

УДК [556.531.4:546.77] (282.247.32)

І.І. ІГНАТЕНКО, В.П. ОСИПЕНКО, Т.В. ЄВТУХ

Інститут гідробіології НАН України
пр. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна

СЕЗОННА ДИНАМІКА ВМІСТУ І ОСОБЛИВОСТІ МІГРАЦІЇ МОЛІБДЕНУ У ВОДІ КИЇВСЬКОГО І КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ РОЗЧИНЕНИХ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

Розглянуто результати досліджень вмісту та особливостей міграції молібдену у воді Київського та Канівського водосховищ у різні пори року. Наведено також сезонну динаміку деяких гідрохімічних показників води: рН, розчиненого у воді кисню, перманганатної і дихроматної окиснюваностей (ПО і ДО), концентрації гумусових речовин (ГР), вуглеводів (В) та білковоподібних речовин (БПР). Обговорено результати розподілу молібдену серед різних фракцій розчинених органічних речовин (РОР). Встановлено, що у воді Київського і Канівського водосховищ основну роль у комплексоутворенні молібдену відіграють ГР.

Ключові слова: молібден, гумусові речовини, вуглеводи, білковоподібні речовини, комплексоутворення, сезонна динаміка, Київське і Канівське водосховища

Водозбірні території Київського і Канівського водосховищ розташовані відповідно у зоні мішаних лісів і лісостеповій зоні, що зумовлює надходження у воду органічних речовин. Їхній поверхневий стік акумулює стоки майже всіх великих приток Дніпра, включаючи води басейну р. Прип'яті з високим вмістом ГР [1]. Як відомо, у поверхневих водах за участі органічних сполук, насамперед ГР, відбувається комплексоутворення та зв'язування в комплекси іонів багатьох металів [3].

Молібден – біоелемент, що бере участь у процесах вуглеводного і пуринового обміну, тканинного дихання тощо, тому є необхідним для живих організмів. Він входить до складу нітратредуктази і відповідає за засвоєння азоту рослинами. З іншого боку, надлишкові концентрації молібдену викликають хвороби, наприклад, “молібденову” подагру.

Дослідження розподілу молібдену серед різних компонентів РОР, міграції і трансформації його сполук у водному середовищі, особливо важливо в сезонному аспекті.

Метою цієї роботи було вивчення сезонної динаміки вмісту молібдену у воді Київського і Канівського водосховищ у взаємозв'язку з концентрацією різних класів органічних сполук – ГР, В та БПР.

Матеріал і методи досліджень

Проби води відбирали з поверхневого шару Київського і Канівського водосховищ посезонно протягом 2010 і 2012 рр. Для відокремлення завислої фракції від розчиненої використовували мембранні фільтри «Супрог» (Чехія) з діаметром пор 0,4 мкм, які потім “спалювали”, додаючи концентровані HNO_3 (х.ч.) і H_2SO_4 (х.ч.). У фільтраті визначали величину рН, концентрацію розчиненого кисню, ПО, ДО та вміст молібдат-іонів згідно методик [5, 6]. Після опромінення проб води УФ-світлом вимірювали загальну концентрацію розчиненого молібдену. Хімічну природу комплексних сполук молібдену з РОР досліджували за допомогою методу іонообмінної хроматографії, як описано нами раніше [4]. Для визначення молібдену (VI) застосовували каталітичний метод [6]. Компонентний склад РОР вивчали за допомогою методу іонообмінної хроматографії [9]. В результаті одержували три фракції розчинених органічних сполук: кислотну, основну і нейтральну. В кислотній групі РОР досліджували ГР, в основній – БПР, а в нейтральній – В. ГР визначали спектрофотометричним методом за їхнім власним забарвленням при $\lambda=400$ нм [7], БПР – методом Фоліна-Лоурі [2], В – за допомогою антрону [8].

Результати досліджень та їх обговорення

До важливих абіотичних чинників, які впливають на розподіл у воді як органічних сполук, так і металів, належать рН водного середовища та вміст розчиненого у воді кисню. Узагальнені результати вивчення сезонної динаміки цих величин, а також показників ПО і ДО, що характеризують загальний вміст у воді розчинених органічних сполук, наведено в таблиці.

