

Достовірність отриманих відмінностей величин оцінювали за t-критерієм Ст'юдента ($p > 95\%$).

Основні результати. Для рослинної сировини деревію обґрунтованим є проведення стандартизації за вмістом поліфенольних сполук згідно ДФУ 2.0, а саме дубильних речовин. Тому при проведенні досліджень було доцільно модифікувати методику кількісного визначення дубильних речовин у перерахунку на кислоту галову для рослинної сировини деревію.

При розробці методики визначали залежність виходу дубильних речовин від розміру частинок рослинної сировини та концентрації екстрагенту. Для дослідження була взята рослинна сировина із різним ступенем подрібнення. Екстрагування кожного зразка здійснювалось проведено спиртом етиловим 40%, 70% та 96%.

За результатами дослідження визначено, що розмір частинок рослинної сировини суттєво впливає на вихід діючих речовин, та найкращий вихід корелює з розміром 0,5-1 мм. Також впливає на перехід галової кислоти до екстракту концентрація етилового спирту. Найкращі результати отримані для 70% етанолу. Дещо менші результати були при екстрагуванні 96% спиртом етиловим. Технологічними параметрами для розробленої методики є екстрагування ЛРС подрібненої до 0,5-1 мм із застосуванням 70% спирту етилового ($3,28 \pm 0,01\%$). Найгірші результати отримані при застосуванні сировини подрібненої до 5-6 мм та спирту етилового 40% ($1,73 \pm 0,04\%$).

Висновки. При розробці фітопрепаратів з трави деревію звичайного необхідно враховувати такі технологічні параметри як подрібнення сировини та характеристики екстрагенту, які суттєво впливають на якість отриманого продукту.

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ У БІОТЕХНОЛОГІЇ: БІОІНДИКАЦІЯ ЯК МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ

Стрілець О.П., Стрельников Л.С.

Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна

Вступ. Основні задачі екологічного моніторингу: спостереження за станом біосфери, оцінка і прогноз її стану, визначення ступеня антропогенного впливу на навколишнє середовище, виявлення факторів і джерел впливу. В кінцевому випадку метою моніторингу навколишнього середовища є оптимізація відносин людини з природою, екологічна орієнтація господарської діяльності.

Зміни у навколишньому середовищі відбуваються під впливом природних і зумовлених діяльністю людини біосферних факторів. Пізнання цих змін неможливе без видокремлення антропогенних процесів на фоні природних, для чого й організують спеціальні спостереження за різноманітними параметрами біосфери, які змінюються внаслідок людської діяльності. Саме у спостереженні за довкіллям, оцінюванні його фактичного стану, прогнозуванні його розвитку полягає сутність моніторингу.

За міжнародним стандартом (СТ ІСО 4225-80) моніторинг – це багаторазове вимірювання під час спостереження за змінами будь-якого

параметра в певному інтервалі часу; система довготривалих спостережень, оцінювання, контролювання і прогнозування стану й зміни об'єктів. Цей термін було запропоновано напередодні проведення Стокгольмської конференції ООН з навколишнього середовища в 1972 р. на противагу (або на доповнення) до терміну «контроль». Крім спостережень та отримання інформації, моніторинг передбачає й елементи активних дій, таких, як: оцінювання, прогнозування, розроблення природоохоронних рекомендацій. Як галузь екологічної науки моніторинг довкілля ґрунтується на загальних екологічних законах і взаємодіє з природничими, географічними й технічними науками. Його завдання полягають у постановці та виробленні теоретичних засад практичного розв'язання проблем організації спостережень; науковому обґрунтуванні складу, структури мережі й методів спостережень за природним фоном, природними явищами, планетарними процесами, рівнем забруднення середовищ, станом біоти (сукупності живих організмів, що населяють певний район у певний проміжок часу), фізичними параметрами біосфери; виборі методів, методик оцінювання і прогнозування стану довкілля; розробленні рекомендацій щодо управління станом складових біосфери [2, 4].

Визначення біологічно значимих антропогенних навантажень на основі реакцій на них живих організмів та їх угруповань пов'язано з біоіндикацією. Значимість рослинного покриву, як індикатора стану екосистеми, полягає в тому, що він дуже чутливо реагує на зміну екологічних факторів. Достатньо важливим є те, що він відображує емерджентний характер змін властивостей екосистем в залежності від рівня їх організації. Емерджентність - виникнення, поява нового (часто несподіване), в теорії систем - наявність у будь-якої системи особливих властивостей, не властивих її підсистемам і блокам, а також сумі елементів, не пов'язаних системоутвірними зв'язками; неможливість зведення властивостей системи до суми властивостей її компонентів. Такі ознаки визначають придатність біоіндикації для екологічних досліджень, експертиз, прогнозування поведінки, стану та розвитку екосистем.

