

6. *Попович Г.М.* Сорбционное концентрирование и спектрофотометрическое определение гуминовых и фульвокислот в водах : автореф. дис. ... канд. хим. наук; 02.00.02 "Аналитическая химия"/ Г.М. Попович. – Киев, 1990. – 23 с.
7. *Прогнозирование и пути улучшения кислородного режима Киевского водохранилища в зимний период / О.П. Оксенок, В.М. Тимченко, В.М. Якушин, П.Н. Линник и др.* – К.: Ин-т гидробиологии НАНУ, 2000. – 44 с.
8. *Савранский Л.И.* Спектрофотометрическое исследование комплексообразования Cu, Fe и Al с хромазуолом S в присутствии смеси катионного и неионогенного ПАВ / Савранский Л.И., Наджафова О.Ю. // Журн. аналит. химии. – 1992. – Т. 47, № 9. – С. 1613–1617.

П.Н. Линник, А.О. Морозова, Т.О. Васильчук
Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КИЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА

Приведена гидроэкологическая характеристика Киевского водохранилища в зимний период 2010 г. Показано, что дефицит растворенного кислорода обусловил существенное ухудшение качества воды по содержанию железа, марганца, аммонийного азота и гумусовых веществ.

Ключевые слова: Киевское водохранилище, дефицит кислорода, железо, марганец, гумусовые вещества

P.N. Linnik, A.O. Morozova, T.O. Vasil'chuk
Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

HYDROECOLOGICAL CHARACTERISTIC OF KYIV RESERVOIR IN EXTREME TERMS OF DEFICIT OF DISSOLVED OXYGEN

A hydroecological characteristic of the Kyiv reservoir in winter period 2010 is given. It is shown that oxygen deficit caused the essential aggravation of the water quality by concentration of iron, manganese, ammonia nitrogen and humic substances.

Key words: Kyiv reservoir, deficit of oxygen, ferrum, mangan, humus matters

УДК 504.064.36

Д.В. ЛУКАШОВ

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 64, Київ 01601

ЧИ Є КРИТЕРІЄМ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ КОЕФІЦІЄНТИ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ГІДРОБІОНТАМИ?

Досліджено мінливість величини коефіцієнту накопичення Cd, Cu, Zn, Cr, Ni, Pb, Co, Mn, Fe прісноводними молюсками з 248 водойм України. Показано обернену залежність між величиною коефіцієнту накопичення та концентрацією металів у водному середовищі, що не дозволяє використовувати даний показник в якості критерію забруднення.

Ключові слова: важкі метали, коефіцієнт накопичення, молюски

Хімічний склад тканин гідро біонтів (накопичувачі важких металів) може слугувати чутливим показником забруднення водних екосистем. Однак, рівні накопичення важких металів гідробіонтами залежать від багатьох параметрів навколишнього середовища. Значне варіювання абсолютної величини концентрації забруднюючих речовин в організмі-моніторі, що спричинене як внутрішніми факторами організму, так і впливом зовнішніх параметрів середовища, зумовило пошук відносних показників, які можуть оцінити значимість параметрів хімічного складу тканин гідробіонтів. В якості таких показників у багатьох дослідженнях запропоновано використовувати безрозмірні коефіцієнти накопичення (аккумуляції) K_H , які розраховуються як відношення концентрації поллютанта в організмі до величини його концентрації у навколишньому середовищі.

Застосування таких коефіцієнтів було запозичене з біогеохімії, в якій за допомогою K_H характеризують акумуляційну здатність певних видів рослин як концентраторів хімічних елементів.

Така характеристика достатньо точно характеризує особливості хімічного складу тканин організму і слугує для визначення здатності акумулювати підвищену кількість металів з метою визначення топографії залягання рудних тіл [1].

Однак, у водній токсикології сформувалася думка про коефіцієнти накопичення як кількісну характеристику ступеня забруднення екосистеми важкими металами. Це твердження включено до підручників [4] та нормативних документів деяких країн [2], в яких зазначено, що K_H оцінює здатність забруднюючих речовин накопичуватися у тканинах гідро бонтів, хоча він показує також здатність гідробонтів накопичувати забруднювачі. Величина K_H щодо водного середовища характеризує інтенсивність вилучення металу організмом з води. При цьому припускають, що акумуляція з води є єдиним шляхом надходження хімічного елементу до організму гідробонта. Отже, коректна інтерпретація біологічного значення величини K_H може бути отримана лише у лабораторному експерименті і за умови виключної наявності іонної акваформи металу [7]. В результаті величина K_H характеризує акумуляційну здатність певного виду лише за певних умов середовища (температура, рН, гідрохімічні умови тощо), зміна яких призведе до зміни K_H [8].

