

СЕКЦІЯ 2

МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ ТА СУЧАСНІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ. ІНТЕГРОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ. ІННОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНІ ПРОЕКТИ З ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ УКРАЇНИ.

УДК 502.53:574.58; 504.45

Лукашов Д.В. (Україна, Київ)

ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНІЗМІВ-АКУМУЛЯТОРІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

Хімічне забруднення довкілля є актуальною проблемою сучасної людської цивілізації. На даний момент антропогенна діяльність набула глобальних масштабів. Наслідки забруднення можуть бути не очевидними або настільки віддаленими у часі, що в результаті відбувається порушення логічного причинно-наслідкового зв'язку між фактором впливу та відкликом екосистеми. В результаті проблема розуміння негативних наслідків забруднення є дуже широкою і не має простого однозначного трактування. Тому існує кілька підходів щодо розуміння самого терміну хімічного забруднення. Найбільш емним, на нашу думку, є визначення: *хімічне забруднення* – перевищення певної "норми" вмісту речовини (хімічного елементу) у компонентах навколишнього середовища, при якому проявляються негативні наслідки на рівні організму, популяції або екосистеми [1]. Таке визначення поєднує два критерії – критерій "норми", та критерій "патології".

Процес забруднення та наслідки для водних екосистем значно відрізняються від таких для наземних біогеоценозів. Основним результатом вивчення хімічного складу та властивостей водного середовища є встановлення відповідних критеріїв якості води. Проте, трактування змісту таких критеріїв є основною проблемою сучасної системи моніторингу. Так у діючому нормативному документі ДСТУ3041-95 зазначається, що критеріями якості води є характеристики складу та властивостей води, які визначають її придатність для конкретних видів водокористування. Проте, такий нераціональний господарський підхід до оцінки якості водного середовища призвів до значної деградації водних екосистем. Тому під якістю води пропонується розуміти такі параметри, за яких відбувається стійкий розвиток гідробіологічних компонентів екологічної системи [2].

На даний момент існують два основних підходи щодо визначення ступеня екологічних проблем водних екосистем:

- санітарно-гігієнічний – небезпечно для людини зниження якості питної води та санітарно-епідеміологічного забруднення водних об'єктів;
- екологічний – загроза деградації та порушення функцій відновлення основних біотичних компонентів водних екосистем.

Одним з перспективних напрямів екологічного моніторингу хімічного забруднення водних екосистем є використання організмів-аккумуляторів, які здатні активно накопичувати хімічні речовини (елементи) з довкілля [3]. Аналіз нормативної бази України та Росії показав, що є ряд діючих методик, в яких регламентовано використання організмів-аккумуляторів для визначення хімічного забруднення [4]. З новітніх вітчизняних методичних розробок слід згадати "Методику оцінки екологічних ризиків, що виникають при впливі джерел забруднення на водні об'єкти" [5]. Проте, у зазначених документах відсутні критерії оцінки рівнів акумуляції, що не дає можливості кількісно встановити рівень хімічного забруднення гідробіотів та екосистеми в цілому.

У представленій роботі запропоновано використовувати хімічний склад тканин гідробіотів-аккумуляторів важких металів як кількісний критерій забруднення водних екосистем. Як показано численними роботами, одними з найкращих організмів-аккумуляторів є прісноводні молюски. Критерієм екологічного нормування забруднення запропоновано використовувати фоновий вміст важких металів в організмі молюсків-аккумуляторів, який відповідає стану еколого-фізіологічного оптимуму організму.

Матеріали та методи. На підставі аналізу літератури та проведених попередніх досліджень з 178 видів прісноводних молюсків фауни України було обрано 4 види: 2 види двостулкових – *Unio tumidus* (Retz.), *Anodonta anatina* (L.), та 1 вид черевоногих молюсків – *Lymnaea stagnalis* (L.). Протягом 2002-2009 рр. було проаналізовано молюсків з водойм всіх основних фізико-географічних зон України. Двостулкові молюски відібрано з 47 станцій на річках басейнів р. Дніпро та р. Південний Буг. Для вивчення накопичення важких металів молюсками *L. stagnalis* в умовах малих водойм було досліджено 201 водойму (134 стави, 41 дрібна річка, 12 озер, 7 каналів, 6 дрібних водосховищ).

Вміст важких металів (Cu, Cd, Cr, Pb) проводили на за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометру С115-М1 (полум'я ацетилен-повітря, дейтерієвий коректор фону, комп'ютерно-аналітичного комплексу КАС-120).

