

<https://doi.org/10.31812/eco-bulletin-krd.v7i0>

ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ ТЕСТ-СИСТЕМ ДЛЯ ІНДИКАЦІЇ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ МІСТА КРИВИЙ РІГ (ОГЛЯД)

І. О. Комарова*, Е. Р. Федорчак

*Криворізький державний педагогічний університет,
м. Кривий Ріг, Україна*

Анотація. У сучасних умовах стрімкого процесу урбанізації першочерговим є питання оптимізації міського середовища. У системі заходів із поліпшення екологічного стану міст важливу роль відіграють рослини, які чутливі до забруднення навколишнього середовища, а також ті, що мають швидку реакцію на наявність у повітрі навіть малих доз токсичних речовин, тому їх вважають найкращими індикаторами стану повітряного середовища.

Зазвичай оцінку стану екологічних систем здійснюють за різними екологічними стандартами й нормативами. Серед них найважливішими є нормативи якості довкілля, які виражають у показниках гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин в окремих об'єктах навколишнього середовища. Такі підходи базуються лише на інструментальних фізико-хімічних методах аналізу й орієнтовані на контроль відповідності до нормованих показників. Однак такі методи не завжди вчасно ілюструють повну картину впливу забруднювачів на біоту в техногенно навантажених регіонах, де постійно є ризик зростання генетичної напруги середовища, що зумовлено надходженням в екотопи політантів із вираженою мутагенною активністю.

Тому останнім часом намітилася цілком обґрунтована тенденція необхідності оцінки стану довкілля техногенних екосистем не тільки традиційними фізико-хімічними методами, а й шляхом використання методів біоіндикації. Біоіндикаційні методи дозволяють визначити комплексну дію всіх забруднювачів, присутніх в об'єктах навколишнього середовища. Вони є високочутливими та достатніми для адекватних оцінок.

Багаторічні дослідження з оцінки екологічного стану міста Кривий Ріг ґрунтуються, як правило, на використанні стандартних методів і мають обґрунтовані результати. Біоіндикація як альтернативний і перспективний підхід у таких дослідженнях є недостатньо поширеним і застосовується дуже рідко.

У статті узагальнені відомості про використання рослин у біоіндикаційних дослідженнях міста Кривий Ріг. Порівняно застосування деревних і трав'янистих рослин у визначенні екологічної напруги міста. Розглянуто значущість біоіндикації для здійснення моніторингових досліджень території міста. Проаналізовано перспективність застосування цитогенетичних біоіндикаційних досліджень для інтегральної оцінки стану навколишнього середовища Криворізького залізничного регіону.

Ключові слова: біоіндикація, фітоіндикація, урбоекосистема, техногенне забруднення, моніторинг.

Вступ. Урбанізація, з усім спектром змін, які внесені нею в навколишнє середовище, становить предмет дослідження багатьох наук, зокрема й екології. Глобальні масштаби збільшення міських територій, що охоплюють країни з різним суспільним ладом і рівнем економічного розвитку, є однією з важливих особливостей нашого часу. На формування особливостей мікроклімату міста, крім природних, впливають умови, які створює міська забудова [12]. Також негативні наслідки мають широко розвинена мережа автотранспорту, функціонування теплоелектростанцій, промислових підприємств. Тож міста представляють концентровані центри виробництва, споживання та видалення відходів, а також цілого ряду різноманітних екологічних проблем [1].

На сучасному етапі розвитку урбоекосистем цілком обґрунтованою і пріоритетною є розробка системи біологічних показників для моніторингу довкілля. Важливими критеріями для них повинні бути показники акумуляції полютантів видами-індикаторами, стійкість фітоценозів до техногенного забруднення, адаптації рослин на фізіологічному рівні й оцінки їх мутагенної активності [9, 10].

Місто Кривий Ріг не виключення і потребує детального розгляду питання розробки ефективного алгоритму біоіндикаційних досліджень із метою отримання комплексної інтегральної біоіндикаційної оцінки. У техногенно-змінених умовах необхідно активізувати пошук чутливих біоіндикаторів та інформативних індикаційних ознак, здатних відображати сукупний вплив урбогенних і техногенно зумовлених факторів на фітоценози [1, 6, 8, 11, 13].

