

О.Е. Каглян¹, Д.И. Гудков¹, В.Г. Кленус¹, З.О. Широкая¹, В.О. Ткаченко², Н.А. Поморцева¹, Л.П. Юрчук¹, О.Б. Назаров³

¹Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

²Институт зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины, Киев

³Государственное специализированное научно-производственное предприятие «Чернобыльский радиоэкологический центр» МЧС Украины, Чернобыль

РАДИОНУКЛИДНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ИХТИОФАУНЫ ВОДОЕМОВ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ

Приведены результаты исследований радионуклидного загрязнения органов и тканей рыб различных экологических групп водоемов Чернобыльской зоны отчуждения.

Ключевые слова: ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs, водные экосистемы, Чернобыльская зона отчуждения, рыбы

О.Е. Kaglyan¹, D.I. Gudkov¹, V.G. Klenus¹, Z.O. Shiroka¹, V.O. Tkachenko², N.A. Pomortseva¹, L.P. Yurchuk¹, O.B. Nazarov³

¹ Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

² I.I. Schmalhausen Institute of Zoology of NAS of Ukraine, Kyiv

³ State Specialized Enterprise «Chornobyl radioecology center», Chornobyl, Ukraine

RADIONUCLIDE CONTAMINATION OF REPRESENTATIVES OF FISHES' OF RESERVOIRS OF CHERNOBYL AREA OF ALIENATION

The results of studies of radioactive contamination of fishes' organs and tissues of different ecological groups in water bodies within the Chornobyl exclusion zone have presented. The increase of ⁹⁰Sr specific activity in fish of closed water bodies have registered.

Key words: ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs, water ecosystems, Chornobyl area of alienation, fishes

УДК (504.06:543.423.1)581.6

Л.С. КІПНІС, О.М. КОЦАР, Т.І. ЛЕКОНЦЕВА, М.В. МІРОШНІЧЕНКО,
Л.В. ПШЕГАЛІНСЬКА, Н.А. ПЕРЕТЯТЬКО

Інститут гідробіології НАН України

пр-т Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210

РОЛЬ ОЧЕРЕТУ ЗВИЧАЙНОГО ТА РОГОЗУ ВУЗЬКОЛИСТОГО В УТИЛІЗАЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ПРИ ОЧИЩЕННІ СТІЧНИХ ВОД

Досліджували ефективність застосування біоплато з вищими водними рослинами для доочистки стічних вод. Показано роль очерету звичайного (*Phragmites australis*) і рогозу вузьколистого (*Typha angustifolia*) в утилізації важких металів.

Ключові слова: стічні води, біоплато, вищі водні рослини, важкі метали, коефіцієнт накопичення

В умовах урбанізації та зростання споживання питної і технічної води утворюється значна кількість стічних вод, що часто потрапляють до природних водойм без належного очищення. Ця проблема тісно пов'язана з розробленням методів покращення якості природних вод та вдосконалення існуючих технологій очистки забруднених різного походження.

Згідно даних Всесвітньої організації здоров'я друге місце за ступенем небезпеки посідають важкі метали (ВМ), поступаючись пестицидам і значно випереджаючи такі широко відомі забруднювачі, як диоксид карбону і сірки. Багато дослідників вважають, що важкі метали належать до забруднюючих речовин, спостереження за якими обов'язкові у всіх середовищах [13].

У водних екосистемах біогеохімічна міграція важких металів здійснюється за безпосередньою участю водних організмів, що суттєво впливає на їх вміст у водному середовищі [12]. Зокрема, вищі водні рослини (ВВР) в процесі життєдіяльності поглинають ВМ як з води, так і з донних відкладів. Вони мають відносно тривалий життєвий цикл, а деякі з них можуть існувати у середовищі при дуже високих концентраціях ВМ [2, 11]. Завдяки значній ролі ВВР в процесах самоочищення водних екосистем, вони також знайшли широке застосування у гідрофітних інженерних спорудах „біоплато”, які використовуються для очищення господарсько-побутових,

виробничих стічних вод та забрудненого поверхневого стоку у комплексі з спорудами фізико-хімічного і біологічного очищення [14].

У зв'язку з цим метою даної роботи було дослідження здатність ВВР у складі біоплато утилізувати важкі метали з стічної води.

