

УДК 504:911.375(477.81)
[http:// orcid.org/0000-0002-7301-8266](http://orcid.org/0000-0002-7301-8266)

ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСНИХ МОНІТОРИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ УРБООДАФОТОПІВ МІСТА РІВНЕ

Мельник В. Й., *к.географ.н., доц.*, Стернік В. М., *здобувач*

Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, Україна

*yugmel@gmail.com
max20031305@ukr.net*

Проведено аналіз моніторингових досліджень екологічного стану ґрунтів урбоекосистеми м. Рівне, виявлено вади у системі їх проведення та обґрунтовано необхідність вдосконалення моніторингу ґрунтів міста. Запропоновано комплексний підхід до проведення моніторингових досліджень ґрунтів шляхом використання біоіндикаційних методів, обґрунтовано перелік індикаторів і доцільність їх застосування.

Ключові слова: моніторинг, біоіндикація, урбоекосистема, екологічний стан ґрунтів, активність ферментів.

Grounding of complex monitoring researches of urboedaphotopes of Rivne city. Melnik V.Y., Sternik V.M. – The analysis of monitoring researches of the ecological state of soils of Rivne urbanecosystem is conducted, the imperfect system of their carrying out is studied and the necessity of perfection of monitoring of the city soils is grounded.

The complex approach to the carrying out of monitoring researches of soils by use of bioindication methods is offered, the list of indicators and expedience of their application are grounded.

Key words: monitoring, bioindication, urbanecosystem, ecological state of soils, activity of enzymes.

ВСТУП

Спроби вирішення проблеми охорони довкілля призвели до нового осмислення ролі ґрунтового покриву в підтримці комфорту й безпечної життєдіяльності людини в місті.

Головною функцією земельних ресурсів є їх здатність виробляти продовольчу продукцію, репрезентувати себе та певною мірою інші ресурси, виступати інтегральним ресурсом їх якості [4]. Отже, дослідженню ґрунтового покриву урбанізованих територій та оцінці їх екологічного стану сьогодні приділяють значну увагу.

Урбанізовані території є складними багатофункціональними природно-антропогенними системами зі зміненими природними ландшафтами, вони концентрують максимальну різноманітність видів впливу людини на ґрунт, внаслідок якого виникає ціла низка екологічних проблем, що на сьогодні постають особливо гостро.

Постійне посилення негативного антропогенного впливу на урбоекосистеми підвищує інтерес до моніторингових досліджень. Специфіка

ґрунтів як об'єкта моніторингу визначається їх місцем та функціями в біосфері. Ґрунтовий покрив служить кінцевим приймачем більшості техногенних забруднень, що надходять до біосфери. Оскільки ґрунт має високу ємність поглинання, він є головним акумулятором і сорбентом токсикантів [4].

Найбільш швидко реакцію при антропогенному впливі на ґрунти виявляють живі організми, які використовуються в моніторингу як біологічні індикатори. Важливим є не тільки швидкість відповідних змін, але й те, що вони реагують на весь комплекс забруднень, що робить інформацію більш об'єктивною [1].

Останнім часом у біологічній науці моніторинг стану ґрунтів посідає важливе місце [3], активно розробляються теоретичні та практичні основи контролю стану біологічної компоненти ґрунтів. Вчені-біологи спрямовують розробки в русло організаційних, просторових і тимчасових зв'язків головних підсистем структури біологічного моніторингу як частини комплексної інформаційно-оперативної служби.

Розвиток біологічного моніторингу в Україні проходить у межах двох тісно пов'язаних напрямів – діагностики й прогнозу [1]. В основі принципу біологічної діагностики ґрунту лежить уявлення про те, що ґрунт є середовищем існування цілої низки різних організмів і становить єдину систему, у якій мешкають їх популяції. Відповідно до мети і завдань біологічного моніторингу, збір даних про рівень забруднення біоти входить до компетенції діагностичного моніторингу, проте експериментальні дослідження здійснюють у рамках прогностичного моніторингу. Саме тому вдосконалення моніторингу земельних ресурсів урбоекосистем є актуальним питанням сьогодення.

Метою нашого дослідження є обґрунтування комплексного підходу до проведення моніторингових досліджень ґрунтів урбоекосистеми м. Рівне шляхом використання традиційних аналітичних і біоіндикаційних методів.

Основним завданням, розв'язання якого необхідне для досягнення поставленої мети, є вибір оптимального переліку показників моніторингу ґрунтів урбоекосистеми м. Рівне та обґрунтування доцільності їх застосування.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У процесі дослідження використовувалися такі методи: польові, лабораторні, аналітичні та розрахункові. Обробку та аналіз отриманих даних здійснювали за допомогою методів математичної статистики (кореляційний та регресійний аналіз) із використанням сучасних комп'ютерних програм.

