

УДК 504.064.3

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.3-66.14>

ОЦІНКА СТУПЕНЯ ПОРУШЕННЯ ЕКОСИСТЕМИ ЗА ЗОВНІШНІМИ ОЗНАКАМИ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН (НА ПРИКЛАДІ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Михалюк І.М., Гурська О.В., Галаган О.К.

Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія ім. Тараса Шевченка
вул. Лицейна, 1, 47003, м. Кременець
ilonaMM@i.ua, GurskaOksana24@gmail.com, bukowska.ok@gmail.com

У статті наведено результати комплексного дослідження та оцінки ступеня порушення екосистем Львівської області на основі аналізу морфологічних і фізіономічних показників деревних рослин. Актуальність роботи зумовлена необхідністю розробки експрес-методів екологічного моніторингу в умовах зростаючого техногенного пресингу, де традиційні фізико-хімічні методи аналізу середовища часто є ресурсозатратними та тривалими у виконанні. Встановлено чіткі кількісні та якісні закономірності деградації лісових під впливом антропогенних чинників. У ході польових досліджень виявлено специфічні морфологічні маркери, що виникають як адаптивна або патологічна відповідь рослинного організму на зовнішній стрес. Зокрема, ідентифіковано характерні хвороби хвої, некротичні зміни листя, деформації архітектури крони та скелетних гілок. Доведено, що ці зовнішні ознаки дозволяють з високою точністю оперативно діагностувати стан екосистем без застосування дороговартісного лабораторного обладнання.

Встановлено, що темпи росту та загальний стан деревних рослин безпосередньо корелюють із рівнем промислового та транспортного навантаження в конкретних районах Львівщини. Виокремлено основні фактори дестабілізації лісопаркових зон: кліматичні аномалії, поширення осередків шкідників та викиди автотранспорту, які спричиняють розвиток патологічних ознак (хлорози, некрози, усихання хвої). Такі патологічні стани є прямим наслідком кумулятивного ефекту високих концентрацій вихлопних газів у приземному шарі атмосфери придорожніх територій. Результати дослідження підтверджують ефективність методів біоіндикації для раннього виявлення екологічних криз. Наукова новизна роботи полягає в систематизації візуальних ознак деградації фітоценозів Львівської області, що дозволяє оптимізувати систему природоохоронних заходів та розробити рекомендації щодо підвищення стійкості насаджень у регіоні. *Ключові слова:* біоіндикація, екологічний моніторинг, деревні рослини, антропогенне навантаження, хлорози, некрози, Львівська область. *Ключові слова:* біоіндикація, екологічний моніторинг, деревні рослини, антропогенне навантаження, хлорози, некрози, Львівська область.

Assessment of the degree of ecosystem disruption based on external characteristics of woody plants (on the example of the Lviv region). Mykhalyuk I., Gurska O., Galagan O.

This article presents the results of a comprehensive study and assessment of the degree of ecosystem disturbance in the Lviv region based on an analysis of the morphological and physiognomic characteristics of woody plants. The relevance of this work stems from the need to develop rapid methods for ecological monitoring in the face of increasing anthropogenic pressure, where traditional physicochemical methods of environmental analysis are often resource-intensive and time-consuming. Clear quantitative and qualitative patterns of forest degradation under the influence of anthropogenic factors have been established. During field studies, specific morphological markers were identified that arise as an adaptive or pathological response of the plant organism to external stress. In particular, characteristic needle diseases, necrotic changes in leaves, and deformations of the crown architecture and skeletal branches have been identified. It has been demonstrated that these external signs allow for the rapid and highly accurate diagnosis of ecosystem health without the use of expensive laboratory equipment.