Матеріал і методи досліджень

Дослідне біоплато є інженерною гідрофітною спорудою гідропонного типу, що поєднує основні елементи доочистки стічних вод з використанням ВВР та іммобілізованої на інертному субстраті мікрофлори. Ланка ВВР, які виступають едифікаторами штучного гідробіоценозу, була представлена очеретом звичайним (*Phragmites australis* (Cav.) ex Steud)) та рогузом вузьколистим (*Typha angustifolia* (L.)). Досліджували ефективність роботи біоплато в системі очисних споруд центру з обслуговування вантажних автомобілів “Volvo Ukraina”. Оцінку якості очищення стічних вод проводили за гідрохімічними показниками: N-NH₄⁺ (мг/дм³) [4], N-NO₂⁻ (мг/дм³) [5], N-NO₃⁻ (мг/дм³) [6], P-PO₄³⁻ (мг/дм³) [7], ХСК (мгО₂/дм³) [8], БСК₅ (мгО₂/дм³) [9]; вміст важких металів (мкг/дм³) визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії [1]. Проби води відбирали на вході та виході з біоплато у травні, червні, вересні та жовтні 2009 року. Біологічний стан рослин оцінювали за морфометричними показниками [10]. Підготовку зразків макрофітів для визначення вмісту важких металів проводили згідно [12]. Коефіцієнт біологічного накопичення ВМ розраховували згідно [3]. Як контрольні використовували рослини з Оболонської затоки.

Результати досліджень та їх обговорення

Гідрохімічний контроль якості очищення стічних вод автоцентру “Volvo Ukraina” за допомогою фізико-хімічних та біологічних методів показав досить високу ефективність роботи очисних споруд. Однак, наявність залишкових концентрацій забруднювачів різної хімічної природи, включно й важких металів, вказує на необхідність їх подальшого вилучення з стічної води.

З метою доочищення зворотних вод автоцентру нами було проведено оцінку ефективності роботи біоплато за гідрохімічними показниками. Отримані дані показали, що в стічній воді після проходження біоплато з значно знижувався вміст не тільки органічних речовин, сполук мінерального азоту та фосфору (табл. 1), але й важких металів. Як видно з даних табл. 2, при проходженні стічних вод через гідробіоценоз рослин і мікроорганізмів вміст Ni знизився на 66,7%, Zn – 66,7, Pb – 93,8, Cu – 88,0, Mn – 91,8%. Допустимі концентрації скиду (ДСК_{міськ. каналіз.}) у міську каналізацію перевищував лише марганець. Враховуючи те, що відповідно до вимог ДСТ 17.4.1.02-83 “Класифікація хімічних речовин для контролю забруднення” за ступенем небезпеки свинець та цинк відносяться до I класу, мідь і нікель – II класу, марганець – III класу, останній є найменш токсичним металом.

Таблиця 1

Ефективність роботи біоплато при очищенні зворотних вод автоцентру “Volvo Ukraina”

Період дослідження	Ефективність очищення за показниками якості, %					
	БСК ₅	ХСК	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₂ ⁻	N-NO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻
Літо	16,7	21,7	28,0	83,4	18,0	12,1
Осінь	30,0	20,5	71,0	50,0	25,5	36,5

Таблиця 2

Вміст важких металів у стічній воді до і після проходження біоплато

Показники	Важкі метали, мг/дм ³					
	Ni	Co	Zn	Pb	Cu	Mn
Вхід на біоплато	0,30	0,08	2,40	1,60	0,25	25,50
Вихід з біоплато	0,10	0	0,80	0,10	0,03	2,10
ДСК _{міськ. каналіз.}	0,60	0	0,90	0,10	0,30	0,68

Зниження вмісту ВМ у стічній воді обумовлено підвищеною здатністю ВВР в процесі життєдіяльності утилізувати з водного середовища ВМ, внаслідок чого за вегетаційний період в біоплато накопичувалась значна їх кількість. Як відомо, здатність до акумуляції мікроелементів у різних водних рослин неоднакова, що характеризується коефіцієнтом біологічного накопичення. Досліджувані нами очерет звичайний та рогуз вузьколистий відносяться до видів ВВР, які проявляють значні адаптаційні можливості в умовах комплексного забруднення водного середовища. Згідно одержаних даних за рівнем накопичення ВМ у біомасі макрофітів виявлено

