

УДК 582.772.2:544.623:632.112(712.41)

Н.О. ОЛЕКСІЙЧЕНКО¹, М.В. МАНЬКО², О.І. КИТАЄВ³, О.В. СОВАКОВ⁴

ЕЛЕКТРОМЕТРИЧНА ОЦІНКА ЛИСТКОВОГО АПАРАТУ РОСЛИН КУЛЬТИВАРІВ *ACER PLATANOIDES* L. У НАСАДЖЕННЯХ МІСТА КИЄВА З РІЗНИМ СТУПЕНЕМ АНТРОПОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Методом вимірювання електролітичної провідності оцінено функціональний стан листкового апарату рослин виду *Acer platanoides* L. та його культиварів *A. p.* 'Crimson King', *A. p.* 'Globosum', *A. p.* 'Schwedleri' та *A. p.* 'Reitenbachii', що ростуть у насадженнях Києва з різним ступенем антропогенного навантаження – парках, скверах і вулицях. Відмічено кризовий стан рослин *A. platanoides* у насадженнях вулиць у кінці вегетаційного сезону. За результатами аналізу змін електропровідності тканин листків встановлено високий рівень стійкості рослин культиварів *A. p.* 'Schwedleri' та *A. p.* 'Reitenbachii' до атмосферної посухи впродовж вегетаційного сезону, що дає підстави стверджувати про доцільність їхнього ширшого використання у складних умовах міського середовища.

Ключові слова: клен гостролистий, культивар, електропровідність, посухостійкість, міські насадження

Вступ. Серед проблем, що мають безпосереднє відношення до моніторингу стану вуличних насаджень міст, є діагностика фізіологічного стану дерев на різних етапах морфогенезу та виявлення й оцінювання адаптивних реакцій рослин після дії негативних чинників довкілля. Показники водного режиму, білкового та вуглеводного обмінів, антиоксидантної системи найкращою мірою розкривають механізми адаптації рослин в умовах абіотичного стресу [4]. У зв'язку зі зростанням ксерофітизації навколишнього середовища, пов'язаної з глобальними змінами клімату, одним із головних критеріїв добору рослин для використання в зеленому будівництві є визначення рівня їхньої посухостійкості [15].

Водний обмін є важливою ланкою у формуванні стійкості і в цілому відображає фізіологічний стан вегетативних органів рослини. Як відомо, механізми посухостійкості часто виступають в ролі преадаптацій в умовах забруднення, що досить важливо для мезофітних видів роду *Acer* L. [3].

Питання посухостійкості рослин клена гостролистого вивчали М.А. Кохно [5], К.Б. Плюто [11], І.О. Сенчишина [12], А.Д. Букштинів [2], Н.І. Ак-

сонова [1]. Клен гостролистий за своєю потребою у вологості ґрунту – мезофіт [1, 2, 5]. За результатами досліджень К.Б. Плюто, рослини виду та культивару *A. p.* 'Schwedleri' віднесено до ксеромезофітів зі зниженою посухостійкістю та високою вимогливістю до ґрунтової вологи, тоді як рослини культивару *A. p.* 'Globosum' – до мезофітів [11]. Іноземні дослідники зазначають, що *A. p.* 'Emerald Queen' у міських насадженнях в умовах посухи споживає найменшу кількість води, порівняно з *Tilia cordata* 'Greenspire', *Fraxinus pensylvanica* 'Patmore', *Platanus × acerifolia* 'Bloodgood' та *Salix matsudana* 'Tortuosa' [15]. Проведені дослідження також дають змогу говорити про високу водоутримувальну здатність листків рослин *A. p.* 'Emerald Queen' [10].

З огляду на суперечливість даних стосовно посухостійкості культиварів *A. platanoides* та недостатню вивченість рівня їхньої толерантності до посухи у міському середовищі, дослідження в цьому напрямі є актуальними. Аналізуючи лише морфологічні зміни у рослин (пожовтіння чи опадання листків), не можна однозначно стверджувати про рівень впливу на них навколишнього середовища [6]. Тому останнім часом для потреб моніторингу стану міських

¹ **ОЛЕКСІЙЧЕНКО Надія Олександрівна** – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри ландшафтної архітектури і садово-паркового будівництва, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна. Тел.: +38-098-330-22-78. E-mail: noolex@bigmir.net

² **МАНЬКО Марія Володимирівна** – аспірант кафедри ландшафтної архітектури і садово-паркового будівництва, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна. Тел.: +38-099-128-78-49. E-mail: acerplatvariety@gmail.com

³ **КИТАЄВ Олег Ігорович** – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник лабораторії фізіології рослин та мікробіології, Інститут садівництва НААН України, м. Київ, Україна. Тел.: +38-050-377-88-66. E-mail: oleg_kitaev@mail.ru

⁴ **СОВАКОВ Олександр Вікторович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна. Тел.: +38-096-993-59-19. E-mail: sovakov_o@ukr.net

насаджень інтенсивно розробляють експрес-методи оцінювання рівня їхньої стійкості до несприятливих чинників довкілля на основі реєстрації електричних параметрів тканин і органів рослин. Використання чутливих та інформативних біофізичних методів для діагностики стану рослин, а саме визначення електропровідності (далі – En), дає змогу за короткий час встановити рівень функціональної і структурної рівноваги рослинного організму [13].

