



Н. В. Драган, Н. С. Бойко, Н. М. Дойко, О. В. Силенко, Ю. В. Пидорич

Державний дендрологічний парк "Олександрія" НАН України, м. Біла Церква, Україна

КОНТРОЛЬ ЗА ВІДПАДОМ ДУБІВ ЯК КЛЮЧОВА СКЛАДОВА ЛІСОПАТОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ СТАНУ ВІКОВОЇ ДІБРОВИ ДЕНДРОПАРКУ "ОЛЕКСАНДРІЯ"

Встановлено, що відпад дубів у діброві відбувається постійно, з різною інтенсивністю, з істотним зростанням впродовж останніх трьох років. За час досліджень (з 2006 р.) у діброві випало 528 дубів (22,7 % від загальної кількості). З них 440 екз. (23,7 %) у природній діброві площею 31,8 га, а 88 екз. (16 %) на штучно створених ділянках "ліс на лузі", загальною площею 8,8 га. Відзначено чітку територіальну приуроченість величини відпаду – в центральних, антропогенно порушених кварталах діброви, з 2006 р. випало від 36 до 54 % дубів, водночас як в західній, найменш антропогенно трансформованій – 10,6 %. У межах кварталів основний відпад (до 95 %) відбувався в екотонах. Виявлено, що з 2019 р. відпад дубів зріс у рази порівняно з попереднім періодом, а в центральній частині діброви вийшов за межі екотонів та охопив внутрішні частини дубових деревостанів у кварталах. Показник поточного відпаду за останні два роки став найбільшим за весь період спостережень – 3,5 і 4,2 %. Загалом всихання дубів мало хронічний характер, але швидкість і особливості всихання на різних ділянках діброви відрізняються. У західній частині діброви цей процес може тривати десятки років, водночас як в центральних – два-три роки, характеризується осередковістю і здебільшого кореневим типом всихання. З'ясовано, що відпад дубів має переважно патологічний характер, всихають дерева вищих класів по Крафту. Встановлено залежність структури відпаду від погодних аномалій. Після періоду тривалих опадів і штормових поривів вітру зростає механічний відпад (вітровал, бурелом), а наслідком тривалих посух є переважання сухоостою. Виявлені на багатьох дубах ознаки "плачу" можуть спричинитися особливо небезпечними фітопатогенами (грибами і бактеріями) і бути передвісником гострого всихання дуба. Встановлено, що чинниками руйнування центральної частини діброви була господарська діяльність під час закладання парку, яка проявилася у фрагментуванні дубового масиву і втручанні до фітоценотичної структури, що спричинило екотонізацію та витіснення виду-едифікатора. За результатами обстежень у найближчі роки існує ризик зникнення центральної частини діброви парку і значне зменшення кількості дубів на інших ділянках.

Ключові слова: природна діброва; антропогенна трансформація; екотонізація діброви; структура відпаду; тип всихання; прогноз стану діброви.

Вступ / Introduction

Останні десятиріччя виняткову увагу стали приділяти старим, природним лісам, еталонам лісової рослинності та головним хранителям біорізноманіття на планеті, їх невеликим фрагментам, і навіть трансформованим людиною. Щодо флористичних особливостей, то найбагатшими лісовими угруповання є діброви. Кількість природних дібров на планеті стрімко зменшується, що вже більш як століття зумовило численні дослідження причин руйнування і шляхів збереження цих особливо цінних лісових формацій. Дуже мало висвітлені в науковій літературі особливості природних дубо-

вих насаджень, які колись були основою створення багатьох старовинних примаєткових парків.

Спадщиною Державного дендрологічного парку "Олександрія" НАН України, створеного на підставі старовинного парку кінця XVIII ст., є вікова діброва. Під час розбудови магнатської садиби було створено неперевершений за красою і багатством присадибний ландшафтний парк, проте природна діброва, головний ландшафт парку, зазнала істотних втручань на своїй території: фрагментації, введення до її складу інтродуцентів, створення в її межах декоративних композицій, будівництво архітектурних і господарських споруд, житлових приміщень тощо. Господарська діяльність, безгоспо-

Інформація про авторів:

Драган Ніна Вікторівна, канд. біол. наук, завідувач лабораторії насінництва та первинного випробування інтродукованих рослин. Email: ninapark@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0001-9371-1044>

Бойко Наталія Сергіївна, канд. біол. наук, директор. Email: alexandriapark@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-6286-4870>

Дойко Наталія Михайлівна, канд. біол. наук, ст. наук. співроб., завідувач відділу збагачення дендрофлори.

Email: alexandriapark@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0001-6915-3054>

Силенко Олександр Володимирович, мол. наук. співроб., відділ збагачення дендрофлори.

Email: alexandriapark@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0003-4952-7201>

Пидорич Юрій Васильович, головний інженер, відділ збагачення дендрофлори.

Email: alexandriapark@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-4169-0795>

Цитування за ДСТУ: Драган Н. В., Бойко Н. С., Дойко Н. М., Силенко О. В., Пидорич Ю. В. Контроль за відпадом дубів як ключова складова лісопатологічного моніторингу стану вікової діброви дендропарку "Олександрія". Науковий вісник НЛТУ України. 2024, т. 34, № 2. С. 47–53.

Citation APA: Dragan, N. V., Boiko, N. S., Doiko, N. M., Silenko, O. V., & Pydorich, Yu. V. (2024). Monitoring oak dropped as a crucial aspect of forest pathological surveillance in the age-old oak grove of the "Olexandria" Dendrological Park. *Scientific Bulletin of UNFU*, 34(2), 47–53. <https://doi.org/10.36930/40340206>

дарність і занедбаність в часи соціальних потрясінь, техногенне забруднення в останні півстоліття стали великим випробуванням для діброви. Усі ці обставини порушили цілісність, стійкість і життєвість діброви, спровокували значні суцесійні процеси, але, водночас, дали великий матеріал для численних наукових досліджень.

