

УДК 712.4:582.795

М.О. Совакова<sup>1</sup>, О.І. Китаєв<sup>2</sup>, В.А. Кривошопка<sup>2</sup>, Д.Г. Макарова<sup>2</sup>, О.В. Соваков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування України  
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041 Україна

<sup>2</sup> Інститут садівництва НААН  
вул. Садова, 23, Київ, 03027 Україна

## ВИЗНАЧЕННЯ ПОСУХОСТІЙКОСТІ ВИДІВ РОДУ *TILIA* L. ЕЛЕКТРОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

*Види роду Tilia, посухостійкість, електропровідність*

**ВИЗНАЧЕННЯ ПОСУХОСТІЙКОСТІ ВИДІВ РОДУ *TILIA* L. ЕЛЕКТРОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ.** М.О. Совакова, О.І. Китаєв, В.А. Кривошопка, Д.Г. Макарова, О.В. Соваков. – Наведено результати лабораторного визначення посухостійкості видів роду *Tilia* L. електрометричним методом. За результатами аналізу змін електропровідності тканин листків встановлено рівень посухостійкості найбільш поширених видів липи в умовах м. Києва.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ ВИДОВ РОДА *TILIA* L. ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ.** М.А. Совакова, О.И. Китаев, В.А. Кривошопка, Д.Г. Макарова, А.В. Соваков. – Приведены результаты лабораторного определения засухоустойчивости видов рода *Tilia* L. електрометрическим методом. По результатам анализа изменений электропроводимости тканей листьев установлен уровень засухоустойчивости наиболее распространенных видов липы в условиях г. Киева.

**DETERMINATION OF DROUGHT RESISTANCE IN GENUS *TILIA* L. BY ELECTROMETRIC METHOD.** M.O. Sovakova, O.I. Kytayev, V.A. Kryvoshapka, D.G. Makarova, O.V. Sovakov. – The results of laboratory determination of drought resistance in genus *Tilia* L. using the electrometric method are given. A level of drought resistance of the most common species in Kyiv conditions is set according to the analysis of electrical conductivity changes of the leaves' tissue.

Одним із проявів взаємодії рослинного організму і навколишнього середовища та однією зі складових екологічної толерантності рослин є їхня здатність витримувати зневоднення (посухостійкість) і високі температури (жаростійкість) (Генкель, 1971). У зв'язку зі зростаючою ксерофітизацією навколишнього середовища, пов'язаною з глобальними змінами клімату, одним з головних критеріїв добору рослин для використання в зеленому будівництві є визначення рівня їхньої посухостійкості (Water..., 2004).

В літературі є суперечливі дані щодо особливостей зростання видів роду *Tilia* L. в умовах посухи (Гордієнко, Гордієнко, 2005). Відомо, що в умовах систематичної посухи і в районах із сильними весняними вітрами спостерігається суховершинність, а інколи – і загибель молодих дерев липи (Хлонов, 1965; Мурахтанов, 1981). Дорослі дерева реагують на посуху зменшенням інтенсивності плодоношення. На думку Є.С. Мурахтанова (Мурахтанов, 1981), завдяки наявності в листках малої кількості продохів, види роду *Tilia* легко витримують повітряну посуху, а за умов сильної – тільки зменшують приріст пагонів. П.А. Воїнов вважає види роду *Tilia* непосухостійкими (Хлонов, 1965), а В.В. Берников (Мурахтанов, 1981) відносить їх до рослин із високим рівнем посухостійкості. Стійкість липи до посухи залежить від ґрунтових і кліматичних умов – на родючих ґрунтах вони більш посухостійкі, ніж на бідних (Мурахтанов, 1981). Як відмічають М.І. Гордієнко та Н.М. Гордієнко (Гордієнко, Гордієнко, 2005), в посушливий період року в умовах Києва спостерігається передчасне обпадання листків, а також припинення росту коріння. Встановлено, що дерева липи не витримують сухих ґрунтів і ґрунтової посухи (Хлонов, 1965; Деревья..., 1974; Мурахтанов, 1981).

Аналіз рівня посухостійкості деяких видів роду *Tilia* в природних умовах свідчить

про наступне: *T. cordata* Mill. відноситься до відносно посухостійких, до вологості повітря вона маловимоглива, але в жарких посушливих районах і під час посушливих періодів в районах з достатнім зволоженням спостерігається літній листопад; *T. platyphyllos* Scop. досить посухостійка; *T. tomentosa* Moench порівняно посухостійка (Дендрофлора..., 2002), але більш жаростійка і посухостійка, ніж вищезазначені види; *T. caucasica* вважається одним із посухостійких видів, добре витримує сухість ґрунту, хоча в умовах Криму страждає від сухості повітря (Деревья..., 1974).

