


## ЕКОЛОГІЯ

УДК 581.55:591.5 (477.41)

**Просторова структура головних паркотвірних видів у ландшафтах дендрологічного парку «Олександрія» НАН України**Бойко Н.С.<sup>1</sup> , Дойко Н.М.<sup>1</sup> , Драган Н.В.<sup>1</sup> ,Силенко О.В.<sup>2,1</sup> , Пидорич Ю.В.<sup>1</sup> , Кривдюк Л.М.<sup>1</sup> <sup>1</sup> Державний дендрологічний парк «Олександрія» НАН України<sup>2,1</sup> Державна установа «Інститут еволюційної екології НАН України» E-mail: alexandriapark@ukr.net

Бойко Н.С., Дойко Н.М., Драган Н.В., Силенко О.В., Пидорич Ю.В., Кривдюк Л.М. Просторова структура головних паркотвірних видів у ландшафтах дендрологічного парку «Олександрія» НАН України. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 14–20.

Boiko N., Doiko N., Dragan N., Sylenko O., Pydorich Yu., Kryvdiuk L. Spatial organisation of the main park-forming species in landscapes of the «Olexandria» state dendrological park of the National Academy of Science of Ukraine. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 14–20.

Рукопис отримано: 28.08.2024 р.

Прийнято: 12.09.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-14-20

Подано результати дослідження просторової структури головних паркотвірних видів (*Acer platanoides* L., *A. campestre* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia cordata* Mill.) в екотопах дендропарку «Олександрія» НАН України. Просторову структуру визначали за допомогою картування дерев за віковими групами. Просторова організація досліджуваних деревних видів має видову специфічність, проявляє вікову приуроченість до різних екотопів парку. Найчисельніші *Acer platanoides* і *A. campestre* поширені більш-менш рівномірно по всій території парку. Третій за чисельністю вид *Fraxinus excelsior* – сконцентрований у східній частині парку. Відмічено формування великої молоді ценопопуляції в південно-західній частині парку. Переважаюча кількість природних насаджень *Tilia cordata* зосереджена на ділянках західної частини парку. На сьогодні популяція *Tilia cordata* практично не відновлюється, проте, в останні півстоліття сформувала потужний екотон в діброві, в центральній частині парку, витісняючи вид едифікатор *Quercus robur* L. Повночленну вікову структуру популяції всіх досліджуваних видів мають на ділянках дібровного типу. Порушується вікова структура всіх видів у техногенно забруднених екотопах, в осередках масового розмноження фітопатогенів, на ділянках квазіприродного типу з великим антропогенним втручанням.

Розподіл особин старших вікових груп переважно випадковий, рівномірний, у дерев молодшого віку спостерігається групове розміщення. У всіх досліджуваних видів виділяють більш щільні ділянки екземплярів різного віку, або ж розріджені, невеликі групи, чи навіть поодинокі екземпляри, останнє характерно для дерев старших вікових груп.

Головними чинниками, що детермінують розподіл головних паркотвірних видів є здатність до природного відновлення деревних видів, ураження шкідниками і хворобами, господарська діяльність.

**Ключові слова:** насадження лісового типу, просторова структура, картування дерев, вікові групи, типи просторового розподілу, чинники детермінуючі розподіл.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Однією з найважливіших характеристик лісових насаджень є їх просторова структура. На думку Ehbrecht, M.; Seidel, (2021) [1], просторова структура є головною ознакою лісових екосистем, що ви-

никають із складної взаємодії різноманітних природних екологічних процесів у просторових і часових масштабах.

Просторову структуру лісу вважають центральним питанням в лісовому господарстві, оскільки добре структурований ліс означає

оптимальний простір і умови росту для окремих дерев у насадженні [2]. Структура лісу характеризує розташування та взаємозв'язки окремих рослин у лісовій екосистемі. Розподіл рослин на території залежить, з однієї сторони, від зовнішніх умов місцезростань, з іншої – від біологічних особливостей виду [3] і є предметом дослідження фітоценології і екології [4].

В загальному розумінні, просторова структура популяцій – це спосіб розташування окремих особин або їх угруповань на певній території [3]. Дослідження просторової структури деревних рослин встановлює чисельність, щільність, віковий склад їх ценопопуляцій, показує взаємовідносини особин різних вікових груп та різних видів в ценозі, виявляє механізми зміни цих показників в часі [3]. Надзвичайно важливе значення в організації просторової структури лісу має господарська діяльність, або як її ще називають, історія землекористування [5–9].

