

**Н.О. ОЛЕКСІЙЧЕНКО¹, М.О. СОВАКОВА², О.В. СОВАКОВ³,
В.П. ЧИГРИНЕЦЬ⁴, М.М. КУТЯ⁵**

**ДЕНДРОХРОНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ЛИПИ СЕРЦЕЛИСТОЇ
(*TILIA CORDATA* MILL.) В УМОВАХ
УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА**

*Досліджено вплив транспортних магістралей та інших негативних чинників міського середовища на радіальний приріст липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.), яку найчастіше висаджують у вуличних насадженнях м. Києва. Встановлено, що під дією хронічного стресового навантаження міського середовища на розвиток рослин у напрямі, перпендикулярному до дорожнього полотна, відбувається суттєве пригнічення формування річних кілець дерев. Візуально це проявляється в асиметричності стовбура (видовження паралельно дорозі), ексцентричності біологічного центру (серцевини) в напрямі від дорожнього полотна та ураженні збудниками грибних хвороб (з боку автомагістралі).*

Ключові слова: *Tilia cordata*, урбанізоване середовище, вуличні насадження, дендрохронологія, радіальний приріст, річні кільця

Вступ. Представники роду *Tilia* L., зокрема липа серцелиста (*T. cordata*) і

¹ **ОЛЕКСІЙЧЕНКО Надія Олександрівна** – дійсний член Лісівничої академії наук України, професор, доктор сільськогосподарських наук, директор науково-дослідного Інституту лісового і садово-паркового господарства, Національний університет біоресурсів і природокористування України. м. Київ, Україна. Тел. моб.: +38-098-330-22-78; роб.: 044-527-82-96. E-mail: noolex@bigmir.net

² **СОВАКОВА Марія Олександрівна** – аспірант кафедри садово-паркового господарства та ландшафтної архітектури, Національний університет біоресурсів і природокористування України. м. Київ, Україна. Тел. моб.: +38-097-919-9-742. E-mail: marichka1986@mail.ru

³ **СОВАКОВ Олександр Вікторович** – доцент кафедри лісової меліорації і оптимізації лісоагратних ландшафтів, кандидат сільськогосподарських наук, Національний університет біоресурсів і природокористування України. м. Київ, Україна. Тел. моб.: +38-096-993-59-19. E-mail: sovakov@mail.ru

⁴ **ЧИГРИНЕЦЬ Віктор Петрович** – кандидат сільськогосподарських наук, начальник Сумського обласного управління лісового і мисливського господарства. м. Суми, Україна. Тел. роб.: 054-261-12-35. E-mail: sumylis@i.ua

⁵ **КУТЯ Миколай Миколайович** – асистент кафедри лісовпорядкування та лісової таксації, Національний університет біоресурсів і природокористування України. м. Київ, Україна. Тел. моб.: +38-097-706-00-93. E-mail: kutya_m@ukr.net

липа європейська (*T. × europaea*), є найчисленнішими в озелененні м. Києва, порівняно з видами родів *Aesculus* L., *Acer* L. і *Populus* L. [5]. *T. cordata* представлена у різних типах насаджень, але найчастіше цей вид висаджують у лінійних посадках – алеях, бульварах, уздовж доріг. Останніми роками стан вуличних насаджень липи у м. Києві істотно погіршився. Для рослин роду *Tilia* характерними є сильна дехромація листкових пластинок (некроз і хлороз), передчасна дефоліація крони, велика кількість сухих гілок в кроні і суховерхість, внаслідок чого спостерігається масова загибель дерев у вуличних насадженнях.

На більшості вулиць м. Києва ростуть різновікові насадження липи, зокрема – в центральній частині міста. Причиною цього є постійна ротація дерев у зв'язку з їхнім відмиранням. Встановлення віку дерев липи в таких умовах є досить складним. Як зазначають А. Läänelaid і Н. Sander [13], існують три методи встановлення віку представників роду *Tilia*: за архівними матеріалами; за допомогою підрахунку волокон флоєми зовнішньої частини кори і за підрахунком річних кілець. Останній метод вважають найбільш точним. На погляд дослідників [11, 12], хронологічне старіння рослини характеризується тільки часовим періодом. Річне кільце є візуальним індикатором активності судинного камбію – меристемної тканини, завдяки якій відбувається збільшення стовбура, пагонів і коренів в окружності.