Об'єкт дослідження – моніторинг стану вікової діброви дендропарку "Олександрія" НАН України.

Предмет дослідження – методи і засоби визначення відпаду *Q. robur* у віковій діброві дендропарку "Олександрія", що дасть змогу виявити їх територіальне розташування і осередки, визначити структуру відпаду.

Мета роботи – дослідити динаміку і структуру відпаду дубів в різних екотопах вікової діброви дендропарку "Олександрія".

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження: проаналізувати величину та динаміку відпаду *Q. robur*; виявити чинники, детермінуючі відпад і дослідити особливості відпаду *Q. robur* в різних екотопах діброви; за результатами дослідження прогнозувати стан дубових насаджень парку.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Серед пріоритетних напрямків виявлення, збереження і охорони старих природних лісів, навіть невеликих їх частин і фрагментів, зокрема й антропогенно змінених людиною, виокремлюють їх дослідження, зокрема, моніторинг [3].

Причини всихання дубів і відмирання старих природних дібров науковці намагаються з'ясувати у багатьох дослідженнях вже понад століття, віднедавна кількість таких праць зростає [2, 8, 14, 30]. Зокрема, аналізують роль кліматичних аномалій у загибелі лісів [2]. К. Делатур [8], аналізуючи роль різноманітних чинників біотичної і абіотичної природи у руйнування дібров, доходить висновку, що ані симптоми, ані причини всихання не можуть бути однаковими для всіх випадків. Дж. Гіббс і Бж. Грейг [14], проаналізувавши дослідження з відпаду дубів починаючи з 1920 р., і сучасні причини відпаду, надають великого значення ролі жука *Agrius rannonicus* у гострому всиханні дуба.

Томас Ф. у серії праць [30, 31], аналізуючи причинно-наслідкові зв'язки всихання дуба, починаючи з 17 ст., описав кілька серій періодичного всихання дуба. Основними причинами загибелі дубів вважають неспецифічні чинники – сильну, зокрема повторну дефоліацію личинками комах, зараження борошнистою росою, екстремальними погодними умовами і подальшими специфічними чинниками – кореновими патогенами *Phytophthora quercina*, *Collybia fusipes*, *Phytophthora cinnamomi*, шкідниками *Agrius biguttatus* і *Platypus cylindrus*, гідрологічними умовами (зниження ґрунтових вод), біотичними чинниками. Усі ці роботи стосувалися лісових насаджень.

Вивченню, інвентаризації насаджень старовинних парків в Україні приділено увагу у низці праць вітчизняних науковців [19, 20, 21, 24, 25]. У цих роботах описано сучасний стан парків, архітектурні споруди, колекції деревних рослин, переважно вікових та наявність залишків природних насаджень. Віднедавна увагу стали приділяти вивченню стану насаджень старовинних парків, проведенні моніторингових досліджень [21].

Діброва дендропарку "Олександрія" НАН України завжди була центральною темою наукових досліджень

установи. Головну увагу було приділено відновленню діброви та вивченню її фітоценотичної будови [13, 15, 16, 17]. З 2008 р. починається дослідження фітосанітарного стану, причин і шляхів руйнування вікової діброви. У дослідженнях було складено програму моніторингу лісопатологічного стану діброви, в основу якого було покладено аналіз стану популяції виду едіфікатора – *Q. robur* [10]. Моніторинг охоплює оперативний контроль за виникненням осередків масового розмноження небезпечних шкідників (постійно), регулярний контроль – визначення динаміки вологості ґрунту в вегетаційний період (раз в місяць) і поточного відпаду дубів (раз на рік), періодичний контроль – детальне фітосанітарне обстеження з подеревним описом і визначення динаміки поточного відпаду (раз на п'ять років), дослідження змін фітоценотичної будови. Одним з головних складників моніторингової програми є контроль за відпадом дубів.

Матеріали та методи дослідження. Поточний відпад вираховували як суму всихаючих дерев (IV категорія), свіжого сухостою, свіжого бурелому і вітровалу та виражали в % від загальної кількості дерев у насадженні [28]. Ураженість дерев хворобами встановлювали візуально за наявністю плодових тіл, ракових ран, дупел, суховерхівковості тощо. Життєвий стан дерев визначали за 6-бальною шкалою оцінки стану деревних рослин, прийнятою у лісовій патології [28]. Класифікацію дерев дуба за ростом і розвитком визначали за допомогою шкали Густава Крафта [22], згаданої в книзі [23].

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Дослідження проводили у віковій діброві дендропарку загальною площею 40,6 га (площа вікової діброви природного походження становить 31,8 га, штучно створених декоративних ландшафтних композицій – 8,8 га; на ділянках першого типу станом на кінець 2022 р. зросло 1413 дубів віком переважно 220-250 рр., на ділянках другого типу 462 дерев *Q. robur* віком близько 200 років). Обстеження проводили в межах кварталів, на які поділений парк і діброва зокрема (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема території дендропарку "Олександрія" НАН України (темним виділено вікову діброву) / Map of the territory of Olexandria Dendropark of the NAS of Ukraine (the age-old oak grove is highlighted with dark colour)

Ідея такого підходу полягала в тому, що до розбудови парку діброва була більш-менш суцільним масивом,

у міру дроблення діброви і облаштування парку на кожній уособленій ділянці формувався свій флористичний склад і відбувалися свої сукцесійні процеси. У нашій роботі вперше наведено результати досліджень за моніторинговий період 2017-2022 рр. і зроблено порівняльний аналіз деяких показників з аналогічними дослідженнями попередніх періодів (до 2017 р.) та за 2023 р.

