

УДК 504.056:(282.243.7)

**О. П. МИРОШНИЧЕНКО**

*Український науково-дослідний інститут екологічних проблем*  
вул. Бакуліна, 6, м. Харків, 61166  
[elena.miroshnich@bk.ru](mailto:elena.miroshnich@bk.ru)

### **МИГРАЦИЯ ВАЖКИХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ (НА ПРИКЛАДЕ р. УДИ)**

Досліджено особливості розподілу важких металів в різних компонентах водної екосистеми р. Уди. Встановлено, що молюски *Unio pictorum* (Philipsson., 1788) і *Anadonta cygnea* (Lamarck, 1799) переважно накопичують цинк та мідь. Розраховані коефіцієнти накопичення важких металів молюсками по відношенню до води і донних відкладів.

**Ключові слова:** донні відклади, важки метали, молюски, коефіцієнт акумуляції

### **Miroshnichenko O. P. MIGRATION OF HEAVY METALS IN WATER BODIES (EXAMPLE ON THE UDY RIVER)**

The features of the distribution of heavy metals in various components of aquatic ecosystem of the Uda river were investigated. It was found that *Unio pictorum* (Philipsson., 1788) and *Anadonta cygnea* (Lamarck, 1799) molluscs accumulated mainly zinc and copper. The accumulation coefficients of heavy metals by molluscs in relation to water and bottom sediments were estimated

**Keywords:** bottom sediments, heavy metals, molluscs, accumulation coefficients

### **Мирошніченко Е. П. МИГРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ (НА ПРИМЕРЕ р. УДЫ)**

Исследованы особенности распределения тяжелых металлов в различных компонентах водной экосистемы р. Уды. Установлено, что моллюски *Unio pictorum* (Philipsson., 1788) и *Anadonta cygnea* (Lamarck, 1799) преимущественно накапливают цинк и медь. Рассчитаны коэффициенты накопления тяжелых металлов моллюсками по отношению к воде и донных отложений.

**Ключевые слова:** донные отложения, тяжелые металлы, моллюски, коэффициент аккумуляции

### **ВСТУП**

З хімічних речовин, що забруднюють водні об'єкти, велику загрозу для життєдіяльності гідробіонтів представляють важкі метали та їх сполуки. небезпека полягає в здатності важких металів до акумуляції в різних компонентах екосистеми, так як, на відміну від органічних забруднюючих речовин, які з часом виводяться з екосистеми, вони здатні зберігати біологічну активність практично нескінченно [1].

Двостулкові молюски є однією з функціональних ланок водних екосистем, через

які проходять потоки мікроелементів з подальшою їх акумуляцією в донних відкладах. За способом живлення їх відносять до фільтраторів. Молюск довжиною 20-30 мм пропускає за добу 1,5-2,0 л води [2]. За даними Міхеєва В. П. [3] в літній період на 1 г сирової маси молюск відфільтрує 30 мл води за 1 годину і виділяє за той же період екскрементів і псевдофікалій до 0,001 мл. Завдяки цьому молюски сприяють очищенню води через накопичення у м'яких тканинах різних мікроелементів, в тому числі важких металів.

Крім цього, поряд з прямою токсичною дією, важкі метали викликають небезпечні віддалені наслідки для гідробіонтів, а саме: мутагенну, ембріотоксичну, гонадотоксичних та інші типи впливу [4]. Здатність окремих окремих видів відображати ситуацію в навколишньому середовищі, поширеність та мала міграційна активність, дозволяє використовувати двостулкових молюсків в якості біоіндикаторних організмів.

Дослідженню впливу гідробіонтів на формування донних відкладів присвячена значна кількість робіт [5-9], але ця задача ще далека від вирішення, а отримані результати ще недостатньо використовуються

### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Збір двостулкових молюсків проводився під час літньої межени 2010 р. Саме у цей період у воді визначаються найбільші концентрації забруднюючих речовин як наслідок мінімального стоку. В цей же час відзначається висока фільтраційна активність та інтенсивне живлення у деяких гідробіонтів, зокрема молюсків. Двостулкові молюски обрані нами як об'єкти дослідження, через їх поширеність, малу міграційну активність, що дозволяє використовувати їх як біоіндикаторні організми. Збір статевозрілих молюсків проводили в гирловій ділянці річки Уди.