Визначення вмісту важких металів у ґрунтах здійснювали методом атомної абсорбції на приладі С-115 М-1. Біоіндикаційні дослідження виконували за допомогою морфометричних, цитологічних і біохімічних методів.

Багато методичних питань моніторингу ґрунтів на сьогодні не вирішені. Варто звернути увагу на те, що відсутність єдиної методичної бази аналітичних досліджень різних відомств має свій вплив на результати досліджень. Оскільки

окремі служби, що здійснюють спостереження, виконують різні завдання, а їх методики визначення вмісту забруднюючих речовин та обробки результатів у багатьох випадках відрізняються одна від одної, дуже важко порівняти дані різних відомств, а інколи це й зовсім неможливо зробити, що є неприпустимим для адекватної оцінки стану ґрунтів.

Також на сьогодні остаточно не визначено сутність поняття «фонове забруднення ґрунтів», а сучасний стан ґрунтів доволі часто оцінюють порівнюючи з попереднім станом шляхом ретроспективної екстраполяції сучасних даних або зіставленням із відомостями у більш ранніх публікаціях. Усі ці методи мають ті чи інші недоліки.

Для оцінки локального забруднення ґрунтів найбільш ефективним є використання показників фонового забруднення та оцінювання динаміки стану фонових ґрунтів у часі або порівняння забруднених ґрунтів з незабрудненими.

Оскільки в урбоекосистемах діє ціла низка негативних процесів, що на сьогодні є мало дослідженими, біологічну індикацію стали широко використовувати для оцінки забруднення ґрунтів як один із специфічних методів моніторингу стану біоти, що ґрунтується на вивченні та аналізі складу, властивостей і чисельності індикаторів та використовується в екологічних дослідженнях як метод виявлення антропогенних змін.

Подальший розвиток методологічних питань моніторингу ґрунтів викликано необхідністю істотно підвищити рівень практичної значимості наявних та практично вже отриманих суб'єктами моніторингової діяльності аналітичних результатів та долучення до них даних, що отримані за допомогою методів біоіндикації.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Із 1991 р. в Україні проводиться програма екологічного моніторингу СЕМ «Україна», у рамках якої функції й задачі спостережень та інформаційного забезпечення виконують 8 суб'єктів системи моніторингу. У межах підсистеми та згідно постанов Кабінету Міністрів України моніторинг ґрунтів виконують:

- державна гідрометеорологічна служба здійснює моніторинг забруднення ґрунтів сільськогосподарських земель пестицидами та важкими металами у населених пунктах (проби відбираються один раз на п'ять років);
- державна екологічна інспекція (Мінприроди) здійснює відбір проб на промислових майданчиках у межах країни;
- установи МОЗ здійснюють моніторинг стану ґрунтів на тих територіях, де вони можуть негативно впливати на здоров'я населення;
- мінагрополітики здійснює спостереження за станом ґрунтів сільськогосподарського використання (радіологічні, агрохімічні та токсикологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів в ґрунтах).

Аналіз проведення моніторингових досліджень екологічного стану ґрунтів урбоекосистеми м. Рівне свідчить про те, що переважно спостереження

здійснювали відділ аналітичного контролю Державної екологічної інспекції в Рівненській області та Рівненський центр «Облдержродючість» за своїми відомчими програмами та планами робіт відповідно до функціональних завдань. Загальної міжвідомчої програми екологічного моніторингу як на державному, так і на обласному рівні на сьогодні не розроблено.

Проведення моніторингових спостережень за станом ґрунтів у місті свідчать, що роки фінансових негараздів у країні звели нанівець і моніторингові дослідження всіх суб'єктів моніторингу ґрунтів.

На наш погляд, основними недоліками, що зумовлюють низьку ефективність функціонування системи моніторингу є:

- відсутність єдиної мережі спостережень;
- відсутність уніфікованих методик вимірювання, оптимізації показників спостережень і створення на їх базі єдиної мережі спостережень;
- застаріле технічне й методичне забезпечення спостережень;
- неузгодженість окремих елементів інформаційних технологій, що використовуються суб'єктами системи моніторингу;
- невідповідність нормативно-технічного та нормативно-правового забезпечення системи моніторингу сучасним вимогам;
- відсутність фінансування робіт зі створення і функціонування системи моніторингу та її складових як на державному, так і на місцевому рівнях.

