

УДК: 504. 064. 2

ЦИТОГЕНЕТИЧНА БІОІНДИКАЦІЯ ЯК МЕТОД ІНТЕГРАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЕКОСИСТЕМ КРИВОРІЗЬЖЯ

(аналіз стану проблеми)

Горова А.И., Сіліч І.О.*

ДВНЗ «Національний гірничий університет» м. Дніпропетровськ

*КПІ ДВНЗ «КНУ» м. Кривий Ріг

Проаналізована перспективність застосування цитогенетичної біоіндикації для інтегральної оцінки території Криворізького залізничного регіону.

Цитогенетическая биоиндикация, Криворожский железорудный регион, интегральная оценка.

ВСТУП

Сучасна оцінка стану екологічних систем, територіальних природних комплексів, окремих об'єктів навколишнього середовища здійснюють за різними екологічними стандартами й нормативами. Серед них найважливішими є нормативи якості довкілля, які виражають у показниках гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин у окремих об'єктах навколишнього середовища [12]. Однак, такі підходи до оцінки стану об'єктів довкілля базуються лише на інструментальних фізико-хімічних методах аналізу та орієнтовані на контроль до відповідності нормованих показників.

У світі щорічно синтезують близько 250 тис. нових хімічних сполук, більшості з яких притаманні токсико-мутагенні властивості, які можуть негативно впливати на біоту та здоров'я людини. Слід відзначити, що характерною особливістю техногенно змінених регіонів є зростання генетичної напруги середовища, що зумовлено надходженням в екотопи поллютантів із вираженою мутагенною активністю [6, 8].

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 усіх забруднювачів, присутніх у об'єктах навколишнього середовища; є високочутливими і достатніми для адекватних оцінок [2, 5, 9, 17].

Багаторічні дослідження з оцінки екологічного стану Криворізького залізничного регіону ґрунтуються, як правило, на використанні стандартних методів та мають обґрунтовані результати. Біоіндикація як новий альтернативний та перспективний підхід у таких дослідженнях є недостатньо обґрунтованим.

Мета роботи: обґрунтування можливості використання цитогенетичної біоіндикації як складової частини комплексного моніторингу довкілля на території Криворізького залізничного регіону.

УМОВИ ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

ЦИТОГЕНЕТИЧНА БІОІНДИКАЦІЯ В УМОВАХ КРИВОРІЗЬЖЯ. Сучасний Криворізький залізничний басейн є складною природно-техногенною системою, яку сформовано як результат розробки залізничного родовища разом з розвитком промислово-міського комплексу переробних, супутніх і допоміжних виробництв. При цьому слід відзначити, що основними дестабілізаторами стану довкілля регіону є забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, підземних та поверхневих вод, а також формування техногенних та урбаногенних ландшафтів [20, 30].

Загально річна кількість шкідливих речовин, викинутих в атмосферу Кривбасу, становить близько 600 тис. т. на рік [16]. Середньомісячні концентрації шкідливих речовин в атмосфері міста перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК) за пилом у 2,7 рази, за діоксидом азоту – у 2,5, за фенолом – у 2,0, за аміаком – у 4,0, за формальдегідом – 3,76 рази.

Важливою особливістю Криворіжжя є формування техногенних ландшафтів [18]. Так, кар'єри у Криворізькому басейні займають площу близько 4,0 тис.га, а площа під відвалами розкривних порід і некондиційних руд становить 6,0 тис. га, під хвостосховищами – 6,0 тис.га. Разом площа техногенних ландшафтів регіону становить близько 20 тис.га.

В цілому, техногенне навантаження у межах міста становить 1677,6 т/км², що у 40 разів перевищує відповідний показник для Дніпропетровської області [1]. Також слід наголосити, що в результаті високої концентрації специфічного промислового навантаження на територію регіону відбувається формування техногенно змінених екосистем – за цією причиною Кривбас відповідає

статусу зони екологічного лиха [16, 20]. Все це актуалізує проведення екологічних досліджень у регіоні.

Дослідження території Криворіжжя присвячені багатосторонньому вивченню ландшафтної структури регіону, встановленню екологічного стану природного середовища та оцінці якості його окремих компонентів (атмосферного повітря, поверхневих вод, ґрунтового покриву), дослідженню флори та фауни регіону [12, 20]. Водночас біоіндикаційні дослідження менш поширені.