It has been established that the growth rates and overall condition of woody plants directly correlate with the level of industrial and transportation load in specific areas of the Lviv region. The main factors destabilizing forest-park zones have been identified: climatic anomalies, the spread of pest outbreaks, and motor vehicle emissions, which cause the development of pathological symptoms (chlorosis, necrosis, and needle dieback). Such pathological conditions are a direct consequence of the cumulative effect of high concentrations of exhaust gases in the surface layer of the atmosphere in roadside areas. The study results confirm the effectiveness of bioindication methods for the early detection of ecological crises. The scientific novelty of the work lies in the systematization of visual signs of phytocenosis degradation in the Lviv region, which allows for the optimization of the system of nature conservation measures and the development of recommendations for increasing the resilience of tree stands in the region. *Key words:* bioindication, ecological monitoring, woody plants, anthropogenic load, chlorosis, necrosis, Lviv region.

Постановка проблеми та актуальність дослідження. В умовах прогресуючої деградації довкілля в Україні та, зокрема, у Львівській області, особливої актуальності набуває вивчення механізмів, що підтримують гомеостаз біогеоценозів. Такі дослідження мають базуватися на

детальному аналізі кількісних і якісних структурно-функціональних змін екосистем. При цьому деревні насадження виступають потужним природним бар'єром та здатним нівелювати значну частину негативних наслідків техногенного забруднення.



© Михалюк І.М., Гурська О.В., Галаган О.К., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Незважаючи на розвиток інструментальних методів, оцінка за зовнішніми ознаками (хлорози, некрози, асиметрія листків, стан крони) залишається найбільш оперативним та доступним способом первинної діагностики стану екосистем у польових умовах.

Для Львівщини станом на 2023–2024 роки актуальними залишаються питання транскордонного забруднення та наслідки техногенного тиску в промислових центрах, що потребує постійного оновлення даних про стан зелених насаджень як «буферних зон».

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питання техногенного впливу на дендрофлору перебуває в центрі уваги багатьох науковців. Зокрема, фундаментальні аспекти дії ксенобіотиків на стан дерев висвітлено у працях Т.Ф. Стельмахової, П.С. Гнатіва, К.П. Віше та А.С. Раяна [1–3]. Методологічне підґрунтя екологічного моніторингу за візуальними ознаками рослинності закладено в роботах М.О. Клименка та А.М. Прищепи [4]. Сучасні тенденції адаптації міських насаджень та особливості їхньої фітоіндикації за морфологічними трансформаціями детально проаналізовано у нещодавніх дослідженнях І.Г. Пацевої, М.Б. Корбут, С.Ф. Поліщука та В.В.Серебрякова [5, 6].

Мета роботи – встановити взаємозв'язок між рівнем техногенного навантаження в різних районах Львівської області та характером видимих пошкоджень (хлорозів, некрозів, деформацій) деревних насаджень для визначення екологічного стану довкілля.

Виклад основного матеріалу. В основу дослідження покладено матеріали власних польових досліджень, проведених упродовж 2023–2024 рр. на території філії Золочівське лісове господарство ДП «Ліси України» та НПП «Північне Поділля» та на аналізі й систематизації наукових публікацій. В якості об'єкта досліджень були взяті різні типи лісових насаджень Львівської області, включаючи хвойні, листяні та мішані ліси, лісові насадження, що знаходяться на досліджуваній території.

Методика дослідження базувалася на комплексній оцінці стану рослин із застосуванням стандартних шкал та підходів. Морфологічний аналіз включав оцінку структури та архітекtonіки крони, яку ідентифікували через порівняння з еталонними природними формами (пірамідальною, кулястою тощо). Біоекологічний статус екземплярів визначали за 3-бальною шкалою О.І. Гур'євої [7], а рівень їхньої декоративності – за 5-бальною системою О.А. Калініченка [7]. Вікову структуру насаджень аналізували згідно з методикою В.А. Фролової (1994) [7]. Теоретико-методологічний фундамент роботи склали класичні принципи біогеоценології, екології та дендрології. Статистичну обробку отриманого масиву даних здійснювали за допомогою програмного забезпечення MS Excel.

Дослідження проводили на трьох ділянках з різним антропогенним впливом. Площа кожної ділянки становить 0,5 га.

