

УДК 504.064

Р.І. ГУРАЛЬ

Державний природознавчий музей НАН України
вул. Театральна 18, м. Львів, Україна, 79008

ЗАБРУДНЕННЯ ГІДРОТОПІВ БАСЕЙНУ ВЕРХІВ'Я Р. ДНІСТЕР ІОНАМИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Господарська діяльність людини дуже часто супроводжується забрудненням водного середовища чужорідними сполуками, що в більшості випадків становлять загрозу як для гідробіонтів, так і для людей [6, 7]. Вагому частку серед їх різноманіття складають іони важких металів. Як правило, основними джерелами забруднення водного середовища ними є підприємства. На дослідженій території їх кількість незначна. Можливо через це у басейні верхів'я Дністра відсутні комплексні дані щодо забруднення гідротопів території іонами важких металів. Поодинокі відомості щодо їх концентрації можна віднайти у роботах [2, 8, 10], але вищезгаданими дослідженнями охоплено незначна кількість типів гідротопів. Разом з тим на території решти України дослідження такого плану проводяться активно [1, 10, 12].

Вивчено рівень забруднення водного середовища іонами важких металів у басейні верхів'я р. Дністер.

Ключові слова: басейн верхів'я р. Дністер, забруднення, іони важких металів, антропогенний вплив

Матеріал і методи досліджень

Проби води відбирали у 4 типах гідротопів (меліоративні канали (пробна ділянка (надалі у тексті - ПД 5), рибогосподарські стави (ПД 1 і 2), водойми кар'єрного типу (ПД 6 і 8), річки (ПД 3 і 4)), розташованих у басейні верхнього Дністра в межах Львівської області протягом 2001–2009 рр. згідно стандартних методик [5, 7, 9, 13]. Тимчасові гідротопи дослідженню не підлягали у зв'язку нестабільністю умов, створених у них. У кожній з досліджених водойм відібрано від 20 до 50 проб, в залежності від її розміру. Водоймами кар'єрного типу як у попередніх роботах [3, 4], вважали постійні стоячі водойми, що виникли на місці видобутку відкритим способом піску і гравію. В лабораторних умовах відібрані і попередньо підготовлені проби води піддавалися аналізу на уміст концентрації наступних іонів важких металів: Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Cd^{2+} , Fe^{2+} , Mo^{2+} і Co^{2+} методом емісійного спектрального аналізу на спарених дифракційному і кварцовому спектрографах при фотометрії на реєструючому мікрофотометрі [9, 13].

Результати досліджень та їх обговорення

Спільною ознакою рибогосподарських ставів (ПД 1 і 2) є 3–4 разове перевищення концентрації міді, що не перевищувала значення санітарно-токсикологічної ГДК у порівнянні з рештою досліджених гідротопів. Пояснити це можна застосуванням працівниками рибного господарства купрумвмісних речовин з метою запобігання масового розвитку водоростей.

Досить високими значеннями і близькими за значеннями концентраціями, що не перевищували ГДК, в досліджених рибогосподарських ставах характеризувалися такі важкі метали (у порядку збільшення концентрації): алюміній – залізо – цинк. У випадку з ПД 2 алюміній за кількістю займає друге місце, а залізо перше (таблиця).

Концентрація іонів важких металів у водоймах досліджуваної території, мг/дм³

| ВМ | Пробні ділянки | | | | | | |
|------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | ПД-1 | ПД-2 | ПД-3 | ПД-4 | ПД-5 | ПД-6 | ПД-7 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Pb ²⁺ | 0,051±0,005 * | 0,012±0,003 | 0,012±0,008 | 0,018±0,002 | 0,062±0,009* | 0,014±0,007 | 0,310±0,051* |
| Zn ²⁺ | 0,240±0,020 | 0,280±0,021 | 0,771±0,050 | 0,221±0,015 | 0,320±0,021 | 0,200±0,010 | 0,221±0,020 |
| Cu ²⁺ | 0,900±0,071 | 1,220±0,080* | 0,250±0,040 | 0,327±0,020 | 0,261±0,033 | 0,260±0,033 | 0,260±0,030 |
| Al ³⁺ | 0,163±0,022 | 0,260±0,045 | 0,180±0,020 | 0,231±0,010 | 0,640±0,037* | 0,220±0,029 | 0,216±0,020 |
| Cr ³⁺ | 0,010±0,003 | 0,015±0,004 | 0,035±0,007* | 0,035±0,005* | 0,300±0,026* | 0,290±0,033* | 0,021±0,002 |
| Cd ²⁺ | сліди | сліди | сліди | сліди | 0,011±0,006* | 0,010±0,005 | 0,015±0,006* |
| Fe ²⁺ | 0,200±0,031 | 0,193±0,030 | сліди | сліди | 0,380±0,020* | 0,251±0,010 | 0,220±0,010 |
| Mo ²⁺ | сліди | сліди | 0,010±0,005 | 0,012±0,004 | сліди | сліди | сліди |
| Co ²⁺ | сліди | сліди | сліди | сліди | 0,120±0,032* | сліди | 0,091±0,020 |