Перші методи біоіндикації в екологічних дослідженнях Криворіжжя застосував І.А. Добровольський [10]. Він оцінював стан довкілля за допомогою деревних рослин. У подальшому була спроба оцінити ріст сосни кримської за допомогою досліджень її пилку [26]. Найбільш численні роботи з питань біоіндикації пов'язані з використанням у якості тест-об'єкту представників наземної мезофауни. Дослідниками було встановлено вплив комплексу антропогенних факторів, які обумовлюють порушення стабільності біоценозу педобіонтів [15, 27, 28]. Загальна чисельність мезопедобіонтів у безпосередній близькості від антропогенного джерела знижується майже вдвічі, біомаса – більш ніж у п'ять разів відносно контролю.

При цьому поблизу антропогенного джерела фіксуються найбільш широкі флуктуації щільності більшості груп безхребетних у часі, що є ознакою глибоких, довгострокових, а можливо, і необоротних функціональних змін спільноти. Змінюється якісний і видовий склад ряду домінуючих груп.

В цілому біоіндикаційні дослідження екосистем Криворізького регіону мають давні традиції. Однак вони характеризуються епізодичністю, безсистемністю та домінуванням зооіндикації і практично відсутністю фітоіндикаційних досліджень із застосуванням цитогенетичних методів. Тому особливої актуальності і значимості набуває проведення комплексної оцінки екологічного стану регіону з використанням цитогенетичних методів фітоіндикації.

Для техногенно-змінених екосистем Криворізького залізорудного регіону потребує детального розгляду питання розробки ефективного алгоритму біоіндикаційних досліджень з метою отримання комплексної інтегральної цитогенетичної оцінки, а також пошуку чутливих біоіндикаторів та інформативних індикаційних ознак, здатних відображати сукупний вплив урбогенних і техногенно зумовлених факторів на природні популяції.

Об'єктами наших досліджень є біоіндикація техногенно змінених екосистем. На основі власних спостережень та огляду наукових публікацій розглянута перспективність використання цитогенетичної біоіндикації для інтегральної оцінки екологічного стану Криворізького залізорудного регіону.

МЕТОДИ БІОІНДИКАЦІЇ В ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ. Метод біоіндикації заснований на дослідженні впливу антропогенних екологічних факторів на різні характеристики біологічних об'єктів, а також їх систем (так званих біоіндикаторів).

В практичному застосуванні для забезпечення високоефективного біоіндикаційного моніторингу важливим є дотримання ряду принципів: простоти аналізу; пріоритетне використання рослинних організмів; обов'язковість порівняння стану живих організмів на досліджуваних територіях із їх станом на еталонних (фонових).

Загально визнаною є думка, що біоіндикація може використовуватися на різних рівнях організації живої матерії: макромолекула, клітина, орган, організм, популяція, біоценоз. З підвищенням рівня організації біологічних систем зростає і їх складність, так як одночасно все більше ускладнюються їх взаємозв'язки з факторами місцезнаходження. При цьому біоіндикація на нижчих рівнях діалектично включається в біоіндикацію на вищих рівнях, виступаючи в новій якості. В той час, як на нижчих рівнях організації біологічних систем переважають прямі і частіше специфічні види біоіндикації, на вищих рівнях панує непрямі біоіндикація [21].

Дослідники у відповідності з організаційними рівнями біологічних систем виділяють різні рівні біоіндикації: 1-й рівень – біохімічні і фізіологічні реакції; 2-й рівень – анатомічні, морфологічні, біоритмічні і поведінкові відхилення; 3-й рівень – флористичні і фауністичні зміни; 4-й рівень – ценотичні зміни; 5-й рівень – біогеоценотичні зміни; 6-й рівень: зміна ландшафтів.

В сучасних умовах біоіндикаційні дослідження на рівні макроорганізмів проводяться за двома основними напрямками: фіто- та зооіндикація. Як відмічають Я.П. Дідух та П.Г. Плюта [11], рослинний покрив вже давно використовується для індикації природного середовища, оскільки він відіграє ключову роль у функціонуванні екосистем, при цьому три його ознаки (чутливість, візуальність, емерджентний характер змін рослинного покриву) визначають придатність фітоіндикації для екологічних досліджень, експертиз, прогнозування поведінки, стану і розвитку екосистем.

