

**ДІЕЛЕКТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ЛИП СЕРЦЕЛИСТОЇ
ТА ШИРОКОЛИСТОЇ В УМОВАХ МІСТА ЛЬВОВА****Н. І. Карпун, В. К. Зайка***НЛТУ України, м. Львів, Україна*

Досліджено сезонні зміни діелектричних показників липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.) та липи широколистої (*Tilia platyphyllos* Scop.) в різних умовах міста: вулиці, сквери, парки. Встановлено особливості життєдіяльності двох видів лип, які ростуть у вуличних насадженнях, скверах і парках центральної, середньої та периферичної частин Львова. Навесні в умовах міста у дерев лип значно швидше активізуються процеси життєдіяльності, ніж за містом. Негативний вплив міського середовища на функціонування дерев особливо гостро проявляється в літні місяці у вуличних насадженнях та зростає у напрямку від периферії до центру населеного пункту. В умовах скверів і парків на життєдіяльність дерев лип негативно впливають як умови міського середовища, так і конкурентні фітоценотичні взаємовідносини.

Ключові слова: *Tilia cordata* Mill., *T. platyphyllos* Scop., імпеданс, поляризаційна ємність, умови міського середовища, сквери, парки.

Вступ. Високі темпи урбанізації останніми роками призводять до погіршення екологічних умов міста. А це, своєю чергою, позначається на зелених насадженнях. У таких рослин знижується біологічна продуктивність, порушено перебіг фізіологічних процесів, скорочується період спокою і як наслідок – тривалість онтогенезу (Gnativ, 2006; Kucherjavyj, 2001; Levon, 2008). Для оцінювання життєвості рослин використовують різні методи. Одним із них є електрофізіологічний, що полягає у вимірюванні імпедансу і поляризаційної ємності (Dereh, 2014; Zaika, 2004; Кругуськуй, 1992).

Рід Липа (*Tilia* L.) є одним із найчисельніших у дендрофлорі Львова. У ході нашого дослідження виявлено, що найпоширенішими його представниками в зелених насадженнях міста є липа серцелиста (*T. cordata* Mill.) та липа широколиста (*T. platyphyllos* Scop.). Їх переважно і рекомендують для озеленення міст, оскільки вони характеризуються високою стійкістю до урбанізованого середовища (Pigott, 2012).

Мета дослідження – визначити фізіологічну реакцію у найпоширеніших представників роду *Tilia* L. на умови міського середовища.

Об'єкти і методи дослідження. Об'єктом дослідження обрано два найпоширеніші види роду *Tilia* L. у складі зелених насаджень Львова – *T. cordata* і *T. platyphyllos*. У процесі проведення дослідження умовно місто поділили на три зони – центральну, середню та периферійну. При цьому, в кожній із них підбрали вулиці, парки та сквери. Загалом, схема досліджень така:

- центральна частина міста охоплює вул. Князя Романа і проспект ім. В. Чорновола, сквери – "На валах" і на пл. Данила Галицького та парк ім. Івана Франка;
- середня частина міста представлена вул. Липинського, Володимира Великого і Липова алея, скверами – на перехресті вул. Батуринської та Єрошенка та вул. Коновальця – Житомирської, парками – "Стрийський" і "Піщані озера";
- периферійна частина міста обмежена вул. Стрийською (на ділянці від перехрестя із вул. Хуторівкою і до центрального автовокзалу) та Мазепи, сквером на перехресті вул. Ряшівська – Городоцька і парком "Скнилівський".

Контролем слугували липи, які ростуть в арборетумі НЛТУ України (с. Страдч).

У межах однієї зони урбогенне навантаження та умови місцезростання є різними. Дерев вулиць центральної частини міста періодично обрізують, вони ростуть у лунках на відстані до дороги 0,5-1,0 м та до будинків 3-8 м (наприклад, вул. Князя Романа). Високим антропогенним навантаженням у цій зоні міста характеризуються також сквери і парки.

Липи на вулицях середньої частини міста ростуть у рядових посадках у смугах газонів з відстанню до дороги 3-5 м, за винятком вул. Липова алея, де вона становить 0,5 м. Обидва сквери цієї зони розташовані поблизу залізничної колії.