Примітки: чисельник – сліди концентрація ВМ менша 0,008 мг/дм³; ПД-1, ПД-1 – рибогосподарські стави, ПД-3 – р. Стрий, ПД-4 – р. Жижва, ПД-5 – меліоративні канали, ПД-6, ПД-7 – водойми кар'єрного типу. Зірочкою відмічено показники, що перевищували ГДК

Розташування досліджених водойм на території ПД 1 поблизу поживленої автомобільної траси спричинило значне концентрування у водному середовищі свинцю. Його середня концентрація в 1,7 рази перевищила значення ГДК. Разом з тим, при аналізі проб, відібраних у водоймах в межах ПД 2, концентрація цього металу була в 4,3 рази меншою. Водойми, розташовані у межах цієї пробної ділянки, знаходяться на значно більшій відстані від шосе, порівняно з гідротопами з ПД 1. Саме цим і можна пояснити таку різницю вмісту свинцю.

Слідовими концентраціями в водоймах, розташованих у межах ПД 1 і 2, характеризувалися важкі метали: кадмій, молібден та кобальт.

У пробах води, відібраних у річках (ПД-3 і ПД-4), концентрація ВМ не перевищувала ГДК, за винятком хрому. Найменші значення концентрації зафіксовані для кадмію, молібдену і кобальту. Також серед проаналізованих елементів чітко виділяється цинк, який у пробах води, відібраних на території ПД-3, характеризувався досить високим рівнем концентрування у межах рівня ГДК. Пояснити це можна руйнуванням і розчиненням гірських порід і мінералів, а також стічних водам підприємств [5, 6], уміст хрому пояснюється потраплянням у р. Стрий неочищених комунальних стоків. Для проб води, відібраних у річках, характерним також є збільшення концентрації молібдену порівняно з рештою досліджених водойм, за винятком меліоративних каналів. Згідно з літературними даними, це для річкових екосистем типово [6].

Меліоративні канали не відносяться до постійних гідротопів, але були включені в перелік біотопів для дослідження через особливості умов створених у них і також через те, що на дослідженій території вони часто зв'язують між собою різні типи гідротопів (рибгосподарські стави, водойми кар'єрного типу з річками), що і впливає на накопичення окремих ВМ у цих гідротопах. Для відібраних проб води, у цих гідротопів виявлено високий уміст алюмінію, що в середньому в 1,3 рази перевищували значення ГДК. Частково це може бути викликане потраплянням у водойми стічних вод підприємств і частковим розчиненням глини [6]. Умістом у межах ГДК характеризувалися цинк і мідь, а слідові – молібден. Незначне перевищення значення ГДК характерно для заліза, кадмію і кобальту. Причиною цього у випадку із залізом може бути забруднення гідротопів сільськогосподарськими стоками, а із кадмієм і кобальтом – розкладання рослинних і тваринних решток [6]. Розташування дослідженого гідротопу поруч з

шосе з пожвавленим автомобільним рухом спричинило значне концентрування у водному середовищі іонів свинцю. Загалом його уміст у 2,1 рази перевищував значення ГДК. Розташування водойм цієї ПД поблизу населених пунктів спричинило значне забруднення гідротопу хромом. Така ситуація спричинена насамперед неконтрольованим забрудненням гідротопів стічними водами населеного пункту та частково інтенсивним розкладом рослинних і тваринних решток [5].

Спільними ознаками проб води, відібраних у водоймах кар'єрного типу, є досить подібні значення концентрацій окремих ВМ, які не перевищують ГДК, а саме: цинку, міді, алюмінію та молібдену. Для решти досліджених ВМ в порівнюваних водоймах ПД 6 і 7 спостерігається різниця, часом і значна. Найменшими значеннями концентрації, аналогічно до вище проаналізованих типів водойм, характеризувалися молібден і кобальт, а найбільшими – (ПД 6) і свинець (ПД 7). Концентрація обох цих металів перевищувала у 10 разів встановлений рівень ГДК. Така ситуація пояснюється у випадку з першим вищезгаданим ВМ розташуванням неподалік від досліджених водойм населеного пункту та їх інтенсивне рекреаційне використання, а інтенсивний рух багатотоннажних вантажних машин поблизу водойм розташованих на території ПД 7 спричинив значне концентрування іонів свинцю. Крім у того у пробах, відібраних на цій пробній ділянці, відмічено також незначне у півтора рази перевищення концентрації кадмію.