Д.О. Криволуцький [14] у біоіндикаційних дослідженнях аналізує такі основні напрямки: 1) біологічна індикація дії на організм природних факторів (клімату, ґрунтового та рослинного покривів, взаємовідносин між тваринами); 2) аналіз процесів зміни модифікації природних факторів людиною (біологічна меліорація, експлуатація біологічних ресурсів, екологічні результати інтродукції нових видів), 3) комплекс екологічних явищ, які відбуваються під впливом “забруднення біосфери”.

В.П. Бессонова із співавторами [3, 4] досліджувала вплив забруднення навколишнього середовища важкими металами на деревні та чагарникові рослини. Встановили, що в умовах забруднення відмічаються порушення в процесах мейозу і, як наслідок, утворення стерильного пилку. Така діагностика дозволяє з'ясувати механізми впливу забруднювачів на репродуктивні структури рослинних організмів.

Т.В. Морозова [21] для проведення порівняльного аналізу слабкоурбанізованих селітебних територій Чернівецької області використала систему різнорівневої біоіндикації, яка включала популяційні, морфометричні, гістохімічні, цитогенетичні показники. На основі змін показників тест - ознак побудовані інтегральні геоінформаційні карти в межах області.

Ідентифіковано різні за рівнем екологічної напруженості райони урбосистеми м. Івано-Франківська на основі ступеня відмінності досліджених біопараметрів у деревних рослин відносно контрольних значень. Встановлено рівень пошкодження спадкового апарату у тест-рослин, що вказує на реальну гено- та гаметотоксичність комплексу факторів міського середовища [25].

А.І. Сафонов [6, 24] розробив метод структурованої фіоіндикації для Донбасу на основі реакцій рослин на забруднення середовища важкими металами. Запропонував критерії інформативності методу структурованої фіоіндикації: значення коефіцієнтів кореляції та детермінації; наявність груп і блокового збігу сполученості показників структурних змін рослин із компонентами поелементної металогенії у системі їх внутрішніх зв'язків; дані картосхематичної візуалізації. Таким чином, цитогенетична біоіндикація, як метод інтегральної оцінки екологічного стану техногенно змінених екосистем індустріальних регіонів, знаходить різноманітне відображення (застосування) в екологічних дослідженнях.

Останнім часом у практичних роботах з фітоіндикації все частіше застосовують інноваційні методи з використанням цитогенетичних підходів [13, 22, 23]. Такі підходи ґрунтуються на спостереженні спадкових структур клітини (мікроскопічними методами). Слід зазначити, що особливістю такого напрямку є адекватна відповідь на питання про загальну токсичність і мутагенність забруднених об'єктів довкілля та ступінь їх небезпеки для біоти. Отримані результати дають змогу вирішити проблеми екологічного нормування за цитогенетичними показниками біоіндикаторів, а також оцінити екологічний та генетичний ризики для біоти та людини [19].

Зокрема методами цитогенетичної біоіндикації в екологічних дослідженнях широко користуються Горова А.І. і співавтори [7, 8], які розробили власний методологічний підхід. Згідно з яким запропонована структурна схема комплексного соціально - гігієнічного моніторингу довкілля. На основі цього можливо оцінити стан природних об'єктів за токсико-мутагенним фоном, який дає оцінку рівня загальної екологічної та генетичної небезпеки для людини та біоти. Дослідники звертають увагу на поширеність, тривалість і вираженість мутагенних ефектів.

Для встановлення рівня токсико-мутагенної активності науковці використовують різницю між значеннями цитогенетичних показників у біоіндикаторів, що аналізуються та аналогічними показниками в екологічно чистих районах. До основних критеріїв токсичності відносять відсоток пригнічення росту біоіндикаторів, величину мітотичного індексу в меристематичних клітинах, збільшення частоти зустрічальності стерильних клітин у пилку рослин, а також клітин з мікроядрами серед епітеліоцитів ротової порожнини у дітей дошкільного віку.

На основі цих критеріїв стан території характеризують як сприятливий, конфліктний, критичний, небезпечний.

