

## ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ХІМІЧНИХ ЗАБРУДНЕНЬ

Меті визначення і прогнозу небезпеки хімічних забруднень довкілля служать загальний методологічний підхід, постійне спостереження за станом здоров'я населення району, його фауни і флори, тобто виконується біомоніторинг у сполученні з хімічним моніторингом навколишнього середовища.

Можна порівнювати отримувані результати із санітарно - гігієнічними дослідженнями в тому ж районі для оцінки небезпеки промислових комплексів.

Дослідження здоров'я населення, визначення стану фауни і флори в регіоні дозволяє дати загальну екологічну оцінку, а згодом виявити джерела хімічного забруднення, що надає підстави для прогнозу та рекомендацій.

### **Біоіндикація шкідливих речовин в навколишньому середовищі**

Під *біоіндикаторами* розуміють такі види рослин і тварин, що виявляють більшу чутливість і раніше інших реагують на вплив шкідливих речовин. Вони використовуються як перші показники наявності шкідливих речовин у довкіллі, оптимальніше – у сполученні з хімічним аналізом.

Розрізняють 2 типи біоіндикаторів:

- 1) індикатори біоаккумуляції або індикатори хімічного складу середовища;
- 2) індикатори активного моніторингу – організми для спостереження за станом довкілля.

**Зміст біоіндикації у вивченні реакції живих систем на вплив несприятливих факторів**, а не у вимірі параметрів забруднення середовища. Вибір біоіндикаторів залежить від конкретних умов, але переважно визначається тими, які:

- ◆ здатні накопичувати шкідливі речовини в тканинах організму;
- ◆ мають досить високу чутливість до шкідливих речовин;
- ◆ доступні для використання, а це використання біологічно виправдане.

Залежно від конкретної мети індикатори повинні мати або вибірккову або універсальну чутливість.

При виборі методів використання біоіндикаторів доцільно дотримуватись послідовності:

1. біоіндикація повітря;
2. біоіндикація забруднення водойм;
3. біоіндикація забруднення ґрунту.

У якості біоіндикаторів забруднення повітря використовують рослини, а для ґрунтів і водойм як рослини, так і тварин: від найпростіших до хребетних.

Співставлення виявлених змін від хімічного впливу із загальними змінами в екосистемі не є простим завданням. Загибель однієї популяції (виду), що виявилась найбільш чутливою до забруднення, далеко не завжди порушує екосистему в цілому. Але поступове скорочення числа видів, що входять у біоценоз району, призводить до зниження стійкості екосистеми, а штучні спрощені екосистеми, створені людиною,

майже нежиттєздатні. Тому найбільш доцільно співвіднести зміни, викликані хімічною речовиною в окремому організмі із змінами в екосистемі.

### **Лишайники в якості біоіндикаторів.**

Лишайники (симбіоз водорості і гриба) при забрудненні зникають першими. Особливості лишайників роблять їх високочутливими до впливу хімічних речовин, що забруднюють повітря. У районах з високою концентрацією фітотоксичних речовин лишайники взагалі відсутні, це так звана «лишайникова пустеля».

Маса сухої речовини лишайника залежить від біогеохімічної характеристики зони і загального рівня забруднення атмосферного повітря. Вміст мікроелементів в епіфітних (на деревах) і епігейних (на землі) лишайниках сильно підвищується в умовах кислого середовища. Слань лишайника забруднюється бензопіреном, що є показником техногенного і промислового забруднення. Тому переконливою виглядає необхідність включення їх у перелік тест-об'єктів, що використовуються для характеристики потенційного забруднення атмосфери, для виявлення кліматологічних закономірностей забруднення навколишнього середовища.

Біоіндикаційні властивості лишайників широко використовуються для вивчення забруднень різного характеру, у тому числі кислого, можливі два варіанти дослідження:

- ◆ облік та оцінка природних епіфітних лишайників;
- ◆ оцінка відмерлого матеріалу видів, узятих з незабруднених територій відносно трансплантованих в районі дослідження.

Найбільш прийнятним для мало забруднених районів є метод картування рослинних спільнот. У середньо забруднених районах надійні результати дають кількісні дослідження комплексів хлорофілу, а в сильно забруднених районах найкращі результати дає метод експозиції рослин з незабруднених районів. Але на підставі реакції лишайників на забруднення неможливо прогнозувати ступінь загрози для вищих рослин. Лишайники хворіють, а вищі рослини залишаються здоровими. Метод індикації лишайників дозволяє швидко без значних витрат оцінити стан і виявити динаміку умов навколишнього середовища, особливо атмосферного повітря. Метод базується на вивченні і картографії певних тест-видів, характерних для природних, не змінених людиною умов, а також для умов з різними відхиленнями від природних. Індикаційні карти регіонів відбивають забруднення атмосферного повітря.

### **Вищі рослини як індикатори забруднення атмосфери.**

При характеристиці впливів забруднювачів повітря на лісові екосистеми розглядають три види взаємодій:

- ◆ Характеризуються випадки низького рівня забруднення, при якому рослини і ґрунт екосистеми відіграють роль важливого резервуару і джерела забруднюючих речовин у процесі їх взаємообміну з атмосферним повітрям. Загальна дія слабого забруднення може мати стимулюючий характер або взагалі не проявлятися.
- ◆ Характеризуються більш високі рівні забруднень. Стан деяких видів дерев або їх окремих екземплярів може погіршуватися після безпосереднього

контакту з речовинами через зміну доступності живильних речовин, порушення обміну, підвищення чутливості до захворювань. Загальним результатом є зменшення продуктивності та біомаси системи, зміна її видового складу, збільшення частоти бактеріальних захворювань або ураження комахами.

