

*Дячок С.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технологія захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Демчук Л.І.  
к.пед.наук, доцент кафедри екології та  
природоохоронних технологій  
Державний університет "Житомирська політехніка"  
ke\_dlm@zti.edu.ua*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СОЛЕЙ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ДЕЯКІ ВИДИ ПРІСНОВОДНИХ ГІДРОБІОНТІВ**

Ще понад півстоліття тому, коли масштаби промислового виробництва відрізнялися від сучасних, В.І. Вернадський звернув увагу на людське суспільство, як на потужну "геологічну силу" планети (Вернадський, 1989). Зараз геохімічна діяльність людини, що стрімко наростає, створює техногенну міграцію елементів (Христофорова, 1989).

Охорона довкілля на сьогодні - це багатопланове й актуальне завдання сучасності.

Природне середовище не справляється зі збільшеним потоком хімічних речовин, унаслідок чого відбувається їх надмірне накопичення в біосфері. По суті, всі антропогенні впливи - чи торкаються вони літосфери, атмосфери, ґрунту або урбанізованого середовища - так чи інакше, виходять на гідросферу через атмосферні опади, ґрунтовий стік, міграцію підземних вод та інші процеси, пов'язані з кругообігом води. Тому найважливішим показником якості середовища проживання є ступінь чистоти поверхневих вод та їхніх компонентів (Брагинський, 1998).

Важкі метали визнані пріоритетними забрудниками біосфери, щораз вищих значень набувають техногенні мікроелементози: збільшення концентрації солей важких металів зустрічається в багатьох регіонах України (Гонський Я. І. зі співавт., 2006; Антоняк Г. Л., 2010; Маменко О. М. зі співавт., 2015; Снітинський В. В., 2019; Лавришин Ю. Ю., Гутий Б. В., 2019).

Тривале надходження в організм тварин важких металів, навіть у малих концентраціях, спричиняє низку токсичних ефектів, впливаючи на різні органи і системи (Brzóška M. M., 2002; Назарук Н. В., 2012; Гордієнко В. В., 2018).

Важкі метали є на сьогоднішній день одними з найпоширеніших і найнебезпечніших забруднювачів довкілля. Значною мірою це пов'язано з біологічною активністю багатьох із них (Будников, 1998). Особливо гострою проблемою є забруднення природних прісних вод важкими металами, для яких у воді не існує надійних механізмів самоочищення: вони лише перерозподіляються в екосистемах, взаємодіючи з організмами різних трофічних рівнів і залишаючи видимі або невидимі наслідки. Вивчення елементного складу гідробіонтів дає змогу розв'язати низку питань екологічного, фізіологічного та практичного характеру (Перевозников, Понаморенко, 1991).

Безумовно, ступінь токсичності того чи іншого металу може бути встановлено лише шляхом біотестування. Однак результати численних досліджень показують, що дані біотестування і прямого визначення концентрації вільних (гідратованих) іонів нерідко збігаються або дуже близькі. Останнє свідчить про те, що токсичність металів у водному середовищі визначається головним чином цією формою їх знаходження (Лінник, Щербань, 1999).

Гідрофіти інтенсивно поглинають біогенні елементи, мінеральні та органічні речовини, накопичують іони важких металів і радіонукліди, виступають у ролі мінералізаторів і детоксикантів, а також біофільтрів пестицидів і нафтопродуктів. Здатність вищих водних рослин накопичувати речовини в концентраціях, що перевищують фонові значення, зафіксовані в навколишньому середовищі, зумовила їхнє використання в системі моніторингу та контролю стану довкілля (Власов, Гигевич, 2002).

Риби займають верхній рівень у трофічній системі водойм. Іони міді, цинку, кадмію надходять до їхнього організму переважно з їжею, проте в умовах дефіциту мікроелементів у їжі та високої концентрації важких металів у воді надходження з водою також відіграє значну роль (Вугу, 2003).

Водні об'єкти надають неповторності, покращують екологічний стан, слугують важливим рекреаційним ресурсом, а також елементом ландшафтного дизайну. Однак тривале їх господарське використання призвело до забруднення практично всіх водойм і навіть знищення цілих водних екосистем. Серед основних забрудників води та осадів важкі метали відзначаються персистентністю, токсичністю та здатністю мігрувати у трофічних ланцюгах, що створює небезпеку для існування гідробіонтів та для людини. Така ситуація викликає тривогу у суспільстві, адже кияни хочуть проживати біля чистих водойм, придатних для відпочинку, купання та риболовлі.

Важкі метали (ВМ) потрапляють у природні водойми головним чином з промисловими, сільськогосподарськими і побутовими стічними водами (внаслідок видобутку руд та горючих корисних копалин, виплавки чавуна і сталі, внесення добрив і т.п.).