Дослідження показали, що відпад дубів у діброві відбувається постійно, з різною інтенсивністю за роками. За період спостереження (з 2017 по 2022 рр.) випало 166 вікових дерев *Q. robur* (8,28 % від загальної кількості). У 2006-2011 рр. загинуло 196 дерев (8,43 %), в 2012-2016 рр. спостерігалось зменшення відпаду – 124 дерева (5,5 %), яке відзначалося і два наступні роки – 2017 і 2018, але вже з 2019 р. відпад зріс в рази (табл. 1). У 2023 р. (який входить в наступний моніторинговий період (2023-2027 рр.)), спостерігається ще більше зростання відпаду, тільки за рік загинуло 42 дерева дуба (2,24 % від загальної кількості), поточний відпад становив 4,2 % (через велику кількість всихаючих,

IV категорії життєвого стану дерев). Загалом з 2006 по 2023 рр. випало 528 дубів, або 22,7 % (від загальної кількості станом на 2006 р. (2324 екз.). При цьому в природній діброві випало 440 екз. (23,7 %), на штучно створених ділянках 88 екз., або 16,0 %. Навіть у межах природної діброви відпад дубів був нерівномірним. Зокрема, у 14-му кварталі з 2006 р. випало 36,1 % дубів. Половина цих дубів випала з 2017 р. (останнього моніторингового періоду).

У восьмому кварталі випало 54,3 % дубів. Для порівняння, в шостому кварталі відпало з переліку 10,2 % (36 екз.). Якщо збережуться такі темпи відпаду, то за чотири-п'ять років квартали 8-й і 14-й можуть перестати існувати як ділянки дібровного типу, а діброва перетвориться на дві уособлені лісові частини. Кwartали 8-й і 14-й зазнали найбільшого антропогенного втручання – спочатку їх відділили від загального масиву діброви широкими алеями, згодом їх межами створили великі ландшафтні композиції з інтродуцентів та місцевих рослин.

Таблиця. Відпад старовікових *Quercus robur* L. в діброві дендропарку "Олександрія" за 2017-2022 рр. / Dieback of old-growth *Quercus robur* L. in the oak grove of the Olexandria Dendropark in 2017-2022

Квар- тал	Роки досліджень																		За 6 років екз. %	Кількість дубів на кінець 2022 року, екз.
	2017			2018			2019			2020			2021			2022				
	Кількість дубів на початок року, екз.	Випало		Кількість дубів на початок року, екз.	Випало		Кількість дубів на початок року, екз.	Випало		Кількість дубів на початок року, екз.	Випало		Кількість дубів на початок року, екз.	Випало						
		Екземплярів	%		Екземплярів	%		Екземплярів	%		Екземплярів	%		Екземплярів	%					
6	336	0	0	336	0	0	336	6	1,8	330	4	1,2	326	3	0,9	323	2	0,6	15/4,5	321
7	12	0	0	14	0	0	14	0	0	14	0	0	14	0	0	14	0	0	0/0	12
8	75	0	0	75	7	9,3	68	3	4,4	65	3	4,6	62	3	4,8	59	4	6,8	20/26,7	55
9	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0	0/0	9
11	14	0	0	14	0	0	14	0	0	14	0	0	14	0	0	14	0	0	0/0	14
12	433	0	0	433	0	0	433	4	0,9	429	4	0,9	425	3	0,7	422	6	1,4	17/3,9	416
13	244	3	1,2	241	1	0,4	240	5	2,1	235	6	2,6	229	5	2,2	224	2	1,0	22/9,0	222
14	253	5	2,0	248	5	2,0	243	9	3,7	234	8	3,4	226	9	4,0	217	10	4,6	46/18,2	207
15	207	2	1,0	205	0	0	205	3	1,5	202	5	2,5	197	1	0,5	196	5	2,6	16/7,7	191
16	34	0	0	34	0	0	34	0	0	34	0	0	34	0	0	34	0	0	0/0	34
19	196	1	0,5	195	4	2,1	191	4	2,1	187	4	2,1	183	3	1,7	180	3	1,7	19/9,7	177
20	39	0	0	39	0	0	39	0	0	39	0	0	39	1	0,3	38	0	0	1/5,0	38
25	35	1	2,9	34	0	0	34	0	0	34	0	0	34	0	0	34	1	2,9	2/5,7	33
27	66	0	0	66	1	1,5	65	0	0	65	0	0	65	2	3,1	63	1	1,6	4/6,1	62
32	27	0	0	27	0	0	27	0	0	27	0	0	27	0	0	27	0	0	0/0	27
Π	24	0	0	24	0	0	24	0	0	24	0	0	24	0	0	24	2	8,3	2/10,5	22
Σ	2004	12	0,6	1992	18	0,9	1974	34	1,7	1940	35	1,8	1905	32	1,7	1875	37	2,0	166/8,3	1838

Примітка: П – поодинокі дерева на недібровних ділянках парку.

За досліджуваний період поточний відпад за роками становив 1,3-3,5 % (рис. 2). Середній поточний відпад за шість років становив 2,2 %. У 2023 р. показник поточного відпаду досяг 4,2 %. Показники поточного відпаду за останні два роки (2022 і 2023) є найбільшими за весь період спостережень (див. рис. 2), окрім свіжого сухостою, це обумовлено ще й великою кількістю всихаючих дерев, що свідчить про вірогідний потенційно високий показник відпаду в 2024 р. У щорічному відпаді *Q. robur* на різних ділянках діброви не спостерігалось лінійної закономірності. До 2013 р. найбільший відпад відбувався на штучно створених ділянках діброви – 8-й і 12-й квартали. З 2014 р. відпад в 12-й кварталі став зменшуватися і зараз цей квартал не входить до числа ділянок з великим відпадом, хоча, за останній період

спостерігається стійка тенденція до поступового його збільшення. У восьмому кварталі темпи відпаду не зменшувалися. З 2012 р. став збільшився відпад у 13-му, 14-му, 15-му кварталах, а з 2019 р. стрімко зростати в 8-му і 14-му кварталах.