Результати досліджень та їх обговорення. Основним концептуальним підходом, який здатний за допомогою аналізу хімічного складу організмів-акумуляторів вирішити питання щодо кількісної оцінки забруднення біотичних компонентів прісноводних екосистем важкими металами, є розрахунок фонових вмісту важких металів у їх тканинах. Під фоновим вмістом ми розуміємо концентрацію речовини (хімічного елемента) в організмі виду-акумулятора, яка визначається природними та глобальними антропогенними процесами, а її величина відповідає межах фізіолого-біохімічної норми організму. В основі сформульованого твердження лежить поняття гомеостазу та енергетичного оптимуму організму. Згідно цих положень організм існує в стані саморегуляції, здатності відкритої системи зберігати постійність свого внутрішнього стану шляхом скоординованих реакцій, спрямованих на підтримку динамічної рівноваги. Зміни хімічного складу навколишнього середовища (в певному діапазоні) призводять до адекватних змін хімічного складу тканин та органів в межах певної фізіологічної норми. Успішне застосування молюсків як біомоніторів забруднення базується на недосконалому їх систем регуляції мінерального обміну з одного боку та їх значній стійкості до надлишку накопичених важких металів.

Як і будь-яка емпірична величина фоновий вміст важких металів в організмі молюсків характеризується певним діапазоном величин з визначеними ймовірнісними межами: "фон" = "середнє значення" \pm "міра варіювання". Статистично значиме перевищення верхньої граничної межі фонових вмісту свідчить про надходження до організму-біомонітору додаткової кількості речовини (хімічного елемента), що відображає явище забруднення. Для визначення фонових вмісту важких металів необхідно проаналізувати мінливість та розрахувати нормальний вміст важких металів в організмі виду-акумулятора в умовах незабруднених або слабозабруднених екосистем, в яких адаптаційні системи здатні компенсувати природні коливання екологічних факторів.

Було проведено порівняльний аналіз діапазонів фонових величин вмісту металів у тканинах молюсків, розрахованих різними методами (арифметичне середнє, геометричне середнє та медіана). Встановлено, що найбільшою ефективністю щодо виявлення районів, в яких молюски мешкали в умовах забруднення, характеризується фоновий діапазон вмісту важких металів, розрахований як абсолютне відхилення медіани ($Me_x \pm 2MAD$). Таким чином, статистично значиме перевищення величини верхньої фонові межі вмісту металів в організмі молюсків-акумуляторів ($Me_x + 2MAD$) запропоновано використовувати як критерій забруднення біотичних компонентів прісноводних екосистем (табл. 1).

Таблиця 1 – Узагальнений фоновий вміст важких металів (мг/кг сухої речовини) у м'яких тканинах молюсків з прісних водойм України

МЕТАЛ	Середній фоновий міст, мг/кг	Нижня межа фону, мг/кг	Верхня межа фону, мг/кг
1	2	3	4
<i>A.anatina</i>			
Cu	4,5	2,8	6,1
Pb	0,4	<0,01	0,8
Cd	0,25	0,01	0,52
Cr	3,7	1,6	5,7
<i>U.tumidus</i>			
Cu	6,2	3,9	8,5
Pb	0,82	0,18	1,45
Cd	0,45	0,01	1,02
Cr	5,6	2,7	8,5
<i>L.stagnalis</i>			
Cu	11,8	4,7	22,5
Cd	0,52	0,26	0,90
Cr	3,5	1,6	6,7

Порівняння величин вмісту важких металів у молюсках з водойм України з розрахованими фоновими рівнями дозволило ідентифікувати окремі водойми, ділянки їх акваторій та цілі регіони, в межах яких водні екосистеми характеризуються підвищеним вмістом ряду металів у біотичних компонентах.

За цим показником районами підвищеного накопичення металів у двостулкових молюсках є ділянки середньої та нижньої течії річок Дніпро та Південний Буг, розташовані поблизу великих промислових центрів. Так, навіть на значному віддаленні від м.Києва у Канівському водосховищі має місце підвищений вміст всіх досліджених металів у тканинах двостулкових молюсків (наприклад для *A.anatina* $Cu_{4,7}Fe_{3,7}Co_{1,4}Ni_{1,3}Cd_{2,7}Zn_{1,2}Cr_{3,4}Mn_{1,1}$). Виявлене забруднення Канівського водосховища, найбільш ймовірно, обумовлено надходженням до басейну р.Дніпро неочищених або недостатньо очищених стоків підприємств м.Києва та Київської області.

Молюски *L.stagnalis* з екосистем малих водойм Закарпаття та Прикарпаття характеризувалися перевищенням фонових вмісту Cd, Zn, Cr, Cu, Mn (рисунк); південної та східної України – Cd, Cr, Mn;

центральної України – Cu, Mn, північно-західної – Fe. Співставлення розташування районів підвищеного накопичення Cu та Cr у тканинах *L.stagnalis* з показниками ступеню забруднення поверхневих вод України (за індексом сумарного забруднення) та розподілу щільності населення показало помітний збіг районів за максимальними показниками (рис.1). Зазначені хімічні елементи можуть надходити до водойм у складі побутово-господарських стоків, поверхневого змиву з території сільгоспугідь та застосуванні лікарських препаратів та добрив у рибництві.