**Мега дослідження.** Вивчення просторової структури головних парковтвірних видів у фітоценозах дендропарку «Олександрія».

Завдання:

- вивчити горизонтальний розподіл найбільш чисельних видів: *Acer platanoides* L., *A. campestre* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia cordata* Mill.;
- встановити чинники, які впливають на розподіл рослин певних видів деревних рослин.

**Матеріал і методи дослідження.** Просторову структуру ценопопуляцій досліджуваних видів визначали за допомогою картування дерев за віковими групами. Зокрема побудовано карти розподілу чотирьох видів по території парку. Групи рослин зображали кружками різного розміру залежно від вікових груп. Один кружок відповідав 10 екз.

дерев. У разі меншої кількості дерев в групі зображали відповідну частку кружка (рис. 1). Живі дерева позначали зеленим кольором, мертві – чорним.

Роботу виконано в межах дослідження структурної організації і закономірностей розвитку ценопопуляцій деревних рослин парку. Вибір досліджуваних видів обумовлювався їх кількісними перевагами серед деревної рослинності парку та фітоценотичним значенням – всі вони є супутниками *Quercus robur* L., або співдомінантними видами в природній віковій діброві, та становлять основу більшості недібровних ділянок парку. В роботі використано результати обстежень 2022 року.

**Результати дослідження та обговорення.** *Acer platanoides* – більш-менш рівномірно поширений по всій території парку. Відмічено найбільше поширення клена на ділянках дібровного типу (квартали 6, 13, 14, 15) (рис. 2). На ділянках недібровного типу (квартали 1, 2, 3, 4, 5, 7, 16, 17, 18) – значно менше. У придорожніх насадженнях (квартали 2, 5) молоді рослини віком 10–20 років майже не зустрічаються, їх досить мало і на ділянках недібровного типу. У східній та частково центральній частинах парку переважають рослини старших вікових груп (стиглого і пристигаючого віку, середньовікові). Повночленна вікова структура спостерігається на ділянках дібровного типу. Відпад дерев цього виду невеликий. Випадають здебільшого в придорожніх насадженнях (усі вікові групи), у східній частині (кв. 16), менше на нерівностях мезорельєфу в 15 кварталі, в екотонах на ділянках дібровного типу, в техногенно забруднених екотопах, в західній частині парку на ділянці з високим рівнем залягання гранітів і, відповідно, слабким зволоженням ґрунту (частина кв. 31).

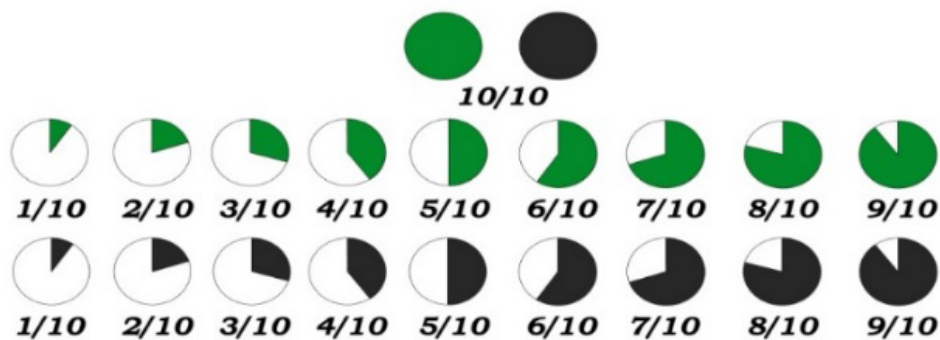


Рис. 1. Зображення на карті дерев, якщо їх в групі менше 10 екземплярів.

Рис. 2. Просторово-вікова структура *Acer platanoides* L.

*Acer campestre*. За розповсюдженням по екотопах парку, віковою структурою, територіальною приуроченістю відпаду загалом подібно до *Acer platanoides* (рис. 3). Проте, дерев цього виду менше в східній частині

парку і більше в західній, дуже мало в придорожніх насадженнях. Дерев старших вікових груп більше в центральній і західній частинах парку. Закономірності відпаду загалом подібні також до *Acer platanoides*.

Рис. 3. Просторово-вікова структура *Acer campestre* L.