Дослідження території Криворіжжя присвячені багатосторонньому вивченню ландшафтної структури регіону, його флори та фауни, встановленню екологічного стану природного середовища й оцінці якості його окремих компонентів (атмосферного повітря, поверхневих вод, ґрунтового покриву) [1, 12]. Водночас біоіндикаційні дослідження менш поширені, характеризуються епізодичністю, безсистемністю, практично відсутністю фітоіндикаційних розвідок із застосуванням цитогенетичних методів.

Мета. Тому особливої актуальності та значущості набуває пошук чутливих біоіндикаторів, створення системи показників для проведення комплексної оцінки екологічного стану міста з використанням рослинних тест-систем.

Матеріали та методи. Під час дослідження використовували системний, елементно-структурний та аналітичний підходи із застосуванням загальноприйнятих загальнонаукових методів.

Результати та обговорення. Загальновизнаною є думка, що біоіндикацію можна використовувати на різних рівнях організації живої матерії: макромолекула, клітина, орган, організм, популяція, біоценоз [4]. Із підвищенням рівня організації біологічних систем затруднюється процес індикації через складність взаємозв'язків із факторами місцезнаходження. Водночас біоіндикація на нижчих рівнях діалектично включається в біоіндикацію на вищих рівнях, виступаючи в новій якості. Саме тоді, як на нижчих рівнях організації біологічних систем переважають прямі, частіше, специфічні види біоіндикації, на вищих — панує непряма біоіндикація [4, 9].

У сучасних умовах біоіндикаційні дослідження на рівні макроорганізмів проводяться за двома ключовими напрямками: фіто- та зооіндикація. Як зауважує Я. П. Дідух [4], рослинний покрив уже давно використовується для індикації природного середовища, оскільки відіграє ключову роль у функціонуванні екосистем. А чутливість, візуальність, емерджентний характер змін рослинного покриву визначають придатність фітоіндикації для екологічних досліджень, експертиз, прогнозування поведінки, стану та розвитку екосистем.

Важлива роль у поліпшенні стану урботехногенного середовища відіграють деревні рослини, які виконують кліматотвірну, рекреаційну, санітарно-гігієнічну функції. У великих індустріальних містах деревна рослинність доповнює технологічні засоби боротьби із забрудненням повітря [8]. Однак посилення техногенного впливу суттєво відображається на розвитку та функціональній активності рослин і викликає швидку деградацію фітоценозів, особливо тих, що зростають у санітарно-захисних зонах підприємств [19, 20]. А за відповідними реакціями у вигляді кількісних або якісних змін різних параметрів рослин можна визначити інтенсивність антропогенних чинників і ступінь їх впливу на рослинний організм [10].

Для діагностування життєздатності рослин в умовах дії як природних негативних факторів, так і забруднення довкілля можна використовувати різні підходи, які повинні базуватись на визначенні аутоекологічних особливостей видів, що забезпечує їх адаптаційну пластичність. Тому вкрай актуальними є дослідження адаптаційної здатності синантропних видів до дії поллютантів, що має як теоретичне

значення — для подальшого розвитку екологічної фізіології рослин, так і практичне — для біоіндикації стану довкілля.

Перші спроби використання методів біоіндикації в екологічних дослідженнях Криворіжжя були здійснені І. А. Добровольським, який оцінював стан довкілля за допомогою деревних рослин [6]. Учений-геоботанік вивчав видовий склад рослинності парків, садів і вулиць Кривого Рогу, що надалі дозволило скласти таблицю зелених насаджень. До неї зараховано 115 найменувань дерев і кущів, визначено посухостійкість, морозостійкість і декоративність кожного виду. Такий підхід мав вагомий значення в процесі створення зелених насаджень Криворіжжя [5]. Окрім того, протягом багатьох років професор І. А. Добровольський проводив у Кривому Розі біогеоценологічні дослідження, розробляв наукові основи оптимізації техногенних ландшафтів, фіторекультиваци порушених місцевостей [6].