Відомо, що стійкі види рослин у складних умовах росту характеризуються стабільнішим метаболізмом та іонною гомеостатичною рівновагою на клітинному рівні. Негативний вплив урбофакторів позначається на функціональному стані та структурі цитоплазматичних мембран рослинних клітин, що супроводжується викидом електролітів у міжклітинний простір, завдяки чому відбувається підвищення En тканин [14]. За даними М. Д. Кушніренка та Ю. Б. Ходаківської, рівень En з високою ймовірністю корелює із вмістом води ($r = 0,86$) та обумовлюється кількістю іонів калію, що стабілізують водний режим рослин [8, 14]. Тому цим способом можна визначити стійкість рослин до атмосферної посухи, яку найчастіше спричиняє висока температура повітря та низька вологість. Адаптованіші рослини відрізнятимуться меншими змінами в ході обмінних реакцій, відповідно і значення електропровідності їхніх листків будуть стабільнішими [9].

Мета досліджень – встановити електрометричним методом рівень посухостійкості культиварів *A. platanoides* у насадженнях Києва з різним ступенем антропогенної трансформації.

Об’єкти та методика. Дослідження En у листовому апараті рослин клена гостролистого та його культиварів проводили впродовж вегетаційного періоду 2015 р. з трьохкратною повторюваністю (у червні, липні та серпні). Об’єктами експерименту були листки рослин виду *A. platanoides* та поширених в озелененні Києва культиварів *A. p.* ‘Globosum’, *A. p.* ‘Schwedleri’, *A. p.* ‘Crimson King’ та *A. p.* ‘Reitenbachii’. Зразки листків відбирали у трьох еколого-фітоценотичних поясах (далі – ЕФП) комплексної зони Києва: парках (ЕФП I), скверах (ЕФП II) і насадженнях міських площ та вулиць щільної міської забудови (ЕФП III) [7]. Середня температура повітря у дні відбору дослідних зразків (9 год. ранку) у червні становила $+27^{\circ}\text{C}$, середня відносна вологість повітря – 57%; у липні – відповідно $+25^{\circ}\text{C}$ і 61%; у серпні – $+19^{\circ}\text{C}$ і 67%.

Дослід проведено на науковій базі Інституту садівництва НААН України за методикою лабораторії фізіології рослин і мікробіології [13]. Вимірювання En листків здійснювали електрометром (кондуктометром) Е 7-13, оснащеним двома голчастими молібденовими електродами, за допомогою яких фіксували зміни En . Електрометр працює на змінному струмі з частотою 1 кілогерц, що дозволяє запобігти поляризації зразка, яка проявляється при роботі з постійним струмом. Під час замірів голчасті електроди розташовували посередині листової пластинки, уникаючи основних жилок, у провідних пучках яких

міститься потужна ксилемна частина, а відтак вони вирізняються вищою електропровідністю.

Абсолютні значення En та її зміни визначали на розсіяному світлі за умов повітряно-сухої експозиції в контрольованих умовах лабораторії (температура повітря $+22\text{--}24^{\circ}\text{C}$, вологість повітря 60–65%) 3 рази – відразу після відбору, через 2 та 4 год. Кількість замірів для кожного листка – 4 рази. Повторність вимірювання – 20-разова. Відносні зміни En встановлювали таким чином. Від середнього значення електропровідності кожного виду віднімали значення фону приладу ($0,23\ \mu\text{S}$) і, приймаючи перший замір за 100% водозабезпечення тканин листків, розраховували відносні зміни залежно від експозиції. Статистичне оброблення даних проводили за допомогою пакету аналізу *Microsoft Office Excel 2010* та програми *AGROSTAT*.