За шість років не випав жоден дуб в 32-му кварталі, на багатьох невеликих ділянках, де *Q. robur* зростає невеликими групами (кwartали 7, 9, 11, 16, 20-21, 25, 27) випадав одиницями екземплярів.

Навіть у межах кварталів відпад дуба відрізнявся. Донедавна 95 % дубів, що випадали, зростали по межі узлісся і лісового масиву та по нерівностям мезорельєфу (рис. 3), в першому випадку в умовах екотону узлісся, у другому випадку – в умовах схилового екотону. Починаючи з 2016 р. відпад дубів охопив і внутріш-

ні частини дібровних ділянок у кварталах 13-му і 14-му (див. рис. 3).

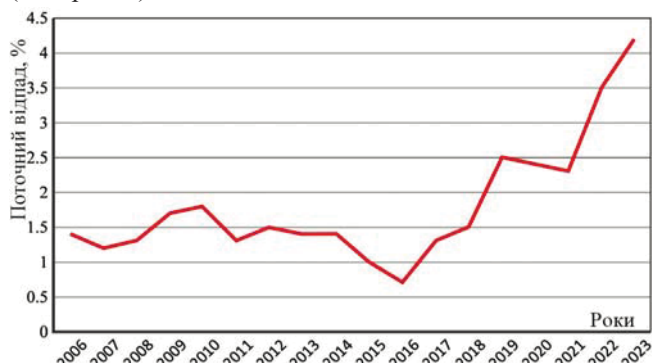


Рис. 2. Динаміка поточного відпаду *Quercus robur* L. у віковій діброві дендропарку "Олександрія" НАН України / Dynamics of the current mortality of *Quercus robur* L. in the age-old oak grove of Olexandria Dendropark of the NAS of Ukraine

Всихання дубів має переважно хронічний характер з певними територіальними особливостями. Єдиним випадком стрімкого гострого всихання за період наших спостережень було осередкове всихання восьми вікових дерев *Q. robur* I-III категорій життєвого стану у 12-му кварталі протягом одного вегетаційного періоду 2008 р. У західній частині діброви перехід дубів з III в IV-V категорії життєвого стану міг відбуватися десятки років. В антропогенно трансформованій центральній частині діброви (квартали 8-й і 14-й) процес всихання дубів міг займати кілька років. Відносно швидке всихання характерне для внутрішньої частини центральних кварталів і має груповий (по 2-3 дерева поряд) або навіть осередковий характер (6-8 дерев за п'ять років).

У цих самих осередках часто спостерігається всихання супутників *Q. robur* – *Acer platanoides* L., *A. campestre* L., *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus glabra* Huds. Це може свідчити про осередкове ураження дерев кореновими гнилями, що повністю або частково підтверджує зруйнована коренева система, відмирання провідної системи на поперечних зрізах, характерне забарвлення деревини у відземковій частині.

Аналіз фітопатологічного стану дерев дуба, які випали, показав, що на час видалення переважна більшість дерев (78,5-94,2 % за роками) були уражені гнилями. Під час спилування сухих дубів було виявлено, що більшість дерев, які всихали, були носіями прихованих гнилей. За розташуванням на зрізі внутрішні гнилі переважно мали периферійну локалізацію, особливо небезпечну для дерева, оскільки вони здебільшого призводили до відмирання провідної системи дерева та швидкого його всихання. Часто спостерігалось відмирання тільки провідної системи без активного гнилового процесу. Дерев з центральними та змішаними гнилями було значно менше. Ця обставина вказує, що причини підвищення стрімкості всихання дубів у різних частинах діброви варто шукати також і у фітопатологічному стані дубових деревостанів.

Варто звернути увагу на так званий "плач" дуба, який належить до маркерів гострого всихання (AOD) [4]. AOD – це нове захворювання, яке вперше було виявлено у Великобританії наприкінці XX ст. і зараз стало глобальною проблемою. Зовнішні прояви хвороби – тріщини кори на стовбурі, що виділяють темний екссудат, під якими є некротичні внутрішні тканини, D-подібні отвори і характерні личинкові ходи жука *Agilus*

biguttatus (Fabricius, 1776) [9]. Захворювання спричинене фітопатогенними грибами [26] та бактеріями [32]. Окремі з них спричиняють смертельно небезпечну хворобу – бактеріальну водянку дуба [16].