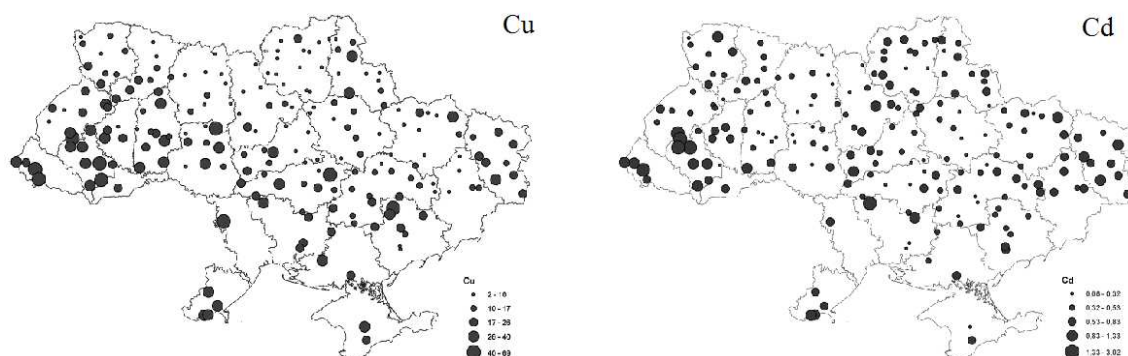


Рис. 1. Вміст міді та кадмію у тканинах молюсків *L. Stagnalis* з малих водойм України

Таким чином, молюски-акумулятори важких металів є цінним об'єктом екологічного моніторингу забруднення прісноводних екосистем важкими металами. У фауні України такими молюсками є *A.anatina*, *U.tumidus*, які дозволяють досліджувати великі проточні екосистеми; і *L.stagnalis*, який дозволяє відстежувати стан забруднення малих водойм. Вони здатні акумулювати високі рівні вмісту металів, що відображують ступінь забруднення біотичних компонентів екосистеми.

Висновки. На підставі проаналізованого матеріалу запропоновано новий методологічний підхід щодо екологічного нормування забруднення водних екосистем важкими металами із застосуванням видів-акумуляторів, який ґрунтується на концепції фонового стану біосистеми як критерію екологічної норми. Фоновий рівень вмісту важких металів в організмі виду-акумулятора запропоновано використовувати як екологічний критерій визначення ступеня забруднення водних екосистем. Перевищення такого фонового рівня свідчить про надлишкове надходження металу з навколишнього середовища до організму-акумулятора. Причому основною перевагою фонових рівнів як екологічних нормативів є те, що їх перевищення реєструється до моменту появи в екосистемі патологічних процесів деградації, тоді як традиційні методи еколого-аналітичного контролю та методи біоіндикації, які ґрунтуються на концепції гранично допустимого впливу, лише встановлюють сам факт забруднення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Реймерс Н.Ф. Природопользование / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 640 с.
2. Шитиков В.К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В.К.Шитиков, Г.С.Розенберг, Т.Д.Зинченко – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
3. Романенко В.Д. Основы гидроэкологии / В.Д. Романенко. – К.: Генеза, 2004. – 664 с.
4. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия / [сост. Н.Г.Рыбальский, Н.П.Морозов, В.Н.Кузмич и др.]. – Приказ Минприроды РФ 30.11.1992. – 51 с.
5. Афанасьев С.А. Методика оценки экологических рисков, возникающих при воздействии источников загрязнения на водные объекты / С.А.Афанасьев, М.Д.Гродзинский. – К.: АйБи, 2004. – 60 с.

УДК 351.861

Мяновська М.Б. (Україна, Житомир), Мальований М.С. (Україна, Львів)

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ПРОВЕДЕННЯ МОНІТОРИНГУ ВПЛИВУ ЗВАЛИЩ ТВЕРДИХ ПБУТОВИХ ВІДХОДІВ НА ДОВКІЛЛЯ

Актуальність питання. Екологічний моніторинг довкілля є сучасною формою реалізації процесів екологічної діяльності за допомогою засобів інформатизації, який забезпечує регулярну оцінку і прогнозування стану середовища життєдіяльності суспільства та умов функціонування екосистем для прийняття управлінських рішень щодо екологічної безпеки, збереження природного середовища та раціонального природокористування.

Процес моніторингу і оцінки стану довкілля розглядається як послідовність взаємопов'язаних дій, що починається з визначення інформаційних потреб і закінчується використанням отриманого інформаційного продукту. Оцінка отриманої інформації може привести до встановлення нових потреб або до перегляду