Вагомий внесок у дослідження довкілля міста з використанням рослин зробили науковці Криворізького ботанічного саду НАН України. У своїх експериментальних роботах використовували як деревні, так і трав'янисті рослини. Значну увагу приділено вивченню видів роду *Populus*. Зокрема О. В. Данильчук виділив дві групи рослин цього роду. Першу групу становлять *P. deltoides* і *P. italica*, які за умов сильного забруднення мають у 90–100% екземплярів стійкий якісний стан. До другої — зі зрідженням крони понад 40% і з нестійким якісним станом (від 30 до 60% екземплярів) — *P. simonii*, *P. candicans* і *P. bolleana*. За результатами проведеної оцінки стану тополь у зелених насадженнях промислових майданчиків Кривого Рогу запропоновано використовувати для створення стійких деревних насаджень *P. deltoides* і *P. italica*, а в зонах зі слабким рівнем забруднення — *P. simonii* і *P. candicans* [3].

Продовжила роботу із вивчення видів роду *Populus* Н. М. Данильчук. Науковиця встановила, що проростання цих рослин у специфічних умовах відвалів міста зумовлене ксилоризом. Це — наслідок пристосування, що сприяє зменшенню кількості основних пігментів фотосинтезу в асиміляційному апараті та збільшенню суми каротиноїдів. Характерною особливістю *P. alba* в умовах відвалів є зменшення товщини палісадної паренхіми до 10% і збільшення кількості продохів до 15%, на відміну від *P. italica* і *P. deltoides* [22].

Часто використовують *B. pendula* як біоіндикатор, адже рослина чутливо реагує на погіршення умов середовища [17]. За численними даними як зарубіжних, так і вітчизняних учених, антропогенне забруднення призводить до варіювання великої кількості показників у

B. pendula на різних рівнях організації: від клітинного до популяційно-видового. Вивченням впливу різних аерополутантів в умовах міста Кривий Ріг займалася Ю. М. Петрушкевич, яка комплексно дослідила зміни, що відбуваються в рослині. Нею було запропоновано ряд показників, які виявилися найбільш чутливими та відмінності яких досягали у 1,5 і більше разів порівняно з контролем. До них належать: схожість насіння, енергія проростання насіння, «зігнутість» верхівки листа, коефіцієнт чутливості пилку, флуктуюча асиметрія, коефіцієнт стерильності пилку, об'єм крони, життєздатність пилку, кількість аномального пилку, життєвий стан дерев (кількість здорових), доброякісність насіння, площа проекції крони [14].

Важливу роль в оптимізації середовища промислових міст відіграють вічнозелені рослини. Вони покращують якість повітря та пригнічують розвиток хвороботворних бактерій за рахунок фітонцидної активності. Вічнозелені рослини покращують мікроклімат через збагачення киснем міського середовища, поліпшують шумозахисний ефект, а також мають високі декоративні властивості через свою морозостійкість і яскравий вигляд у будь-яку пору року. Саме таким рослинам приділено достатньо уваги в біоіндикації. Учені А. Ю. Мазур та І. І. Коршиков зауважують, що вічнозелені рослини потрібно використовувати в озелененні різних за призначенням територій населених пунктів. За ними велике майбутнє під час вирішення сучасних проблем оптимізації урбаносередовища промислових міст у степовій зоні України [9]. Останнім часом саме види роду *Picea* пропонують використовувати як біоіндикатори аеротехногенного забруднення [13], оскільки листяні дерева, щорічно оновлюючи листя, звільняються від токсичних сполук.

Попередні дослідження роду *Picea* A. Dietr. у місті Кривий Ріг носили фрагментарний характер. Так, наприклад, В. Д. Федоровський і Н. С. Терлига досліджували видовий склад хвойних і їх життєвий стан [8, 21]. Окрім цього, К. М. Домшина та В. М. Савосько вивчали озеленення пришкільних ділянок північної частини Криворіжжя і встановили, що найчастіше використовують дерева *Picea abies* [18]. І. І. Коршиков [15] акцентував на тому, що життєздатність пилку рослин *Pinus sylvestris* D. Don у насадженнях Криворіжжя була на 8–15% меншою порівняно з насадженнями дендропарку «Асканія Нова» та Кременецьким лісництвом.