Ділянка № 1 – віддалена від населених пунктів, але поблизу розташовані сільськогосподарські землі та високовольтні лінії постійного струму. Ці насадження є самосійним із можливим частковим втручання людини. **Ділянка № 2** – знаходиться поблизу населеного пункту Ясниці, на узбіччі головної автомобільної траса. **Ділянка № 3** – розташована на території національно НПП «Північне Поділля».

На ділянці № 1 дорослі особини *Pinus sylvestris* L. пошкодженні через погодні умови (сильні вітри, велику кількість снігу взимку). Також неозброєним оком помітно, що у більшості молодих генеративних дерев *P. sylvestris* спостерігалось пожовтіння голок та всихання на гілках, що могло бути спричинене через сільськогосподарські роботи або забруднене повітря. На досліджуваній ділянці також зростають ювеніальні особини *Populus tremula* L. у яких спостерігались некрози листяної пластини (рис. 1).

За результатами проведеної оцінки ступення порушення екосистеми ділянки №1 нами встановлено, що тут домінує *P. sylvestris*, також присутня *Betula pendula* Roth., яка є наймолодшим та найменшим об'єктом у вибірці (табл.1.).



Рис. 1. а – пожовтіння голок, б – сухе і пошкоджене гілля *P. sylvestris*, в – некрози у *P. tremula*

Таблиця 1

Результати оцінки екосистеми ділянки №1 на ступінь порушення

Критерій оцінювання \ Вид	<i>P. sylvestris</i>	<i>P. sylvestris</i>	<i>P. sylvestris</i>	<i>B. pendula</i>	<i>P. sylvestris</i>	Середні показники
Діаметр стовбура, см	6,3	6,3	10	4	2,1	5,7
Висота дерева, м	3	5	6	2	3	3,8
Клас стійкості	II	II	II	I	II	II
Естетична оцінка	2	2	2	1	2	2
Вік рослини	2	2	2	1	1	2
Морфологічна оцінка	конічна форма	конічна форма	конічна форма	неправильно-яйцеподібна або обернено-яйцеподібна	конічна форма	-
Щільність крони	2	2	2	2	2	2
Біоекологічна оцінка	2	2	2	1	2	2
Декоративна оцінка	5	4	5	3	4	4

Як видно із табл. 1, досліджувана ділянка має середній ступінь порушення екосистеми (2 бали) та переважання II класу стійкості. Насадження перебувають у задовільному стані, проте домінуючий вид (*P. sylvestris*) відчуває певний антропогенний або природний тиск, що не дозволяє їм досягти максимальних показників стійкості (I класу). Загалом, екосистему ділянки № 1 можна охарактеризувати як слабо порушену.

Під час моніторингу ділянки № 2 було ідентифіковано 50 екземплярів *P. sylvestris*, переважну більшість яких (35 одиниць) становлять особини ювеніального вікового стану. Крім того, зафіксовано поодинокі ювенільні рослини *P. tremula* з ознаками некрозу та ураження листкових пластинок. У сосни звичайної спостерігаються патологічні зміни: хлороз, а також всихання пагонів і гілок (рис. 2).

Нами встановлено, що на ділянці спостерігається значна різноманітність. Середній діаметр стовбура становить 6,6 см, а середня висота дерев – 3,4 м.

Найбільш розвиненим є дерево № 1 (висота 10 м), тоді як інші дерева значно менші (1,3–2,5 м), що свідчить про нерівномірний віковий склад або затримку росту молодняка (табл. 2).

З наведених даних (табл. 2) було встановлено, що усі дерева на досліджуваній ділянці мають II клас стійкості, це засвідчує те, що екосистема перебуває у задовільному, але пригніченому стані. Рослини здорові, але зазнають постійного негативного впливу (можливо, через ущільнення ґрунту або недостатнє освітлення). Результати біоекологічної оцінки засвідчують гомогенність екологічних умов об'єктів дослідження.

Досліджуючи ділянку № 3 нами були виявлені повалені сухі, старі дерева та мертва деревина. Тут зростають хвойні та листяні дерева, серед яких: *Larix decidua* L., *Acer platanoides* L., *Carpinus betulus* L. Виявлено, що стовбури окремих модрин вигнутої форми, це є ознакою боротьби за освітленість, адже ліс є досить густий, без просік.