кількісне переважання свинцю, марганцю та цинку (рис.). Величини накопичення металів рослинами розміщуються наступним чином: для очерету звичайного – Pb>Mn>Zn; для рогузу вузьколистого – Pb>Zn>Mn. Найбільшим коефіцієнтом біологічного накопичення характеризувався свинець, який потрапляє у стічні води з паливомасляними речовинами, що використовуються при обслуговуванні автотранспорту.

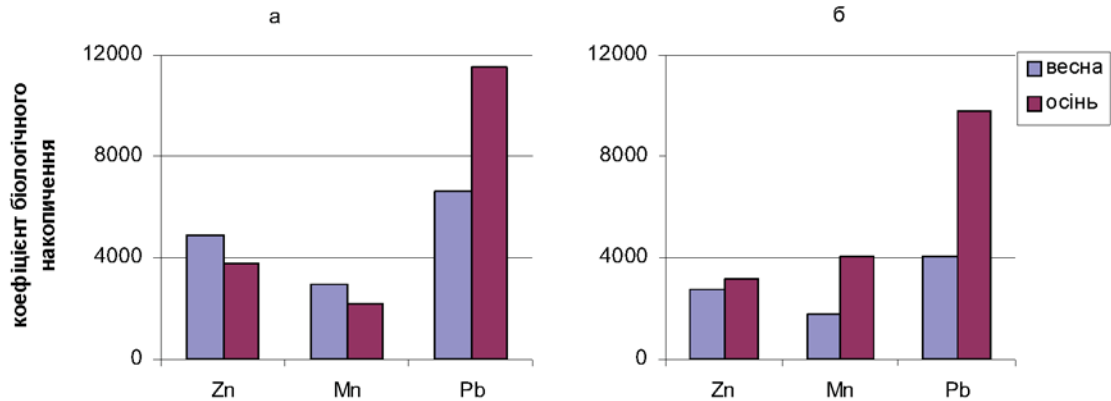


Рис. Коефіцієнт біологічного накопичення важких металів очеретом звичайним (а) та рогузом вузьколистим (б)

Порівняння стану ВБР з біоплато та Оболонської затоки (контроль) за морфометричними характеристиками (табл. 3) засвідчило, що щільність рослин і максимальна довжина стебла очерету з біоплато були відповідно на 43,7% та 33,3% вищі, ніж у рослин контрольної групи. При цьому переважаюча довжина стебла у рослин з біоплато також значно перевищувала даний показник в контролі і становила відповідно 110–120 см та 70–80 см. Відхилень у рості та розвитку макрофітів не виявлено. Збільшення параметрів кількісного розвитку очерету звичайного у складі біоплато обумовлено значною кількістю поживних речовин і більш високою температурою стічних вод та вказує на підвищену метаболічну активність рослин в цих умовах.

Таблиця 3

Морфометричні показники очерету звичайного

Показники	Місце відбору проб	
	Біоплато автоцентру "Volvo Ukraina"	Оболонська затока (контроль)
Щільність рослин, шт/м ²	80±10	45±10
Довжина стебла, см	140±10	100±10

Висновки

Штучно створений біоценоз з ВБР (очерет звичайний (*Phragmites australis* (Cav.) ex Steud), рогуз вузьколистий (*Typha angustifolia* (L.) та мікроорганізмів-деструкторів характеризується високою ефективністю відновлення якості забруднених вод центру з обслуговування автотранспорту. В умовах значної кількості поживних речовин спостерігається стимулювання росту макрофітів та акумуляція ВМ в рослинній біомасі. Найбільшими коефіцієнтами біологічного накопичення для обох видів ВБР характеризувалися свинець, цинк та марганець з значним переважанням свинцю. При цьому, рогуз вузьколистий порівняно з очеретом звичайним виявився ефективнішим для утилізації ВМ з стічних вод.