Таблиця

Сезонна динаміка деяких гідрохімічних показників у воді Київського і Канівського водосховищ у 2010 та 2012 рр.

Водні об'єкти	рН	O ₂ , мг/дм ³	Насичення, води киснем, %	ПО, мг O/дм ³	БО, мг O/дм ³
<i>Київське водосховище</i>					
зима	7,3	0,9	6,3	16,9	43,2
весна	7,2	3,7	39,3	28,8	57,6
літо	8,1	8,2	90,1	24,0	41,2
осінь	7,9	8,6	92,4	14,7	32,0
<i>Канівське водосховище</i>					
зима	7,9	7,5	80,0	12,8	31,7
весна	8,0	10,5	90,7	17,7	38,1
літо	8,3	5,8	66,0	30,4	56,0
осінь	8,7	8,7	78,8	16,0	35,4

Величина рН, зазвичай, була нижчою у воді Київського водосховища (7,2-8,1) порівняно з Канівським (7,9-8,7). Як зазначено вище, у верхнє Київське водосховище надходить вода з р. Прип'яті, яка характеризується нижчими величинами рН внаслідок високого вмісту ГР.

Вміст розчиненого кисню і насичення води киснем, як видно з таблиці, віддзеркалюють сезонні особливості кожного з років спостережень. Так, у воді Київського водосховища у 2010 р. концентрація O₂ змінювалася від 0,9 до 8,6 мг/дм³. Найнижчі її значення припадали на період тривалого зимового льодоставу. Весняне водопілля також сприяло надходженню збідненої киснем і збагаченої РОР води з р. Прип'яті. Так, навесні у воді Київського водосховища насичення води киснем становило лише 39,3%, а величина рН – 7,2. Одночасно спостерігали максимальні показники ПО та ДО – відповідно 28,8 та 57,6 мг O/дм³. Вміст кисню у воді Канівського водосховища у 2012 р. змінювався від 5,8 до 10,5 мг/дм³. Мінімальна концентрація кисню була влітку (66,0% насичення), що можна пояснити тривалим водопіллям, пік якого припав на червень. Підвищений вміст органічних речовин у воді в цей час призводив до значних витрат кисню на процеси їхнього окиснення. У воді Канівського водосховища величини ПО та ДО свідчать про максимальний вміст РОР влітку – відповідно 30,4 та 56,0 мг O/дм³.

Загальний вміст молібдену у воді Київського і Канівського водосховищ коливався в широких межах – 3,2-19,1 мкг/дм³. Його міграція відбувалася переважно в розчиненому стані (75,8–92,3% Mo_{заг}). У складі завислих речовин частка молібдену була значно нижчою і становила 8,7-24,2 та 7,7-21,2% Mo_{заг} у воді Київського та Канівського водосховищ відповідно. Вміст молібдат-іонів як однієї із розчинених форм молібдену у воді знаходився нижче межі їхнього визначення високочутливим каталітичним методом. Загальну концентрацію розчиненого молібдену можна було визначити лише після деструкції РОР, що свідчить про зв'язування молібдену з ними.

Щоб з'ясувати роль органічних сполук у зв'язуванні молібдену в комплекси, було вивчено його розподіл серед окремих груп РОР у різні пори року (рис. 1, 2).