Як відомо, ширина річного кільця залежить від багатьох абіотичних чинників – погодних умов, зволоження, едафотопу [7]. З огляду на це, особливості формування річних кілець успішно використовують під час проведення досліджень радіального приросту деревних рослин для встановлення віку археологічних знахідок – дендрохронології [9] і вивчення кліматичних змін – дендрокліматології [7, 10].

Окрім того, дендрохронологічний метод дає змогу оцінити рівень впливу чинників антропогенного навантаження на деревні рослини [6, 9]. Так, радіальний приріст слугує показником забруднення міського середовища [2]. На прикладі м. Львова було встановлено залежність між шириною річних кілець і забрудненням атмосфери важкими металами – у найбільш забрудненій

зоні спостерігався найменший радіальний приріст деревини у двох видів рослин – *Acer platanoides* L. та *Ulmus laevis* Pall. Також виявлено залежність між індексами приросту деревних рослин і обсягом викидів атмосферних поллютантів [8].

Найчастіше у дендрохронологічних дослідженнях використовують хвойні рослини (представники родів *Pinus* L., *Picea* A.Dietr., *Larix* Mill., *Abies* Mill., *Juniperus* L. та ін.), оскільки в них краще, ніж у листяних, візуалізуються річні кільця. З листяних використовують види, які мають кільцесудинну деревину (представники родів *Quercus* L., *Ulmus* L., *Fagus* L., *Fraxinus* L.), рідше – з розсіяносудинною деревиною, до яких належать види роду *Tilia*. У липи деревина світлого кольору і річні кільця складно порахувати, тому розподіл на ранню і пізню деревину не роблять [3, 4].

Об’єкти і методика досліджень. Аналіз формування річних кілець *T. cordata* був здійснений на одній з вулиць м. Києва (пр. Голосіївський), де з 1960-х років висаджують переважно цей вид. Проспект віднесений до категорії “автомагістралі і шосе” та відзначається високою інтенсивністю руху автотранспорту.

Дослідні зрізи були заготовлені після санітарного видалення липи в 2011 р. з обох боків вулиці по всій протяжності. Оскільки приземна частина стовбура найбільш уразлива до механічних ушкоджень, дії солей NaCl та інших антропогенних чинників, які впливають з боку транспортної автомагістралі, відбір зразків проводили на нульовому зрізі (після відповідного пониження пеньків). Всього для аналізу були взяті зрізи з 30 дерев віком від 8 до 60 років.

На вирізаних кружках досліджено особливості формування радіального приросту, використовуючи методику аналізу ходу росту стовбурів деревних рослин у товщину [1]. На зрізах, відібраних в умовах вулиці, було виміряно товщину річних кілець від серцевини (біологічного центру дерева) до останнього річного кільця в таких напрямках: за сторонами світу (Пн, Пд, Зх, Сх), перпендикулярно до напрямку автомагістралі та у протилежному напрямі.

На цих зразках також було проаналізовано формування річних кілець за десятиріччями.

На відібраних у контрольних умовах чотирьох дерев віком близько 20-30 років, зрізаних в Дзвінківському лісництві ВП НУБіП України «Боярська ЛДС», виміряно ширину річних кілець від центру до останнього кільця тільки за сторонами світу – Пн, Пд, Зх, Сх.

Проведення статистичної обробки даних було здійснено за допомогою програмного забезпечення MS EXCEL.

Результати дослідження. Наприкінці травня 2011 р. на згаданому проспекті було видалено всі дерева *Tilia*, які не вступили у фазу вегетації. Подальші санітарні видалення лип на пр. Голосіївському відбувались упродовж наступних літніх місяців. За нашими підрахунками, впродовж вегетаційного сезону на цій вулиці було зрізано 120 дерев різного віку, що становило близько п'ятої частини від загальної кількості всіх ростучих тут дерев (рис. 1).