Парк периферійної частини міста "Скнилівський" створювався стихійним способом на колишньому сміттєзвалищі поблизу аеропорту. Панівним видом тут є *T. platyphyllos* Scop. Умови вулиць цієї зони дещо відрізняються. Липи по вул. Стрийській ростуть на відстані 5-10 м від будинків і на відстані більше 20 м від дороги. На вул. Мазепи вони ростуть у рядовій посадці на відстані від дороги 5-6 м. Орієнтовний вік насаджень периферійної зони – 40 років. У парках і скверах липи ростуть у складі деревно-чагарникових біогруп, алеї чи солітерно.

Діелектричні показники (імпеданс і поляризаційна ємність) прикамбіальних тканин лубу дерев липи визначено за методикою (Кругуськуй, 1992) приладом Ф-4320. Вимірювання проводили на висоті стовбура 1,3 м, щомісячно із липня 2013 р. по червень 2014 р. Загальна кількість дослідних дерев – 580, з них *T. cordata* – 332, а *T. platyphyllos* – 248. Показники вимірювали із двох боків дерева, подальші підрахунки виконували шляхом їх усереднення та статистичного оброблення.

Результати та їх обговорення. Діелектричні показники дерев видів лип, незалежно від садово-паркового об'єкта, мають чітко виражену сезонну динаміку та характеризують сезонні зміни інтенсивності процесів життєдіяльності (рис. 1, 2). У них спостережено поступове зниження величини імпедансу і зростання поляризаційної ємності при переході дерев зі стану

спокою до вегетації і навпаки – зростання імпедансу та зниження поляризаційної ємності у період фізіологічного спокою. У березні і квітні у дерев видів лип вуличних насаджень через вищу температуру повітря, ніж за межами міста, і навіть у скверах і парках швидше активізуються процеси життєдіяльності. Це зумовило зниження у них імпедансу та зростання поляризаційної ємності, порівняно з контрольними варіантами.

Дерева видів лип в умовах Львова характеризуються найменшими показниками імпедансу (2,5-4,3 кОм) і найбільшими поляризаційної ємності (2,52-8,35 нФ) у період з травня по серпень (див. рис. 1, 2). Особливо знижується імпеданс та зростає поляриза-

ційна ємність у фазі цвітіння та зав'язування плодів. У вересні імпеданс лип починає інтенсивно зростати, а поляризаційна ємність – знижуватись. Максимальні показники імпедансу (7,4-16,0 кОм) і мінімальні – поляризаційної ємності (1,32-2,03 нФ) спостережено у грудні – лютому. З березня значення імпедансу починають інтенсивно зменшуватись, а поляризаційної ємності зростати. Очевидно, що впродовж грудня – лютого липи в умовах Львова перебувають у фазі повного фізіологічного спокою. Поряд з цим встановлено відмінності в реакції лип серцелистої та широколистої на умови міського середовища.