Аналізуючи отримані дані щодо концентрації та особливостей розподілу ВМ у водоймах досліджених ПД, можна прослідкувати наступні загальні тенденції зміни гідрохімічного стану у гідротопах. Найбільшими концентраціями характеризуються такі ВМ: цинк, мідь, алюміній і залізо. Перші два мають значний діапазон умісту у досліджених водоймах, решта – значно менший. Молібден, кадмій і кобальт в гідротопах досліджених ПД характеризувалися найменшими концентраціями. Так, у річках (ПД-6 і ПД-7) спостерігається збільшення концентрації молібдену порівняно з рештою досліджених груп гідротопів. Інтенсивний розвиток водних рослин і тварин, що спричинив збільшення концентрації кадмію у водоймах, розташованих на території ПД-5 – ПД-7. Аналогічна ситуація також для кобальту.

Значний вплив на концентрацію ВМ у водоймах має антропопресія. Прикладом цього можуть бути особливості розподілу і накопичення у досліджених водоймах свинцю і міді. У першому випадку збільшення концентрації тісно пов'язане з близьким розташуванням водойм від трас з інтенсивним автомобільним рухом. Збільшення концентрації свинцю залежить від інтенсивності автомобільного руху, що й спостерігається у гідротопах, розташованих на території ПД-5 і ПД-7. Збільшення концентрації міді також суттєво залежить від антропогенного втручання. Найбільші концентрації цього ВМ у водному середовищі спостерігаються у рибогосподарських ставах (ПД-1 і ПД-2). Зміна концентрації міді пов'язана, як правило, із внесенням до водойм хімічних препаратів, у складі яких міститься цей ВМ, для боротьби з інтенсивним розвитком водоростей.

Залучаючись до загального колообігу речовин ВМ, аналогічно до організмів, перебувають у тісній взаємодії з чинниками зовнішнього середовища, які визначають їх концентрацію і особливості розподілу у водному середовищі. Згідно з літературними даними [5], ці чинники мають прямий (атмосферні опади, водні тварини та рослини, стічні води сільськогосподарського і промислового походження тощо) і опосередкований (клімат, рельєф) вплив. Перша група чинників впливає насамперед на форми існування хімічних речовин, а друга – на диференціацію потрапляння хімічних речовин до гідротопу.

Ілюстрацією безпосереднього (прямого) впливу може бути зміна концентрації кадмію у досліджених водоймах унаслідок інтенсифікації процесів розкладання рослинних і тваринних решток на території ПД-5 – ПД-7 або забруднення гідротопів, розташованих неподалік населених пунктів, хромом, що спостерігається у біотопах з ПД-3 – ПД-6. Прикладом опосередкованого впливу чинників зовнішнього середовища може бути залежність концентрації свинцю від розташування досліджених гідротопів відносно автомобільних доріг або збільшення концентрації молібдену в річках порівняно з іншими типами обстежених водойм.

Концентрація ВМ також перебуває в тісній залежності від температури середовища. У досліджених водоймах було прослідковано особливості сезонних змін концентрування алюмінію і заліза залежно від температури середовища. Вибір саме цих ВМ був зумовлений насамперед близькими значеннями їх концентрацій у водоймах, розташованих на території досліджених пробних ділянок. З березня до червня спостерігається збільшення концентрації досліджених ВМ. Так, збільшення температури в травні викликає збільшення концентрації алюмінію в два рази порівняно з попередніми місяцями, а вміст заліза зростає значно повільніше. Подальше зростання концентрації ВМ спостерігається протягом перших двох літніх місяців, а в серпні відбувається різке зниження вмісту проаналізованих ВМ у досліджених водоймах. Кінець вересня – початок жовтня характеризується загальним зниженням концентрації ВМ до рівня навесні.

Сезонні зміни концентрації ВМ у водному середовищі під впливом температури відбуваються через те, що цей чинник визначає форму та іміграційну здатність ВМ. Так, згідно з літературними даними [5, 6], весняно-осіння гомотермія викликає інтенсифікацію окислення проаналізованих ВМ і подальшого їх переходу до стану важкорозчинних осадів, а також відтік значної їх частини, накопиченої у водяних рослинах через кореневу систему у донні відклади, що й викликає загальне зниження їх концентрації у воді на початку весни і осені. Збільшення концентрації алюмінію і заліза в літній період зумовлене насамперед інтенсифікацією біопродукційних процесів у гідроекосистемах [5, 7].