Результати досліджень. Аналізуючи результати досліджень, з’ясовано, що початкові показники En тканин листків в ЕФП I змінюються у межах $1,00\text{--}1,68\ \mu\text{S}$, в ЕФП II – від $1,07$ до $1,96\ \mu\text{S}$ а в ЕФП III – від $1,00$ до $6,80\ \mu\text{S}$ (табл. 1). Значення початкової En листків рослин з насаджень скверів та парків істотно не відрізняються і здебільшого для рослин скверів зменшуються на 8-19% порівняно з рослинами, що ростуть у парках. Істотно вищими (у 3,7-5,0 разів) значеннями En , порівняно з контрольними, характеризуються рослини виду *A. platanoides*, які ростуть у складних умовах вулиці (вул. Кіквідзе) (рис. 1). Очевидно, що підвищення En в останньому випадку корелює зі структурними порушеннями листової пластинки та не вказує на їхню оводненість. Варто зазначити, що значення показника En у коричневій зоні (некроз) листка рослин виду у серпні варіювало в діапазоні від найвищих до мінімальних на рівні фону приладу ($0,23\text{--}0,24\ \mu\text{S}$), що свідчить про повну загибель клітин. Очевидно, така нестабільність значень En тканин листків вказує на повний структурно-функціональний розлад у роботі пігментного комплексу рослин клена гостролистого у некротичних ділянках. Таким чином, в умовах гомеостатичної рівноваги рівень En для рослин виду *A. platanoides* становить $1,26\text{--}1,50\ \mu\text{S}$, для рослин культивару *A. p.* ‘Crimson King’ – $1,00\text{--}1,32\ \mu\text{S}$, для рослин культивару *A. p.* ‘Globosum’ – $1,04\text{--}1,26\ \mu\text{S}$, для рослин *A. p.* ‘Schwedleri’ – $1,26\text{--}1,53$, для рослин *A. p.* ‘Reitenbachii’ – $1,31\text{--}1,68\ \mu\text{S}$ (див. табл. 1). Загалом, для рослин виду *A. platanoides* та його культиварів оптимальний показник En тканин листків знаходиться в межах $1,23\text{--}2,06\ \mu\text{S}$. Збільшення En вище $2,20\ \mu\text{S}$ свідчить про початок функціональних порушень у роботі листового апарату клена у зв’язку зі змінами у проникності клітинних мембран та інтенсивним виходом електролітів у міжклітинний простір. У всіх варіантах експерименту з листками рослин, які ростуть в ЕФП I та II, En тканин не перевищує $2,00\ \mu\text{S}$. Як зазначено вище, в умовах ЕФП III для рослин виду цей показник значно більший. Також зафіксовано досить високі значення En для рослин культивару *A. p.* ‘Reitenbachii’ в умовах ЕФП III у червні та серпні ($2,83$ та $2,10\ \mu\text{S}$ відповідно).

Електропровідність тканин листків рослин *Acer platanoides* та його культиварів у різних ЕФП залежно від годинної та сезонної динаміки

Го- динна дина- міка	Електропровідність тканин листків, μS								
	Червень			Липень			Серпень		
	ЕФП I	ЕФП II	ЕФП III	ЕФП I	ЕФП II	ЕФП III	ЕФП I	ЕФП II	ЕФП III
<i>Acer platanoides</i>									
0 год	1,50± 0,058	1,49± 0,066	5,49± 0,541	1,36± 0,052	1,35± 0,052	6,80± 0,728	1,26± 0,039	1,22± 0,050	5,34± 0,882
2 год	1,26± 0,050	1,17± 0,088	4,49± 0,370	1,19± 0,072	1,17± 0,094	4,79± 0,350	1,10± 0,058	1,09± 0,049	3,91± 0,512
4 год	1,21± 0,038	1,11± 0,077	3,83± 0,307	1,10± 0,047	1,07± 0,050	3,52± 0,054	1,08± 0,044	1,06± 0,069	3,32± 0,412
<i>A. p. 'Crimson King'</i>									
0 год	1,32± 0,085	1,23± 0,095	1,00± 0,046	1,23± 0,095	1,31± 0,136	1,71± 0,048	1,00± 0,046	1,63± 0,058	1,65± 0,083
2 год	1,14± 0,103	0,88± 0,069	0,81± 0,035	0,88± 0,069	0,94± 0,063	1,21± 0,034	0,81± 0,035	1,26± 0,066	1,39± 0,069
4 год	1,10± 0,054	0,81± 0,009	0,76± 0,045	0,78± 0,019	0,85± 0,042	1,08± 0,062	0,76± 0,045	1,13± 0,067	1,17± 0,077
<i>A. p. 'Globosum'</i>									
0 год	1,26± 0,082	1,11± 0,072	1,70± 0,112	1,04± 0,065	1,11± 0,072	1,25± 0,58	1,20± 0,041	1,07± 0,060	1,02± 0,081
2 год	1,11± 0,061	0,90± 0,059	1,23± 0,041	0,91± 0,064	0,86± 0,083	1,03± 0,072	1,01± 0,032	0,88± 0,042	0,88± 0,073
4 год	1,06± 0,056	0,78± 0,068	1,14± 0,061	0,74± 0,043	0,74± 0,059	0,96± 0,062	0,88± 0,043	0,80± 0,053	0,86± 0,066
<i>A. p. 'Schwedleri'</i>									
0 год	1,53± 0,071	1,52± 0,061	1,52± 0,058	1,37± 0,056	1,42± 0,076	2,00± 0,126	1,26± 0,027	1,32± 0,041	1,92± 0,158
2 год	1,30± 0,061	1,31± 0,058	1,36± 0,073	1,24± 0,069	1,26± 0,042	1,61± 0,139	1,17± 0,038	1,21± 0,046	1,56± 0,094
4 год	1,28± 0,081	1,22± 0,040	1,21± 0,041	1,13± 0,036	1,18± 0,038	1,47± 0,073	1,06± 0,050	1,11± 0,054	1,53± 0,076
<i>A. p. 'Reitenbachii'</i>									
0 год	1,68± 0,080	1,96± 0,097	2,83± 0,139	1,31± 0,128	1,54± 0,052	1,71± 0,096	1,53± 0,053	1,67± 0,083	2,10± 0,198
2 год	1,47± 0,085	1,72± 0,054	2,59± 0,060	1,16± 0,080	1,37± 0,067	1,46± 0,075	1,39± 0,054	1,51± 0,127	1,71± 0,096
4 год	1,45± 0,106	1,66± 0,084	2,40± 0,104	1,08± 0,064	1,25± 0,073	1,32± 0,096	1,30± 0,040	1,47± 0,097	1,68± 0,176