У міських умовах, як зазначають Л.М. Осипова та А.М. Сумська (Осипова, Сумська, 2009), *T. cordata* знаходиться в умовах більшого водного дефіциту порівняно з *Populus nigra* L. Іноземні дослідники (Water..., 2004) вказують на те, що *T. cordata* 'Greenspire' в міських насадженнях в умовах посухи споживає більшу кількість води порівняно з *Acer platanoides* 'Emerald Queen', *Fraxinus pennsylvanica* 'Patmore', *Platanus* × *acerifolia* 'Bloodgood'. За даними О.А. Пономарьової (2010), за рівнем водоутримуючої здатності види роду *Tilia*, які зростають в міських умовах, розташовані наступним чином: *T. platyphyllos* < *T. cordata* < *T. tomentosa*.

З огляду на суперечливість даних стосовно посухостійкості видів роду *Tilia* в природних умовах та недостатню вивченість рівня толерантності до посухи у міському середовищі продовження досліджень в цьому напрямку є актуальним. Аналіз стійкості рослин лише за видимими ознаками (пожовтіння чи обпадання листя) не дає вичерпної та однозначної інформації; поширений лабораторний метод – встановлення рівня водоутримуючої здатності (Кушниренко, Курчатова, 1979) – досить трудомісткий та потребує багато часу. На разі актуальним є пошук більш наукоємних методів дослідження посухостійкості, зокрема застосування експресних лабораторних методів, що дозволить оцінити структурно-функціональні зміни в рослинах під час порушення водного режиму. Використання чутливих та інформативних біофізичних методів для діагностики стану рослин, а саме визначення електропровідності (далі – Еп), дозволяє за короткий час встановити рівень функціональної і структурної рівноваги рослинного організму (Тороп, 2003). Відомо, що дія широкого спектру стрес-факторів навколишнього середовища, які спричинені водним дефіцитом, низькими температурами, кисневим голодуванням, засоленням, першочергово відбивається на функціональному стані і структурі цитоплазматичних мембран рослинних клітин. Це, в свою чергу, супроводжується викидом електролітів у міжклітинний простір і реєструється як підвищення Еп тканин (Ходаківська, Копань, 2008).

Метою наших досліджень було встановлення електрометричним методом рівня посухостійкості та апробація відповідної методики для видів роду *Tilia*. Нами було обрано метод Еп, оскільки її рівень з високою імовірністю ( $r = 0,86$ ) корелює із вмістом води та електролітів в листках рослин (Кушниренко, Курчатова, 1979; Ходаківська, Копань, 2008; Бублик та ін., 2010).