Осередок відпаду знаходиться в місцезростаннях найбільшої кількості *F. excelsior* (східна частина парку), з поширенням в південному і північно-західному напрямках. Не виявлено прив'язаності *F. excelsior* до дібровних ділянок, як у кленів і липи. Проте, у кв. 13 і 14 спостерігається повночленна вікова структура.

*Fraxinus excelsior* – найбільший серед досліджуваних видів, він пов'язаний з ураженням дерев небезпечною хворобою – халаровим некрозом (рис. 4).

*Tilia cordata*. Характерна значна частка штучних насаджень цього виду. Найбільше дерев природного походження зростає в діброві в центральній частині парку (кв. 15, 13, 19) і західній (кв. 6) (рис. 5). У ландшафтах парку багато штучних алейних насаджень дерев цього виду. Одна з таких алей в центральній частині парку (кв. 14, вікова діброва) за останні півстоліття сформувала потужний екотон, витісняючи вид едифікатор – *Quercus robur*. Популяції цього виду старіючі. Останні десятиріччя популяції майже не відновлюються. Молодих рослин до 20-річного віку і жердняків (до 40 років) досить мало, домінують середньовікові. Порівняно з іншими видами, значна частка в популяціях рослин

пристигаючого, стиглого і перестиглого віку як штучного, так і природного походження.

Розподіл особин старших вікових груп всіх досліджуваних видів переважно випадковий, рівномірний, у дерев молодшого віку спостерігається групове розміщення. Регулярне розташування характерне для штучних, алейних насаджень (*Tilia cordata*, *Acer platanoides*, старовікова алей *Fraxinus excelsior* в північно-східній частині парку до її розпаду).

У всіх досліджуваних видів виділяють більш щільні ділянки екземплярів різного віку, або ж розріджені, невеликі групи, чи навіть поодинокі екземпляри, останнє характерно для вікових дерев. Спостерігається тенденція розмежування простору зростання груп дерев різного віку у *Acer platanoides*, *A. campestre*, *Fraxinus excelsior*. У *Tilia cordata*, навпаки, групи різновікові, зосереджені переважно біля материнських дерев.

Повночленну вікову структуру популяції досліджуваних видів мають на ділянках дібровного типу. Порушується вікова структура всіх видів у техногенно забруднених екотопах, в осередках масового розмноження фітопатогенів, на ділянках квазіприродного типу з великим антропогенним втручанням.



Рис. 4. Просторово-вікова структура *Fraxinus excelsior* L.



Рис. 5. Просторово-вікова структура *Tilia cordata* Mill.

Просторова структура лісових насаджень суттєво впливає на конкуренцію між деревами та загальну стабільність екологічної динаміки насаджень, тому глибоке розуміння просторової структури насаджень є важливим як для ефективного управління лісами, так і екологічних досліджень [10]. Вища щільність може призвести до збільшення конкуренції між більшими деревами за обмежені ресурси; тому помірною щільністю дерев часто є більш сприятливою для росту дерев [11]. За дослідженнями ряду авторів [12–15], складна взаємодія видів, сукцесії, конкуренція, порушуючий вплив навколишнього середовища і господарська діяльність формують динаміку та моделі лісів у локальному й регіональних масштабах. Яскравим прикладом конкуренції в дендропарку є *Quercus robur* і *Tilia cordata* в 14 кварталі. Штучно створена густа липова алея по межі дубового деревостану з досягненням генеративного віку, через обмежене розповсюдження насіння, характерне для липи, стала давати надгустий життєздатний самосів. Конкуренція за ресурсні чинники, зміна освітленості, потужна екотонізація поступово витісняють домінуючий вид, *Quercus robur*. Тобто, господарська діяльність в межах діброви кілька століть тому, є одним з чинників, що корегують модель

просторового розподілу та асоціації видів дерев на досліджуваній території.

Іншим суттєвим чинником, що впливає на структуру насаджень, слугують фітопатогени. Зокрема, халаровий некроз менш як за 15 років призвів до загибелі сотень дерев *Fraxinus excelsior*. Це призвело до порушення структури насаджень на дібровних ділянках і зміни домінуючих видів на ділянках недібровного типу. Про небезпеку втрати головних видів для фітоценозів свідчить ряд досліджень [16].