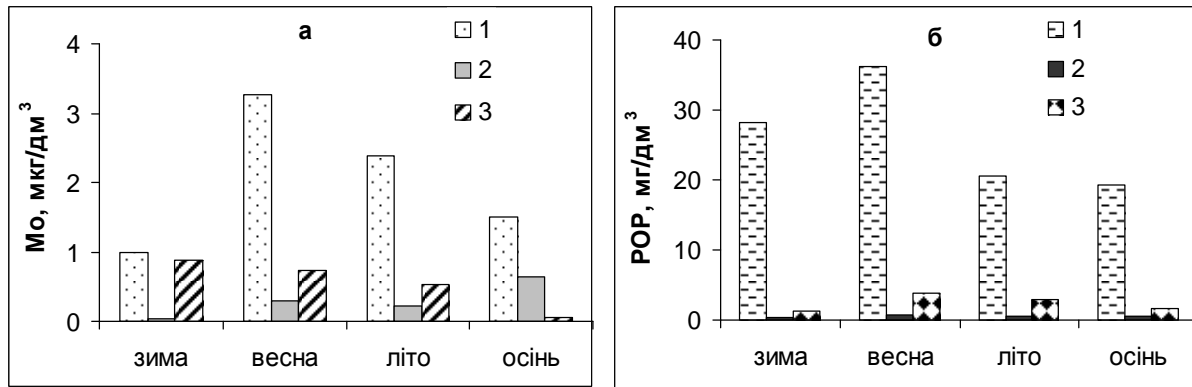


Рис. 1. Вміст молібдену у складі кислотної (1), основної (2) і нейтральної (3) фракцій POP (а), та вміст ГР (1), БПР (2) і В (3) відповідно зазначеним фракціям POP (б) у воді Київського водосховища у 2010 р.

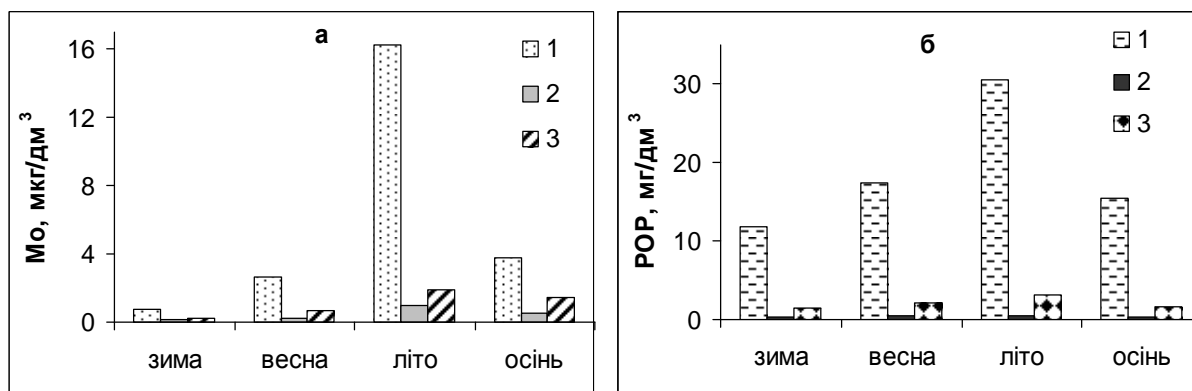


Рис. 2. Вміст молібдену у складі кислотної (1), основної (2) та нейтральної (3) фракцій POP (а), та вміст ГР (1), БПР (2) і В (3) відповідно зазначеним фракціям POP (б) у воді Канівського водосховища у 2012 р.

Аналіз отриманих результатів показав, що у досліджуваних водосховищах вміст молібдену значно переважав у кислотній фракції POP у всі пори року. У фракціях нейтральних та основних сполук POP його вміст був значно нижчим. Вилучені фракції POP містять у своєму складі переважно ГР, В та БПР відповідно, концентрації яких у воді досліджуваних водосховищ наведено на рис. 1 б та 2 б. Максимальний вміст молібдену у воді характерний для весняно-літньої пори одночасно із зростанням концентрації ГР (див. рис. 1, 2). Якщо на Канівському водосховищі весняне водопілля у 2012 р. тривало до червня, то і підвищені концентрації молібдену та ГР були в цей час. Це підтверджує, що основна його частина надходила до досліджуваних водосховищ саме під час водопілля. В інші пори року концентрація молібдену була значно нижчою. Так, взимку вона становила 0,8–1,0 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ у воді Київського та Канівського водосховищ відповідно.

Як відомо, Київське та Канівське водосховища збагачуються ГР навесні під час zalivanja великої частини заплавної території і вилуговування ГР з ґрунтів. Оскільки вміст молібдену визначався у кислотній фракції POP лише після руйнування ГР, то це свідчить про його міграцію у складі комплексних сполук з ними.