Найбільшого впливу господарської діяльності людини зазнають екосистеми міста. Тому важливим є контроль за станом навколишнього середовища та своєчасний аналіз забрудненості території міста. В деякій мірі ці питання дозволяє вирішити біоіндикаційна оцінка [1, 3].

Екологічний моніторинг виник на межі екології, біології, географії, геофізики, геології та інших наук. Виділяють такі види моніторингу довкілля: біоекологічний (санітарно-гігієнічний); геоекоекологічний (природно-господарський); біосферний (глобальний); геофізичний; кліматичний; біологічний; здоров'я населення та ін. Залежно від призначення за спеціальними програмами здійснюються загальний, кризовий та фоновий екологічний моніторинги навколишнього середовища [2].

Метою роботи є проведення сучасного аналізу використання біологічних методів на прикладі біоіндикації, що застосовуються в екологічному моніторингу як метод дослідження екології навколишнього середовища.

Методи дослідження. Використані наукові публікації та інші джерела літератури, методи: аналітичний, порівняльний та узагальнення інформації.

Отримані результати. Системи моніторингу, побудовані на основі дослідження поведінки рослин і тварин, дають змогу оцінити біологічні ефекти від впливу забруднення повітря, їх просторовий розподіл, можливе нагромадження на значних територіях.

У деяких видів рослин і тварин змінюються особливості розвитку (швидкість росту, процес цвітіння, утворення плодів, інтенсивність забарвлення та ін.) у відповідь на різні подразнюючі фактори. Ці властивості людство помітило уже давно і використовувало для практичних потреб. У зв'язку з загальною екологізацією різних наукових напрямів, людського мислення загалом методи біоіндикації усе частіше використовують сучасні науковці, зокрема і в моніторингу навколишнього середовища [1].

Біоіндикація (грец. *bios* - життя лат. *indico* - вказую) - оперативний моніторинг навколишнього середовища на основі спостережень за станом і поведінкою біологічних об'єктів (рослин, тварин та ін.).

Біоіндикація використовується в екологічних дослідженнях, як метод виявлення антропогенного навантаження на біоценоз. Метод біоіндикаторів засновано на дослідженні впливу екологічних факторів, що змінюються, на різні характеристики біологічних об'єктів і систем. У якості біоіндикаторів вибирають найбільш чутливі до досліджуваних факторів біологічні системи або організми. Зміни в поведінці тест-об'єкта оцінюють у порівнянні з контрольними ситуаціями, прийнятими за еталон. Наприклад, при оцінці екологічного стану поверхневих вод у якості біоіндикаторів використовують спостереження за поведінкою дафній, молосків, деяких риб [1, 2, 3].

Біоіндикація має ряд переваг перед інструментальними методами. Вона відрізняється високою ефективністю, не вимагає великих витрат і дає можливість характеризувати стан середовища за тривалий проміжок часу [4].

Фактори середовища досить суворо визначають, які організми можуть жити в даному місці, а які не можуть. Враховуючи це, ми можемо використати обернену закономірність і судити про фізичне середовище організму, який в ньому проживає. Так з'явився метод біоіндикації середовища, який особливо широко використовують у лісовій типології, фітоценології, а також для визначення рівня забруднення атмосферного повітря за допомогою лишайників (ліхеноіндикація), мохів (броіоіндикація) чи грибів (мікоіндикація).

Отже, біоіндикатори – це група особин одного виду або угруповання, наявність, кількість або інтенсивність розвитку яких у тому чи іншому середовищі є показником певних природних процесів або умов зовнішнього середовища [2, 3].

Біоіндикація має певні переваги як метод отримання безпосередньої інформації про зміни стану біоти в конкретних умовах забруднення, але він повинен поєднуватись з хімічними й геофізичними дослідженнями для отримання не лише якісних, а й кількісних відомостей.

Отже, у зв'язку з потребою проведення глобального екологічного моніторингу, використання індикаційних можливостей біологічних об'єктів набуває все більшого значення.

Всі біологічні системи - організми, популяції та біоценози в ході свого розвитку пристосувались до комплексу факторів певної території. Вони заволоділи всередині біосфери певною областю, екологічною нішею, в якій знаходять оптимальні умови існування і можуть нормально харчуватись та розмножуватись. Кожен організм володіє в відношенні кожного діючого на нього фактору генетично детермінованим, філогенетично набутиим, унікальним фізіологічним діапазоном толерантності, в межах якого цей фактор є придатний для нього.

Якщо фактор відрізняється надто низькою або надто високою інтенсивністю, але ще не летальний, то організм знаходиться у фізіологічному песимумі. В обстеженій області інтенсивності фактору, особливо сприятливої для даної особи, організм існує в умовах фізіологічного оптимума.