До чинників, які найближчим часом призведуть до зміни структури насаджень, насамперед, просторової структури, належить втрата можливості відновлення окремими паркотвірними видами. Здебільшого, це стосується *Tilia cordata* у всіх її місцезростаннях з невідомих наразі причин, і значне зменшення відновлення дерев *Fraxinus excelsior* в осередках халарового некрозу. Нині їх простір займають молоді рослини видів, що зберегли можливість масового розмноження. Насамперед, це *Acer platanoides*. На фоні зменшення відновлення *Fraxinus excelsior* і практично повного припинення на сьогодні відновлення *Tilia cordata* на своє просторове розширення активно претендує *Ulmus glabra* Huds, що може змінити поряд з просторовою і видову структуру головних паркотвірних видів.

**Висновки.**

1. Просторова організація ценопопуляцій досліджуваних деревних видів має видову специфічність: найчисельніші *Acer platanoides* L. і *A. campestre* L. поширені більш-менш рівномірно по всій території парку, третій за чисельністю вид *Fraxinus excelsior* L. – сконцентрований в східній частині парку, переважаючи кількість природних насаджень *Tilia cordata* Mill. зосереджена на дібровних ділянках західної частини парку.

2. Досліджувані види у віковій діброві дендропарку формують повноцінну вікову структуру, що забезпечуватиме їх подальше поширення як супутників *Quercus robur* L.

3. В техногенно забруднених та антропогенно порушених місцезростаннях, в осередках ураження окремих видів небезпечними фітопатогенами, порушується вікове співвідношення видів, суттєво зменшується відновлення і кількість молодих рослин, або ж навпаки, спостерігається стрімке розмноження окремих видів і формування потужних екотонів.

4. Порушення в просторово-віковій структурі призводить до старіння популяцій паркотвірних видів, до зміни домінантних видів у віковій діброві і лісових ділянках недібровного типу.

5. Розподіл особин по території проявляє видову залежність – у старших вікових груп переважно випадковий, рівномірний, у дерев молодшого віку спостерігається групове розміщення.

6. На просторовий розподіл головних паркотвірних видів впливають здатність до природного відновлення деревних видів, ураження шкідниками і хворобами, господарська діяльність.

**REFERENCES**

1. Ehbrecht, M., Seidel, D., Annighöfer, P., Kreft, H., Köhler, M., Zemp, D.C., Puettmann, K., Nilus, R., Babweteera, F., Willim, K. (2021). Global patterns and climatic controls of forest structural complexity. *Nat. Commun.* Vol. 12, 519 p.

2. Spies, T.A., Turner, W. (1999). Dynamic forest mosaics. In *Forest Landscape Ecology: Transferring Knowledge to Practice*. Eds.: McDonnell, M.J., Pickett, S.T.A. Springer. Berlin/Heidelberg, Germany, pp. 155–171.

3. Pélissier, R., Goreaud, F.A. (2001). Practical approach to the study of spatial structure in simple cases of heterogeneous vegetation. *J. Vegetation Sci.* no. 12, pp. 99–108.

4. Didukh, Ya.P. (1998). Population ecology, 192 p.

5. Orwig, D.A., Aylward, J.A., Buckley, H.L., Case, Br.S. and Ellison, A.M. (2022). Land-use history impacts spatial patterns and composition of woody plant species across a 35-hectare temperate forest plot. DOI: 10.7717/peerj.12693

6. Birks, H.H., Birks, H., Kaland, P.E., Moe, D. (1988). *The cultural landscape: past, present and future*. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 371–372. Available at: <https://www.academia.edu/17440371>

7. Turner, B., Clark, W., Kates, R., Richards, J., Mathews, J. (1990). Cambridge: Cambridge University Press. *The earth as transformed by human action: global and regional changes in the biosphere over the past 300 years*. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/236714725>

8. Foster, D.R., Aber, J. (2004). Forests in time. Ecosystem structure and function as a consequence of 1000 years of change. Synthesis volume of the Harvard Forest LTER Program Yale University Press; New Haven, Connecticut. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/236714725>

9. Ellison, A.M., Lavine, M., Kerson, P.B., Barker Plotkin, A.A., Orwig, D.A. (2014). Building a foundation: Land-use history and dendrochronology reveal temporal dynamics of a *Tsuga canadensis* (Pinaceae) forest. *Rhodora*. no. 116, pp. 377–427. DOI: 10.3119/14-04.

