронний ресурс]. Российское общество селекции и интродукции хвойных (Russian conifer society) URL: <https://rosih.ru/index.php?page=103> (дата звернення: 2.02.2020).

Деревні рослини Ботанічного саду ім. акад. О. В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка. (2003). Київ: Фітосоціоцентр, 84 с.

Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР. (1975). Москва: Наука, 547 с.

Еремеев, Г. Н. (1964). Лабораторно-полевой метод оценки засухоустойчивости плодовых и других растений и краткие результаты его применения. *Сб. научн. Трудов Гос. Никитск. Ботан. сада*. № 37. С. 472–489.

Каращук, О. А., Рогачев, Ю. Б., Ефименко, А. А. (2019). Интродукция *Ginkgo biloba* L. в ботаническом саду 1-ого МГМУ им. И. М. Сеченова. *Бюллетень Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства*. № 1 (12). С. 67–71.

Климатические характеристики земного шара (Азия, Африка, Австралия, Океания Южная Америка). Справочник для синоптиков. (1977). Ленинград: Гидрометеиздат, 320 с.

Краткий агроклиматический справочник Украины. (1976). Ленинград: Гидрометеиздат, 256 с.

Кушниренко, М. Д., Курчатова, Г. П., Крюкова, Е. В. (1975). *Методы оценки засухоустойчивости плодовых растений*. Кишинев: ШТИИИИЦА, С. 7–9.

Лялько, В. І., Єлістратова, Л. О., Апостолов, О. А. (2014). Дослідження проблем посушливості на території України з використанням наземної та супутникової інформації. *Український журнал дистанційного зондування Землі*. № 2. С. 18–28.

Олексієнко, І. М., Затула, В. І. (2011). Просторово-часовий розподіл останніх весняних та перших осінніх заморозків у повітрі на території України за 1991–2010 рр. *Наук. праці УкрНДГМІ*. С. 67–79.

Остудімов, А. О., Гузь, М. М. (2010). Особливості насінного розмноження гінкго дволопатевого. *Науковий вісник НЛТУ України*. Вип. 20.11. С. 8–16.

Природа Черкащини: стан, проблеми раціонального природокористування та охорони в контексті виживання. (1996). Миколаїв: АТ "СІМАО", Одеса: ОКФА, 396 с.

Пятницький, С. С. (1961). Практикум по лесной селекции. Москва: Сельхоз. лит., журн. и плакаты, 148 с.

Торчик, В. И., Холопук, Г. А., Келько, А. Ф. (2018). Перспективы интродукции гинкго двулопастного (*Ginkgo biloba* L.) в Беларуси. *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук*. Т. 63, № 1. С. 27–32.

Физико-географический атлас мира. (1964). Москва: Академия наук СССР и главное управление геодезии и картографии ГГК СССР, 298 с.

Цибровська, Н. В. (2019). *Liriodendron tulipifera* L. у Правобережному Лісостепу України (біологія, екологія, інтродукція, культивування): монографія. Київ: Паливода А. В., С. 107–115.

Шумик, М. І., Ключенко, О. В., Коркуленко, О. М., Попіль, Н. І., Остап'юк, В. М. (2018). Онтоморфогенез літньозелених (листопадних) видів роду *Rhododendron* L. *ex situ*. *Інтродукція рослин*. № 3. С. 39–51.

УДК 581.331.2:582.973

DOI 10.37555/2707-3114.1.2021.247735

Morphology of pollen grains of *Weigela floribunda* (Caprifoliaceae): application in taxonomy

Tsybalyuk Z. M., Nitsenko L. M., Mosyakin S. L.

M. G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, 2, Tereshchenkivska St., Kyiv 01004, Ukraine,

e-mail: palynology@ukr.net, necik@ukr.net, s_mosyakin@hotmail.com

Морфологія пилоквих зерен *Weigela floribunda* (Caprifoliaceae): використання у таксономії

Цимбалюк З. М., Ниценко Л. М., Мосякін С. Л.

Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна, e-mail: palynology@ukr.net,

necik@ukr.net, s_mosyakin@hotmail.com

Abstract. The aim of this research was to provide detailed quantitative and qualitative characteristics on pollen grains of *Weigela floribunda* (Siebold & Zucc.) K. Koch (Caprifoliaceae) as applied for taxonomy. Pollen morphology of *W. floribunda* was studied using both light microscopy and scanning electron microscopy. Pollen grains are 3-porate, rarely 4-porate, suboblate to spheroidal ($P/E=0.80-1.05$); in equatorial view elliptic or circular, in polar view circular or subcircular; medium- or large-sized ($P=42.56-61.18 \mu\text{m}$, $E=42.56-66.50 \mu\text{m}$). Pores are circular with distinct or indistinct margins and distinct annuli. Exine sculpture is echinate-microechinate-nanoechinate. Pollen grains of *W. floribunda* were analyzed for the first time in the present study.

Key words: palynomorphology, pollen type, exine sculpture, taxonomy.

Анотація. Метою дослідження було надати детальну кількісну та якісну характеристику пилоквих зерен *Weigela floribunda* (Siebold & Zucc.) K. Koch (Caprifoliaceae) для цілей систематики. Морфологію пилку *W. floribunda* вивчали за допомогою світлової та сканувальної електронної мікроскопії. Пилкові зерна 3-порові, зрідка 4-порові, сплющено-сфероїдальні або сфероїдальні ($P/E=0.80-1.05$) за формою; в обрисі з екватора еліптичні або округлі, в обрисі з полюса округлі; середніх або великих розмірів ($P=42.56-61.18 \mu\text{m}$, $E=42.56-66.50 \mu\text{m}$). Пори округлі, з чіткими або нечіткими краями та чітким обідком. Скульптура екзини шипувато-шипикувато-наношипикувата. Пилкові зерна *W. floribunda* вперше проаналізовані у цьому дослідженні.

Ключові слова: паліноморфологія, тип пилку, скульптура екзини, таксономія