Використавши індекс забруднення водного середовища (ІЗВС), значення якого визначається співвідношенням концентрації конкретних ВМ у водному середовищі до значення їх ГДК, найбільш забрудненими виявилися меліоративні канали (ПД 5), (2,12), згідно класифікації клас чистоти – забруднена (4). До помірно-забруднених (клас чистоти 3) відносяться водойми розташовані на території ПД 6 і 7, ІЗВС становив 1,42 і 1,62 відповідно. Решту досліджених водойм за класом чистоти відносяться до чистих (2), а чисельне значення індексу змінюється в діапазоні від 0,25 (ПД 3) до 0,37 (ПД 2)

У водоймах з класом чистоти води 2 концентрація лише одного ВМ перевищує значення ГДК. У водоймах, розташованих на території ПД-5, 6 із 9 досліджених ВМ перевищують значення ГДК, що і пояснює клас чистоти цих водойм, визначений як забруднений. З цієї загальної картини випадають водойми, розташовані на території ПД-6 і ПД-7. У них концентрація одного ВМ (хрому або свинцю) десятикратно перевищує значення ГДК, а клас чистоти визначений як помірно-забруднений.

Висновки

У результаті проведених досліджень виявилось, що з усіх 9 досліджених ВМ найбільшими концентраціями характеризувалася мідь у пробах води, відібраних у рибогосподарських ставах, у решті досліджених гідротопів концентрація цього металу була значно меншою. Найменшими, слідовими концентраціями з усіх проаналізованих ВМ характеризувалися наступні чотири: кадмій, молібден, кобальт і залізо. Для другого і третього ВМ з перелічених вище таке значення спостерігалось у водоймах 5 із 7 обстежених пробних ділянок. Концентрація у воді більшості елементів у різних типах водойм не перевищувала значення ГДК, за окремими винятками. Найбільш загрозливе становище у випадку із хромом, його концентрація перевищувала ГДК у пробах відібраних з річок, меліоративних каналів та водойм кар'єрного типу. Для свинцю і кадмію зафіксовано лише два випадки перевищення встановлених норм. Значення індексу забруднення водного середовища найбільші у пробах води, відібраних у меліоративних каналах. В загальному стан забруднення ВМ досліджених водойм у верхів'ї басейну р. Дністер задовільний. Основного занепокоєння викликає значне концентрування іонів свинцю та хрому.

1. *Аналіз екологічного стану довкілля м. Хмельницький на підставі моніторингових досліджень* / Т. Дзюблюк // Вісн. Львів. ун-ту. — 2004. — Серія Географічна. — Вип. 30. — С. 92—103.
2. *Биологический контроль качества речной воды (исходные положения и экологическая обоснованность)* / Х. А. Хокс // Сб. научн. тр. "Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям". — Л., 1977. — С. 176—188.

3. *Гидрохимические* показатели состояния окружающей среды. Справочные материалы [Электронный ресурс] [Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Заика Е.А. и др.] // — 2005. — Режим доступа до ресурсу URL: <http://www.ecolife.org.ua/data/tdata/td4i.php>.
4. *Грубінко В.В.* Розподіл важких металів у гідроєкосистемах річок Ріка та Дністер / Грубінко В.В., Редчук Н.В., Гуменюк Г.Б. // Тез. доп. рег. наук.–практ. конф., присв. 25-річчю біобазу УжРУ в с. Колочава та пам'яті фундатора В.Ю. Штасера "Охорона та раціональне використання природних ресурсів Українських Карпат". (23–25 травня 2008 р., с. Колочава, Міжгірський район, Закарпатської області). — 2008. — Ужгород. — С. 29—30.
5. *Гураль Р.І.* Прісноводні малакокомплекси басейну верхів'я Дністра: структура, вплив природних і антропогенних чинників: автореф. дис. на здобуття наук. ст. канд. біол. наук. Чернівці, 2010. — 24 с.
6. *Лукашов Д.В.* Екологічне нормування забруднення важкими металами прісноводних екосистем України з використанням організмів-аккумуляторів (на прикладі моллюсків): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук. (03.00.16 — екологія). — Київ, 2011. — 36 с.
7. *Мур Дж.* Тяжелые металлы в природных водах / Мур Дж., Рамамурти С. — М.: Мир, 1987. — 280 с.
8. *Овчаренко С.В.* Флокулянти і якість питної води / С.В. Овчаренко, А.В. Головка. — Харків: Основа, 2001. — 200 с.
9. *Особливості* екології прісноводних моллюсків у кар'єрах Львівської області / Р.І. Гураль // *Наук. зап. Держ. прир. музею.* — 2004. — Т. 19. — С. 115—122.
10. *Пилипович О.* Моніторингові дослідження якості поверхневих вод басейнових систем верхнього Дністра // *Вісн. Львів. ун-ту.* — 2004. — Серія Географічна. — Вип. 30. — С. 242—246.
11. *Порівняльна* характеристика навантаження важкими металами малих річок Західного і Центрального Поділля / [Сорока Т.В., Гуменюк Г.Б., Осадча О.П., Грубінко В.В.] // *Наук. Зап. Терноп. Пед. ун-ту. імені Володимира Гнатюка.* — Серія Біологія. — 2009. — Вип. 1–2. — С. 131—136.
12. *Руководство* по химическому и технологическому анализу воды. — М.: Стройиздат, 1973. — 271 с.
13. *Сиренко А.А.* Гидробиологический режим Днестра и его водоемов / А.А. Сиренко, Н.Ю. Евтушенко, Ф.Я. Комаровский. — К.: Наук. думка, 1992. — 325 с.