1. *Атомно-абсорбционное* определение тяжелых металлов: [Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши]. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – С. 247–274.
2. *Кадукин А.И.* Аккумуляция железа, марганца, цинка, меди и хрома у некоторых водных растений / А.И. Кадукин, В.В. Красинцева, Г.И. Романова / Гидробиол. журн. – 1982. – №1. – С. 79–82.
3. *Лукина Л.Ф.* Физиология высших водных растений / Лукина Л.Ф., Смирнова Н.Н. – К.: Наук. думка, 1988. – 188 с.
4. *Методика* фотометричного визначення амоній-іонів з реактивом Неслера в стічних водах: КНД 211.1.4.030-95.– [Чинний від 1995-07-01]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, 1995. – 9 с. – (Керівний нормативний документ).

5. *Методика* фотометричного визначення нітрит-іонів з реактивом Гріса в поверхневих та очищених стічних водах: КНД 211.1.4.023-95. – [Чинний від 1995-07-01]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, 1995. – 10 с. – (Керівний нормативний документ).
6. *Методика* фотометричного визначення нітратів з саліциловою кислотою у поверхневих та біологічно очищених водах: КНД 211.1.4.027-95.– [Чинний від 1995-07-01]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, 1995. – 8 с. – (Керівний нормативний документ).
7. *Методика* фотометричного визначення загального фосфору в стічних водах: КНД 211.1.4.028-95. – [Чинний від 1995-07-01]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, 1995. – 11 с. – (Керівний нормативний документ).
8. *Методика* визначення хімічного споживання кисню (ХСК) в природних і стічних водах: КНД 211.1.4.021-95. – [Чинний від 1995-07-01]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, 1995. – 14 с. – (Керівний нормативний документ).
9. *Методика* визначення біохімічного споживання кисню після *n* днів (БСК) в природних і стічних водах: КНД 211.1.4.024-95. – [Чинний від 1995-07-01]. – К.: Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, 1995. – 19 с. – (Керівний нормативний документ).
10. *Методи* гідроекологічних досліджень поверхневих вод / Арсан О.М., Давидов О.А., Дьяченко Т.М. та ін.; за ред. В.Д. Романенка. НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
11. *Мунтяну Г.Г.* Биомониторинг некоторых тяжелых металлов в Дубоссарском водохранилище / Г.Г. Мунтяну, В.И. Мунтяну // Гидробиол. журн. – 2005. – №6. – С. 94–109.
12. *Никаноров А.М.* Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах / А.М. Никаноров, А.Д. Жулидов, А.Д. Покаржевский.– Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 312 с.
13. *Романенко В.Д.* Основы гидроэкологии: Учебн. для студ. высш. учебн. зав. / В.Д. Романенко. – К.: Генеза, 2004. – 664 с., [1].
14. *Стольберг В.Ф.* Биоплато – эффективная малозатратная экотехнология очистки сточных вод / В.Ф. Стольберг, В.Н. Ладьяженский, А.И. Спирин / Экологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. – № 3. – С. 32–34.

Л.С. Кипнис, О.М. Коцар, Т.И. Леконцева, М.В. Мирошниченко, Л.В. Пшегалінська, Н.А. Перетяцько

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

РОЛЬ КАМЫША ОБЫКНОВЕННОГО И РОГОЗА УЗКОЛИСТОГО В УТИЛИЗАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

Исследовали эффективность использования биоплато с высшими водными растениями для доочистки сточных вод. Показана роль тростника обыкновенного (*Phragmites australis*) и рогоза узколистного (*Typha angustifolia*) в утилизации тяжелых металлов.

Ключевые слова: сточные воды, биоплато, высшие водные растения, тяжелые металлы, коэффициент накопления

L.S. Kipnis, O.M. Kotsar, T.I. Lekontseva, M.V. Mirosnichenko, L.V. Pshegalinska, N.A. Peretyat'ko
Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

ROLE OF *PHRAGMITES AUSTRALIS* AND *TYPHA ANGUSTIFOLIA* IN UTILIZATION OF HEAVY METALS AT CLEANING OF SEWAGES

The efficiency of using wetland with higher water plants for purification of sewage have been investigated. The role of (*Phragmites australis*) and (*Typha angustifolia*) in utilization of heavy metals was shown.

Key words: sewages, bioplateau, higher water plants, heavy metals, coefficient of accumulation