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що фізіологічні процеси, пов'язані з втратою води і підвищенням концентрації клітинного соку за дії посушливих умов, є специфічними для різних культиварів та конкретних умов росту рослин. Провищу стійкість того чи іншого виду до атмосферної посухи можна стверджувати за умови меншого рівня зниження En зразків через певний проміжок часу, що свідчить про низьку втрату вологи зразком. Відповідно до результатів проведеного експерименту більшість зразків досліджуваних рослин характеризується відносно незначним рівнем зниження En тканин – від 7,1 до 25,2% (табл. 2).

Найменшою втратою рівня En після 2-х та 4-годинного в'янення характеризуються рослини культиварів *A. p. 'Schwedleri'* та *A. p. 'Reitenbachii'*, початковий рівень En яких, як зазначено вище, становить 1,26-1,53 та 1,31-1,68 μS відповідно, що є більшим, ніж у інших експериментальних зразків. Найбільші відносні зміни En для тканин листків рослин культивару *A. p. 'Schwedleri'* зафіксовано в межах 20,1-26,5% після 4-годинної експозиції в умовах ЕФП III (рис. 2). Для рослин культивару *A. p. 'Reitenbachii'* найбільші втрати En становлять 20,0-22,8% у липні та серпні після 4-годинної експозиції в умовах ЕФП III (див. табл. 2).

Таблиця 2

Відносні зміни електропровідності тканин листків рослин *Acer platanoides* та його культиварів у різних ЕФП залежно від сезонної динаміки, %

Експозиція	Червень			Липень			Серпень		
	ЕФП I	ЕФП II	ЕФП III	ЕФП I	ЕФП II	ЕФП III	ЕФП I	ЕФП II	ЕФП III
<i>Acer platanoides</i>									
2 год	16,0	21,5	18,2	12,5	13,3	29,6	12,7	10,7	26,8
4 год	19,3	25,5	30,2	19,1	20,7	48,2	14,3	13,1	37,8
<i>A. p. 'Crimson King'</i>									
2 год	13,6	28,5	19,0	28,5	28,2	29,2	19,0	22,7	15,8
4 год	16,7	34,1	24,0	36,6	35,1	36,8	24,0	30,7	29,1
<i>A. p. 'Globosum'</i>									
2 год	11,9	18,9	27,6	12,5	22,5	17,6	15,8	17,8	13,7
4 год	15,9	29,7	32,9	28,8	33,3	23,2	26,7	25,2	15,7
<i>A. p. 'Schwedleri'</i>									
2 год	15,0	13,8	10,5	9,5	11,3	19,5	7,1	8,3	18,8
4 год	16,3	19,7	20,1	17,5	16,9	26,5	15,9	15,9	20,3
<i>A. p. 'Reitenbachii'</i>									
2 год	12,5	12,2	8,5	11,5	11,0	14,6	9,2	9,6	18,6
4 год	13,7	15,3	15,2	17,6	18,8	22,8	15,0	12,0	20,0