Дані інструментальних методів вимірювань вмісту забруднюючих речовин в ґрунтах міста не дозволяють об'єктивно охарактеризувати небезпеку антропогенного впливу, оскільки ґрунт розглядають винятково в споживчих цілях як засіб для одержання сільськогосподарської продукції. Це виражається у визначенні переважно агрохімічних показників стану земельних ресурсів і важких металів, які на сьогодні частково контролюються.

Поза увагою залишаються питання забруднення земель особистих підсобних господарств, присадибних земельних ділянок, дитячих садків, шкіл, місць організованого відпочинку (парки, сквери тощо). Повністю відсутня інформація про рівень забруднення небезпечними речовинами автомагістралей, придорожніх смуг, ділянок біля залізничного полотна, санітарно-захисних зон промислових підприємств міста, що, в свою чергу, не дає змоги комплексно оцінити рівень забруднення ґрунтового покриву урбоєкосистеми.

Отже, як об'єктивні, так і суб'єктивні причини свідчать про недосконалість системи моніторингових досліджень земельних ресурсів міста або просто про їх відсутність. Контроль за фізичними чи хімічними чинниками не враховує ні кумулятивних, ні синергічних або антагоністичних ефектів, відсутня оцінка впливу забруднення на живі організми ґрунту. Об'єктивна оцінка, на наш погляд, можлива лише за умови проведення комплексного моніторингу ґрунтів міста [1].

Питання комплексної оцінки стану ґрунтів урбоєкосистем розроблялись багатьма вченими не тільки в Україні, а і за кордоном. Незважаючи на те, що кількість запропонованих методів оцінок стану ґрунтів досить велика, це

питання й до сьогодні є проблемним та потребує одночасного вивчення різних властивостей ґрунтового покриву. Про масштаби труднощів рішення цього питання свідчить і той факт, що в Україні немає жодного юридичного документа, який законодавчо затверджує той чи інший спосіб оцінки стану ґрунтового покриву урбоекосистем, і який би було рекомендовано до загального використання в роботі.

Об'єктивну інтегральну оцінку стану ґрунту урбоекосистеми міста можна дати на основі біологічного моніторингу, поєднуючи класичні фізико-хімічні методи досліджень з біоіндикаційними дослідженнями ґрунтів як акумуляторів сумарного забруднення [1; 5]. Біотичну складову ґрунту розглядають у цілісності взаємодій і впливів, вона є сенсором усіх ґрунтових процесів, тому її стан дає змогу отримати оцінку фізичного, хімічного та біологічного стану ґрунту.

На сьогодні вченими визначено понад 90 можливих індикаторів біорізноманіття ґрунту, які умовно розподілені на групи відповідно до основних розділів класичної екології ґрунту: біологічного різноманіття (чисельності) та біологічних функцій ґрунту.

Найбільш важливим питанням є вибір показників моніторингу ґрунтів, періодичності спостережень і методів дослідження. Перелік показників повинен бути оптимальним, забезпечувати реальність виконання поставлених завдань і не викликати втрати наявної аналітичної інформації. Система показників повинна включати як обов'язкові для всіх видів ґрунтів, так і специфічні для ґрунтів одного або декількох типів параметри, а також показники, обумовлені природою забруднюючих речовин. Вони повинні бути, по можливості, прості, а методи – доступні, у тому числі й для виконання в порівняно невеликих лабораторіях з обмеженим обладнанням.

Окрім того, необхідно відзначити, якщо при контролі повітря або води основна увага звертається на шкідливі й токсичні домішки, то під час моніторингу ґрунтів доводиться контролювати багато параметрів, які характеризують систему в цілому, а також виявляти ознаки, що вказують на появу несприятливих тенденцій або зниження ґрунтової родючості.

Нами обрано оптимальний, на наш погляд, набір показників, які є репрезентативними для проведення моніторингових досліджень із визначення екологічного стану ґрунтів м. Рівне.

Вибір показників для моніторингу ґрунтів м. Рівне здійснювався за такими критеріями:

- інформативність показника (кореляція між показником і антропогенним фактором);
- висока чутливість показника та добра відтворюваність результатів;
- незначна похибка дослідів;
- простота, низькі трудовитрати та висока швидкість визначення.

Під час дослідження ми дійшли висновку, що немає необхідності визначати велику кількість показників біологічного стану ґрунтів, достатньо

визначити найбільш інформативні показники, які характеризують біологічну активність ґрунту та його токсичність.

