

цьому втрачається буферна здатність ґрунтів до відновлення, втрата гумусу і зниження природної родючості.

Хімічне забруднення ґрунтового покриву змінює такі характеристики ґрунтів, як рН, катіонний обмін і вміст гумусу. Серед хімічних забруднювачів - це паливо транспортних засобів, мастильні матеріали, розчинники, залишки вибухових речовин, сполуки іонів важких металів кадмію, арсену, плюмбуму, цинку, купруму, радіоактивні речовини.

Ґрунтовий покрив також зазнає механічної деформації під час пересування воєнної техніки, руху військ, під час будівництва захисних споруд, від кратерів, що утворюються внаслідок бомбардування, а також під час розмінування територій. Внаслідок цього впливу відбувається збільшення щільності гумусового шару ґрунтів, їх заболочування, засмічення територій продуктами бойової діяльності. А це впливає на родючість та водоутримуючу здатність ґрунту.

Розриви мін і детонація забруднюють ґрунт залишками металу та вибухових речовин. екологічного стану ґрунтів і вплив на них воєнної зброї проводяться науковцями в зонах бойових дій. Під час виїзних польових місій відбувається відбір проб ґрунтів. Результати досліджень показують у сотні разів перевищення гранично допустимих концентрацій плюмбуму, стронцію, титану, що взагалі не характерно для ґрунтів. Вибухові речовини мін і ракет місять велику кількість сполук сульфуру, які осідають у воронках від вибухів, а в контакті із опадами перетворюються на сульфатну кислоту. Внаслідок дії цієї сполуки «згоряють» мільйони живих організмів, що формують верхній родючий шар ґрунту.

Ґрунт псують затоплені шахти, на території яких велись безпосередньо бойові дії, або внаслідок їх пошкодження. Масове закриття шахт з порушенням технологічних умов призвело до затоплення шахт ґрунтовими водами, які перетворюються на «шахтні» води. При цьому відбувається вимивання ґрунтів, що призводить до провалів, техногенних землетрусів або радіоактивної катастрофи.

Безпосередня небезпека для здоров'я людини – це наслідки споживання продукції, вирощеної на забруднених територіях. Науковці стверджують, що рослини накопичують іони важких металів у коренях, насінні і плодах. Найактивніше споживають їх силосні культури, найменше – бобові та злакові.

Розуміння горизонту проблем – перший крок до їх вирішення. Важливим є подбати про ефективну систему моніторингу стану довкілля, яка дозволить оцінити реальний обсяг завданої шкоди довкіллю та розробити найефективніші заходи задля уникнення подальшого погіршення ситуації. Необхідні методи і заходи щодо відновлення екосистем до безпечного стану як для людини так і для дикої природи на державному рівні.

Використання тест-об'єктів рослинного походження в моніторингових дослідженнях стану атмосферного повітря

Дарина РИБИНСЬКА, Ірина ОНИЦУК

Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна; e-mail: dasharubinska@gmail.com; onyshchukirina78@gmail.com

За даними моніторингових досліджень відомо, що для людей забруднення атмосферного повітря за ступенем хімічної небезпеки посідає перше місце. Цьому є декілька пояснень. 1. Забруднюючі речовини різного походження та фракцій з атмосферного повітря можуть потрапляти у воду, ґрунт та в живі організми в процесі конвекції повітря в дихальні шляхи. Зокрема, забруднені атмосферні опади спричиняють до 10% забруднення водних об'єктів на території України. 2. Причиною високого рівня небезпеки забруднення атмосферного повітря є специфічні фізіологічні особливості процесу зовнішнього дихання. Сорбційна здатність мембран клітин слизової оболонки дихальних шляхів та пневматоцитів, забезпечує первинну очистку забрудненого повітря. Натомість сорбовані токсичні речовини потрапляючи на мембрани цих клітин призводять до їх руйнування і паталогічних порушень у функціонуванні. Також є ризик

потрапляння шкідливих речовин в організми тварин і людини через шлунково-кишковий тракт. Фактори неспецифічного імунітету та тканинні бар'єри лише частково захищають від потрапляння шкідливих речовин до всіх тканин та органів. Таким чином, створення глобальної, регіональної та локальної систем моніторингу за станом атмосферного повітря є необхідною для забезпечення нормальних умов існування живих організмів.