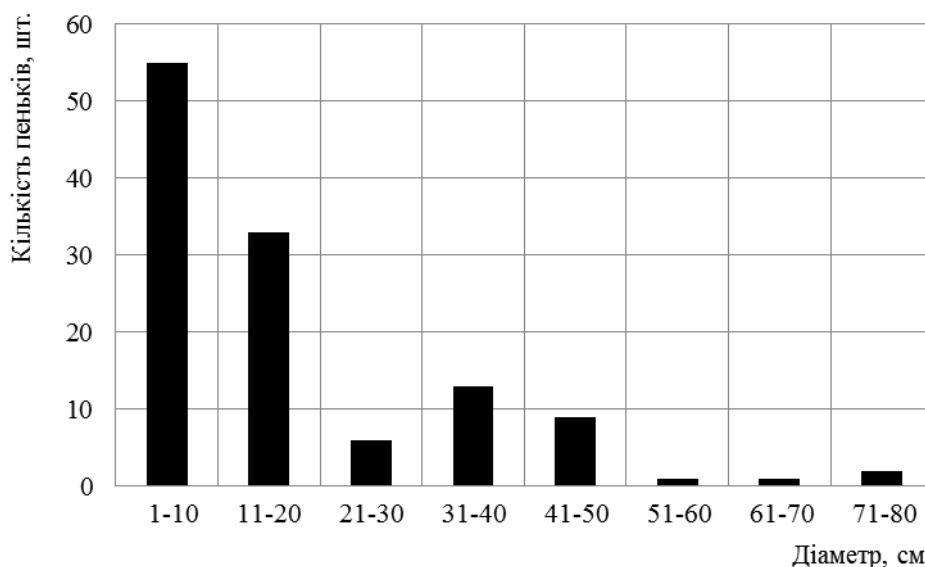


Рис. 1. Розподіл видалених дерев *T. cordata* залежно від діаметра

Встановлено, що найбільш чутливими до умов вулиці є молоді екземпляри (діаметром до 10 см), вони становлять понад 45% від загальної кількості зрізаних дерев. Дерев діаметром 11-20 см становлять 25%. Найменше дерев було видалено з діаметром 50-80 см (рис. 2).



Рис. 2. Видалення різновікових дерев *T. cordata* на пр. Голосіївському

Отже, відібрані для подальших дендрохронологічних досліджень різновікові зразки деревини *T. cordata* становили $\frac{1}{4}$ частину від загальної кількості видалених дерев.

На більшості зрізів простежується закономірність зменшення діаметра дерев стосовно автомагістралі, а, відповідно, і середньої товщини річного кільця. На зрізах чітко помітно ексцентричність серцевини та видовженість стовбура паралельно дорожньому полотну, а інтенсивніше наростання річних кілець відбувається у протилежному від дороги напрямі (рис. 3).



Рис. 3. Зміщення біологічного центру і видовженість стовбурів *T. cordata* паралельно дорожньому полотну (А) та ураження гнилями з боку автомагістралі (Б)

Варто зазначити, що із 120 досліджених пеньків дерев липи у 25% було відмічено серцевинну гниль, яка поширюється як на молодих, так і на дорослих деревах. Пошкодження липи стовбуровою гниллю відбувається переважно з

боку дороги.

Здійснивши всі необхідні виміри та розрахунки на кожному зразку, отримано масив середніх товщин річних кілець (показники середнього річного приросту) в радіальних напрямках у конкретному віці (рис. 4).