Пробопідготовку м'яких тканин молюсків, для визначення в них важких металів, здійснювали відповідно до рекомендацій наведених у нормативних документах для харчових продуктів [10]. Вимірювання масової концентрації важких металів виконували атомно-абсорбційним методом з використанням регламентованих методик [11]. Мінералізація продукту виконувалась способом сухого озолення. Концентрація важких металів в розчині мінералізату ви-

при прогнозуванні зміни екологічного стану водних об'єктів. Особливо актуальним у екологічному аспекті є встановлення закономірностей розподілу та накопичення ряду важких металів у системі «вода - донні відклади - молюски». Виходячи з вище сказаного, ми спробували встановити закономірності накопичення важких металів в організмі гідробіонтів прісноводних екосистем - молюсків.

Метою роботи є дослідження особливостей розподілу важких металів в системі «вода-донні відклади - молюски» в гирловій ділянці р. Уди.

значалася методом полуменевої атомної абсорбції.

Молюски перлівниця *Unio pictorum* (Philipsson., 1788) і беззубка *Anadonta cygnea* (Lamarck, 1799) малорухливі і можуть тривалий час перебувати в несприятливих умовах, викликаних впливом різних антропогенних чинників, що робить ці види незамінними об'єктами при подібних дослідженнях.

Елементовизначення в пробах донних відкладів виконувались рентгенофлуоресцентним методом на приладі «Спектроскан». Метод дозволяє визначати валовий вміст металів і базується на збудженні характерного випромінювання елементів, що містяться у зразку, який досліджується. При цьому усі елементи можуть визначатися з одного зразка підготовленої проби, що дозволяє встановлювати їх точне співвідношення.

В водних екосистемах фізичні і хімічні процеси, що пов'язані з надходженням, вмістом та розподілом важких металів, регулюються біотичними факторами або в значній мірі піддаються їх впливу.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Якість річкової води у гирлі р. Уди обумовлюється забрудненням з поверхневим стоком від м. Харків, та суттєвим антропогенним навантаженням на основну річку через додавання вод з приток суббасейну р. Уди та ландшафтними особливостями, що притаманні цій частині басейну.

Результати визначення вмісту важких металів у воді, донних відкладах та м'яких тканинах молюсків представлені в табл. 1. Згідно аналізу наведених даних (табл.1) для гирлової ділянки р. Уди вміст важких металів у м'яких тканинах молюсків змінюється в наступному порядку:  $Zn > Cu > Ni$ , для донних відкладів –  $Cu > Zn > Ni$ , для води –  $Ni > Zn > Cu$ .

Таблиця 1

## Вміст важких металів в різних компонентах гирлової ділянки р. Уди

№	Об'єкт дослідження	Zn	Cu	Ni
1	Вода, мг/дм <sup>3</sup>	0,0137±0,005	0,0053±0,0002	0,0179±0,004
2	Донні відклади, мг/кг	105±26	147±17	48±9
3	<i>Unio pictorum</i> , мг/кг	47±14	7,2±18	2,4±1,3
4	<i>Anadonta cygnea</i> , мг/кг	54±10	6,7±15	2,1±1,5

Українським науково-дослідним інститутом екологічних проблем розроблений проект «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (2012р), з урахуванням положень Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЄС і низки документів, спрямованих на її втілення у водоохоронну практику європейських країн. У проекті методики для оцінки якості вод за показниками специфічних речовин токсичної дії запропоновано використовувати коефіцієнт донної акумуляції (КДА), який відображає накопичення поліюгантів (важких металів) у донних відк-

ладах і гідробіонтах, що розраховується згідно формули [12]:

$$КДА = \frac{C_{ДВ}}{C_{Вода}}$$

де КДА - коефіцієнт донної акумуляції;

$C_{ДВ}$  – концентрація важких металів у донних відкладах або гідробіонтах;

$C_{Вода}$  – концентрація важких металів в воді.

Завдяки коефіцієнту донної акумуляції важких металів була встановлена залежність, що представлена в табл. 2

Таблиця 2

## Коефіцієнт донної акумуляції важких металів для гирла р. Уди

№	Вид молюска	КДА <sub>Zn</sub>	КДА <sub>Cu</sub>	КДА <sub>Ni</sub>
1	<i>Unio pictorum</i>	343	13,5	13,4
2	<i>Anadonta cygnea</i>	394	12,6	11,7

Коефіцієнти донної акумуляції важких металів розташовуються в ряду наступним чином Zn > Cu > Ni.

Також акумулюючи здатність гідробіонтів зазвичай виражають коефіцієнтами біоаккумуляції (К), які відображають відношення вмісту будь-якого елемента (у нашому випадку важкого металу) в організмі до вмісту його в навколишньому середовищі (воді, ґрунті):

$$K = C_x / C_0$$

де  $C_x$  і  $C_0$  – концентрації металу в тканинах молюсків (мг/кг) і концентрації металу у донних відкладах, мг/кг.