Найбільше забруднюють водойми такі метали, як Zn, Cu, Mn, Fe, Co, Pb, Cd, Hg, Ni та Cr. Зокрема, у Канівському водосховищі в середньому міститься Cu (II) 17,2 – 32,5 мкг/дм<sup>3</sup>, Zn (II) 6,8–43,5 мкг/дм<sup>3</sup>, Pb (II) 1,9–7,5 мкг/дм<sup>3</sup>, Al(III) 7,0–127,3 мкг/дм<sup>3</sup>, Mn (II) 14,8–450 мкг/дм<sup>3</sup>, Fe (III) 132–345 мкг/дм<sup>3</sup>.

На відміну від органічних забруднюючих речовин, важкі метали не підлягають деструкції і біодеградації, а лише перерозподіляються між окремими компонентами водних екосистем: водою, донними відкладами, біотою.

При надходженні у водойми сполуки важких металів включаються у внутрішньоводоймні процеси і мігрують по компонентах водних екосистем: вода, завислі речовини (мінеральні та органічні), донні відклади.

Серед факторів, що впливають на живі організми, важкі метали посідають особливе місце, оскільки вони є найбільш широко поширеними токсикантами для багатьох форм життя. За класифікацією М.Ф.Реймерса (1980), важкі метали варто вважати хімічними елементами з густиною більше 8 г/см<sup>3</sup>: Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Hg. За Д.С. Орловим (1985, 2005) до важких металів відносяться хімічні елементи з атомною масою більше 50 (V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi та ін.). Для них є характерна висока біологічна активність, здатність затримуватися в організмі, поширеність і легкість перенесення в навколишньому середовищі.

З екотоксикологічної точки зору, іони важких металів не зникають з біологічного кругообігу, їх токсичність не зменшується, а навпаки, по мірі збільшення концентрації зростає. Вони мають високу кумулятивну спроможність, тому їх небезпека полягає в можливих віддалених наслідках, які можуть бути ініційовані або спровоковані опосередкованим впливом накопичення металів.

Майже всі процеси в життєдіяльності організмів різних рівнів організації відбуваються за участю води. Саме вода є надзвичайно важливою складовою природи. Але людина своєю згубною діяльністю забруднює її та змінює природний склад. У малі та великі ріки, водоймища потрапляють шкідливі промислові або радіоактивні відходи, які змінюють умови розкладу органічних речовин, збільшують концентрацію азоту, фосфору, металів, отрутохімікатів.

Це значно погіршує якість води, вона втрачає природний колір, смак, загальний іонний склад. Забруднення водойм хімічними та радіоактивними речовинами суттєво впливає на різке зменшення кількості прісної води, придатної для вживання. До найбільшого забруднення водойм призводять викиди теплових та атомних електростанцій, хімічних та металургійних виробництв. При цьому збільшується вміст у воді наступних елементів: ртуті, нікелю, міді, кадмію, цинку, хрому, а також органічної сполуки – фенолу.

Забруднюючі речовини (забрудники) – це сполуки, які надходять у навколишнє середовище або утворюються у ньому у кількостях, що виходять за межі звичайної наявності – граничних природних коливань або середнього природного фону. Вони, як правило, викликають негативні зміни якості середовища і захворювання або загибель живих організмів, які його населяють.

Форми важких металів у водному середовищі залежать від низки фізикохімічних рівноваг, з-поміж яких варто виділити:

- реакції утворення комплексів;
- реакції гідролізу;
- реакції окислення і відновлення;
- процеси адсорбції і десорбції;
- реакції витиснення і розчинення.

У більшості спостережених випадків після розчинення у воді іони металів виступають у вигляді гідрат-іонів, що є комплексними акваіонами, наприклад, іон заліза у вигляді  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+3}$ . Часточки води, які виконують роль слабких лігандів, заміщуються більш сильними лігандами, що присутні у складових компонентах природних вод або у їхніх забруднювачах. Оскільки аквакомплекси є так званими лабільними комплексами, швидкість заміщення лігандів є значною. За проміжок часу менший ніж 1 хв настає повне заміщення лігандів у сфері координації іону металу.

Таким чином, трансформація важких металів здійснюється тільки у напрямку міжфазових взаємодій. Основними процесами, в яких задіяні метали у водоймі, вважають осадження, співосадження, сорбцію-десорбцію, акумуляцію і комплексоутворення.

#### Список використаних джерел

1. Демчук Л.І., Єльнікова Т.О., Пацева І.Г., Уваєва О.І. Океанологія з основами океанографії: навч. посібник. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2022. 250 с.
2. L.I. Demchuk, I.H. Paseva, O. I. Uvaeva. History of the development of scientific and pedagogical education system in Ukraine: колективна монографія. Scientific monograph. Riga, Latvia: “Baltija Publishing”, 2022. 486 с.
3. Пацева І.Г., Алпатова О.М., Демчук Л.І., Кірейцева Г.В., Левицький В.Г. Сучасний стан навколишнього природного середовища в умовах впливу війни. Екологічні науки : науково-практичний журнал. 2022. Вип. 4 (43). С.19-22.