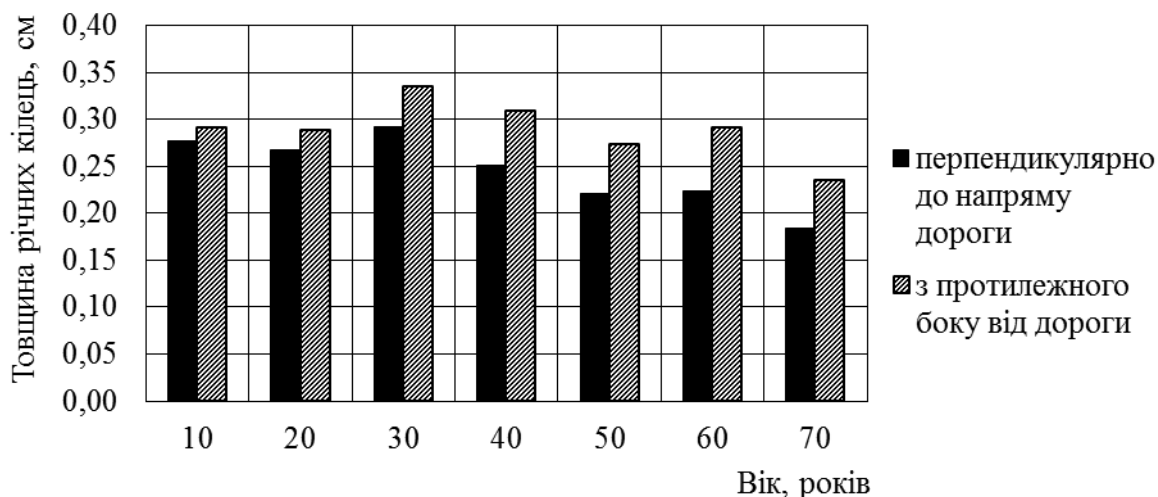


Рис. 4. Середня товщина річних кілець липи за десятиріччями

Основні статистики розподілу товщини річних шарів дерев роду *Tilia* у різних напрямках до дорожнього полотна наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Основні статистики розподілу величини річного шару

Радіальний напрям	Середнє значення, ($\bar{X}$), см	Середнє квадратичне відхилення, (σ), см	Основна помилка середнього значення, (m), см	Екссес, (E)	Асиметрія, (A)
Перпендикулярно до напрямку дороги	0,25	0,07	0,01	-0,29	0,42
Із протилежного боку від дороги	0,29	0,08	0,01	0,06	0,64

З метою оцінення значущості різниці між середніми значеннями товщин річних шарів дерев (середніми радіальними приростами) у напрямі, перпендикулярному автомагістралі, та з протилежного напрямку від дороги, спочатку було здійснено перевірку гіпотези про відсутність статистичної різниці дисперсій дослідних даних за допомогою критерію Фішера. У цьому

випадку обчислене значення критерію Фішера становило 1,51, а критичне – 1,52. Оскільки розраховане значення цього критерію менше від критичного, то за ймовірності 0,95 дисперсії варто вважати однаковими. У подальшому здійснено оцінку значущості різниці середніх арифметичних значень цих параметрів за критерієм Стюдента з використанням такої формули:

$$t = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\sigma_1^2 / n_1 + \sigma_2^2 / n_2}},$$

де: $\bar{X}_1$ і $\bar{X}_2$ – середні арифметичні значення товщин річного кільця, см;
 σ_1^2 і σ_2^2 – дисперсії двох вибірок, n_1 і n_2 – їхні обсяги.

Отже, розрахункове значення критерію Стюдента становить $t_{\phi.}=2,61$, а критичне на 5 %-му рівні значущості – $t_{кр.}=1,98$. Оскільки $t_{\phi.}>t_{кр.}$, існують об'єктивні підстави вважати, що між середніми значеннями товщини річного кільця, виміряними у різних напрямках від дороги, існує статистично значуща різниця.

Отримані дані середньої товщини річних кілець було також порівняно за критерієм Стюдента з контрольними значеннями, тобто середніми товщинами кілець, взятих із стовбурів дерев *T. cordata*, які росли у природному середовищі (у лісі). Виявлено, що між середньою товщиною річного кільця у напрямі, перпендикулярному до дороги, та контролем існує статистично значуща різниця. У протилежному напрямі від дороги та контролем статистично значущої різниці не встановлено. Це дає підставу зробити висновок, що формування річних кілець дерев з протилежного від дороги боку відбувається подібно до природних умов.

З метою встановлення статистично значущої різниці під час формування товщини річного кільця у напрямі, перпендикулярному до дороги, та з протилежного боку від дороги за віковими періодами (насадження віком 10-20 і 30-60 років) було проведено однофакторний дисперсійний аналіз, результати якого наведено у табл. 2.