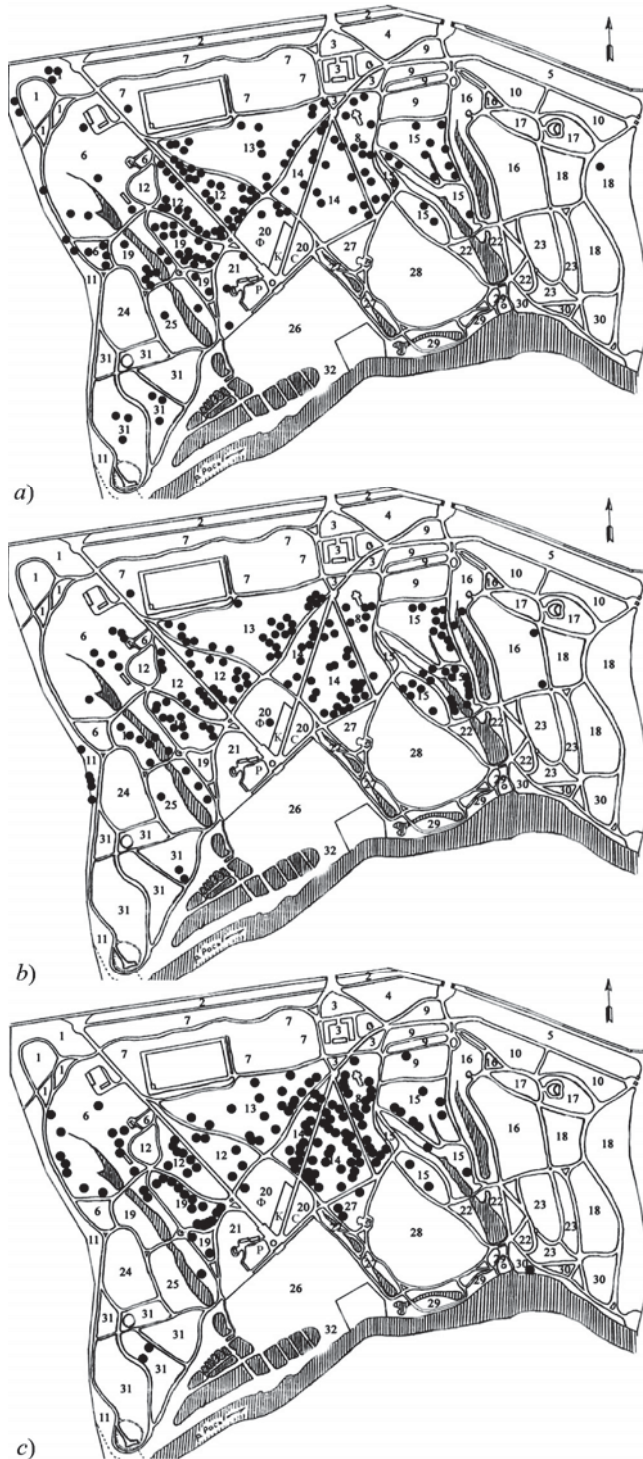


Рис. 3. Відпад *Quercus robur* L. за: / Decline of *Quercus robur* L. in: 2006-2011 (а), 2012-2016 (б) and 2017-2022 pp. (в)

Значна кількість дубів в діброві має характерні для цього стану ознаки. Порівняно з попереднім періодом досліджень (2012-2016 рр.) кількість дубів з ознаками "плачу" в одних кварталах не змінилася, в деяких зросла у півтора раза, в 14-му кварталі – подвоїлася. Занепокоєння в цьому сенсі викликає надвисока частка дубів з "плачем" у 12-му кварталі (23,7 % дерев), особливо враховуючи те, що до 2023 р. таких ознак на дубах в цьому кварталі не було. Ця обставина, а також тенденції до збільшення відпаду в останні роки можуть свідчити, що

ця ділянка знову може увійти в режим масового відпаду дубів. Проте, значення хвороб у відпаді *Q. robur* потребує подальших досліджень, зокрема, фітопатологічних.

У структурі відпаду до 2011 р. сухостій становив 63 %, у механічному відпаді переважав вітровал (25 %), на частку бурелому припадало 12 %. З 2012 р. близько 80 % відпаду становить свіжий сухостій (всихання дерев від хвороб і діяльності шкідників), решта – механічний відпад (7-11 % припадає на вітровал, 7-10 % – бурелом). Така структура відпаду зберігається досі. В окремі роки тривалі сильні опади і сильні вітри збільшували частку механічного відпаду, але наступними засушливими періодами переважав сухостій.

Незначні відміни в вологозабезпеченні ґрунту на різних ділянках діброви не дають змоги нам пов'язувати різницю у відпаді дубів в різних кварталах з показниками вологості ґрунту. Водночас, добре простежується залежність структури відпаду від інтенсивності та періодичності опадів. Наприклад, за велику кількість опадів у 2013 р., у загальній структурі відпаду 2013 і 2014 рр. переважала частка механічного відпаду (66,6 %).

Особливо зростає механічний відпад, коли збільшення вологості ґрунту внаслідок тривалих заливних дощів супроводжувалося сильними поривами вітру, як, наприклад, у 2014 р. Очевидно, в комплексі негативних чинників чинник зволоження проявляється в роки з кліматичними аномаліями (стихійні погодні явища, сильні пориви вітру, тривалі посухи або проливні дощі). А тривалі посухи упродовж останнього десятиріччя, очевидно, спровокували стрімке збільшення загального відпаду дубів в діброві. Дія недостатнього або надмірного зволоження ґрунту накладається на низку особливостей антропогенного чи природного походження на ділянках, що проявляється в значній різниці відпаду дубів у різних кварталах.

Практично весь відпад ми можемо віднести до патологічного. Випадали дуби вищих класів Крафта (I-II) [23], з діаметром, близьким до середнього за ділянками. Окремі дуби з дещо меншим діаметром входили до першого деревного ярусу і, очевидно, були дещо молодшими від "товстіших" дубів.

Отже, значна різниця в кількісному відпаді *Q. robur* по кварталах діброви, його територіальна приуроченість і осередкованість, різні темпи всихання *Q. robur* за окремими ділянками свідчить про те, що в різних частинах діброви, навіть у невеликих кварталах склався комплекс специфічних вузьколокальних умов, який визначає стійкість і життєздатність дубових деревостанів на цих ділянках і, в кінцевому рахунку, велику різницю у їх відпаді.