10. Wang, Y., Li, J., Cao, X., Liu, Zh, Lv, Y. (2023). The Multivariate Distribution of Stand Spatial Structure and Tree Size Indices Using Neighborhood-Based Variables in Coniferous and Broad Mixed Forest. *Forests*. Vol. 14(11), 2228 p. DOI: 10.3390/f14112228

11. Pacala, S.W., Deutschman, D.H. (1995). Details that matter: The spatial distribution of individual trees maintains forest ecosystem function. *Oikos*. no. 74, pp. 357–365.

12. Condit, R., Ashton, P.S., Baker, P., Bunyavechewin, S., Gunatilleke, S., Gunatilleke, N., Hubbell, S.P., Foster, R.B., Itoh, A., La Frankie, J.V. (2000). Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Science*. no. 288, pp. 1414–1418. DOI: 10.1126/science.288.5470.1414.

13. Thompson, J., Brokaw, N., Zimmerman, J.K., Waide, R.B., Everham, E.M., Lodge, D.J., Taylor, C.M., Garcia-Montiel, D., Fluet, M. (2002). Land use history, environment, and tree composition in a tropical forest. *Ecological Applications*. no. 12, pp. 1344–1363. DOI: 10.1890/1051-0761

14. Chazdon, R.L. (2003). Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. Vol. 6, pp. 51–71. DOI: 10.1078/1433-8319-00042.

15. Van Gemerden, B.S., Olff, H., Parren, M.P., Bongers, F. (2003). The pristine rain forest? Remnants of historical human impacts on current tree species composition and diversity. *Journal of Biogeography*. Vol. 30, pp. 1381–1390. DOI: 10.1046/j.1365-2699.2003.00937.

16. Orwig, D.A., Barker Plotkin, A.A., Davidson, E.A., Lux, H., Savage, K.E., Ellison, A.M.

(2013). Foundation species loss affects vegetation structure more than ecosystem function in a northeastern USA forest. PeerJ. Available at: <https://peerj.com/articles/41/reviews/>

**Spatial organization of the main park-forming species in landscapes of the «Olexandria» state dendrological park of the National Academy of Sciences of Ukraine**

**Boiko N., Doiko N., Dragan N., Sylenko O., Pydorich Yu., Kryvdiuk L.**

The article presents the research results of spatial structure of the main park-forming species (*Acer platanoides* L., *A. campestre* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia cordata* Mill.) in the ecotopes of the «Olexandria» State Dendrological Park of the National Academy of Science of Ukraine are presented. The spatial structure was determined by mapping trees by age groups. The spatial organization of the studied tree species has species specificity and shows age confinement to different park ecotopes. The most numerous *Acer platanoides* and *A. sampestre* are distributed more or less evenly throughout the park. The third most abundant species, *Fraxinus excelsior*, is concentrated in the eastern part of the park. The formation of a large young cenopopulation in the south-western

part of the park was noted. The predominant number of natural stands of *Tilia cordata* is concentrated in the oak woodlands of the western part of the park. Today the population of *Tilia cordata* is practically not recovered, however, over the past half of a century it has formed a powerful ecotone in the oak forest in the central part of the park, displacing the species-edifier *Quercus robur* L. Populations of all studied species have a full age structure in oak-oak-type plots. The age structure of all species is disturbed in technogenically polluted ecotopes, in areas of mass phytopathogens reproduction in quasi-natural areas with significant anthropogenic interference.

The distribution of older age groups individuals is mostly random and uniform, while group distribution is observed in younger trees. In all studied species more dense areas of all ages' specimens or sparse, small groups or even single specimens, are distinguished. The latter is typical for older age groups trees.

The main factors determining the distribution of the main park-forming species are the ability of tree species natural regeneration, pest and disease damage, and economic activity.

**Key words:** forest type plantations, spatial structure, tree mapping, age groups, types of spatial distribution, factors determining distribution.



Copyright: Бойко Н.С. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Бойко Н.С.

<https://orcid.org/0000-0002-6286-4870>

Дойко Н.М.

<https://orcid.org/0000-0001-6915-3054>

Драган Н.В.

<https://orcid.org/0000-0001-9371-1044>

Силенко О.В.

<https://orcid.org/0000-0003-4952-7201>

Пидорич Ю.В.

<https://orcid.org/0000-0002-4169-0795>

Кривдюк Л.М.

<https://orcid.org/0000-0003-4579-5022>