В Україні Державна служба спостережень і контролю стану атмосферного повітря функціонує з 1972 р і має ієрархічну структуру. Державна система моніторингу атмосферного повітря (ДМС) – це система спостереження, збирання, обробки, передавання, збереження та аналізу інформації про стан атмосфери, прогнозування змін і розробка рекомендацій для запобігання виникнення екологічно небезпечних станів. Спостереження за станом атмосферного повітря проводяться на територіях інтенсивного антропогенного тиску (великих містах, на території промислових і агропромислових комплексів) та в «чистих» контрольних районах, віддалених від джерел забруднення (в біосферних заповідниках і заповідних територіях). Під час проведення моніторингу атмосферного повітря обов'язково визначається наявність загальнопоширених забруднюючих речовин, показників та інгредієнтів атмосферних опадів, зазначених у списку А (пил, SO₂, CO, NO₂, сполуки Pb, бензапірен, формальдегід, радіоактивні речовини, SO₄²⁻, Cl⁻, NH₄⁺, NO₃⁻, HCO₃⁻, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, рН, кислотність); враховуючи екологічну ситуацію в регіонах, населених пунктах за рішенням місцевих органів виконавчої влади або органів місцевого самоврядування може додатково визначатися список Б (NH₄⁺, анілін, бензол, HCl, HCN, етилбензол, Fe, Cd, HNO₃, H₂SO₄, ксилол, Mg, Cu, As, Ni., Hg, Zn Cr та їх сполуки, O₃, H₂S, толуол, фенол, радіоактивні сполуки).

Для якісного і кількісного аналізу повітря використовують традиційні методи: гравіметричний, хімічний, фотометричний, спектрального аналізу, індикації. Для визначення токсичності речовин використовують методи газової хроматографії з мас-спектрометрією, флуоресцентної спектроскопії, іонометрії, інфрачервоної спектроскопії, атомно-абсорбційної спектроскопії, масової спектроскопії, іотометрії, флуориметрії та інші. Всі ці методи об'єднують висока вартість, тривалість та енергозатратність, необхідність облаштування спеціальних лабораторій. Тому в сучасних умовах дефіциту фінансування наукових досліджень, труднощів використання дорогого обладнання і реактивів для індикації, гостро постає питання застосування альтернативних методів моніторингу стану повітря.

На сьогодні все більшої популярності набуває використання тест-організмів (біоіндикаторів) для оцінки якості повітря та контролю за забрудненням навколишнього середовища. Метод біоіндикації повітря має ряд переваг перед традиційними методами (доступність, невисока вартість, швидкість), а головне дозволяє оцінити стан атмосфери з точки зору впливу її складників на процеси життєдіяльності організмів, що належать до різних систематичних рангів та екологічних груп, а також на різних рівнях організації.

Зручними тест-об'єктами, що використовуються для моніторингового аналізу стану повітря є різні види рослин, оскільки мають високу чутливість до дії деяких забруднюючих речовин. Окрім цього, тканини рослин здатні накопичувати органічні і неорганічні речовини не трансформуючи їх і не змінюючи хімічний склад в ході метаболічних процесів, акумулюючи ці речовини в своїх клітинах. Загальновідомими і широковикористовуваними біоіндикаторами повітря є лишайники *Hypogymnia physodes*, *Pseudevernia furfuracea*, *Cetraria glauca* (Відсутність певних видів лишайників указує на наявність у повітрі токсичних речовин). Для виявлення радіаційного забруднення використовують деякі види тютюну, сої та особливу форму ячменю (ваху-мутація). В останні роки завдяки застосуванню генної трансформації, широко використовуються унікальні за своїми властивостями злакові рослини - біоіндикатори радіаційного забруднення повітря.