Проаналізувавши весь комплекс отриманих даних за майже 20-річний період спостережень, можна виявити першопричину погіршення стану і масового постійного відпаду *Q. robur* в тому чи іншому місці. Практично кожна ландшафтна ділянка діброви має свій тягар несприятливих чинників – техногенне забруднення, антропогенне втручання (фрагментація діброви, ввід до її складу інтродуцентів, будівництво в межах діброви архітектурних споруд, вирубування дерев та випас худоби в період безгосподарності тощо). Уся діброва періодично потерпає від посух і короткочасного надмірного зволоження, стихійних погодних явищ. Наші багаторічні дослідження показали, що відпад дубів визначається не тільки природно-кліматичними умовами, гідрологічним

режимом. Весь руйнівний процес був запущений понад два століття тому під час подрібнення території діброви та введення до її складу нехарактерних для дібров видів, штучному створенні узлісь. Все це запустило еко-tonізацію центральних кварталів діброви. Екотони формувалися на межі лісових насаджень і узлісь, на межі між природними угрупованнями і штучно створеними. Екотони розглядають як осередки структурно-функціональної перебудови екосистем або фітоценозу, з одного боку, і виникненню нових граничних умов з іншого [33]. При цьому зміни організації елементарних екосистем і фітоценозів відбуваються в підвищеному темпі, руйнуються внутрішньо системні зв'язки, але видове різноманіття та чисельність рослин при цьому зростає.

Відомо, що екотони всіх рівнів мають одну загальну рису – наявність конкурентних відносин між рослинними видами і їх формаціями. Процеси, що відбуваються в екотонах, наскільки екологічно активні, що становлять потенційну загрозу глибоких і швидких трансформацій природних систем [4]. Порушена екосистема характеризується спрощеною структурою, хаотичністю внутрішньо системних зв'язків, підвищеною реактивністю на зовнішні впливи, ослабленням стійкості системи. Такі смуги порушень мають тенденцію до просторового поширення. Унаслідок цього увесь ландшафт втрачає стійкість і втягується в процес досить швидких агресивних трансформацій.

Руйнування окремих ділянок діброви, яке останніми роками значно прискорилося, свідчить про небезпеку господарської діяльності і втручання в структуру природних насаджень. Наслідки такого втручання наскільки фатальні, що значно перевершують дію значного техногенного забруднення.

Яке значення мають наші дослідження для діброви дендропарку? За динамікою відпаду можна прогнозувати майбутнє окремих дібровних ділянок і діброви загалом. На фоні цілком задовільних ділянок діброви існують зони підвищеного і високого відпаду дубів (зони ризику), в яких дубові насадження можуть зникнути через кілька десятків років, а на окремих ділянках – через 4-5 років, якщо збережуться нинішні темпи відпаду. Знаючи ініціюючі чинники ослаблення і руйнування діброви, можемо зберегти ті її ділянки, які на сьогодні зазнали меншого руйнування і зберегли найбільше критеріїв старих природних лісів.

Враховуючи цінність природної вікової діброви, наявні ризики і необхідність її збереження, подальший напрямок наших досліджень полягатиме у дослідженні ролі хвороб і шкідників у відпаді *Q. robur*; впливу кліматичних змін (аридизації нестабільного гідрологічного режиму) на структуру і динаміку відпаду дуба.

Обговорення результатів дослідження. Питання ослаблення і руйнування природних лісів тривалий час досліджуються як глобальну проблему. Вивчали значення шкідників і хвороб [6, 9], кліматичних аномалій [2, 7, 12, 29], тощо. Руйнування лісів розглядають як реакцію на дію комплексу чинників, які діють послідовно або паралельно і створюють кумулятивний ефект [1, 4, 30, 31].

Наші дослідження цілком узгоджуються з переконаннями авторів [11, 27, 34] про важливість вивчення невеликих старих лісів і їх фрагментів. Вивчення тільки особливостей і динаміки відпаду виду-едификатора показало, що в руйнуванні особливо цінних невеликих

природних насаджень ключову роль можуть відігравати специфічні місцеві чинники, які здатні сильно модифікувати дію глобальних негативних чинників. Дослідження показали, наскільки руйнівними можуть бути втручання в цілісність і фітоценотичну структуру вікової природної діброви. Результатом таких втручань стало виникнення чисельних відособлених ділянок, на кожній з яких сформувався комплекс специфічних екологічних умов, спровокувалися активні суцесійні процеси, виникли зони збільшеного відпаду дерев, відбулося витіснення виду-едифікатора. Іншою особливістю наших досліджень стало доповнення знань про екотони, як зони руйнування насаджень. Виявилося, що утворення таких ділянок може провокуватися людською діяльністю, виникати на дуже незначних за розмірами територіях і водночас мати руйнівні наслідки для природних насаджень.

Отже, за результатами виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – вперше розроблено детальну програму з обстеження та моніторингу вікових природних насаджень парку "Олександрія", що дало змогу виявити головні причини і напрями їх деградації, оцінити роль антропогенного впливу на їх життєдіяльність і виокремити найбільш небезпечні складники такого впливу та прогнозувати їх наслідки.

Практична значущість результатів дослідження – отримані результати наших досліджень можна використати для розроблення заходів зі збереження природних насаджень у старовинних парках.

Висновки / Conclusions

Дослідження відпаду дерев *Q. robur*, як вагомого складника програми з лісопатологічного моніторингу вікової діброви, дає змогу встановити загальний відпад дерев в діброві, виявити територіальне розташування і осередки відпаду, визначити структуру відпаду, тип всихання (гостре, хронічне), динаміку відпаду, оцінити нові ризики для діброви, основні чинники і напрями руйнування діброви, прогнозувати стан дубових дібровних екотопів, розробити заходи зі збереження діброви.