Більш всебічного аналізу та детального вивчення еколого-біологічних особливостей формування рослин роду *Picea* A. Dietr. у промисловому місті Кривий Ріг приділила увагу Е. Р. Федорчак,

яка провела загальну оцінку та порівняльний аналіз рослин одного родового комплексу, вивчала їх біометричні показники, морфометричні параметри, особливості асиміляційного апарату та репродуктивного потенціалу [7]. Це дозволило досліднику надати рекомендації щодо залучення й акліматизації іншорайонних видів ялин із несхожими декоративними й екологічними характеристиками для створення різних типів насаджень із високими естетичними якостями й ефективними фітомеліоративними функціями в умовах степової зони України.

Окрім здійснення біоіндикації з використанням деревних рослин, були реалізовані спроби використовувати трав'янисті рослини. Зокрема, Т. Ф. Чипиляк [2] розглядає можливість використання квітково-декоративних представників родин *Нemerocallis* L. для визначення впливу різних екологічних чинників на генеративний апарат рослин. Нею встановлена видоспецифічність у поглинанні плюмбуму видами та культиварами *Нemerocallis* L. в зоні дії викидів автотранспорту. Так, рослини *Нemerocallis* x *hybrida hort. cv. Winnie the Pooh* та *Нemerocallis* x *hybrida hort. cv. Stagecoach* накопичують цього елементу в 5 разів більше, ніж *Нemerocallis lilioasphodelus* L., *Нemerocallis middendorffii* Trautv. et. Mey.

У своїх дослідженнях М. Ю. Мазура виявила чутливість у різних сортів канн пилкових зерен, а саме — їх запліднюючу здатність залежно від умов вирощування. Також вона спостерігала варіативність і біометричних показників. Водночас простежується специфічна реакція окремих сортів на умови вирощування. За результатами зроблені висновки, що сорти *Andenken an Vilgelm Pfitzer* і *Хамелеон* за показником критичної стерильності пилку відповідають категорії середньостійких і чутливих біоіндикаторів, а стан чоловічої генеративної системи сучасних сортів канни можна використовувати для моніторингу індикації та картування територій із різним рівнем забруднення [16].

Окрім декоративно-квіткових рослин, у біоіндикації стану довкілля Криворіжжя використовували поширений селітебний вид *Taraxacum officinale* Wigg. І. О. Комарова за змінами чоловічої генеративної сфери, фізіологічними особливостями рослини здійснила ранжування території міста та виділила 3 рівні забруднення: високий, помірний, незначний [13].

Техногенно навантажені регіони, до яких відносять місто Кривий Ріг, потребують розробки комплексної програми оптимізації довкілля. Базою для такої програми може бути детальне дослідження біогеоценотичного покриву території. Основу зазначених досліджень

закладено О. М. Сметаною та В. В. Перервою, які вивчали й охарактеризували закономірності формування окремих компонентів біогеоценотичного покриву в ландшафтно-техногенних системах Криворіжжя, здійснили аналіз еколого-ценотичної ролі рослинності та специфіки формування ґрунтового покриву. Паралельно була здійснена фітоіндикація екологічних екотопів із метою подальшої розробки заходів оптимізації довкілля [20].

Висновки. Незважаючи на численні роботи, відкритим залишається питання індикації стану навколишнього середовища міста з використанням цитогенетичних підходів, що ґрунтуються на спостереженні спадкових структур клітини (мікроскопічними методами). Слід зауважити, що особливістю такого напрямку є адекватна відповідь на питання про загальну токсичність і мутагенність забруднених об'єктів довкілля і ступінь їх небезпеки для біоти. Отримані результати дають змогу вирішити проблеми екологічного нормування за цитогенетичними показниками біоіндикаторів, а також оцінити екологічний і генетичний ризики для біоти та людини. До основних критеріїв токсичності відносять відсоток пригнічення росту біоіндикаторів, величину мітотичного індексу в меристематичних клітинах, збільшення частоти зустрічальності стерильних клітин у пилку рослин. На основі цих критеріїв стан території характеризують як сприятливий, конфліктний, критичний, небезпечний.