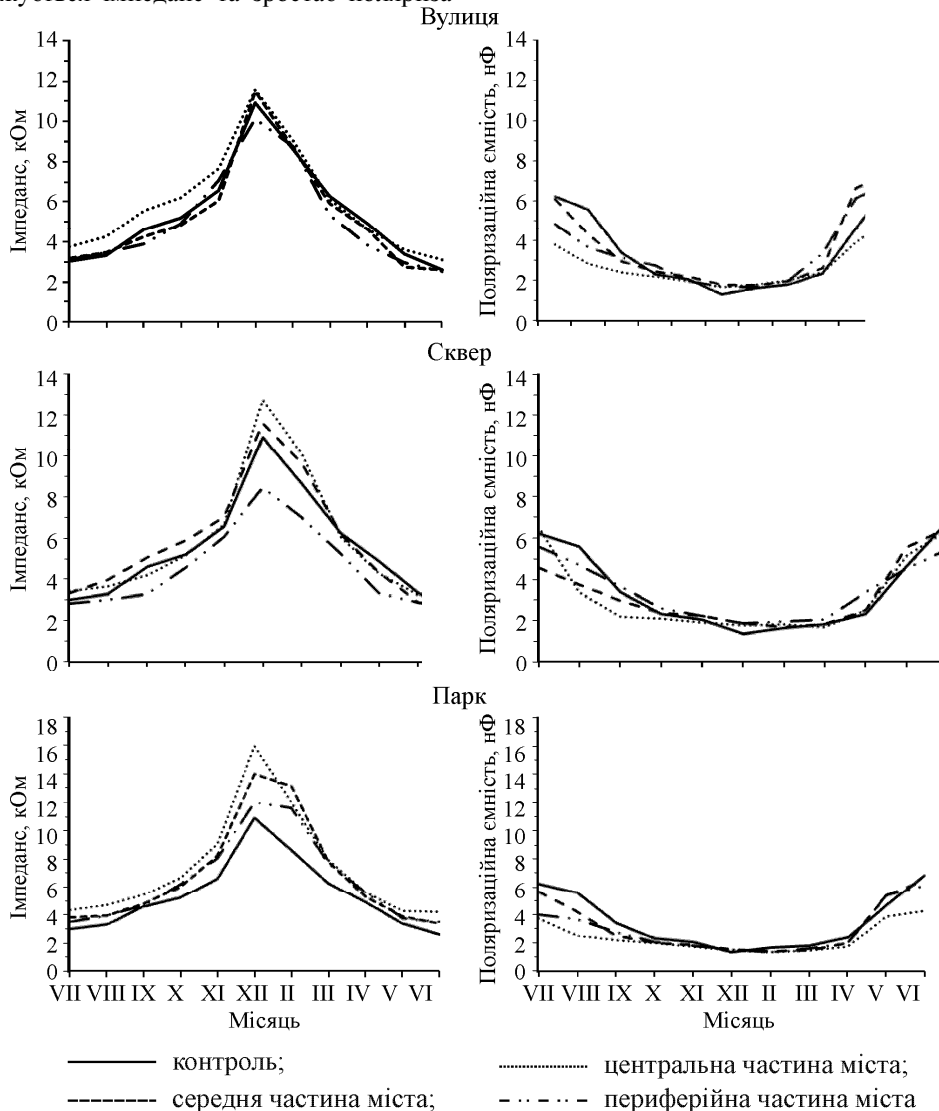


Рис. 1. Діелектричні показники липи серцелистої у насадженнях Львова

Липа серцелиста. Діелектричні показники дерев липи серцелистої, які ростуть в умовах вуличних насаджень, у різні періоди вегетаційного розвитку по-різному відрізняються від контролю. У них в умовах центральної частини міста величина імпедансу протягом червня – лютого виявилась вищою від контролю на 5,2-29,7 % (див. рис. 1). При цьому найбільші відмінності з контролем спостерігались у червні – листопаді (16,6-29,7 %), а у грудні-лютому вони знизились до 5,2-6,0 %. Дерева липи серцелистої в умовах вуличних насаджень середньої та периферійної частин

міста характеризуються вищим життєвим потенціалом. У них у березні – червні та у вересні – жовтні показники імпедансу виявились нижчими за контроль. Деяке зниження життєвого потенціалу у дерев липи виявлено у липні і серпні, що зумовило незначне зростання імпедансу відносно контролю на 1,3-5,7 %.

Ще більші відмінності дерев липи серцелистої вулиць центральної частини Львова з контролем виявлено за поляризаційною ємністю. У липи серцелистої упродовж травня – вересня поляризаційна ємність знизилась на 14,9-48,9 %. У дерев вулиць середньої та

периферійної частин міста тільки у липні – вересні поляризаційна ємність виявилась на 1,6-34,5 % нижчою за контроль. В інші періоди сезонного розвитку

поляризаційна ємність липи серцелистої значно перевищувала контроль.