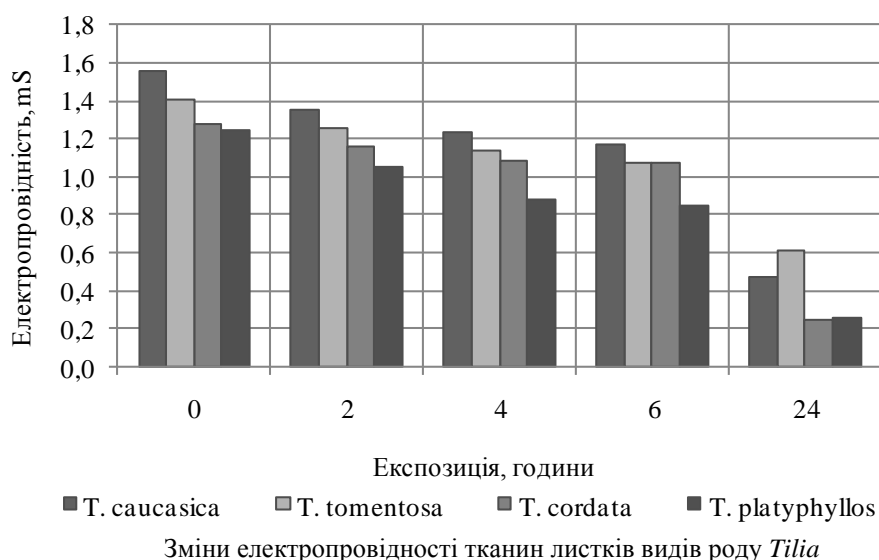
### Методика досліджень

Дослідження проведено на науковій базі сектора фізіології рослин Інституту садівництва НААН України (ІС). Вивчення Еп тканин листків проводили за допомогою кондуктометра (електрометра) Е 7-13, оснащеного двома голчастими молібденовими електродами (Бублик та ін., 2010), за методикою сектора фізіології рослин ІС (Тороп, 2003). Даний прилад працює на змінному струмі з частотою 1 кГц, що дозволяє запобігти поляризації зразка, яка проявляється при роботі із постійним (Кушниренко, Курчатова, 1979). Абсолютні значення Еп і її зміни визначали на розсіяному світлі за умов повітряно-сухої експозиції п'ять разів – відразу після відбору, через 2, 4, 6 і 12 год. Відносні зміни Еп встановлювали наступним чином. Від середнього значення Еп кожного виду віднімали значення фону приладу (0,23 mS) і, приймаючи перший замір за 100-відсоткове водозабезпечення тканин листків, обраховували відносні зміни залежно від експозиції. Дослідні зразки було відібрано після закінчення росту листових пластинок в один з найбільш спекотних місяців літа (серпень) за умов бездошової погоди. Кількість замірів для кожного листка – 5, повторність вимірювання – 10-кратна. Статистичну обробку даних здійснено з використанням комп'ютерних програм, розроблених ІС.

### Результати досліджень та обговорення

В період 2010–2011 рр. за шкалою С.С. П'ятницького (П'ятницький, 1961) нами була проведена польова оцінка посухостійкості видів роду *Tilia*, яка не дала остаточної відповіді про їхню стійкість до посушливих умов. Варто відмітити, що дана оцінка була проведена на рослинах, які знаходяться в гарному стані та в умовах достатнього зволоження (липова алея на околиці м. Києва, с. Новосілки). В міських насадженнях проведення польової оцінки значно ускладнене. Під дією комплексу стрес-факторів на початку вегетаційного сезону у дерев липи, які зростають у вуличних насадженнях, спостерігається крайовий некроз і хлороз листових пластинок, що супроводжується масовою дефоліацією крони вже в середині літа. Нами було проведено вимірювання Еп таких листових пластинок і встановлено, що зміни Еп прямо пропорційні рівню пошкодження асиміляційного апарата. В листках, некроз і хлороз яких становив 2/3 площі листка, були зафіксовані найвищі значення Еп (збільшення показників більш ніж в 10 разів, порівняно з контролем). Очевидно, що підвищення Еп корелює зі структурними порушеннями листової пластинки та не вказує на їхню оводненість. Тому для дослідження посухостійкості видів роду *Tilia* електрометричним методом було обрано листові пластинки зі здорових рослин на вищезазначеній алеї.

Під час вимірювання Еп листків відразу після відбору було отримано наступні дані. Найменший рівень Еп зафіксований для *T. cordata* і *T. platyphyllos*; для *T. caucasica* і *T. tomentosa* ці показники були істотно вищі (рис.). Встановлено, що між всіма видами є значуща різниця (табл. 1).



Таблиця 1. Показники електропровідності (Еп) тканин листків *Tilia*, mS

Експозиція, година	Вид				НІР <sub>0,5</sub>
	<i>T. caucasica</i>	<i>T. tomentosa</i>	<i>T. cordata</i>	<i>T. platyphyllos</i>	
0	1,56	1,41	1,28	1,25	0,02
2	1,35	1,26	1,16	1,05	0,04
4	1,24	1,14	1,08	0,88	0,02
6	1,17	1,07	1,07	0,85	0,03
24	0,47	0,61	0,25	0,26	0,03

Після дво- і чотиригодинного зів'янення також спостерігається достовірна різниця між дослідженими видами, окрім *T. cordata* і *T. tomentosa* після 6-годинного зів'янення. Після найбільш тривалого зів'янення (24 години) істотно не відрізняються за рівнем Еп *T. cordata* і *T. platyphyllos*.

Останнє вимірювання Еп найчіткіше вказує на більшу здатність деяких видів утримувати воду в тканинах листків, а відтак і вищу посухостійкість. Встановлено, що *T. tomentosa* та *T. caucasica*, як на момент першого вимірювання, так і після довготрива-

лого зів'янення, мають найвищий рівень води та електролітів в тканинах листкових пластинок, що було зафіксовано як підвищення рівня Еп.

Інформативнішими під час аналізу змін Еп виявились відносні показники (табл. 2).