Більш детально необхідно звернути увагу на вивчення адаптаційних можливостей деревно-чагарникових і трав'янистих рослин як рекреаційних, так і промислових територій міста, що надалі можна використовувати для створення шкали біоіндикації в урбосистемі та розробки методичних рекомендацій щодо організації екологічного моніторингу в місті.

References

1. Bahrii, I. D., Bilous, A. M., & Vilkul, Yu. H. (2000). Dosvid kompleksnoi otsinky ta kartohrafuvannya faktoriv tekhnohennoho vplyvu na pryrodne seredovyshche mist Kryvoho Rohu ta Dniprodzerzhynska [Experience of complex estimation and mapping of factors of technogenic influence is on the natural environment of cities of the Crooked Horn and Dniprodzerzhynsk]. Kyiv : Feniks. (in Ukrainian).
2. Chypyliak, T. F. (2011). Autekolohiia predstavnykiv rodu *Hemerocallis* L. v umovakh tekhnohennoho zabrudnennia [Autecology of

- representatives of the genus *Hemerocallis* L. under conditions of technogenic pollution] : *avtoref. dys. ... kand. biol. nauk* : 03.00.16. Kyiv, 21. (in Ukrainian).
3. Danylchuk, O. V., & Hryshko, V. M. (2012). Otsinka stanu nasadzen topol na promyslovykh maidanchykakh hirnychorudnykh pidpriemstv [Assessment of poplar plantations on industrial sites of mining enterprises]. *Ahrobiolohiia : zbirnyk naukovykh prats Bilotserkiivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Agrobiology : collection of scientific works of Bila Tserkva National Agrarian University]*, 8 (94), 57–60. (in Ukrainian).
 4. Didukh, Ya. P. (2012). Osnovy bioindykatsii [The basics of bioindication]. Kyiv : Nauk. dumka, 361. (in Ukrainian).
 5. Dobrovolskyi, I. A. (1968). Vplyv promysloвого забруднення середовища на цвітіння і плодоношення рослин [Impact of industrial pollution on flowering and fruiting of plants]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal [Ukrainian botanical journal]*, 31 (1), 34–35. (in Ukrainian).
 6. Dobrovolskyi, I. A. (1988). Voprosu fytoindykatsyy y monytorynh zahriaznennia atmosferного vozdukhа s pomoshchiu drevesnykh rastenyi [Phytoindication issues and monitoring of air pollution with the help of woody plants]. *Monitoringovyye issledovaniya lesnykh ekosistem stepnoy zonyi, ih ohrana i ratsionalnoe ispolzovanie [Monitoring studies of forest ecosystems of the steppe zone, their protection and rational use]*, 62–68. (in Russian).
 7. Fedorchak, E. R. (2021). Ekoloho-biolohichni osoblyvosti vydiv rodu *Picea* A. DIETR. v urbotekhnohennykh umovakh m. Kryvyi Rih [Ecological and biological features of the species of the genus *Picea* A. DIETR. in urban conditions of Kryvyi Rih] : *dys. ... kand. biol. nauk* : 03.00.16. Dniprovskyi natsionalnyi universytet im. Olesia Honchara MON Ukrainy. Dnipro, 204. (in Ukrainian).
 8. Fedorovskyi, V. D., Terlyha, N. S., Yukhymenko, Yu. S., Danylchuk, O. V., Danylchuk, N. M., & Laptieva, O. V. (2013). Vydovyi sklad ta zhyttievyy stan derevno-chaharnykovoi roslynnosti parkiv ta skveriv m. Kryvyi Rih [Species composition and vital condition of tree and shrub vegetation of parks and squares of Kryvyi Rih]. *Introduktsiia roslyn [Introduction of plants]*, 3, 73–79. (in Ukrainian).
 9. Hlukhov, O. Z. (2008). Indykatsiia stanu tekhnohennoho середовища за morfolohichnoiu minlyvistiu roslyn [An indication of the state of