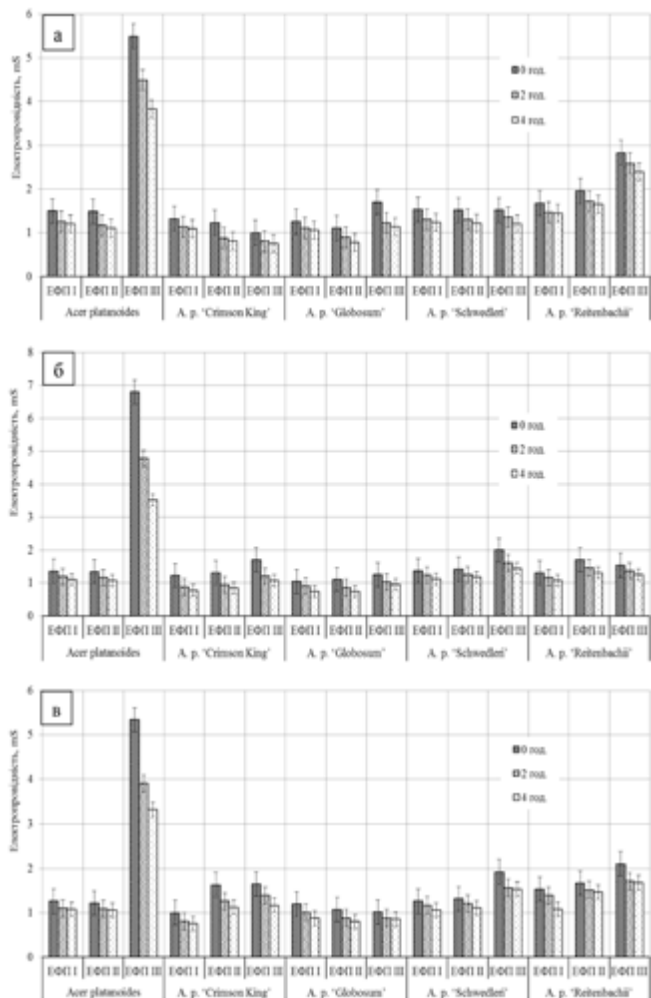


Рис. 1. Зміна електропровідності тканин листків рослин *Acer platanoides* та його культиварів у різних умовах росту залежно від годинної динаміки у: а) червні; б) липні; в) серпні (2015 р.)

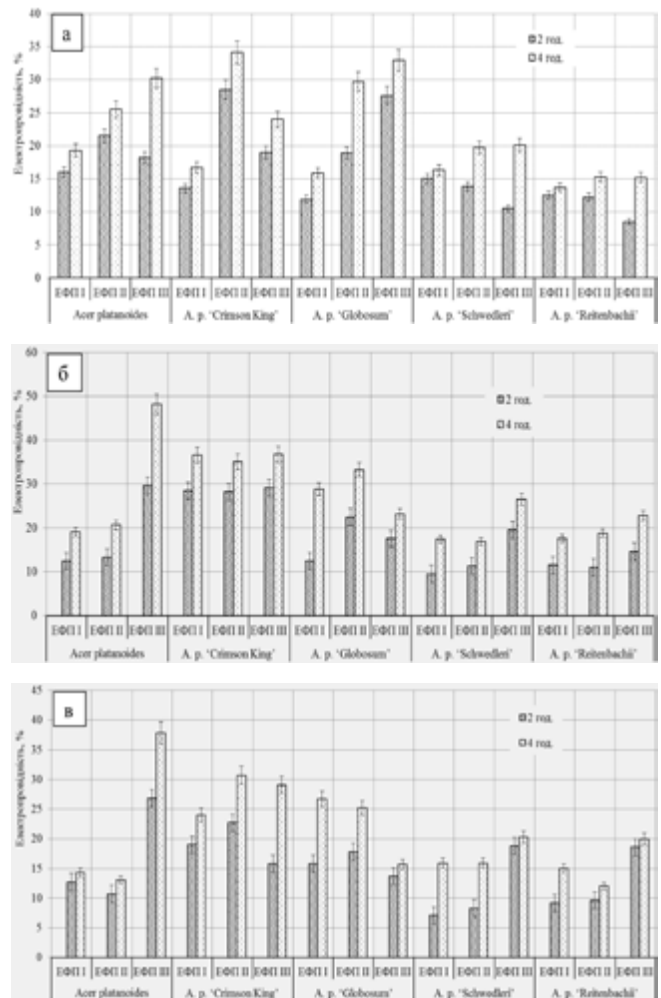


Рис. 2. Відносні зміни електропровідності тканин листків рослин *Acer platanoides* та його культиварів у різних умовах росту: а) червні; б) липні; в) серпні (2015 р.)

Найбільші втрати *En* відзначено у липні після 4-годинної експозиції для рослин виду *A. platanoides* в умовах ЕФП III – 48,2%. Значні втрати *En* тканин листків також притаманні для рослин виду в ЕФП III та ЕФП II у червні після 4-годинної експозиції (25,5 та 30,2% відповідно) та у липні і серпні в ЕФП III як після 2, так і після 4 год експозиції (29,6 та 48,2% у липні; 26,8 та 37,8% у серпні відповідно). Для рослин виду варто відзначити значне зростання втрати *En* в умовах ЕФП III, порівняно з умовами ЕФП I. Так, у червні після 4-годинної експозиції втрати *En* в умовах ЕФП III зросли на 10,9% порівняно з ЕФП I, у липні – на 29,1%, у серпні – на 23,5%. Значне зменшення рівня *En* В. В. Тороп [13] пояснює шкідливим впливом повітряної посухи на цілісність плазмодесм – цитоплазматичних каналів, що пронизують клітинні стінки сусідніх клітин, сполучаючи їх між собою.