Такими показниками, на наш погляд, є активність каталази, целюлозолітична активність, активність уреаз, морфометричні й цитологічні показники дощових черв'яків та визначення токсичності ґрунту. У моніторингових дослідженнях ґрунтів вони доповнюють одне одного.

Оцінка біологічної активності ґрунту, що зумовлює процеси біохімічного перетворення органічної речовини та елементів живлення й пов'язана практично з усіма ґрунтовими режимами, набуває прикладного значення. Оптимальні показники біологічної активності ґрунту свідчать про загальне покращення умов росту та розвитку рослин і є індикатором біохімічних процесів, що відбуваються в едафотопі.

Вміст ферментів у ґрунтах залежить від життєдіяльності ґрунтової біоти та складу мікробіологічних угруповань, а будь-які зміни біоти ґрунтів позначаються на ферментативній активності [7]. Для ґрунтових екосистем ферменти відіграють надзвичайно важливу роль, оскільки всі біохімічні процеси проходять за їх участю. Активність ґрунтових ферментів є індикатором оцінки рівня деградації ґрунту у природних екосистемах [7].

Активність каталази. Одним із ферментів ґрунту є каталаза, активність якої пов'язана із розкладом токсичного для живих організмів перекису водню, а високі її показники свідчать про підтримання рівня кисню у ґрунтовому повітрі, який необхідний для функціонування мікрофлори. Пригнічення активності ферменту каталази свідчить про токсичний вплив важких металів та їх сполук на мікрофлору ґрунту.

Целюлозолітична активність – індикатор для визначення рівня активності мікроорганізмів ґрунту, які характеризують інтенсивність розкладання клітковини (целюлози). Активність целюлозних мікроорганізмів визначається наявністю в ґрунті доступних поживних речовин, передусім азотних. Отже, цей метод висвітлює перебіг мікробіологічних процесів загалом та визначає рівень ґрунтової родючості й продуктивності біоти зокрема [7]. Визначення діяльності целюлозорозщеплюючих мікроорганізмів – простий і доступний метод, що не потребує спеціальних вимог та витрат.

Активність уреаз – важливий індикатор стану ґрунтів, який відіграє провідну роль у перетворенні азотовмісних сполук і характеризує процеси розщеплення у ґрунтах сечовини до аміаку, що є найважливішим біохімічним показником ґрунтів і джерелом азоту.

Дощові черв'яки – мешкають у верхніх шарах ґрунту, піддаються впливу токсикантів і характеризують перші стадії забруднення ґрунтів, вони дуже чітко реагують на природні та антропогенні зміни в різних точках урболандшафту й використовуються як метод фауністичної біоіндикації. У цей час в країнах Європи та Америці загальноприйнятою є практика дослідження токсичності забрудненого ґрунту на популяціях дощових черв'яків, які є найзручнішими

безхребетними для біоіндикації ґрунтів, оскільки знаходяться у постійному тісному контакті з часточками ґрунту.

Забруднюючі речовини із ґрунту потрапляють до організму черв'яка двома шляхами: через епітелій шляхом пасивної дифузії забруднюючих речовин із ґрунтового розчину і через травну систему.

На досліджуваних об'єктах нами визначено кількість та масу дощових черв'яків, їх видову приналежність та проведено цитогенетичне обстеження епітелію дощових черв'яків для оцінки екологічної ситуації за загальним мутагенним фоном. Ступінь забруднення ґрунту мутагенами характеризує чисельність клітин із мікроядрами, оскільки останні утворюються як результат патологічного мітозу.

Токсичність ґрунту – ґрунти є природними накопичувачами важких металів й основним джерелом забруднення суміжних середовищ та відбивають рівень багаторічного антропогенного впливу на довкілля в цілому. Важкі метали характеризуються низькою міграційною активністю в ґрунтах, добре депонуються, акумулюються у поверхневому шарі. Як правило, значна забрудненість ґрунтів спостерігається в межах промислових зон, звалищ побутового сміття, автомобільних доріг. Токсичні речовини накопичуються в ґрунті, що призводить до зниження його біологічної активності та поступових змін хімічного складу.

Важкі метали надходять у ґрунт у розчинній і нерозчинній формах оксидів і солей, розподіляються переважно у твердій фазі ґрунту та володіють вираженими загальнотоксичною й мутагенною діями на живі організми [2].

Рівень забруднення ґрунтів важкими металами визначався за такими критеріями: коефіцієнт концентрації хімічної речовини K_c і сумарний показник забруднення Z_c , оскільки забруднення зазвичай поліелементне. Коефіцієнт концентрації хімічної речовини K_c визначено відношенням фактичного вмісту забруднюючої речовини в ґрунті до її фонового вмісту.