- technogenic environment is after morphological changeability of plants]. *Promyslova botanika [Industrial botany]*, 8, 3–11. (in Ukrainian).
10. Horova, A., Kulyna, S., & Shkremetko, O. (2011). Pro bioindykatsiinu otsinku vplyvu na dovkillia stavkiv-nakopychuvachiv shakhtnykh vod (na prykladi Chervonohradskoho hirnychopromyslovoho rehionu) [On bioindicative assessment of the environmental impact of mine water storage ponds (on the example of Chervonohrad mining region)]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Serii biologichna [Bulletin of Lviv University. Series biological]*, 56, 221–226. (in Ukrainian).
 11. Horovaia, A. Y., Skvortsova, T. V., Klymkyna, Y. Y., & Pavlychenko, A. V. (2003). Tsytohenetycheskoe testyrovanye kachestva sredy [Cytogenetic testing of media quality]. *Antropohenno-zminene seredovyshche Ukrainy: ryzyky dlia zdorovia naselennia ta ekolohichnykh system [Anthropogenically modified environment of Ukraine: risks for public health and ecological systems]*, 502–517. (in Ukrainian).
 12. Kazakov, V. L., Paranko, I. S., Smetana, M. H., Shypunova, V. O., Kotsiuruba, V. V., & Kalinichenko, O. O. (2005). Pryrodnycha heohrafiia Kryvbasu. [Natural geography of Kryvbas]. Kryvyi Rih : KDPU. (in Ukrainian).
 13. Komarova, I. O. (2019). Ekoloho-biologichni osoblyvosti *Taraxacum officinale* Wigg za dii zabrudnennia vazhkymy metalamy v umovakh promyslovoho Kryvorizhzhia [Ecological and biological features of *Taraxacum officinale* Wigg under the influence of heavy metal pollution in industrial Kryvyi Rih] : *dys. ... kand. biol. nauk* : 03.00.16. Dniprovskiy natsionalnyi universytet im. Olesia Honchara MON Ukrainy, 194. (in Ukrainian).
 14. Korshikov, I. I., & Petrushkevych, Y. M. (2017). Viability of *Betula pendula* Roth. in urbansystem of Krivyi Rih. *Plant Introduction*, 28–35.
 15. Korshykov, I. I., Suslova, O. P., & Petrushkevych, Yu. M. (2020). Derevni roslyny v umovakh promyslovykh mist Stepu [Woody plants in the conditions of industrial cities of the Steppe]. Odesa : Vydavnychyi dim «Helvetyka». (in Ukrainian).
 16. Matiashuk, R. K., Mazura, M. Iu., & Tkachenko, I. V. (2014). Stan pylku kanny v umovakh urbanizovanykh terytorii [The state of canna pollen in urban areas]. *Visnyk KhNAU. Serii Biologhii [Bulletin of KhNAU. Series Biology]*, 3 (33), 43–51. (in Ukrainian).
 17. Shevtsova, T. V., Harkava, K. H., & Bryndza, Ya. (2014). Morfometriia pylkovykh zeren berezy borodavchastoi yak indykator yakosti ekostanu

