УДК 504.5:546.3/.9:581.526.3:574.21(477.84-25)

ОЦІНКА БІОІНДИКАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ *ACORUS CALAMUS* ТА *TYPHA LATIFOLIA* ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ВОДІ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Корнієнко А. Ю., Грубінко В. В.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені+Володимира Гнатюка
E-mail: arkorniienko@gmail.com

Екологічний стан Тернопільського водосховища зумовлений природними та антропогенними чинниками, зокрема забрудненням мікроелементами. Їхня біоакумуляція та токсичність спричиняють мутагенну дію та пригнічення біохімічних процесів у водних організмів.

Надходження мікроелементів у водойму має багатофакторний характер. Серед основних антропогенних джерел: викиди транспорту, скидання відходів, використання добрив та пестицидів. Оскільки урбанізована територія басейну, що включає м. Тернопіль та р. Серет, значну роль у формуванні екологічного стану відіграє техногенне навантаження.

За результатами попередніх досліджень було зафіксовано перевищення ГДК для марганцю (Mn) – у 2,6–6,1 рази, для заліза (Fe) – у 3,7 разів, для цинку (Zn) – у 2,7 разів.

Вторинне забруднення водойм металами спричиняють гідрохімічні чинники, біогеохімічне метилювання та вивільнення з донних відкладів чи органічних сполук. Сорбція завислими речовинами з подальшим осіданням створює у бенталі довготривалий резерв накопичених металів [3].

Макрофіти – ефективні біоіндикатори стану водойм. Завдяки прикріпленому способу життя та великій поверхні контакту вони інтенсивно накопичують метали в концентраціях, що значно перевищують рівень у воді. Це дозволяє оцінювати забруднення в динаміці, на відміну від разових гідрохімічних аналізів [4].

Практична цінність макрофітів полягає у видоспецифічності накопичення елементів, що дозволяє оцінювати різні типи

забруднень. Крім того, вони легкодоступні, мають широкий ареал і придатні для лабораторних досліджень [4].

Лепеха звичайна (*Acorus calamus*) та рогіз широколистий (*Typha latifolia*) – типові гелофіти, придатні для аналізу концентрацій забруднювачів через біоіндикацію завдяки інтенсивній акумуляції мікроелементів. Кореневища лепехи мають тісний контакт із донними відкладами, що забезпечує переважно ризосферний шлях надходження металів [2]. Рогіз широколистий характеризується високими темпами росту та розвиненою аеренхімою, що дозволяє регулювати окисно-відновні умови в прикореневій зоні. Ці властивості сприяють ефективному поглинанню цинку (Zn), міді (Cu) та свинцю (Pb) коренями й надземними органами [1].

Аналіз розподілу мікроелементів у різних органах лепехи та рогозу в екосистемі Тернопільського водосховища свідчить про виражену органоспецифічність їх акумуляції. Це важлива ознака потенціалу використання цих видів як біоіндикаторів. Найбільш контрастний розподіл характерний для заліза (Fe), марганцю (Mn), цинку (Zn), міді (Cu), нікелю (Ni) та молібдену (Mo), які демонструють різну інтенсивність накопичення залежно від функціональної ролі органів рослин.

У цих вищих водних рослинах спостерігається тенденція до накопичення мікроелементів переважно у підземних органах. Зокрема, вміст заліза в коренях досягає найвищого значення до 123 мг/100 г, водночас у листках він суттєво нижчий і варіюється в межах 2,3–33 мг/100 г. Аналогічна закономірність спостерігається для марганцю (до 37 мг/100 г у коренях проти 5–22 мг/100 г у листках), цинку (до 8,6 мг/100 г у коренях) та міді (до 1,5 мг/100 г). Це вказує на домінування ризосферного шляху надходження мікроелементів і виражену бар'єрну функцію, яка обмежує перенесення токсикантів до надземних органів.

У листках зафіксовано нижчі рівні концентрації більшості мікроелементів, проте в окремих випадках спостерігається відносне накопичення рухомих форм, зокрема нікелю (до 0,13 мг/100 г) та молібдену (0,055–0,073 мг/100 г). Це свідчить про їхню активну участь у метаболічних процесах фотосинтезуючих органів.