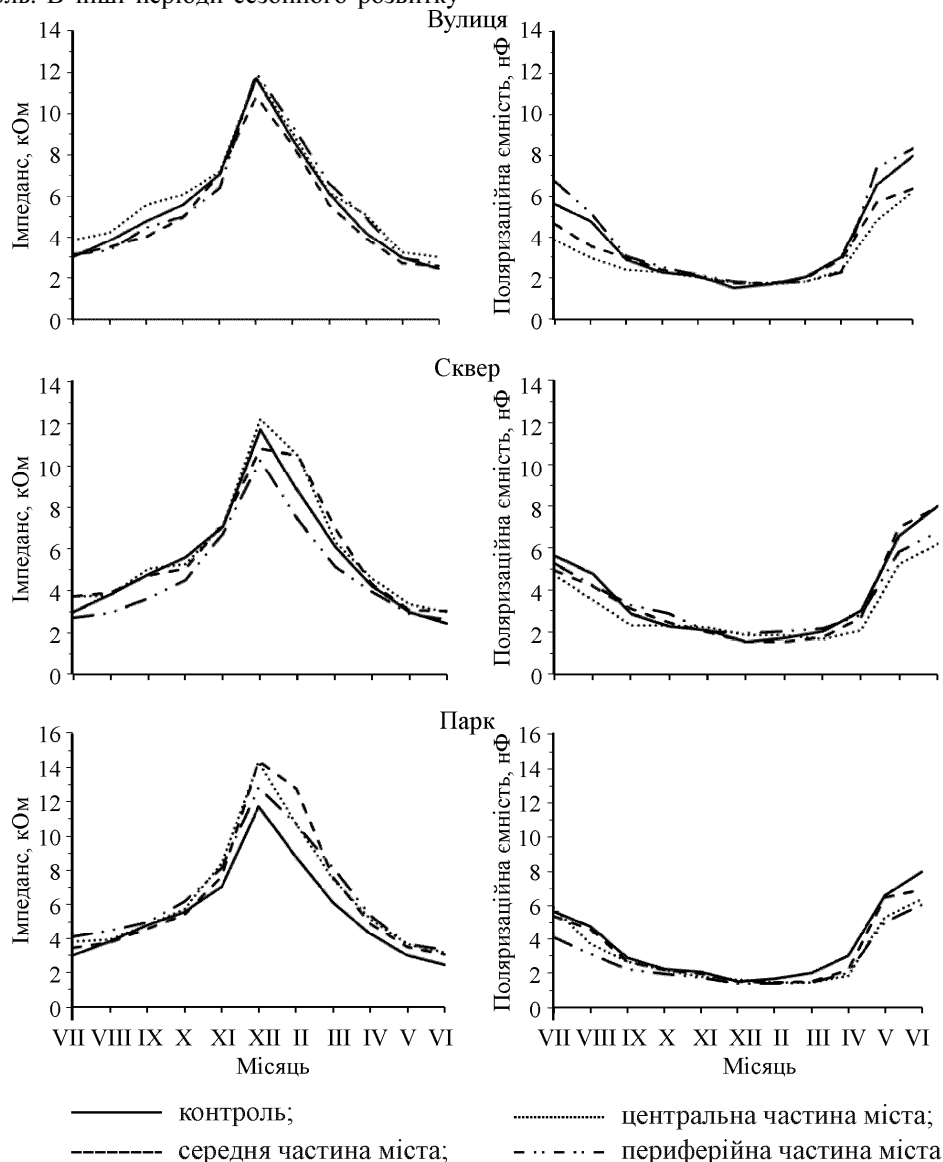


Рис. 2. Діелектричні показники липи широколистої у насадженнях Львова

Умови міського середовища впливають також на життєдіяльність дерев липи серцелистої, які ростуть у скверах і в парках. Так, у дерев скверів різних частин міста зниження показників імпедансу на 1,1-31,5 % виявлено впродовж березня – травня (див. рис. 1). Очевидно, у цей період сезонного розвитку умови міського середовища є більш сприятливими для росту і функціонування дерев липи, ніж за межами міста. В інші періоди річного циклу мікроклімат Львова, особливо центральної та середньої його частин, виявився менш сприятливим для життєдіяльності деревних рослин. У скверах центральної частини міста імпеданс дерев липи серцелистої протягом червня – лютого перевищував контроль на 3,6-20,7 %. В умовах середньої його частини вищі показники імпедансу в липи спостережено у червні – серпні і в листопаді – лютому. Упродовж вересня і жовтня знижені показники імпедансу вказують на сприятливі мікрокліматичні умови. Аналогічні закономірності щодо життєдіяль-

ності липи серцелистої в умовах скверів різних частин Львова підтвердились дослідженням поляризаційної ємності.

Найгірші умови для життєдіяльності деревних рослин складаються в міських парках. Встановлено, що в умовах парків незалежно від сезону річного циклу величина імпедансу дерев липи серцелистої значно переважає, а поляризаційної ємності відстає від контролю. Це пов'язано з тим, що в парках на життєдіяльність липи, окрім умов міського середовища, істотно впливають внутрішньовидові та міжвидові конкурентні взаємозв'язки.

Липа широколиста. Реакція липи широколистої на умови міського середовища виявилась дещо іншою, ніж липи серцелистої. Показники імпедансу її дерев, які ростуть на вулицях центральної частини Львова, виявилися вищими від контролю на 0,4-28,6 %, а поляризаційної ємності, зазвичай, нижчими на 2,3-37,9 % (див. рис. 2). При цьому найменші від-

мінності (0,4-3,6 %) з контролем встановлено у період глибокого і вимушеного спокою, а саме з листопада по березень. У червні і липні імпеданс липи широколистої на центральних вулицях досягнув максимальних відмінностей з контролем (23,5-28,6 %). Значними вони виявились також у квітні і травні та в серпні – жовтні. Високі відмінності з контролем за показниками поляризаційної ємності спостережено з квітня по серпень (21,8-37,9 %).