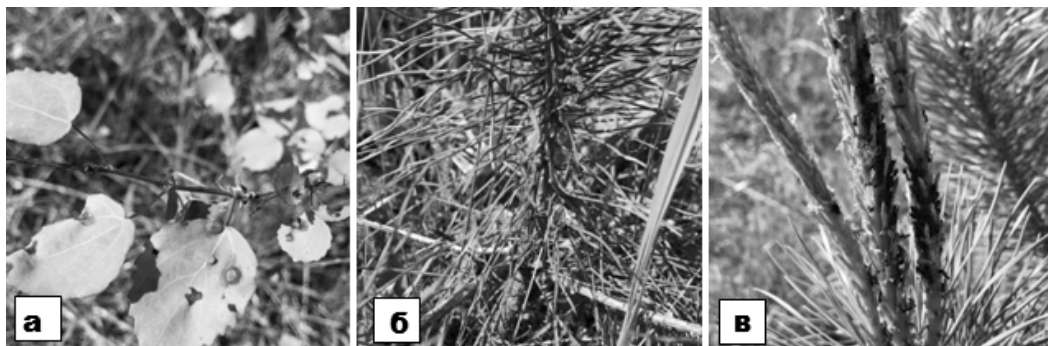


Рис. 2. а – захворювання листкової пластини у *P. tremula*, б – всихання хвої, в – шкідники *P. sylvestris*

Результати оцінки екосистеми ділянки № 2 на ступінь порушення

Критерій оцінювання \ Вид	<i>P. sylvestris</i>	<i>P. sylvestris</i>	<i>P. sylvestris</i>	<i>P. tremula</i>	<i>P. sylvestris</i>	Середні показники
Діаметр стовбура, см	14,3	7	3,8	3	5	6,6
Висота дерева, м	10	2,5	1,4	1,3	1,8	3,4
Клас стійкості	II	II	II	II	II	II
Естетична оцінка	2	1	1	1	1	1
Вік рослини	2	2	1	1	2	2
Морфологічна оцінка	конічна форма	конічна форма	конічна форма	овальна	конічна форма	-
Щільність крони	2	2	2	3	2	2
Біоекологічна оцінка	2	2	2	2	2	2
Декоративна оцінка	3	2	3	3	3	3

За результатами дослідження нами встановлено, що на ділянці № 3 спостерігається високий рівень стійкості деревних видів та мінімальне порушення екосистеми. Такі показники вказують на те, що насадження є біологічно здоровими, функціональними та естетично привабливими (табл. 3).

Отримані дані (табл. 3) засвідчують, що для дерев досліджуваної ділянки встановлено I клас стійкості, що вказує на здорові дерева, які не мають ознак пригнічення, хвороб та значних механічних пошкоджень.

Загалом біоекологічна оцінка свідчить про оптимальні умови зростання видів. Рослини повністю відповідають своєму екологічному ареалу, мають здоровий вигляд та нормальний приріст. Наявність різних форм крон вказує на складну просторову структуру ділянки, що характерно для стійких паркових або лісових біоценозів.

Значний діаметр стовбурів (до 63,6 см у модрини) та висота (до 22 м) свідчать про те, що на ділянці

переважають зрілі, сформовані екземпляри, які виконують важливу екологічну роль.

За результатами аналізу середніх показників ділянок на ступінь порушення екосистеми нами було встановлено, що на ділянці № 3 зростають дерева з найбільшим діаметра стовбура – 42,5 см. Найтонші стовбури дерев відмічені на ділянці № 1 – 5,7 см. Найвищі дерева, ростуть на ділянці № 3 (16,8 м), найнижчі – на ділянці № 2 (3,4 м).

В результаті визначення класу стійкості, було встановлено, що другий клас стійкості (II) характерний для ділянок № 1-2 (рис. 3). Це означає, що дерева на цих ділянках мають уповільнений приріст по висоті, з одиничними сухими сучками в кроні і незначними (на 10–15 см) зовнішніми пошкодженнями стовбура, без виникнення гнилей. Для ділянки № 3 властивий – перший клас стійкості (I), рослини абсолютно здорові, з ознаками гарного росту і розвитку.