У результаті однофакторного дисперсійного аналізу оцінки впливу на середній радіальний приріст стовбурів *T. cordata* різних напрямів вимірювання і вікових періодів обчислено фактичні та критичні значення критерію Фішера за ймовірності $p=0,95$.

Таблиця 2

Підсумкові результати однофакторного дисперсійного аналізу

Вікова група	Сума квадратів відхилень		Кількість ступенів свободи		Розрахункове значення критерію Фішера (F)	Критичне значення критерію Фішера ($F_{кр.}$)
	міжгрупова	внутрішньогрупова	між групами	в середині груп		
Насадження 10-20 р.	0,004	0,388	1	62	0,70	4,00
Насадження 30-60 р.	0,046	0,302	1	60	9,10	4,00

Отже, у молодих насадженнях липи віком до 20 років розрахункові значення критерію Фішера не перевищують критичні, що об'єктивно свідчить про відсутність значущої різниці під час формування товщини річного кільця у різних напрямках від дорожнього полотна.

Дерева, висаджені на місця видалених екземплярів, є молодими (в середньому, 7-10 років) і попередньо росли в оптимальних умовах розсадника. За 5-10 років росту в лунках вздовж вулиці (до видалення) антропогенні чинники, які діяли з боку дороги, на формування середньої ширини річного кільця статистично значуще не вплинули.

Результати дисперсійного аналізу 30-60-річних дерев дають підстави стверджувати, що існує статистично значуща різниця під час формування товщини річного шару за різними напрямками вимірювання – від біологічного центру дерева у напрямі, перпендикулярному до дороги, та з протилежного боку від автомагістралі, оскільки розрахункові значення критерію Фішера суттєво перевищують критичні. Такий стан можна пояснити тривалим впливом комплексу негативних антропогенних чинників, які діють з боку автомагістралі. До них можна віднести викиди дорожнього транспорту,

потрапляння солей NaCl, вплив підземних комунікацій, обрізки крони, механічні пошкодження та ін.

Висновки. Найменшою життєвістю в умовах вулиці відзначаються молоді дерева *T. cordata* діаметром до 10 см на нульовому зрізі, частка яких становить понад 45% із загальної кількості видалених дерев.

Формування річних кілець в напрямі, протилежному від автомагістралі, відбувається подібно до природних умов. У перпендикулярному до дороги напрямі спостерігається істотне пригнічення радіального приросту липи.

Хронічний вплив негативного антропогенного навантаження з боку транспортної автомагістралі істотно впливає на погіршення життєвого стану дерев липи і, як наслідок, сприяє ураженню фітопагонними організмами (у 25% зрізаних дерев різного віку).

Статистично значущий вплив автомагістралі на формування середньої товщини річного кільця у *T. cordata* віком від 10 до 20 років, на відміну від 30-60-річних дерев, не простежено.

Список використаних джерел

1. **Анучин Н.П.** Лесная таксация : учебн. [для студ. высш. учеб. завед.] / Анучин Н.П. – [5-е изд., доп.]. – М. : Лесн. пром-сть, 1982. – 552 с.

2. **Геник Я.В.** Нагромадження важких металів у ґрунтах та фітомасі комплексної зеленої зони міста Львова : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к. с.-г. наук : спец. 06.03.01 «Лісові культури, селекція, насінництво і озеленення міст» / Я.В. Геник. – Львів, 1994. – 23 с.

3. **Ваганов Е.А.** Дендрохронология : учеб. пособие [для студ. высш. учеб. завед.] / Ваганов Е.А., Круглов В.Б., Васильев В.Г. – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2008. – 120 с.

4. **Пінчевська О.О.** Деревинознавство з основами товарознавства. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів лісогосподарського факультету стаціонарної та заочної форми навчання зі спеціальності 7.092002 –

«Технологія деревообробки». Частина 1. / Пінчевська О.О., Зражва С.Г., Буйських Н.В. – К. : НАУ, 2006. – 50 с.