Дерева липи широколистої, які ростуть на вулицях середньої та периферійної частин Львова, за інтенсивністю перебігу процесів життєдіяльності меншою мірою відрізняються від контролю. Однак у різні періоди сезонного розвитку такі відмінності змінюються. Встановлено, що у дерев липи вуличних насаджень середньої та периферійної частин міста показники імпедансу, зазвичай, є нижчими від контролю. Перевищення контролю дослідних варіантів за показниками імпедансу у червні і липні становило всього 3,2-9,7 %.

В умовах скверів і парків різних частин Львова склались менш сприятливі умови для життєдіяльності липи широколистої, ніж на вулицях. Тільки у дерев липи, які ростуть у скверах периферійної частини Львова, встановлено значне зниження імпедансу та зростання поляризаційної ємності відносно контролю (див. рис. 2). У скверах центральної частини міста зростання показників імпедансу та зниження поляризаційної ємності, порівняно з контролем, досягало 20-25 %, що свідчить про істотне погіршення умов для життєдіяльності дерев липи широколистої. Порівняно сприятливішими виявились умови для липи у скверах середньої частини Львова. Встановлено, що діелектричні показники дерев липи широколистої упродовж року в цих умовах слабо відрізняються від контролю. Тільки у червні і липні виявлено істотне пригнічення життєвих процесів у дерев унаслідок посилення несприятливої дії мікрокліматичних факторів міського середовища. Значення імпедансу у липи широколистої в цей період істотно зросло, а поляризаційної ємності – зменшилось.

Аналізуючи діелектричні показники дерев липи широколистої, які ростуть в парках Львова, з'ясовано, що тут створились найгірші умови для її росту і розвитку. Встановлено, що незалежно від розташування парків у межах міста показники імпедансу дерев липи широколистої у різні періоди сезонного розвитку виявились вищими, а поляризаційної ємності нижчими від контрольного варіанта (див. рис. 2). При цьому, високий рівень відмінностей дерев контрольного і дослідних варіантів за імпедансом спостережено упродовж грудня – липня. У серпні, вересні і жовтні ці відмінності були мінімальними. Серед дослідних варіантів найбільше зниження поляризаційної ємності встановлено у дерев липи, які ростуть у парках пери-

ферійної частини Львова – від 4,8 (грудень) до 34,9 % (серпень). У дерев липи широколистої парків центральної та середньої частини Львова найбільше зниження поляризаційної ємності спостережено впродовж березня – червня.

Висновки:

1. Діелектричні показники дерев видів лип мають чітко виражену сезонну динаміку та характеризують сезонні зміни інтенсивності процесів життєдіяльності. У них спостережено поступове зниження величини імпедансу і зростання поляризаційної ємності при переході дерев зі стану спокою до вегетації і навпаки – зростання імпедансу та зниження поляризаційної ємності у період фізіологічного спокою.
2. У березні і квітні в лип серцелистої та широколистої вуличних насаджень через вищу температуру повітря, ніж за межами міста, і навіть у скверах і парках швидше активізуються процеси життєдіяльності. Це зумовило зниження у них імпедансу та зростання поляризаційної ємності, порівняно з контрольними варіантами.
3. Упродовж червня – серпня в дерев видів лип вуличних насаджень виявлено істотне зростання відносно контролю показників імпедансу та зниження поляризаційної ємності. Дерева вулиць середньої та периферійної частин міста характеризуються вищим життєвим потенціалом, ніж центральних.
4. В умовах скверів і парків на життєдіяльність дерев видів лип впливають як умови міського середовища, так і конкурентні взаємовідносини між деревними породами.