Таблиця 3

Результати оцінки екосистеми ділянки № 2 на ступінь порушення

Критерій оцінювання \ Вид	<i>C. betulus</i>	<i>A. platanoides</i>	<i>L. decidua</i>	<i>L. decidua</i>	<i>L. decidua</i>	Середні показники
Діаметр стовбура, см	35,9	20	63,6	62	30,8	42,5
Висота дерева, м	17	10	22	20	15	16,8
Клас стійкості	I	I	I	I	I	I
Естетична оцінка	1	1	1	1	1	1
Вік рослини	2	2	2	2	2	2
Морфологічна оцінка	циліндрично-округла	куляста	широко-колоно-видна	широко-колоно-видна	широко-колоно-видна	-
Щільність крони	1	1	1	1	1	1
Біоекологічна оцінка	1	1	1	1	1	1
Декоративна оцінка	1	1	2	2	1	1

Аналіз естетичних показників свідчить, що насадження ділянки №1 характеризуються середнім рівнем декоративності. Водночас рослинність на ділянках № 2 та № 3 відзначається високими декоративними властивостями й перебуває у належному фітосанітарному стані, що виключає необхідність проведення санітарних заходів (рис. 3).

Візуальна оцінка встановила середню щільність (25-50%, 2 бали) для ділянок № 1-2. Для ділянки № 3 характерна висока зімкнутість крон із просвітами до 25%, що становить 1 бал.

За результатами комплексної біоекологічної оцінки, стан дерев на ділянках № 1-2 визначено як задовільний (2 бали). Водночас насадження на

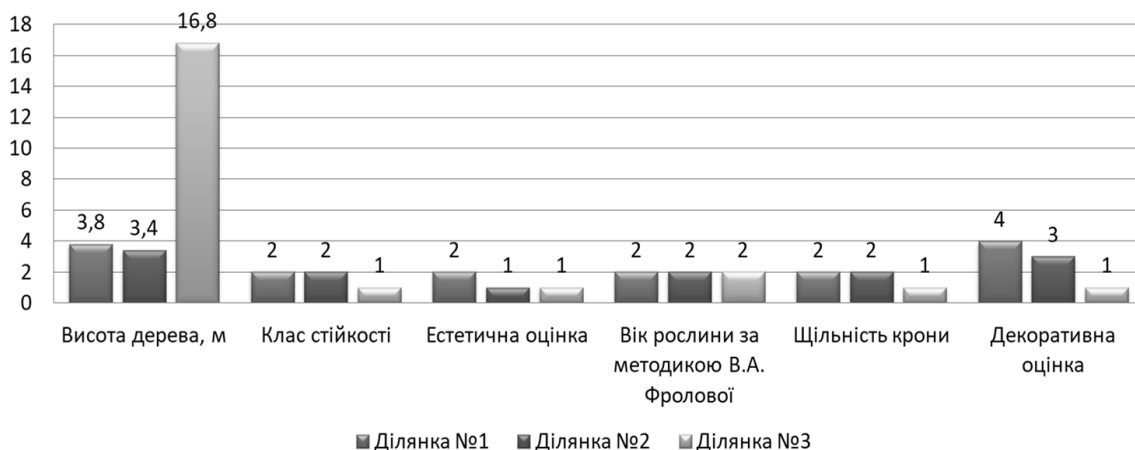


Рис. 3. Середні показники досліджуваних ділянок

ділянці № 3 демонструють кращі показники й оцінюються як «добрі», що відповідає максимальному 1 балу.

Під час обстеження зазначених територій ознак не було виявлено лісових пожеж, пошкоджень ентомошкідниками або фактів незаконних рубок. Загальний стан насаджень переважно задовільний. На ділянці № 1 зафіксовано окремі дерева, пошкоджені внаслідок несприятливих метеорологічних умов (буреломи навесні 2024 року). На ділянці № 2 виявлено осередки мурахи чорної на особинах *P. sylvestris*.