Існують різні форми біоіндикації. Якщо дві однакові реакції викликані різними антропогенними факторами, то говорять про неспецифічну біоіндикацію. Якщо ж ті чи інші зміни можна пов'язати тільки з одним фактором, мова йде про специфічну біоіндикацію.

Якщо біоіндикатор реагує значним відхиленням життєвих показників від норми, то він є чутливим біоіндикатором.

Акумулятивні біоіндикатори, накопичують антропогенну дію без швидких проявів порушень. Таке значне накопичення, забруднення, поступово перевищує нормальний рівень, частіше за все проходить на рівні екофізіологічних або біоценотичних процесів [2].

В природі всі види біоіндикації включені в ланцюг послідовно протікаючих реакцій і процесів. Якщо антропогенний фактор діє безпосередньо на біологічний елемент, то мова йде про пряму біоіндикацію. Але часто біоіндикація стає можливою лише після зміни стану під впливом інших безпосередньо задіяних елементів. В цьому випадку ми маємо справу з непрямою біоіндикацією і біоіндикатором. Часто бажано завчасно виявити біологічну дію антропогенного фактору, для того щоб при відомих умовах мати можливість впливати на цю дію. Присутність дуже чутливих біоіндикаторів приводить до ранньої індикації, коли реакція проявляється при мінімальних дозах за короткий проміжок часу і проходить за короткий проміжок часу і проходить у місці дії фактору на елементарні молекулярні і біохімічні процеси.

Біоіндикація може використовуватися на різних рівнях організації живого (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 на них в новій якості. В той час як на нижчих рівнях організації біологічних систем переважають прямі і частіше специфічні види біоіндикації на вищих рівнях панує непряма біоіндикація [4].

В зв'язку зі складністю біологічних систем нерідко буває можлива лише неспецифічна біоіндикація. Однак саме тут відкриваються шляхи до виявлення комплексних стресових дій і тим самим до оцінки допустимих навантажень на складну екосистему. Інколи біоіндикаційні методи, які легко використовуються

на нижчих організаційних рівнях, так ускладнюються в більш комплексних системах, що розрізнити вплив фактору стає неможливим. З іншої сторони, біоіндикаторні ознаки, які виявляються на вищому організаційному рівні, зв'язані з відповідними змінами на попередніх рівнях. При пошуку можливостей ранньої біоіндикації слід враховувати цю закономірність. В порівнянні з окремими організмами екосистеми реагують на стресові впливи частіше всього з запізненням і в сильно зміненій формі.

Для біоіндикації властиві в основному два методи - пасивний і активний моніторинг. В першому випадку у вільно живучих організмів вивчаються видимі або невидимі пошкодження чи відхилення від норми, які є ознаками стресового впливу. При активному моніторингу виявляють ті ж самі впливи на тест-організмах, які знаходяться в стандартних умовах на досліджуваній території.

Комплексний підхід до проведення екологічного моніторингу (поєднання методів біоіндикації та біотестування, використання для спостереження об'єктів різного рівня організації - видів, популяцій, угруповань, екосистем) дозволяє відслідкувати направленість змін, які відбуваються у навколишньому середовищі, оцінити її стійкість до впливу антропогенних чинників. Під час таких спостережень, насамперед, враховують зміни видового складу, а також чисельності окремих видів [4]. Біомоніторинг дозволяє накопичити відомості про стан екосистеми навколишнього середовища (водойми, ґрунту, повітря), виявити причини змін, що в ній відбуваються і, як результат – розробити методи покращення її екологічного стану.

Висновки. Проведений аналіз наукової літератури показав актуальність використання біологічного методу екологічного моніторингу, а саме біоіндикації для проведення екологічних досліджень антропогенного забруднення навколишнього середовища.

Список літератури.

1. Аналіз фітотоксичного ефекту небезпечних пестицидних препаратів за допомогою біоіндикації / Р. В. Петрук, Н. М. Кравець, І. А. Трач, С. М. Кватернюк, В. В. Варакса // Науково-технічний журнал «Техногенно-екологічна безпека». – 2019. – №6(2). – С. 42-48.
2. Дідух Я.П. Основи біоіндикації (монографія). – К.: Наукова думка, 2012. – 344 с.
3. Хмельна О. В. Біоіндикація в сільському господарстві: стан, перспективи / О.В. Хмельна // Наукові записки. – 2000. – Том 18. Спеціальний випуск. – С. 338-341.
4. Gavrilescu M. Environmental Biotechnology: Achievements, Opportunities and Challenges / M. Gavrilescu // Dynam Biochem Process Biotechnol Mol Biol. – 2010. – 37 p.