Отримані дані дозволили розрахувати коефіцієнти біоаккумуляції важких металів молюсками по відношенню до донних відкладів, що представлені в табл.3

Таблиця 3

## Коефіцієнти біоаккумуляції важких металів молюсками по відношенню до донних відкладів

№	Вид молюска	К <sub>Zn</sub>	К <sub>Cu</sub>	К <sub>Ni</sub>
1	<i>Unio pictorum</i>	0,44	0,048	0,041
2	<i>Anadonta cygnea</i>	0,51	0,045	0,043

Аналіз результатів дозволив побудувати ряди накопичення важких металів для цих видів молюсків: Zn > Cu > Ni.

Встановлена залежність коефіцієнтів біоаккумуляції для важких металів в м'яких тканинах двостулкових молюсків від вмі-

ту металів в воді та донних відкладів неоднозначна. Різниця коефіцієнтів пояснюється різною формою надходження металів в природних водах. За величиною коефіцієнтів, розрахованих відносно вмісту важких

металів у воді, водні організми підрозділяють на [13]:

- макроконцентратори ( $K_a > 15000$ );
- мікроконцентратори ( $10000 < K_a < 15000$ );

- деконцентратори ( $K_a < 10000$ ).

А по відношенню до донних відкладів: макроконцентратори ( $K_d > 2$ ), мікроконцентратори ( $1 < K_d < 2$ ) і деконцентратори ( $K_d < 1$ ).

### ВИСНОВКИ

Проведені дослідження підтверджують належність молюсків перлівниця (*Unio pictorum*) і беззубка (*Anadonta cygnea*) до деконцентраторів. Молюски накопичують значні кількості важких металів, а отже коефіцієнти накопичення свідчать як про забруднення середовища цими металами, так і про доступність їх для гідробіонтів.

Таким чином, проведені дослідження свідчать про досить сильну залежність важ-

ких металів в м'яких тканинах двостулкових молюсків від їх вмісту як у воді та у донних відкладах. А також нездатність протидіяти надлишковому накопиченню важких металів організмами фільтраторами дозволяє використовувати їх в якості індикатора якості водного середовища.

Автор висловлює подяку н. с. С. О. Кулак за допомогу у відборі та аналізі досліджуваного матеріалу.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Челоміна Г. Н. Организация генома мидии Грея/ Г. Н. Челоміна// Биология моря. [Russian Journal of Marine Biology], 1984. – С.23-27.

2. Васенко О. Г. Екологічні основи водоохоронної діяльності в теплоенергетиці: в 2 т. – Харків:УкрНДІЕП, 2000.-243с.-2т.

3. Михеев В. П. Фильтрационное питание дрейсены/ В. П. Михеев //Труды ВНИИПРХ.-М.:Пищевая промышленность, 1967. – С 177-129.

4. Devis L.T. Metyl mercury in fish [Report from an Expert group FAO. – FAO, Stockholm, 1971. – 364 p.

5. Васенко А. Г. Формирование гидробиологического режима оз.Лиман - водоема-охладителя Змиевской ГРЭС в условиях его комплексного использования/ А. Г. Васенко, Н. В. Старко, В. Н. Цымбал, М. Л. Лунгу, Л. Г. Игнатенко // VIII Всес. Симпоз.: тез. докладов. История озер. - Минск, 1989.- С.154-155.

6. Мірошніченко О. П. Формирование донных отложений некоторых водотоков бассейна р. Северский Донец/ О. П. Мірошніченко//Міжнародна наук.-практ. конфер.: тези допов. «Наукові дослідження сучасності. Випуск 1, частина 2» -К.:НАИРИ,2011.-С 54-55.

7. Мірошніченко О. П. Роль біологічної складової водних екосистем при формуванні

донних відкладів/ О. П. Мірошніченко, О. Г. Васенко, // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2012. – № 1-2.-С.51-54.

8. Малі річки України: довідник / А. В. Яцик, Л. Б. Бишовець, С. О. Богатов [та ін.]. - К.: Урожай, 1991.

9. Бессонова В. П. Методи фітоіндикації в оцінці екологічного стану довкілля. – Запоріжжя: Вид-во ЗДУ, 2001. – 196 с.

10. ГОСТ 26929-94 Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов.- Введ. 1996-01-01. – 30с.

11. ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов.-Введ.1998-01-01. – М.:Издательство стандартов, 2003. – 10с.

12. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А. В. Гриценко, О. Г. Васенко, Г. А. Верніченко, О. П. Мірошніченко [та ін.] – Х.: УкрНДІЕП. – 2012. – 37 с.

13. Никаноров А. М. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах / Никаноров А. М., Жулидов А. В. – Л. : Гидрометеоздат, 1991. – 312 с.

Надійшла до редколегії 20.02.2013