Р.І. Гураль

Государственный природоведческий музей НАН Украины, Львов

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГИДРОТОПОВ БАСЕЙНА ВЕРХОВЬЯ Р. ДНЕСТР ИОНАМИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Проведено исследование загрязнения водной среды ионами следующих тяжелых металлов: Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Cd^{2+} , Fe^{2+} , Mo^{2+} и Co^{2+} , в гидротопов размещенных на территории бассейна верхнего Днестра. Наиболее высокие концентрации были характерны меди и алюминия, самой низкой - кобальта, молибдена и кадмия. Превышение допустимых норм, по сообщениям, медь, хром и свинец. Наиболее загрязнены среди всех исследованных водной среды обитания были дренажные каналы. Значительное влияние на концентрации отдельных элементов оказывает антропогенное влияние. Наиболее ярким примером такого влияния есть особенности загрязнения такими тяжелыми металлами как, свинец и медь. В случае с первым, основное влияние на значительное загрязнение водной среды связано с размещением исследованных гидротопов близи шоссеиных дорог. В случае с медью, ее большие концентрации в водной среде, в первую очередь вызваны внесением в водную среду купоросовмесных смесей, которые предотвращают "цветение" воды. Увеличение концентрации хрома, в отдельных типах гидротопов, также можно объяснить антропогенным влиянием, который проявляется в попадание в исследованные водоемы неочищенных коммунальных стоков коммунальных предприятий и частных домов. Поэтому для получения достоверной картины, по отношению к загрязнению гидротопов отдельными тяжелыми металлами, нужно учитывать также влияние антропогенных факторов. В целом, уровень загрязнения тяжелыми металлами исследованных гидротопов можно считать удовлетворительным.

Ключовые слова: бассейн верховья р. Днестр, загрязнение, ионы тяжелых металлов, антропогенное влияние

R.I. Gural

The State Museum of Natural History, Lviv, Ukraine

POLLUTION OF WATER BIOTOPES OF UPPER BASIN RIVER DNIESTER IONS OF HEAVY METALS

The study of water pollution of heavy metal ions following : Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Al^{2+} , Cr^{3+} , Cd^{2+} , Fe^{2+} , Mo^{2+} and Co^{2+} , in water biotopes placed in the basin of the upper Dniester . The highest concentrations were characteristic of copper and aluminum , the lowest - cobalt, molybdenum and cadmium . Exceeding the permissible norms , reportedly , copper, chromium and lead. The most contaminated of all the investigated aquatic habitats were drains . Significant impact on the concentration of individual elements has anthropogenic influence . The most striking example of this influence has features such contamination with heavy metals like lead and copper . In the case of the first , the main influence on significant water pollution due to the placement of the investigated biotopes near highways. In the case of copper , its high concentration in an aqueous medium , primarily due to the introduction into an aqueous medium copper which prevent "bloom" of water. Increasing the concentration of chromium in certain types water biotopes can also be explained by anthropogenic influence, which manifests itself in entering the studied reservoirs of domestic wastewater utilities and private homes. Therefore, to obtain a reliable picture in relation to pollution water biotopes selected heavy metals , it is necessary to take into account the influence of anthropogenic factors. In general, the level of contamination by heavy metals studied can be considered water bitopes tolerable.

Key words: upper basin Dniester , heavy metals, pollution, heavy metal ions, anthropogenic impact

Рекомендує до друку

В.В. Грубінко

Надійшла 03.10.2013