ВИСНОВКИ

Стан довкілля Криворіжжя характеризується значними рівнем забруднення атмосфери, поверхневих та ґрунтових вод, ґрунтів, а також формуванням техногенних ландшафтів, що актуалізує розробку та впровадження інноваційних природоохоронних заходів.

Важливим та перспективним напрямом природоохоронних заходів є обґрунтування теоретичних та розробка практичних аспектів інтегральної оцінки екологічного стану техногенно змінених екосистем регіону за допомогою методів цитогенетичної біоіндикації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Багрій І.Д., Блінов П.В., Белокопитова Н.А. Геоекологічні проблеми Криворізького басейну в умовах реструктуризації гірничодобувної галузі / І.Д. Багрій, П.В. Блінов, Н.А. Белокопитова та ін. – К.: Фенікс, 2002. – 192 с.
2. Баріляк І.Р., Дуган О.М. Еколого-генетичні дослідження в Україні / І.Р. Баріляк, О.М. Дуган // Цитология и генетика, 2002. – Т. 36, № 5. – С. 3–10.
3. Бессонова В.П. Использование цитогенетических критериев для оценки мутагенности промышленных поллютантов / В.П. Бессонова, З.П. Грицай, Т.И. Юсыпова // Цитология и генетика, 1996. – Т. 30, № 5. – С. 70–76.
4. Бессонова В.П. Влияние загрязнения окружающей среды на мужскую фертильность декоративных цветочных растений / В.П. Бессонова, Л.М. Фендюр, Т.Н. Пересыпкина // Бот. журнал, 1997. – № 5. – С. 38–45.
5. Глухов О.З. Індикація стану техногенного середовища за морфологічною мінливістю рослин / О.З. Глухов, С.Л. Прохорова // Промышленная ботаника, 2008. – Вып. 8. – С. 3–11.
6. Глухов О.З. Фітоіндикація металопресингу в антропогенно трансформованому середовищі / О.З. Глухов, А.Л. Сафонов, Н.А. Хижняк. – Донецьк: Норд-Пресс, 2006. – 360 с.
7. Горовая А.И., Скворцова Т.В. Цитогенетическое тестирование качества среды / А.И. Горовая, Т.В. Скворцова, И.И. Климкина, А.В. Павличенко // Антропогенно-змінене середовище України: ризики для здоров'я населення та екологічних систем. – Київ: Чорнобильінтерінформ, 2003. – С. 502–517.
8. Горовая А.И., Бобырь Л.Ф. Методологические аспекты оценки мутагенного фона и генетического риска для биоты и человека от действия мутагенных экологических факторов / А.И. Горовая, Л.Ф. Бобырь, Т.В. Скворцова [и др.]. // Цитология и генетика, 1996. – № 6 (30). – С. 78–86.
9. Гродзинський Д.М., Шиліна Ю.В. Застосування рослинних тест-систем для оцінки комбінованої дії факторів різної природи / Д.М. Гродзинський, Ю.В. Шиліна, Н.К. Куцоконь, О.М. Михеев, М.І. Гуца [та ін.]. – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – 60 с.
10. Добровольский И.А. Фитоиндикация промышленного загрязнения воздуха в Криворожском железорудном бассейне / И.А. Добровольский. // Растения и промышленная среда. – Киев: Наук. думка, 1976. – С. 13–14.
11. Дідух Я.П., Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів / Я.П. Дідух, П.Г. Плюта. – К., 1994. – 279 с.
12. Досвід комплексної оцінки та картографування факторів техногенного впливу на природне середовище міст Кривого Рогу та Дніпродзержинська. За ред. В.М. Палій. – Київ: Фенікс, 2000. – 110 с.
13. Довгалюк А.И., Калиняк Т.Б., Блюм Я.Б. Оценка фито- и цитотоксической активности соединений тяжелых металлов и алюминия с помощью корневой апикальной меристемы лука / А.И. Довгалюк, Т.Б. Калиняк, Я.Б. Блюм // Цитология и генетика, 2001. – Т. 35, № 1. – С. 3–9.
14. Кривоуцкій Д.А. Почвенная фауна в экологическом контроле / Д.А. Кривоуцкій. – М.: Наука, 1994. – 272 с.
15. Лапин Е.И., Израилевич С.В. Индикация техногенного загрязнения по фаунистическим комплексам жесткокрылых // Успехи энтомологии в СССР. Экология и фаунистика, небольшие отряды насекомых. – СПб.: Наука, 1993. – С. 37–38.
16. Лысый А.Е. Экологические и социальные проблемы и пути оздоровления крупного промышленного региона (на примере Криворожского железорудного бассейна) / А.Е. Лысый, С.А. Рыженко, И.П. Козятин. – Кривой Рог: Этюд Сервис, 2007. – 428 с.
17. Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации / В.С. Николаевский. – М.: Изд-во Московского университета. – 1998. – 192 с.
18. Малахов І.М. Техногенез у геологічному середовищі / І.М. Малахов. – Кривий Ріг: Октант-Принт, 2003. – 252 с.