- [Morphometry of pollen grains of warty birch as an indicator of ecological state quality]. *Pytannia bioindykatsii ta ekolohii [Issues of bioindication and ecology]*, 19 (2), 121–138. (in Ukrainian).
18. Savosko, V. M., & Domshyna, K. M. (2016). Poshyrennia khvoynykh v ozelenenni pryshkilnykh dilianok Kryvorizhzhia [Spread of conifers in landscaping of school grounds in Kryvyi Rih]. *Suchasni tendentsii zberezhennia, vidnovlennia ta zbahachennia fitoriznomanittia botanichnykh sadiv i dendroparkiv [Current trends in conservation, restoration and enrichment of phytodiversity of botanical gardens and arboretums]*, 131–134. (in Ukrainian).
 19. Shevchuk, N. Yu., Korshykov, I. I., Huseinova, E. R., Petrushkevych, Yu. M., & Krasnoshtan, O. V. (2017). Pozpovsiudzenist ta zhyttiezdatnist vydiv rodu Pinus L. v nasadzhenniakh m. Kryvoho Rohu [Prevalence and viability of species of the genus Pinus L. in plantations of Kryvyi Rih]. *Pytannia stepovoho lisoznavstva ta lisovoi rekultyvatsii zemel [Issues of steppe forestry and forest land recultivation]*, 46, 10–17. (in Ukrainian).
 20. Smetana, O. M., & Pererva, V. V. (2007). Bioheotsenotychnyi pokryv landshaftno-tekhnohennykh system Kryvbasu [Biogeocenotic cover of landscape-technogenic systems of Kryvbas]. *Kryvyi Rih : Vyd. Dim*, 247. (in Ukrainian).
 21. Terlyha, N. S. (2012). Suchasnyi stan khvoynykh v zelenykh nasadzhenniakh mista Kryvyi Rih [The modern state of conifers in green spaces of Kryvyi Rih]. *Ahrobiolohiia [Agrobiology]*, 8, 157–160. (in Ukrainian).
 22. Danylchun, N. M. (2021). Zhyttiezdatnist vydiv rodu Populus L na zalizorudnykh vidvalakh Kryvorizhzhia [Viability of species of the genus Populus L on iron ore dumps of Kryvyi Rih] : *avtoref. dys. ... kand. biol. nauk* : 03.00.16. NANU Instytut ekolohii Karpat. (in Ukrainian).

**USING OF PLANT TEST SYSTEMS
FOR ENVIRONMENTAL CONDITION INDICATIONS
OF THE KRYVYI RIH CITY (OVERVIEW)**

I. A. Komarova, E. R. Fedorchak

Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih, Ukraine

Abstract. The issue of optimizing the urban environment is of primary importance in the modern conditions of the rapid process of urbanization.

Plants that are sensitive to environmental pollution and have a quick reaction to the presence of even small doses of toxic substances in the air play an important role in the system of measures to improve the ecological state of cities; therefore, they are considered the best indicators of the state of the air environment.

Usually, the assessment of the state of ecological systems is carried out according to various ecological standards and regulations. Among them, the most important are environmental quality standards, which are expressed in indicators of maximum permissible concentrations of harmful substances in individual environmental objects. Such approaches are based only on instrumental physico-chemical methods of analysis and are focused on monitoring compliance with standardized indicators. However, such methods do not always timely illustrate the full picture of the impact of pollutants on biota in technogenically-loaded regions, where there is a constant risk of increasing the genetic stress of the environment, which is caused to entry into the ecotopes of pollutants with pronounced mutagenic activity.

Therefore, recently a well-founded trend of assessment of the transformed ecosystems state traced not only by traditional physicochemical methods, but also by bioindicative methods. Bioindicative methods make it possible to determine the complex effect of all pollutants present in environmental objects; they are highly sensitive and sufficient for adequate assessments.

Long-term studies on the assessment of the Kryvyi Rih city ecological condition have reasonable results and its based, as a rule, on the use of standard methods. Bioindication, as an alternative and promising approach in such studies, is not widespread enough and using very rarely.

The article summarizes information about the use of plants in bioindicative studies of the Kryvyi Rih city. The use of woody and herbaceous plants in ecological stress determining of the city is compared. The significance of bioindication for monitoring studies of the city territory is considered. The perspective of using cytogenetic bioindicative studies for the integrated assessment of the environment of the Kryvyi Rih iron ore region is analyzed.

Key words: bioindication, phytoindication, urban ecosystem, technogenic pollution, monitoring.

Citation as:

APA Komarova, I. O., & Fedorchak, E. R. (2022). Vykorystannia roslynnykh test-system dlia indykatsii stanu dovkillia mista Kryvyi Rih (ohliad) [Using of plant test systems for environmental condition indications of the Kryvyi Rih city (overview)]. *Ekolohichnyi visnyk Kryvorizhzhia [Ecological Bulletin of Kryvyi Rih District]*, 7, 11–21. <https://doi.org/10.31812/eco-bulletin-krd.v7i0>.

ДСТУ
8302:2015

Комарова І.О., Федорчак Е.Р. Використання рослинних тест-систем для індикації стану довкілля міста Кривий Ріг (огляд). *Екологічний Вісник Криворіжжя*. 2022. Вип. 7. С. 11–21.