В результаті в умовах однієї водойми різні організми характеризуються коефіцієнтами накопичення, що відрізняються на один-два порядки [3]. У нормативному документі РФ [2] зазначено, що критерію “екологічне лихо” відповідає K_H , величина якого перевищує 100000. Надзвичайна екологічна ситуація характеризується K_H 1000 – 100000. Проте, не зазначено, які саме речовини і в яких видах гідробонтів необхідно визначати накопичення, що робить таку оцінку неможливою. Наприклад, K_H Cd тканинами *Unio pictorum* (L.) в незабруднених водоймах становить 2200 – 35000. Разом з тим, K_H Cr становить лише 62–142 [3]. Тобто, у першому випадку накопичення Cd відповідає рівню “надзвичайна ситуація”, а накопичення Cr відповідає незабрудненим водним екосистемам.

Метою роботи було проведення аналізу мінливості величини K_H важких металів молюсками в умовах прісноводних екосистем України в залежності від хімічного складу водного середовища.

Матеріал і методи досліджень

Для оцінки мінливості величини K_H було використано результати аналізу вмісту Cd, Cu, Zn, Cr, Ni, Pb, Co, Mn, Fe у воді та молюсках: *Unio tumidus* (Retz.), *Anodonta anatina* (L.), *Dreissena bugensis* (Pall.) та *Lymnaea stagnalis* (L.) з 248 водойм різних регіонів України (134 ставів, 88 річок, 12 озер, 7 каналів, 6 водосховищ).

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз K_H важких металів для досліджених видів молюсків виявив їх виражену акумуляційну здатність. Найбільший K_H відмічено для накопичення Mn молюсками *U.tumidus*, що становив 973000 при середньому значенні 125800 (табл. 1). Найменші величини K_H були характерні для Cd та Ni, що не перевищували 10. За класифікацією Ніканорова А.М. і Жулідова А.В. [3] всі розглянуті види молюсків накопичують важкі метали з водного середовища на рівні $K_H > 2$ і тому можуть бути віднесені до макроконцентраторів.

Таблиця 1

Середні величини коефіцієнтів накопичення (K_H) важких металів молюсками в умовах водойм України

Метал Вид	Cd	Cu	Zn	Cr	Ni	Pb	Co	Mn	Fe
<i>A.anatina</i>	3666	2599	28557	4487	5424	1230	6376	4273	103021
<i>U.tumidus</i>	3739	3631	34643	3610	4765	591	849	125800	4933
<i>D.bugensis</i>	3443	2975	32532	1606	9078	1210	265	24620	5955
<i>L.stagnalis</i>	12222	20653	11639	5747	–	–	–	7036	12065

Найефективніше накопичували Cd молюски *L.stagnalis*, для яких K_H досягав 36000 при середньому значенні 12000. Також ставковики виявилися найефективнішими акумуляторами Cu – коефіцієнт K_H досягав 122000 при середньому значенні 20600. Накопиченням Zn характеризувалися двостулкові молюски *U.tumidus*, K_H для яких в середньому становив 34600. Для Cr максимальний K_H був зареєстрований для молюсків *A.anatina*, що становив 28600 при середньому значенні 4500. Найбільш ефективно накопичували Ni молюски *D.bugensis*, K_H для яких досягав 238000 при середній величині 9000. Молюски *A.anatina* характеризувалися високою акумуляційною здатністю для Pb та Co, K_H яких досягали відповідно 10800 та 28300 при середніх значеннях 1200 та 6400. Найвищий K_H Fe був виявлений для молюсків *A.anatina*, що в середньому становив 103000.

Порівняння K_H металів в тканинах молосків з хімічним складом водного середовища виявило складну зворотну залежності між величиною K_H та концентрацією металу в середовищі (рис. 1). Нижчі величини K_H можуть свідчити про інтенсивніше забруднення водного середовища, що було неодноразово відмічено іншими дослідниками [6, 7].