Встановлено, що за 18-річний період спостережень у діброві випало 528 (22,7 %) дерев *Q. robur*. Відзначається велика різниця в загальному відпаді, швидкості та типі всихання дубів у найбільш антропогенно трансформований центральній частині та найменш порушених ділянках у західній частині діброви. Виявлено, що в першому випадку випало 36-54 % дубів (за кварталами), відпад був осередкового характеру, спостережено кореневий тип всихання, процес всихання дерев тривав кілька років. У другому випадку випало 10,6 % *Q. robur*, всихання було хронічним і тривало десятки років.

Виявлено вплив на структуру відпаду погодних аномалій, що зафіксовано у переважанні механічного відпаду або сухостою в різні роки.

Дано прогноз майбутнього діброви дендропарку – у разі збереження нинішніх темпів відпаду у центральній частині діброви в найближчі чотири-п'ять років можуть призвести до зникнення значної частини діброви дендропарку "Олександрія" і прогнозується значне зростання відпаду у дванадцятому кварталі, штучно створеному ландшафті.

References

- Allen, C. D., et al. (2010). A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology Management*, 660–684. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.001>
- Auclair, A. N. D., Worrest, I. L., Lachance, D., & Martin, H. C. (1992). Climatic perturbation as a general mechanism offorest dieback. *Forest Decline Concepts*. Mannion, 38–58.
- Barredo, J. I., Brailescu, C., Teller, A., Sabatini, F. M., Mauri, A., & Janouskova, K. (2021). Mapping and assessment of primary and old-growth forests in Europe, EUR 30661 EN. *Publications Office of the European Union, Luxembourg*, 38. <https://doi.org/10.2760/797591>
- Becker, M. (1984). A propos du dépérissement du chêne: réflexion sur la place actuelle de cette espèce dans la forêt française. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 55(2), 173–180.
- Bondarenko, V. V., & Furdychko, O. I. (1993). *Forest edges. Ecology, functions and formation*. Lviv: Asta, 64 p. [In Ukrainian].
- Brady, C., Arnold, D., McDonald, J., & Denman, S. (2017). Taxonomy and identification of bacteria associated with acute oak decline. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 33(143). <https://doi.org/10.1007/s11274-017-2296-4>
- Bréda, N., Badeau, V. (2008). Forest tree responses to extreme drought and some biotic events: towards a selection according to hazard tolerance? *Comptes Rendus Geoscience*, 340(9-10), 651–662. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2008.08.003>
- Delatour, C. (1983). Les dépérissements de chênes en Europe. *Biologie et Forêt*, 35, 265–282. URL: <https://hal.science/hal-03423759/document>
- Denman, S., Brown, N., Kirk, S., Jeger, M., & Webber, J. A. (2014). description of the symptoms of acute oak decline in Britain and a comparative review on causes of similar disorders on oak in Europe. *Forestry*, 87, 535–551. URL: <https://academic.oup.com/forestry/article/87/4/535/2756016>
- Dragan, N. V. (2019). Monitoring the state of the age-old oak forest of the Olexandria Dendrological Park of the NAS of Ukraine. Report 1. Sanitary condition. *Plant introduction*, 2, 64–70. URL: <https://www.plantintroduction.org/index.php/pi>
- Eckelt, A., et al. (2018). "Primeval forest relict beetles" of Central Europe: a set of 168 umbrella species for the protection of primeval forest remnants. *Journal of Insect Conservation*, 22(1), 15–28. <https://doi.org/10.1007/s10841-017-0028-6>
- Elliott, K. J., & Swank, W. T. (1994). Impacts of drought on tree mortality and growth in a mixed hardwood forest. *Journal of Vegetation Science*, 5, 229–236.
- Gaydamak, V. M., & Galkin, S. I. (2005). Breeding bases of restoration of old-growth oak in the "Olexandria" Dendropark. *Plant introduction in the early XXI century: achievements and prospects of research development*. Kyiv, 140–141. [In Ukrainian].
- Gibbs, J. N., & Greig, B. J. W. (1997). Biotic and abiotic factors affecting the dying back of pedunculate oak *Quercus robur* L. *Forestry*, 70, 399–406. <https://doi.org/10.1093/forestry/70.4.399>
- Haydamak, V. M. (1987). Study of oak trees of the arboretum with the purpose of its optimisation and subsequent restoration. *Report on research work on the theme "Development of scientific bases for optimisation of the structure of park compositions of the dendrozapovednik "Olexandria" of the Academy of Sciences of the Ukrainian*. Kiev, 10–43. [In Ukrainian].
- Haydamak, V. M. (2006). Oak forest of the dendropark "Olexandria": modern structure and condition, ways of optimization. *Construction and reconstruction of botanical gardens and dendroparks in Ukraine*, 31–33. [In Ukrainian].
- Haydamak, V. M., Mordatenko, L. P., & Golovko, E. A. (1994). The oak forest of the "Olexandria" Dendropark: state, problems of optimisation and restoration. *Bila Tserkva*, 42. [In Ukrainian].
- Jung, T., Blaschke, H., & Obwald, W. (2000). Involvement of soilborne Phytophthora species in Central European oak decline and the effect of site factors on the disease. *Plant Pathology*, 49, 706–718. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2000.00521.x>