Виразений антропогенний вплив зафіксовано на ділянці № 2, де ювенільні особини сосни звичайної (*P. sylvestris*) зазнали пошкоджень внаслідок викидів вихлопних газів від прилеглої автотраси. Деструктивні зміни проявилися у вигляді хлорозів, а також усихання хвої та нижніх частин гілок. Водночас у незначній кількості молодих особин тополі тремтячої (*P. tremula*) спостерігалися некротичні утворення – почорнілі плями на листових пластинках

Висновки. Проведене дослідження біометричних параметрів деревних насаджень у Львівській області виявило пряму залежність між рівнем антропогенного навантаження та темпами росту дерев. За сукупністю ознак (зімкнутість крон, декоративність, стійкість) стан дерев на ділянках № 1–2 визначено як «задовільний» (2 бали), тоді як ділянка № 3 демонструє оптимальні життєві показники й оцінюється

як «добра» (1 бал). Це підтверджує нерівномірність екологічного стану лісопаркових чи лісових зон регіону залежно від їхньої локалізації.

Основними деструктивними чинниками для досліджених територій є: наслідки екстремальних метеорологічних явищ (буреломи 2024 року); осередки шкідників (мураха чорна), що вражають сосну звичайну; інтенсивний вплив автотранспорту, що спричиняє забруднення екосистеми вихлопними газами. Останнє проявляється через морфологічні патології (хлорози, некрози листя *P. tremula*, усихання хвої *P. sylvestris*), що є критичним маркером порушення екосистеми в зонах прилеглих до автомагістралей.

Результати оцінки свідчать про необхідність впровадження заходів з мінімізації техногенного впливу на ділянках поблизу транспортних шляхів та проведення вибіркового санітарного рубок на територіях, пошкоджених внаслідок несприятливих погодних умов, для збереження загальної стійкості екосистеми Львівщини.

Подальші дослідження будуть сфокусовані на обґрунтуванні кількісних показників техногенного впливу, що дозволить глибше розкрити механізми деградації рослин під дією антропогенних чинників. Результати нових розвідок можуть стати науковою основою для прийняття управлінських рішень у сфері екологічного менеджменту та розробки програм відновлення порушених ландшафтів Львівщини.

Література

1. Hnativ P. S. Functional diagnostics in dendroecology. Lviv : Kamula, 2014. 336 p.
2. Stelmakhova T. F. Creating sustainable green spaces in conditions of atmospheric pollution and high recreational load. *Forestry and agroforestry : Sat. Sciences*. Kharkiv : Ukrniilkha, 2000. Issue 112. P. 232–237.
3. Wyche K.P., Ryan A.C., Hewitt C.N. et al. Emissions of biogenic volatile organic compounds and subsequent photochemical production of secondary organic aerosol in mesocosm studies of temperate and tropical plant species. *Atmos. Chem. Phys.* 2014. № 14. P. 12781–12801.
4. Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля. Київ : Академія, 2006. 360 с.
5. Пацева І.Г., Корбут М.Б., Алпатова О.М., Пацев І.С. Аналіз стійкості деревних порід рослин у міських умовах. *Екологічні науки*. 2024. № 1(52), Т. 2. С. 76–78. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.14>. (дата звернення 10.01.2024).
6. Поліщук С.Ф., Серебряков В.В. Фітоіндикація антропогенних впливів за морфологічними змінами рослин. *Еколого-збалансований розвиток суспільства: стан, проблеми, перспективи : зб. ст. викладачів, вчителів, студентів та здобувачів наук. ступеня «доктор філософії» / за ред.: О.В. Мудрак*. Вінниця : КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти», 2024. Вип. 5. С. 38–43.
7. Вітенко В.А., Баюра О.М., Козаченко І.В. Методика комплексного оцінювання стану деревних рослин на прикладі декоративних форм *Morus alba* L. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. Т. 29, № 7. С. 13–15. DOI <https://doi.org/10.15421/40290702>

Дата першого надходження статті до видання: 29.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 21.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026