Таблиця 2. Відносні зміни електропровідності тканин листків *Tilia*, %

Вид	Експозиція, година			
	2	4	6	24
<i>T. caucasica</i>	15,8	24,1	29,3	82,0
<i>T. tomentosa</i>	12,7	22,9	28,8	67,8
<i>T. cordata</i>	11,4	19,0	20,0	98,1
<i>T. platyphyllos</i>	19,6	36,3	39,2	97,1

Варто відмітити, що листки *T. platyphyllos*, порівняно з іншими видами, найінтенсивніше втрачають воду в перші 6 годин зів'янення, що співпадає з даними О.А. Пономарьової (2010). Відносні зміни Еп для цього виду складають майже 40%. Найменші зміни Еп були встановлені для *T. cordata*, хоча після довготривалого зів'янення у цього виду було відмічено майже повне висихання. Можна припустити, що цей вид найкраще з усіх витримує водний дефіцит тільки в короткий проміжок часу. Зміни Еп у *T. caucasica* та *T. tomentosa* у перші 6 годин експозиції відбуваються майже синхронно і досить повільно (до 30 %). Це вказує на стабільність іонного гомеостазу, що забезпечує вищу функціональну стійкість рослин до умов посухи. Після 24-годинного зів'янення найменші зміни Еп (близько 70%) були зафіксовані у *T. tomentosa*, що свідчить про її високу посухостійкість.

### Висновки та рекомендації

Вимірювання Еп листків рослин *Tilia* дозволяє з високою точністю і за короткий проміжок часу провести аналіз функціональних змін їхніх тканин за умов довготривалої дії повітряної посухи. Для встановлення рівня посухостійкості достатньо проводити заміри за умов 4–5 експозицій. Для визначення посухостійкості електрометричним методом варто відбирати листкові пластинки зі здорових дерев без візуальних пошкоджень (некроз і хлороз) в оптимальних умовах зростання.

Встановлено, що *T. cordata* відзначається найменшою посухостійкістю під час тривалого зів'янення, але найкраще витримує короткочасну посуху. Найменшою посухостійкістю відзначається *T. Platyphyllos*, а *T. caucasica* і *T. Tomentosa*, через здатність стабілізувати іонний гомеостаз і метаболічні процеси в клітинах, є найбільш посухостійкими, тож доцільно більш широко використовувати їх в міських насадженнях.

Бублик М. О. Особливості визначення адаптивного потенціалу сортів вишні до жару і посухи / О. М. Бублик, В. А. Скрыга, О. І. Китаєв // Бюлетень інституту зернового господарства. – Дніпропетровськ, 2010. – № 39. – С. 173–176.

Генкель П. А. Основные пути изучения физиологии засухоустойчивости растений / П. А. Генкель // Физиология засухоустойчивости растений. – М. : Наука, 1971. – С. 5–7.

Гордієнко М. І. Лісівничі властивості деревних рослин / М. І. Гордієнко, Н. М. Гордієнко. – К. : Вістка, 2005 р. – 816 с.

Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні. Частина I : Довідник / [Кохно М. А., Пархоменко Л. І., Зарубенко А. У. та ін.] ; за ред. М. А. Кохна. – К. : Фітосоціоцентр, 2002. – 448 с.

Деревья и кустарники. Покрытосеменные : Справочник. – К. : Наукова думка, 1974. – 590 с.

Кушниренко М. Д. Способы определения сроков полива и засухоустойчивости плодовых растений / М. Д. Кушниренко, Г. П. Курчатова. – Кишинев : Штиинца, 1979. – 40 с.

Мурахтанов Е. С. Липа / Е. С. Мурахтанов. – М. : Лесн. пром-сть, 1981. – 80 с.

Осипова Л. Н. Характер влияния атмосферных токсикантов на содержание разных форм воды и интенсивность транспирации листьев древесных растений // Л. Н. Осипова, А. Н. Сумская // Проблемы экологии та охорони природи техногенного регіону. – Донецьк : ДонНУ, 2009. – № 1 (9). – С. 202–206.

Пономарьова О. А. Порівняння водоутримуючої здатності листків рослин роду *Tilia* L. та вплив на цей процес викидів автотранспорту в умовах південного сходу України /

- О. А. Пономарьова // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя : Дике поле, 2010. – Вип. 15, № 2. – С. 87–96.
- Пятницкий С. С.* Практикум по лесной селекции / С. С. Пятницкий. – М. : Сельхозиздат, 1961. – 148 с.
- Тороп В. В.* Застосування електрометричних методів у садівництві / В. В. Тороп // Проблеми моніторингу в садівництві. – К. : Аграрна наука, 2003. – С. 145–154.
- Хлонов Ю. П.* Липы и липняки Западной Сибири (распространение, лесоводственные свойства, типы лесов, искусственные посадки) / Ю. П. Хлонов. – Новосибирск, 1965. – 156 с.
- Ходаківська Ю.* Визначення посухостійкості сортів груші методом електропровідності листків / Ю. Ходаківська, В. Копань // Вісник Львівського національного аграрного університету : Агрономія. – 2008. – № 12 (2). – С. 77–80.
- 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.

Надійшла 03.03.2012 р.