19. Klimenko, Yu. O. (1999). Historical development, present state and problem of reconstruction of the ancient parks of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Introduction*, 1, 85–89. URL: <https://www.plantintroduction.org/index.php/pi/issue/view/76>
20. Klymenko, Yu. O. (2014). Comprehensive assessment of park plantations (methodological approaches and recommendations). Kyiv: Printing house "CP "COMPRINT", 66. [In Ukrainian].
21. Klymenko, Yu. O., Kuznetsov, S. I., Cherniak, V. M. (1996). Ancient parks of Ukraine of national importance. Handbook. P. 1. Polissia and Forest-Steppe. Ternopil: Mandrivets, 106. [In Ukrainian].
22. Kraft, G. (1884). *Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungsarbeiten*. Beitrage zur Lehre. Hannover, Klindworths Verlag.
23. Nawrot, M., Pazdrowski, W., & Szymański, M. (2008). Dynamics of heartwood formation and axial and radial distribution of sapwood and heartwood in stems of European larch (*Larix decidua* Mill.). *Journal of Forest Science*, 54(9), 409–417. <https://doi.org/10.17221/30/2008-JFS>
24. Oleksiychenko, N. O., Gatal'ska, N. V. (2012). Parks-monuments of landscape gardening art of the Central Prydniprov'ska upland region: monograph. P. 1. K.: Komprint, 145 p. [In Ukrainian].
25. Oleksiychenko, N. O., Podol'khova, M. O., & Kurdyuk, O. M. (2019). Dendrological parks of Ukrainian Poliss: monograph. Bila Tserkva: View. Pshonkivsky, O. V., 251 p.
26. Oszako, T., & Delatour, C. (Eds.) (1999). Oak declines in European forests – History, causes and hypothesis. *Advances on Oak Health in Europe*, 11–40.
27. Paillet, Y., Archaux, F., du Puy, S., Bouget, C., Boulanger, V., Debaive, N., Gilg, O., Gosselin, F., & Guilbert, E. (2018). The indicator side of tree microhabitats: A multi-taxon approach based on bats, birds and saproxylic beetles. *Journal of Applied Ecology*, 55(5), 2147–2159. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13181>
28. Sanitary rules in the forests of Ukraine. (1995). Kyiv 19. [In Ukrainian].
29. Tainter, F. H., Fraedrich, S. W., & Benson, D. M. (1984). The effect of climate on growth, decline, and death of northern red oaks in the western North Carolina Nantahala Mountains. *Castanea*, 49(3), 127–137. URL: <https://www.jstor.org/stable/4032978>
30. Thomas, F. M. (2008). Recent advances in cause-effect research on oak decline in Europe. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 3, 1–12. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20083037>
31. Thomas, F. M., Blank, R., & Hartmann, G. (2002). Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oak decline in Central Europe. *Forest Pathology*, 32(4–5), 277–307. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0329.2002.00291.x>
32. Tkaczyk, M., Celma, L., Ruņģis, D. E., & Bokuma, G. (2021). First report on *Brenneria goodwinii* and *Gibbsiella quercinecans* bacteria, detected on weaken oak trees in Poland. *Baltic Forestry*, 27(1). <https://doi.org/10.46490/BF563>
33. Tsarik, Y. (2003). Some tasks in the study of ecotones. *Bulletin of Lviv University. Biological Series*, 33, 60–64. [In Ukrainian].
34. Vandekerckhove, K., De Keersmaecker, L., Walley, R., Köhler, F., Crevecoeur, L., Govaere, L., Thomaes, A., & Verheyen, K. (2011). Reappearance of old-growth elements in lowland woodlands in northern Belgium: Do the associated species follow? *Silva Fennica*, 45(5). <https://doi.org/10.14214/sf.781>

N. V. Dragan, N. S. Boiko, N. M. Doiko, O. V. Silenko, Yu. V. Pydorich

"Olexandria" Dendrological Park, NAS of Ukraine, Bila Tserkva, Ukraine

MONITORING OAK DROPPED AS A CRUCIAL ASPECT OF FOREST PATHOLOGICAL SURVEILLANCE IN THE AGE-OLD OAK GROVE OF THE "OLEXANDRIA" DENDROLOGICAL PARK NAS OF UKRAINE

This study investigates the patterns of oak dieback and the factors behind the deterioration of the ancient oak grove in the "Olexandria" Dendropark, the successor to the historical park of the same name. 31.8 hectares of the territory consist of natural oak groves, while 8.8 hectares are landscaped with common oak compositions – "forest in the meadow". The primary methodological approach was conducting research within the oak groves divisions, rather than by standard forestry taxational units. This method stems from the fact that, prior to the parks establishment, the oak grove formed a continuous mass. Since 2006, the onsets of the study, 528 oaks (22.7 %) have been recorded as fallen within the oak grove – 440 trees in the natural grove and 88 in artificially created areas. The dieback exhibited a pronounced territorial pattern within the grove and was localized within its divisions. In the central part, 36–54 % of oaks per division fell, predominantly in ecotones, while in the western part, the figure was 10.6 %. From 2019, there has been a marked increase in oak desiccation, extending beyond ecotones into deeper grove areas. The desiccation generally manifests chronically, potentially lasting decades in the western, less disturbed part, and several years in the central area, often occurring in patches. Notably, many oaks exhibit "weeping" on their trunks, a marker of Acute Oak Desiccation (AOD) induced by various phytopathogenic fungi and bacteria. This factor, among others, likely influences the rate of oak desiccation. The diebacks structure appears to be influenced by precipitation intensity and weather anomalies, manifesting in increased mechanical fall (windthrow and storms) or predominance of deadwood. The central parts deterioration is believed to be initially triggered by park establishment activities, fragmenting the oak massif and altering its phytocoenotic structure. The creation of landscape compositions with introduced and local species along the oak grove boundaries initiated significant ecotonization processes and the displacement of the key species. The oak groves condition forecast includes the risk of the central parts disappearance in the coming years. According to the results of the surveys, in the coming years there is a risk that the central part of the parks oak forest will disappear and the number of oaks in other areas will decrease significantly.

Keywords: natural oak grove; anthropogenic transformation; ecotonization of oak grove; dieback structure; drying type; forecast of oak grove condition.