Перелік використаних джерел

- Dereh, O. I. (2014). Dielectric Parameters of Oak and Beech Trees of Areas with Different Stages of Recreational Digression in Green Space of Lviv. *Scientific Bulletin of UNFU*, 24(8), pp. 119–124. Retrived from: http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2014/24_8/22.pdf
- Gnativ, P. S. (2006). *Funkcionalna adaptacija derevnyh roslyn do umov urbanizovanogo seredovyschcha na Zahodi Ukrainy*: Doctor degree thesis. (spec. 03.00.16 Ekology). Chernivci, p. 40. [In Ukrainian].
- Krynyckyj, G. T. (1992). Pro metodyku vykorystannja elektrofiziologichnyh pokaznykiv dlja vyznachenja zhyttjezdatsnosti derevnyh roslyn. *Lisove gospodarstvo, lisova, paperova i derevoobrobna promyslovist*, 23, pp. 3–10. [In Ukrainian].
- Kucherjavjy, V. P. (2001). *Urboekologija*. Lviv: Svit, p. 240. [In Ukrainian].
- Levon, F. M. (2008). *Zeleni nasadzhenja v antropogenno transformovanomu seredovyschchi*. Kyiv: NNC IAE, p. 320.
- Pigott, C. D. (2012). *Lime-trees and Basswoods: a biological monograph of the genus Tilia*. Cambridge and New York: Cambridge University Press, p. 260.
- Zaika, V. K. (2004). Dielectric parameters of a *Pinus sylvestris* L. on polluted with radiation territories. *Scientific Bulletin of UNFU*, 14(1), pp. 12–15. Retrived from: http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2004/14_1/4.pdf

Н. И. Карпин, В. К. Заика

ДИЕЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИП СЕРДЦЕЛИСТНОЙ И ШИРОКОЛИСТОЙ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ГОРОДА ЛЬВОВА

Исследованы сезонные изменения диэлектрических показателей липы сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.) и липы широколистой (*Tilia platyphyllos* Scop.) в различных условиях города: улицы, скверы, парки. Установлены особенности жизнедеятельности видов лип, растущих в уличных насаждениях, скверах и парках центральной, средней и периферической частей

Львова. Весной в условиях города у деревьев лип значительно быстрее активизируются процессы жизнедеятельности, чем за городом. Негативное влияние городской среды на функционирование деревьев особенно остро проявляется в летние месяцы в уличных насаждениях и растет в направлении от периферии к центру населенного пункта. В условиях скверов и парков на жизнедеятельность деревьев лип негативно влияют как условия городской среды, так и конкурентные фитоценотические взаимоотношения.

Ключевые слова: *Tilia cordata* Mill., *T. platyphyllos* Scop., сопротивление, поляризационная емкость, условия городской среды, скверы, парки.

N. I. Karpyn, V. K. Zayika

DIELECTRIC INDEXES OF *TILIA CORDATA* MILL. AND *TILIA PLATYPHYLLOS* SCOP. IN VARIOUS CONDITIONS OF LVIV CITY

High rates of urbanization in recent years have led to the deterioration of environmental conditions of the city, and thus, the biological productivity decrease, disturbing of physiology processes and duration of ontogenesis. To assess the vitality of plants the authors use different methods. One of them is the electrophysiological method which applies measuring the impedance and polarization capacitance. Genus *Tilia* L. is one of the most widespread in Lviv dendroflora. During our research we have found that the most common of its representatives in the green areas of the city is *T. cordata* Mill. and *T. platyphyllos* Scop. They are highly resistant to the urban environment. We have chosen two most common species of the genus *Tilia* in green spaces of Lviv city – *T. cordata* and *T. platyphyllos* to be the object of the study. During the study, the city was roughly divided into three zones – the central, middle and peripheral. Thus, in each of them we picked up streets, parks and squares. The results of the study are as follows. Firstly, the dielectric indexes of lindens have the clearly expressed seasonal dynamics and characterize the seasonal changes of intensity of processes of vital functions. We observed a gradual decline of value of impedance and increase of polarization capacity at the transition trees from dormancy to vegetation, and vice versa increase of impedance and decline of polarization capacity in a period a physiological calmness. Secondly, in March and April, in *T. cordata* and *T. platyphyllos* that grow in the open spaces the processes of vital functions are activated because of the higher temperature of air, than outside the city and in public gardens and parks. This led to the decline for them of impedance and increase of polarization capacity, comparatively with control variants. Thirdly, during June – August, lindens in planting of the street showed substantial increase in relation to control of indexes of impedance and decline indexes of polarization capacity. Trees in middle and peripheral parts of the city are characterized by higher vital potential, than in central. To conclude, urban environment conditions influence the vital functions of lindens and the competitive relationship between tree species in the conditions of public gardens and parks on the vital functions of lindens.

Keywords: *Tilia cordata* Mill.; *T. platyphyllos* Scop.; impedance; capacitance polarization; conditions of the urban environment; public gardens and parks.

Інформація про авторів:

Н. І. Карпін, здобувач, НЛТУ України, м. Львів, Україна

В. К. Заїка, д-р біол. наук, професор, НЛТУ України, м. Львів, Україна.

E-mail: vkzaika@ukr.net