Для рослин культивуру *A. p.* ‘Crimson King’ найвищі втрати струму спостережено у липні, що може бути пов’язано з посушливою погодою у цьому місяці (див. рис. 2). Так, після 2-годинної експозиції втрати *En* в усіх ЕФП знаходяться у межах 28,2-29,2%, після 4-годинної експозиції – у межах 35,1-36,8%. Максимальні втрати струму тканинами листків рослин культивуру *A. p.* ‘Globosum’ змінюються у межах 26,7-33,3% після 4-годинної експозиції для всіх ЕФП упродовж літа.

Починаючи з першої експозиції і до закінчення досліджу, впродовж трьох літніх місяців спостережено чітку тенденцію до зниження *En* тканин листків, що пов’язано зі зменшенням вологості у тканинах рослин.

Висновки. Оцінювання функціонального стану рослин *Acer platanoides* та його культиварів, найпоширеніших в озелененні Києва, показало, що рослини виду характеризуються низьким адаптивним потенціалом у складних умовах міста, тоді як рослини культиварів відзначаються кращою здатністю стабілізувати іонний гомеостаз і метаболічні процеси у клітинах листків.

За початковим рівнем *En* та її втратами після 2-х та 4-х годин в’янення усі досліджені культивари можна розташувати у послідовний ряд посухостійкості (від найстійкішого) в умовах ЕФП I: *A. p.* ‘Reitenbachii’ > *A. p.* ‘Schwedleri’ > *A. platanoides* > *A. p.* ‘Globosum’ > *A. p.* ‘Crimson King’; та в умовах ЕФП III: *A. p.* ‘Reitenbachii’ > *A. p.* ‘Schwedleri’ > *A. p.* ‘Globosum’ > *A. p.* ‘Crimson King’ > *A. platanoides*. До посухостійких рослин можна віднести культивари *A. p.* ‘Reitenbachii’ та *A. p.* ‘Schwedleri’. У зв’язку зі стабільнішими метаболічними процесами рослин цих культиварів можна рекомендувати до широкого використання в озелененні міста.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. **Аксенова Н.И.** Клены / Аксенова Н.И. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1975. – 96 с.
2. **Букштынов А.Д.** Клен / Букштынов А.Д. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 86 с.
3. **Голикова М.М.** Вплив промислового забруднення на елементи анатомічної структури пагонів кленів / М.М. Голикова // Вісник Львів. ун-ту. Серія біологічна. – 2011. – Вип. 57. – С. 242-248.
4. **Голикова М.Н.** Роль кленов в озелененні промислового центра в умовах юго-востока України / Матеріали V науково-практичної конференції «Урбоєкосистеми: проблеми и перспективи развития» [Ишим, 25-26 марта, 2010 г.] // М.М. Голикова, И.А. Зайцева. – Ишим : Изд-во ИГПИ им. П.П. Ершова, 2010. – Вып. 5. – С. 62-64.
5. **Кохно М.А.** Інтродукція кленів на Україні: моногр. / Кохно М.А. – К. : Наук. думка, 1968. – 171 с.
6. **Курницька М.П.** Життєвість міських зелених насаджень / М.П. Курницька // Наук. вісник Укр. держ. лісотехн. ун-ту: зб. наук.-техн. праць. – 2003. – Вип. 13.5. – С. 308-311.
7. **Кучерявий В.П.** Урбоєкологія: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / Кучерявий В.П. – Львів: Світ, 1999. – 360 с.
8. **Кушніренко М.Д.** Способи определения сроков полива и засухоустойчивости плодовых растений / М.Д. Кушніренко, Г.П. Курчатова. – Кишинев: Штиинца, 1979. – 40 с.
9. **Лялин О.О.** Электрические свойства клеточных мембран и межклеточных контактов высших растений: автореф. дис. на соиск. учен. степени д-ра биол. наук: спец. 03.01.05 «Физиология растений» / О.О. Лялин. – М., 1980. – 44 с.
10. **Манько М.В.** Порівняльне оцінювання водотримуючої здатності листків рослин культиварів *Acer platanoides* L. в умовах м. Києва / М.В. Манько, Н.О. Олексійченко, О.В. Соваков // Наук. вісник Національного лісотехн. ун-ту України: зб. наук.-техн. праць. – 2016. – № 26.3 – С. 131-136.
11. **Плюто К.Б.** Про деякі показники водного режиму кленів у зв’язку з їх посухостійкістю / К.Б. Плюто // УБЖ. – 1975. – Т. 32. – № 4. – С. 511-514.
12. **Сенчишина І.О.** Характеристика водного обміну у представників роду *Acer* L. / І.О. Сенчишина // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. – 2005. – Вип. 40. – С. 166-173.
13. **Тороп В.В.** Застосування електрометричних методів у садівництві / В.В. Тороп // Проблеми моніторингу в садівництві – К.: Аграрна наука, 2003. – С. 145-154.
14. **Ходаківська Ю.** Визначення посухостійкості сортів груші методом електропровідності листків / Ю. Ходаківська, В. Копань // Вісник Львів. Національного аграр. ун-ту: Агрономія. – 2008. – № 12 (2). – С. 77-80.
15. **Water Loss Estimates for Five Recently Translated Landscape Tree Species in a Semi-arid Climate** / Th. Montague, R. Kjelgren, R. Allen, D. Wester // Environmental Horticulture, 2004. – Vol. 22 (4). – P. 189-196.