Висновки

У воді Київського і Канівського водосховищ вміст загального молібдену змінювався в широких межах – 1,9–19,1 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. Молібден мігрував переважно в розчиненій формі, яка представлена комплексами з POP. Серед них домінували сполуки молібдену з ГР, вміст яких досягав 3,3–16,2 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. В сезонному аспекті концентрація комплексних сполук молібдену з ГР зростала у весняно-літню пору під час водопілля і поступово знижувалася до зимового періоду.

1. Горев Л. М. Гидрохимия Украины / Л. М. Горев, В. І. Пелешенко, В. К. Хільчевський. – К.: Вища школа, 1995. – 308 с.
2. Дебейко Е. В. Прямое фотометрическое определение растворимых белков в природных водах / Е. В. Дебейко, А. К. Рябов, Б. И. Набиванец // Гидробиол. журн. – 1973. – Т. 9, № 6. – С. 109–113.
3. Линник П. Н. Гумусовые вещества природных вод и их значение для водных экосистем (обзор) / П. Н. Линник, Т. А. Васильчук, Р. П. Линник // Гидробиол. журн. – 2004. – Т. 40, № 1 – С. 81–107.
4. Линник П. М. Співіснуючі форми молибдену в природних водах / П. М. Линник, І. І. Ігнатенко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – К., 2006. – № 9. – С. 92–102.
5. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. / О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. М. Дьяченко [та ін.]; за ред. В. Д. Романенка. – К.: Логос, 2006. – 408 с.
6. Основы аналитической химии. Практическое руководство / В. И. Фадеева, Т. Н. Шеховцова, В. М. Иванов [и др.] под ред. Ю. А. Золотова. – М.: Высшая школа, 2001. – 463 с.
7. Попович Г. М. Сорбционное концентрирование и спектрофотометрическое определение гуминовых и фульвокислот в водах : автореф. дис. на соиск. научн. степени канд. хим. наук / Г. М. Попович. – К., 1990. – 23 с.
8. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. А. Д. Семенова. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 542 с.
9. Сироткина И. С. Применение целлюлозных сорбентов и сефадексов в систематическом анализе органических веществ природных вод / И. С. Сироткина, Г. М. Варшал, Ю. Ю. Лурье, Н. П. Степанова // Журн. аналит. химии. – 1974. – Т. 29, № 8. – С. 1626–1632.

И. И. Ігнатенко, В. П. Осипенко, Т. В. Евтух

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ МОЛИБДЕНА В ВОДЕ КИЕВСКОГО И КАНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА РАСТВОРЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Рассмотрены результаты исследований содержания и особенностей миграции молибдена в воде Киевского и Каневского водохранилищ в разные времена года. Представлена также сезонная динамика некоторых гидрохимических показателей воды: рН, растворенного в воде кислорода, перманганатной и бихроматной окисляемостей, концентрации гумусовых веществ, углеводов и белковоподобных веществ. Обговорены данные о распределении молибдена среди различных фракций растворенных органических веществ. Установлено, что в воде Киевского и Каневского водохранилищ основную роль в комплексообразовании молибдена играют гумусовые вещества.

Ключевые слова: молибден, гумусовые вещества, углеводы, белковоподобные вещества, комплексообразование, сезонная динамика, Киевское и Каневское водохранилища

I.I. Ignatenko, V.P. Osypenko, T.V. Evtukh

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

SEASONAL DYNAMICS OF MOLYBDENUM CONTENT AND PECULIARITIES OF MIGRATION IN WATER OF THE KYIV AND KANIV RESERVOIRS IN DEPENDENCE ON COMPONENT COMPOSITION OF DISSOLVED ORGANIC SUBSTANCES

Peculiarities of migration of molybdenum in water of the Kyiv and Kaniv reservoirs in different seasons are considered. Seasonal dynamics of some hydrochemical indexes of water: pH, dissolved oxygen contents, chemical oxygen demand and concentrations of humus substances, carbohydrates and proteins are presented also. The data on the molybdenum distribution among different fractions of dissolved organic substances are discussed. It was found that in water of the Kyiv and Kaniv reservoirs humus substances play main role in the molybdenum complexation.

Keywords: molybdenum, humus substances, carbohydrates, proteins, complexation, seasonal dynamics, Kyiv and Kaniv reservoirs