Встановлено, що концентрація свинцю (Pb) в усіх органах рослин була нижчою за межу виявлення (<0,03 мг/100 г), що може свідчити про низький рівень забруднення середовища в місцях відбору зразків або про обмежену біодоступність цього елемента.

Проведені дослідження в екосистемі Тернопільського водосховища підтверджують високий потенціал лепехи звичайної та рогозу широколистого як біоіндикаторів стану прісноводних екосистем. Ці макрофіти проявляють значну чутливість до забруднювачів, зокрема за підвищених концентрацій мікроелементів у середовищі. Здатність рослин акумулювати метали у концентраціях, що суттєво перевищують їхній вміст у воді, дозволяє проводити оцінку рівня антропогенного навантаження. Високі темпи росту та інтенсивний метаболізм гелофітів, до яких належать рослини, що досліджувались, сприяють ефективній біоакумуляції контамінантів. За результатами аналізу встановлено виражену органоспецифічність: найбільш інтенсивне накопичення елементів відбувається у підземних органах, які водночас виконують функцію бар'єру, що обмежує їхню транслокацію до надземної частини.

Список літератури

1. Mamine N. Determination of the toxic effects of heavy metals on the morpho-anatomical responses of the leaf of typha latifolia as a biomonitoring tool. *Plants.* 2024. Т. 13, № 2. С. 176. URL: https://doi.org/10.3390/plants13020176.
2. Nantiyagul Y., Rerksngarm T., Charoenying T. Enhanced bioactive compound recovery, heavy metal reduction, and antifungal activity of acorus calamus extracts obtained by optimized supercritical CO_2 extraction. *Journal of the Medical Technologist Association of Thailand*. 2026. Т. 54, № 1. URL: https://www.researchgate.net/publication/404224186
3. Prokopchuk O., Hrubinko V. Heavy metals in the small rivers of Ternopil region under different types of anthropogenic pressure. *Biosystems diversity.* 2016. Т. 24, № 1. С. 173–181. URL: https://doi.org/10.15421/011621.
4. Ribeiro C., Almeida A., Couto C. The Aquatic macrophytes as bioindicators of heavy metals contamination in estuarine

ecosystems. *Scientific letters*. 2022. Т. 1, № 1. URL: https://doi.org/10.48797/sl.2022.17.

УДК [574.5:581.526.323] (285.3)

ТАКСОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІКРОФІТОБЕНТОСУ МАЛИХ РІЧОК МЕГАПОЛІСУ

Ларіонова Д. П.

Інститут гідробіології НАН України
E-mail: gipoteca@gmail.com

Гідроекосистеми водотоків, розташованих у межах м. Києва, зазнають дії багатофакторного антропогенного навантаження, що впливає на структурні показники різних екологічних угруповань гідробіонтів, зокрема, мікрофітобентосу − важливого компоненту гідробіоти, що приймає участь у формуванні якості води, біопродуктивності водних об'єктів, становить невід'ємну складову їх біологічного різноманіття. Таксономічна структура і видовий склад є однією з важливих характеристик мікрофітобентосу, яка відображає особливості його реакції на антропогенний вплив. До теперішнього часу мікрофітобентос малих річок мегаполісу залишався маловивченим.

Метою роботи було визначення таксономічної структури і видового багатства таких малих річок міста Києва як Горенка, Нивка, Сіверка і Сирець.

Дослідження проводили протягом весняно-осіннього періоду 2015 р. Проби відбирали мікробентометром МБ-ТЄ у трьох повторностях, камеральну обробку та опрацювання виконували за загальноприйнятою методикою [3].

Своєрідність річок Нивка і Сирець, розташованих в західній та південно-західній частинах міста, полягає у переважанні незначних глибин (0,1-1,3 м), суттєвій трансформації русел (бетонні колектори, численні стави), протіканні територією з приватною та багатоповерховою забудовами. Санітарні зони уздовж берегових ліній відсутні. Як наслідок, у руслі та на берегах спостерігається велика кількість побутового і будівельного сміття [4]. Русло р. Сіверки проходить південною околицею міста, його