Н.А. Алексейченко, М.В. Манько,
О.И. Китаев, А.В. Соваков

**ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ЛИСТОВОГО АППАРАТА РАСТЕНИЙ
КУЛЬТИВАРОВ *ACER PLATANOIDES* L.
В НАСАЖДЕНИЯХ ГОРОДА КИЕВА
С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ**

В связи с возрастающей ксерофитизацией окружающей среды, связанной с глобальными изменениями климата, одним из главных критериев отбора растений для использования в зеленом строительстве является определение уровня их засухоустойчивости. Как известно, механизмы засухоустойчивости часто выступают в роли преадаптаций в условиях загрязнения, что немаловажно для мезофитных видов рода *Acer* L. Учитывая противоречивость данных о засухоустойчивости культиваров *A. platanoides* и недостаточную изученность уровня их толерантности к засухе в городской среде, исследования в этом направлении актуальны.

Целью наших исследований было установление уровня засухоустойчивости культиваров *A. platanoides* в насаждениях Киева с разной степенью антропогенной трансформации электрометрическим методом.

Объектами эксперимента были листья растений вида *A. platanoides* и распространенных в озеленении Киева культиваров *A. p. 'Globosum'*, *A. p. 'Schwedleri'*, *A. p. 'Crimson King'* и *A. p. 'Reitenbachii'*. Образцы листьев отобраны в трех эколого-фитоценологических поясах (далее – ЭФП) комплексной зоны Киева: парках (ЭФП I), скверах (ЭФП II) и насаждениях городских площадей и улиц плотной городской застройки (ЭФП III). Исследования проведены на научной базе Института садоводства НААН Украины по методике лаборатории физиологии растений и микробиологии. Измерения электропроводности (далее – Эп) листьев осуществлены электрометром (кондуктометром) Е 7-13.

Анализируя результаты исследований, выяснено, что начальные показатели Эп тканей листьев в ЭФП I колеблются в пределах 1,00-1,68 μS , в ЭФП II – от 1,07 до 1,96 μS а в ЭФП III – от 1,00 до 6,80 μS . Значение начальной Эп листьев растений с насаждений скверов и парков значимо не отличаются. Существенно высшими (в 3,7-5,0 раза) значениями Эп, по сравнению с контрольными, характеризуются растения вида *A. platanoides*, растущие в сложных условиях улицы (ул. Киквидзе). Очевидно, что повышение Эп в последнем случае коррелирует со структурными нарушениями листовой пластинки и не указывает на их оводненность. Таким образом, в условиях гомеостатического равновесия уровень Эп для растений вида *A. platanoides* составляет 1,26–1,50 μS , для растений культивара *A. p. 'Crimson King'* – 1,00-1,32 μS , для растений культивара *A. p. 'Globosum'* – 1,04-1,26 μS , для растений *A. p. 'Schwedleri'* – 1,26-1,53, для растений *A. p. 'Reitenbachii'* – 1,31-1,68 μS . В целом для ра-

стений вида *A. platanoides* и его культиваров оптимальный показатель Эп тканей листьев находится в пределах 1,23-2,06 μS .

Наименьшей потерей уровня Эп после 2- и 4-часового увядания характеризуются растения культиваров *A. p. 'Schwedleri'* и *A. p. 'Reitenbachii'*. Наибольшие потери Эп отмечены в июле после 4-часовой экспозиции для растений вида *A. platanoides* в условиях ЭФП III – 48,2%. Для растений вида стоит отметить значительный рост потери Эп в условиях ЭФП III по сравнению с условиями ЭФП I. Начиная с первой экспозиции и до окончания опыта, в течение трех летних месяцев наблюдается четкая тенденция к снижению Эп тканей листьев, что связано с уменьшением влаги в растениях.

По первоначальному уровню Эп и ее потерям после 2-х и 4-х часов увядания все исследованные культивары можно расположить в последовательный ряд засухоустойчивости (от стойкого) в условиях ЭФП I: *A. p. 'Reitenbachii'* > *A. p. 'Schwedleri'* > *A. platanoides* > *A. p. 'Globosum'* > *A. p. 'Crimson King'*; и в условиях ЭФП III: *A. p. 'Reitenbachii'* > *A. p. 'Schwedleri'* > *A. p. 'Globosum'* > *A. p. 'Crimson King'* > *A. platanoides*.

Растения вида характеризуются низким адаптивным потенциалом в сложных условиях города, в то время как растения культиваров отмечаются лучшей способностью стабилизировать ионный гомеостаз и метаболические процессы в клетках листьев. К засухоустойчивым растениям можно отнести культивары *A. p. 'Reitenbachii'* и *A. p. 'Schwedleri'*. В связи с более стабильными метаболическими процессами растения этих культиваров можно рекомендовать к широкому использованию в озеленении города.