5. Левон Ф.М. Вуличні насадження Києва: сучасний стан, шляхи оптимізації / Ф.М. Левон // Науковий вісник Нац. аграрного ун-ту: зб. наук. праць. – 1999. – Вип. 20. – С. 109-118.

6. Мазепа В.Г. Методи оцінки динаміки радіального приросту дубових деревостанів в умовах атмосферного забруднення / В.Г. Мазепа / Наук. праці Лісівничої акад. наук України : зб. наук. праць. – 2009. – Вип. 7. – С. 36-40.

7. Малоквасов Д.С. К методике дендроклиматического изучения колебаний радиального роста в разновозрастных древостоях кедра корейского / Д.С. Малоквасов // В кн. «Дендрохронология и дендроклиматология». – Новосибирск : Наука, 1986. – С. 39-43.

8. Моніторинг та підвищення стійкості антропогенно порушених лісів : [зб. рекомендацій УкрНДІЛГА]. – Харків : Нове слово, 2011. – 304 с.

9. Чеснокова С.М. Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды : Методы биоиндикации. Часть I. / Чеснокова С.М. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 84 с.

10. Abrams M.D. Tree-ring responses to drought across species and contrasting sites in the ridge and valley of Central Pennsylvania / M.D. Abrams, Ch.M. Ruffner, T.A. Morgan // Forest Science. – 1998. – Vol. 44 (4). – P. 550-558.

11. Del Tredici P. Aging and rejuvenation in trees / P. Del Tredecì. – Arnoldia. – 1999. – Vol. 59 (4). – P. 10-16.

12. Environmental arboriculture, tree ecology and veteran tree management [Електрон. ресурс] / N. Fay. – Режим доступу до публікації: <http://www.treeworks.co.uk/downloads/3%20-%20ENVIRONMENTAL%20ARBORICULTURE%20TREE%20ECOLOGY.pdf>.

13. History and age of old limes (*Tilia* spp.) in Tallinn, Estonia [Електрон. ресурс] / A. Läänelaid, H. Sander. – Режим доступу до публікації: [http://www.atlanticus.ee/sander/pdf/History-and-age-of-old-limes-\(tilia-spp\)-in-Tallinn-Estonia.pdf](http://www.atlanticus.ee/sander/pdf/History-and-age-of-old-limes-(tilia-spp)-in-Tallinn-Estonia.pdf).

Н.А. Алексейченко, М.А. Совакова, А.В. Соваков, В.П. Чигринец, Н.Н. Кутя
**ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛИПЫ СЕРДЦЕЛИСТНОЙ
(*TILIA CORDATA* MILL.) В УСЛОВИЯХ
УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ**

Исследовано влияние транспортных магистралей и других отрицательных факторов городской среды на радиальный прирост наиболее часто высаживаемой в уличных насаждениях г. Киева липы сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.). Установлено, что под влиянием хронической стрессовой нагрузки на развитие растений в перпендикулярном к дорожному полотну направлении происходит существенное угнетение формирования годичных колец деревьев. Визуально это проявляется в асимметрии ствола (удлинении) параллельно дороге, эксцентричности биологического центра (сердцевины) в направлении от дорожного полотна и поражении возбудителями грибных болезней (со стороны автомагистрали).

Ключевые слова: *Tilia cordata*, урбанизированная среда, уличные посадки, дендрохронология, радиальный прирост, годичные кольца

N.O. Oleksijchenko, M.O. Sovakova, O.V. Sovakov, W.P. Chygrynetz M.M. Kutya
**LITTLE-LEAF LINDEN (*TILIA CORDATA* MILL.)
DENDROCHRONOLOGICAL ANALYSIS IN URBAN ENVIRONMENT**

The Radial growth of the little-leaf linden (*Tilia cordata* Mill.) as the most spread in Kyiv city tree species under an influence of road traffic and other negative urban factors is investigated. Significant tree annual rings depression under the chronic urban stress conditions from road in perpendicular direction is determined. It is visually seeing in trunk asymmetry (lengthening in perpendicular to road direction), biological center (pith) eccentricity and fungous diseases development from road way.

Key words: *Tilia cordata* Mill., urban environment, street plantings, dendrochronology, radial growth, annual rings