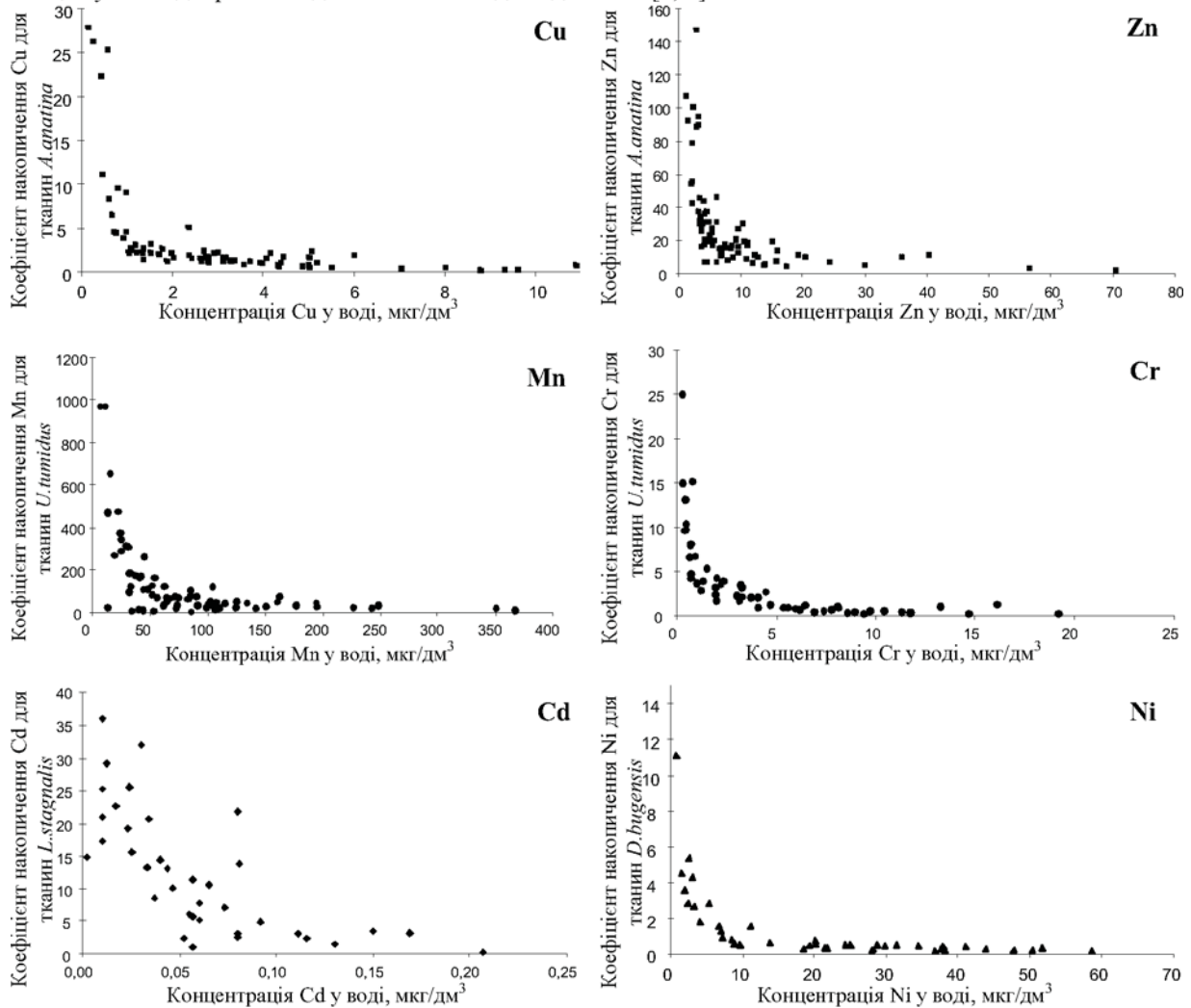


Рис. 1. Залежність величини коефіцієнту накопичення (K_H) важких металів від їх концентрації у воді

Глибший аналіз накопичення металів гідробіонтами показує, що K_H не може відображати рівні забруднення середовища з кількох причин:

- по-перше, якщо виходити з парадигми водної токсикології, згідно якої вміст забруднювача в організмі гідробіонта-акумулятора є пропорційним його концентрації у навколишньому середовищі, то величина K_H повинна бути константною у широкому діапазоні концентрацій. Проте, процеси накопичення є нелінійними, і у випадку перевищення певного рівня вмісту металу в організмі гідробіонта проявляються ознаки інтоксикації, внаслідок яких відбувається гальмування метаболізму, включно – акумуляції металу [5, 9].
- по-друге, механізми накопичення залежать від хімічних властивостей та біологічної функції металу. Есенціальні елементи порівняно з токсичними характеризуються більшою ефективністю асиміляції. Для вилучення необхідних металів з водного середовища у молосків функціонують спеціальні механізми акумуляції, що зумовлюють їх ефективне накопичення за умов низьких рівнів у середовищі [9]. Тобто, акумуляційна здатність, виражена через величину K_H , буде зростати при зниженні концентрації есенціальних елементів у навколишньому середовищі.

В результаті зазначених причин величина K_H буде більшою за низької концентрації металу у (тобто за відсутності забруднення), ніж за високої концентрації (забруднення).

Висновки

Величину K_H важких металів гідробіонтами, зокрема молюсками, не можна використовувати для кількісної оцінки рівнів забруднення водних екосистем. З іншого боку, K_H може слугувати для кількісної оцінки здатності певного виду організму-монітора накопичувати метал за певних умов, що можна використовувати як критерій його індикаторних властивостей щодо забруднення.

1. Ковалевский, А.Л. Биогеохимические поиски рудных месторождений / А.Л. Ковалевский. – М.: Недра, 1984. – 172 с.
2. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. – Приказ Минприроды РФ 30.11.1992. – 51 с.
3. Никаноров А.Н. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах / Никаноров А.Н., Жулидов А.В. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 291 с.
4. Романенко В.Д. Основы гидроэкологии / В.Д. Романенко. – К.: Генеза, 2004. – 664 с.
5. Филенко О.Ф. Основы водной токсикологии / Филенко О.Ф., Михеева И.В. – М.: Колос, 2007. – 144 с.
6. Coeurdassier M. Assessment of whole effluent toxicity on aquatic snail: bioaccumulation of Cr, Zn and Fe and individual effects in bioassays / M. Coeurdassier, A. Vauflurey, A. Grini [et al.] // Environ. Toxicol. Chem. – 2005. – Vol. 24. – P. 198–204.
7. De Forest D.K. Assessing metal bioaccumulation in aquatic environments: The inverse relationship between bioaccumulation factors, trophic transfer factors and exposure concentration / D.K. De Forest, K.V. Brix, W.J. Adams // Aquat. Toxicol. – 2007. – Vol. 87. – P. 236 – 246.
8. Hare L. A biomonitoring for tracking changes in the availability of lakewater cadmium over space and time / L.Hare, A.Tessier, M-N.Croteau // Human and Ecological risk assessment. – 2008. – Vol. 14. – P. 229 – 242.
9. Phillips D.J.H. Biomonitoring of trace aquatic contaminants / Phillips D.J.H., Rainbow P.S. – Oxford, Chapman&Hall, 1994. – 350 p.

Д.В. Лукашов

Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко, Украина

ЯВЛЯЮТСЯ ЛИ КРИТЕРИЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ КОЭФФИЦИЕНТЫ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ГИДРОБИОНТАМИ?

Исследована изменчивость величины коэффициента накопления Cd, Cu, Zn, Cr, Ni, Pb, Co, Mn, Fe пресноводными моллюсками из 248 водоемов Украины. Показана обратная зависимость между величиной коэффициента накопления и концентрацией металлов в водной среде, что не позволяет использовать данный показатель в качестве критерия загрязнения.

Ключевые слова: тяжелые металлы, коэффициент накопления, моллюски

D.V. Lukashov

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

ARE LI COEFFICIENTS OF ACCUMULATION OF HEAVY METALS AQUATIC LIVES CRITERION OF CONTAMINATION OF WATER ECOSYSTEMS?

The variability of biological concentration factor for Cd, Cu, Zn, Cr, Ni, Pb, Co, Mn, Fe of freshwater mollusks from 248 water bodies of Ukraine was investigated. Inverse dependency is shown between value of the concentration factor and metal concentration in ambient waters that does not allow using this factor as criterion of the pollution level.

Key words: heavy metals, coefficient accumulation, freshwater mollusks