Ключевые слова: клен остролистный, культивар, электропроводность, засухоустойчивость, городские насаждения

N. Oleksiychenko, M. Man'ko, O. Kitaev, A. Sovakov

**ELECTROMETRIC ASSESSMENT
OF LEAF BLADE OF *ACER PLATANOIDES* L.
CULTIVARS IN KYIV CITY PLANTINGS
WITH VARYING DEGREES
OF ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION**

Due to the increasing xerophytization of environment caused by global climate change, one of the main criteria for the plant selection for usage in green building is their level of drought resistance. As we know, drought resistance mechanisms often serve as preliminary adaptations in terms of pollution, which is very important for mesophytic species of the genus *Acer* L. Considering the contradictory data on drought resistance of *A. platanoides* cultivars and lack of knowledge of their tolerance to drought in the urban environment, the research in this field is urgent.

The aim of our research was to establish the level of drought resistance of *A. platanoides* cultivars in plantings of Kyiv city with varying degrees of anthropogenic

transformation by means of electrometric method.

The objects of the experiment were leaves of species *A. platanoides* and its cultivars *A. p.* 'Globosum', *A. p.* 'Schwedleri', *A. p.* 'Crimson King' and *A. p.* 'Reitenbachii', which are widespread in Kyiv city landscaping. The samples of leaves were collected in three eco-phytocoenotic zones (hereinafter – EPZ) of complex area of Kyiv city: parks (EPZ I), public gardens (EPZ II) and plantings of squares and streets of dense city construction (EPZ III). The experiment was conducted on a scientific basis of the Institute of Horticulture of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine by the method of the Laboratory of Plant Physiology and Microbiology. The measurements of leaves conductivity were performed by using electrometer (conductometer) E 7-13.

Analyzing the results of research, we have found that the initial indicators of leaves tissues conductivity in the EPZ I fluctuate within 1,00-1,68 μ S, in the EPZ II swing from 1,07 to 1,96 μ S and in the EPZ III – from 1,00 to 6,80 μ S. The values of the initial conductivity of leaves tissues of plants from public gardens and parks are not significantly different. The leaves of plants of species *A. platanoides* that are growing under difficult conditions of street (St Kikvidze) are characterized by considerably higher (in 3,7-5,0 times) conductivity indicators compared to the control. Obviously, the increase of conductivity in latter case correlates with structural disorders in tissues of leaf blade and does not indicate their water saturation. Thus, in terms of homeostatic equilibrium the level of leaves tissues conductivity for plants of species *A. platanoides* is within 1,26-1,50 μ S, for plants of cultivar *A. p.* 'Crimson King' – within 1,00-1,32 μ S, for plants of cultivar *A. p.* 'Globosum' – within 1,04-1,26 μ S, for plants of cultivar *A. p.* 'Schwedleri' – within 1,26-1,53 μ S, for plants of cultivar *A. p.* 'Reitenbachii' – within

1,31-1,68 μ S. Overall, an optimal indicator of leaves tissues conductivity for plants of species *A. platanoides* and its cultivars is within 1,23-2,06 μ S.

The plants of cultivars *A. p.* 'Schwedleri' and *A. p.* 'Reitenbachii' are defined by the smallest loss of conductivity after 2 and 4 hours of wilting. The greatest loss of conductivity was observed for plants of species *A. platanoides* under conditions of the EPZ III in July after a 4-hour exposure and was amounted to 48.2%. A significant increase of loss of leaves tissues conductivity should be noticed for plants of species under the conditions of the EPZ III compared to the EPZ I. A clear tendency to reduce conductivity of leaves tissues can be observed since the first exposure until the end of the experiment, during the three summer months, that is related with a decrease of moisture in plants.

By the initial level of leaves tissues conductivity and its losses after 2 and 4 hours of wilting all investigated cultivars can be arranged in a sequence of drought resistance (from the most resistant) under conditions of EPZ I: *A. p.* 'Reitenbachii' > *A. p.* 'Schwedleri' > *A. platanoides* > *A. p.* 'Globosum' > *A. p.* 'Crimson King'; and under conditions of EPZ III: *A. p.* 'Reitenbachii' > *A. p.* 'Schwedleri' > *A. p.* 'Globosum' > *A. p.* 'Crimson King' > *A. platanoides*.

The plants of species *A. platanoides* are characterized by a low adaptive capacity in difficult conditions of the city, while the plants of cultivars are marked by a better ability to stabilize the ion homeostasis and metabolic processes in cells of their leaves. The cultivars *A. p.* 'Reitenbachii' and *A. p.* 'Schwedleri' can be referred as drought-resistant plants. Due to their stable metabolic processes, the plants of these cultivars can be recommended for wider use in Kyiv city landscaping.

Key words: Norway maple, cultivar, conductivity, drought resistance, urban plantings