19. Маячкина Н.В. Особенности биотестирования почв с целью их экотоксикологической оценки / Н.В. Маячкина, М.В. Чугунова. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2009. – № 1. – С. 84–93.
20. Мединська Л.Л. Територіальна диференціація інтенсивності антропогенного навантаження в екологічно напружених регіонах (на прикладі Криворіжжя) / Л.Л. Мединська Автореф. дис... канд. геогр. наук: 11.00.11. – Харк. нац. ун-т ім. В.Н.Каразіна. – Х., 2001. – 21 с.
21. Морозова Т. В. Різномірне біоіндикаційна оцінка екологічного стану слабкоурбанізованих селітебних територій Чернівецької області: автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.16 / Т.В. Морозова; Чернів. нац. ун-т ім. Ю.Федьковича. – Чернівці, 2005. – 22 с.
22. Мэннинг У., Федер У. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью высших растений / У. Мэннинг, У. Федер. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 143 с.
23. Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации / В.С. Николаевский. – М.: Изд-во Московского университета, 1998. – 192 с.
24. Сафонов А.І. Фітоіндикація забруднення важкими металами антропогенно трансформованого середовища Донбасу / А.І. Сафонов: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук: 03.00.16 / Дніпропетровський національний ун-т. – Д., 2004. – 22 с.
25. Случик І.Й. Біоіндикація стану довкілля на урбанізованій території за допомогою представників роду *Populus L.*: Автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.16 / І.Й. Случик; Чернів. держ. ун-т ім. Ю.Федьковича. – Чернівці, 2000. – 18 с.
26. Сметана Н.Г., Мазур А.Е., Сметана А.Н. Рост и развитие сосны крымской на железорудных отвалах Кривбасса // Интродукция и акклиматизация растений: Межведомств. сборн. науч. трудов. – Вып. 32. – Киев, 1999. – С. 140–149.
27. Сметана О.М. Зооіндикація антропогенного навантаження на степові біоценози Криворіжжя / О.М. Сметана, Н.М. Сметана // Еколого-біологічні дослідження: наукова конференція. – Кривий Ріг, 2002. – С. 390–396.
28. Сметана О.М. Зооіндикація екологічних умов біогеоценозів відвалів південної частини Криворіжжя / О.М. Сметана // Питання біоіндикації та екології. – Вып. 6, № 3. – Запорожье, 2001. – С. 71–82.
29. www.adm.dp.ua – паспорт Дніпропетровської області, 2010 р.

SPATIAL DIFFERENTIATION OF ECOLOGICAL POTENTIAL POSTTEHNOGENNOGO LANDSCAPE (PAT BLADE PERSHOTRAVNEVE KARERA "PIVNGZK")

Gorova A.I., Silich I.O.

In the article modern information is generalized about a bioindication, her basic varieties and application domains. The feature of cytogenetic bioindication is shown in modern ecological researches. Perspective of application of cytogenetic bioindication is analysed for the integral estimation of territory of the Krivoy Rog iron-ore region.

УДК: 504.064.2

Горова А.І., Сіліч І.О. Цитогенетична біоіндикація як метод інтегральної оцінки екологічного стану екосистем Криворіжжя (аналіз стану проблеми) // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2012. – Вып. 17, № 1. – С. 11–22.

В статті узагальнені сучасні відомості про біоіндикацію та її основні різновиди. Розглянуто значимість цитогенетичної біоіндикації в екологічних дослідженнях. Проаналізовано перспективність застосування цитогенетичних біоіндикаційних досліджень для інтегральної оцінки стану навколишнього середовища Криворізького залізрудного регіону.

Бібл. 30.