Для біоекологічних досліджень широко використовуються представники родини хвойних (*Abies alba*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*). Використання хвойних дає можливість проводити біоіндикацію на територіях різної площі та протягом всіх сезонів (в разі наявності техногенного забруднення погіршуються морфометричні характеристики: знижується маса, розміри, вік, колір хвої, приріст річних пагонів, змінюється структура, форма і розміри крони, погіршується показник життєвого стану рослини в цілому). Для індикації в повітрі HF використовують представників

лілійних *Gladiolus gandavensis* cv., *Snow Princess*, *Tulipa gesneriana* cv. *Blue Parrot*, *Preludium*, *Kacatik* (*Iris germanica*). Для виявлення сполук хлору можна використовувати невибагливі та легкі у вирощуванні і догляді рослини: шпинат (*Spinacia oleracea*), квасолю (*Phaseolus vulgaris*), салат (*Lactuca sativa*). Фторвмісні солі важких металів (Pb, Zn, Cd, Mn, Cu) акумулюють тканини мохів (*Sphagnum* sp., *Hypnum cupressiforme*, *Pohlia nutans*, *Pleurozium schreberi*), вищих судинних рослин райграсу багатоквіткового (*Lolium multiflorum* cv. *Optima*), полевиці повзучої і полевиці тонкої (*Agrostis stolonifera*, *A. tenuis*), гірчиці білої (*Sinapis alba*), Листової капусти (*Brassica oleracea* var. *acephala*) кінського каштану (*Aesculus hippocastanum*).

Отже, можна зробити висновок, що використання тест-об'єктів – є альтернативним, дієвим оперативним методом моніторингу стану атмосферного повітря. В якості біоіндикаторів можна використовувати біологічні системи чи організми, найбільш чутливі до досліджуваних факторів, здатні акумулювати в тканинах токсичні речовини. Застосування цього методу надасть можливість оперативно реагувати на збільшення антропогенного тиску на середовище, прогнозувати можливі наслідки екологічно небезпечних станів та розробляти профілактичні заходи, щодо їх усунення.

Використання інформаційних систем при моніторингу біорізноманіття

Олена ТВЕРДОХЛІБ, Руслана ВОЛКОВА

Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, Україна; e-mail: etverd@meta.ua; ruslana_ev@ukr.net

Загальновідомо, що збереження біорізноманіття – це одна з глобальних екологічних проблем людства. Вплив людини на довкілля призвів до того, що тисячі видів тварин і рослин знаходяться на межі зникнення. Ця проблема є актуальною і для України, бо територія має високу щільність населення та значно змінені природні ландшафти: близько 70% площі країни займають сільськогосподарські ландшафти, ліси збереглися всього на 15% площі, населені пункти та густа мережа автомобільних і залізничних доріг займають великі ділянки землі [1]. Метою створення системи моніторингу біорізноманіття є забезпечення якісного інформаційного базису для збереження і відновлення біологічного різноманіття, а також його збалансованого використання. На сьогодні, значних втрат біорізноманіттю завдає повномасштабна війна. З іншого боку, незважаючи на сильний негативний вплив людини, біота України нараховує більше 74 тис. видів, з них флора налічує більше 27 тис. видів, включаючи 5100 вищих судинних рослин, грибів та грибоподібних організмів – понад 12 тис. видів, а фауна – біля 45 тис. (більше 35 тис. становлять комахи). При цьому займаючи менше 6 відсотків площі Європи, Україна володіє близько 35% її популяційного біорізноманіття [2].

З метою отримання даних та подальшого моніторингу ми залучаємо наших здобувачів вищої освіти до роботи як з національними, так і міжнародними інформаційними системами. Наші студенти найчастіше використовують такі глобальні мережі з вивчення біологічного різноманіття:

UkrBIN (Національна мережа інформації з біорізноманіття) [5]: це єдина в Україні краудсорсингова платформа для накопичення та обміну даними з біорізноманіття у режимі вільного доступу. За допомогою UkrBIN кожен охочий має унікальну можливість долучитися до створення загальнонаціональної бази даних із біорізноманіття, дізнатися більше про поширення та чисельність видів рослин і тварин в Україні та світі та допомогти зберегти природний потенціал нашої планети.

iNaturalist [4]: є глобальною соціальною мережею мета якої вивчення біологічного різноманіття планети, яка була створена як магістерський проект трьох студентів Школи інформації Каліфорнійського університету в 2008 році та отримала міжнародну підтримку за ініціативи Каліфорнійської академії наук (California Academy of Sciences) та Національного географічного товариства (National Geographic Society) в 2017 році.