Кількісний аналіз забруднення ґрунту проводився за наступними показниками: Fe, Cu, Co, Mn, Cd, Pb, Ni, Cr, Zn.

Перевагу в проведенні моніторингових досліджень ми надали дощовим черв'якам, оскільки їх наявність є однією з ознак родючості та розвитку екосистеми ґрунту, має позитивну практику застосування. Дощові черв'яки покращують структуру ґрунту, його хімічні, фізичні та біологічні властивості, тим самим оптимізують процеси мікробіологічної активності [6]. Проведення досліджень із дощовими черв'яками прості й зрозумілі, найбільше відповідають визначеним нами критеріям вибору показників моніторингу, дають максимум інформації при мінімальних трудовитратах тощо.

Комплексне використання результатів як аналітичних, так і біологічних досліджень дасть змогу розширити можливості для виявлення причинно-наслідкових зв'язків стану ґрунтів та факторів впливу на них, а також підвищити рівень ефективності системи оцінки стану ґрунтів.

ВИСНОВКИ

У результаті проведених досліджень нами було:

– встановлено, що для вдосконалення моніторингу ґрунтів урбоекосистеми м. Рівне необхідно запровадити комплексний підхід шляхом включення біологічної складової, яка є індикатором ранньої діагностики екологічного стану ґрунтів;

– запропоновано показники для проведення моніторингу ґрунтів урбоекосистеми міста, а саме: активність ферментів каталази, уреазі, целюлозолітична активність, морфометричні та цитогенетичні показники дощових черв'яків, токсичність ґрунту та обґрунтовано доцільність їх використання.

Також рекомендовано:

– розробити та впровадити в роботу єдиний перелік методик аналітичного контролю ґрунтів, обов'язкових до використання усіма суб'єктами системи моніторингової діяльності;

– створити уніфіковану систему оцінки інформації щодо стану ґрунтів;

– розробити комплексні програми моніторингу ґрунтів різного рівня;

– запровадити методи біоіндикації для ранньої діагностики стану ґрунтів урбоекосистеми;

– розширити співпрацю регіональних суб'єктів моніторингової діяльності з науковими установами, що займаються дослідженнями в цій галузі.

Комплексний підхід до проведення моніторингу ґрунтів дасть змогу використовувати біотичну складову ґрунту, яка є індикатором для оцінки рівня деградації ґрунту у природних екосистемах.

Література

1. Бурдин К. С. Основы биологического мониторинга / К. С. Бурдин. – М. : Издательство Московского университета, 1985. – 158 с.

2. Васильева Л. И. Формы тяжелых металлов в почвах урбанизированных и заповедных территорий / Л. И. Васильева, В. Б. Кадацький // Природопользование: Сб. науч. тр. – 1996. – Вып. 1. – С. 139.

3. Гришина Л. О. Організація та проведення ґрунтових досліджень для екологічного моніторингу // Л. О. Гришина, Г. М. Копцік, Л. В. Моргун. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 82 с.

4. Ёркина Н. В. Почвы как репрезентативный компонент экологического мониторинга урбосистемы / Н. В. Ёркина // Биологический вестник МГПУ имени Богдана Хмельницкого. – 2011. – Т. 1. – № 3. – С. 6–12.

5. Мотузова Г. В. Зміст, завдання і методи ґрунтово-екологічного моніторингу / Г. В. Мотузова // Ґрунтово-екологічний моніторинг і охорона ґрунтів. – М. : Издательство МГУ, 1994. – С. 80–104.

6. Самедов П. А. Вплив дощових черв'яків і мокриць на фізико-хімічні та поверхневі властивості ґрунтів / П. А. Самедов, Ф. Т. Надир // Ґрунтознавство. – № 8. – 1989. – С.109–115.

7. Хазиев Ф. Х. Ферментативная активность почв / Ф. Х. Хазиев // – М. : Наука, 1976. – С. 39–40.

Обоснование комплексных мониторинговых исследований урбоэдафотопов города Ровно. Мельник В. И., Стерник В. Н. – Проведен анализ мониторинговых исследований экологического состояния почв урбоэкосистемы г. Ровно, изучена несовершенная система их проведения и обоснована необходимость совершенствования мониторинга почв города.

Предложен комплексный подход к проведению мониторинговых исследований почв путем использования биоиндикационных методов, обоснован перечень индикаторов и целесообразность их применения.

Ключевые слова: мониторинг, биоиндикация, урбоэкосистема, экологическое состояние почв, активность ферментов.

Отримано 29.07.2015 р.