- ◆ Характеризуються випадки з високими рівнями забруднень, коли спостерігається гостре погіршення стану і загибель рослин (дерев), значне спрощення структури спільноти, погіршення її енергетичного обміну, зміна гідрологічних і ерозійних процесів, клімату, несприятливий вплив на сусідні екосистеми.

Рослини мають більш високу чутливість, ніж тварини і людина, до таких універсальних і широко розповсюджених забруднювачів, як SO<sub>2</sub>, HF, HCl.

Дослідження впливу забруднення повітря на рослинність може стати важливою основою для розробки широких профілактичних заходів, спрямованих на поліпшення якості повітряного басейну. Реакція рослин на забруднювачі залежить від концентрації і терміну впливу, від кількості речовини, що поглинається за одиницю часу. Встановлено, що дуб чітко реагує на присутність фторидів в атмосфері. Його можна використати як індикатор на ферум, хром; тополя, берест, біла акація активно поглинають фенол, бузок - піридин, тополя - ціаніди. У міських умовах морфологічні структури, відповідальні за фотосинтез, істотно змінюються – об'єм хлоропластів зменшується в 1,5–3 рази і ці зміни розвиваються до появи видимих ознак ураження. Серед видимих ознак найбільш виражені зменшення розмірів і кількості листків, скорочення часу їхнього життя на 20–24 дні, зменшення розмірів і щільності устячок, ущільнення листків, зменшення кількості мезофільних клітин, крона стає більш розрідженою. Такі морфологічні зміни фотосинтезуючих функцій подібні до випадків стресових впливів, спричинених відсутністю вологи або мінеральних речовин. Різні структурні зміни виявляються в рослинах при ультрамікроскопуванні вже на ранніх стадіях уражень листків, хоча зовні вони виглядають ще здоровими. Рослини (трави), що нагромадили у своїх тканинах хімічні речовини небезпечні для травоядних. Так перевищення рівнів сполук свинцю призводить до порушення обміну речовин у корів. Враховувати джерела забруднення необхідно не тільки при організації тваринницьких комплексів, але і у рільництві, рослинництві, при вирощуванні плодкових, ягідних і овочевих культур, беручи до уваги відмінність в чутливості рослин до забруднюючих повітря хімічних речовин.

Запропоновано схему оцінки уражень насаджень промисловими газами, що поєднує п'ятибальну систему з кількісними показниками втрати росту. Відповідно до закону нормального розподілу, якому підкоряються всі ознаки стану насаджень та їх газостійкості, втрати росту для умовно здорових – 12%, ослаблених – 30%, уражених – 50%, засихаючих – 70%, засохлих насаджень – 90%. Висока чутливість рослин до екологічних умов на промислових майданчиках дає підстави рекомендувати рослини як тест-об'єкти.

Для аналізу природи атмосферних забруднень, що викликають ураження рослин, рекомендується низка наступних факторів:

- ◆ видового складу уражених рослин і характеру їх поширення по території;
- ◆ стану та особливостей господарського використання територій у попередній період;
- ◆ наявність і розподіл джерел забруднення в даному районі;
- ◆ імовірність ефекту дії на рослини інших факторів, які можуть імітувати атмосферне забруднення;
- ◆ характеру ушкодження органів і тканин рослини.

Необхідно проводити значні експериментальні дослідження, спрямовані на встановлення типових кількісних співвідношень між рівнем забруднення і характером ушкодження рослин.

Існує три методологічних підходи до експериментального вивчення:

1. Дослідження в лабораторіях і камерах з регульованим режимом.
2. Досліди в теплицях, що перебувають у природних умовах.
3. Вивчення піддослідних рослин (біотестів) біля джерела забруднення.

Дослідження впливу токсикантів на рослини з нормальною сприйнятливістю при концентраціях, що змінюються, забруднювача і кліматичних умов, можливо як у польових дослідах біля окремих джерел, так і на територіях, що піддаються дії токсичних агентів з різних джерел. Виявлені зміни в рослинному покриві і сільськогосподарських культурах, визначені в таких експериментах, дозволяють встановити потенційно небезпечні території, особливо у зв'язку з можливістю довгострокового впливу забруднювачів на багаторічні рослини і ланки природної екосистеми.

Придатність будь-яких схем експериментів залежить від типу і кількісних факторів забруднення. Забруднювачі створюють не тільки пряму дію, що ушкоджує, у багатьох випадках більш істотним є їх непряма дія, що виявляється у пригніченні діяльності мікроорганізмів і погіршенні інших умов росту рослин.

Важливість використання рослин як об'єктів дослідження для розробки заходів контролю забруднення довкілля обумовлена винятковою чутливістю вищих і нижчих рослин або їх специфічних реакцій на конкретні забруднювачі. Біоіндикатори-рослини, на відміну від хімічних індикаторів, дають інтегральну характеристику небезпеки такого забруднення. Необхідно враховувати можливість синергізму дії токсикантів ( $\text{SO}_2 + \text{PbCl}_2$ ) або навпаки їх антагонізму ( $\text{SO}_2 +$  цементний пил). Приймається до уваги і вибіркова чутливість деяких видів рослин до окремих забруднювачів. Наприклад, гладіолуси дуже чутливі до флуору і малочутливі до  $\text{SO}_2$ . Листи кульбаби акумулюють Cd, Cr, Hg, As, Se, Zn і концентрація металів залежить від їх вмісту в атмосфері. Кульбаби більш перспективні як індикаторні рослини через їх повсюдне поширення, ніж мохи та лишайники.