Т.В. Ермошина, О.Н. Марчук, А.М. Москалева
Житомирский государственный университет имени Ивана Франко, Украина

СТРУКТУРА ПОСЕЛЕНИЙ ПЕРЛОВИЦЕВЫХ БАССЕЙНА РЕК СЛУЧ И УЖ

В водоемах бассейна рек Случь и Уж перловицевые представлены 5 видами: A. anatina, A. cygnea, U. pictorum, U. tumidus, U. crassus. Доминирующим во всех таксоценозах был вид U. pictorum. Моллюски U. crassus в исследованных биотопах представлены особями среднего и старшего возраста. Наилучшие условия для существования перловицевых выявлены в р. Тня и р. Уж. Плотность населения популяций представителей семейства Unionidae достаточно низкая (0,3–9,3 экз./м^2 для отдельных видов и 3,8–19 экз./м^2 для поселений вообще), что связано с сокращением пригодных для перловицевых местообитаний.

Ключевые слова: *перловицевые*, *видовой состав*, *характеристика популяций*, *возрастная структура*, *половая структура*

T.V. Ermoshyna, O.N. Marchuk, A.M. Moskalova
Ivan Franko Zhytomyr State University, Ukraine

POPULATION STRUCTURE OF UNIONIDAE OF THE RIVERS SLUCH AND UZH

Unionidae are proved to be represented in reservoirs of the basin of the rivers Sluch and Uzh with 5 species: A. anatina, A. cygnea, U. pictorum, U. tumidus, U. crassus. Unio pictorum dominate in the researched water reservoirs. Unio crassus in the studied biotopes are presented by individuals of middle and advanced age. The best conditions for existence of Unionidae are revealed in the river Tnya and river Uzh. Population density of molluscs is low (0,3–9,3 specimens per m^2 for the species and 3,8-19 specimens per m^2 for the populations) and connected with the decrease in Unionidae habitats.

Keywords: Unionidae, species structure, population characteristics, age structure, sex structure

УДК [556.114:550.424(546.62:546.7:546.82:546.28)(001.891)]

В.А. ЖЕЖЕРЯ, П.М. ЛИННИК, Т.П. ЖЕЖЕРЯ

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

ВПЛИВ РІЗНИХ ЧИННИКІВ СЕРЕДОВИЩА НА МІГРАЦІЮ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В СИСТЕМІ "ДОННІ ВІДКЛАДИ – ВОДА"

Наведено результати експериментальних досліджень міграції Al, Fe, Mn, Ti і Si з донних відкладів за дефіциту кисню, підкислення та підлуговування водного середовища. Зазначено важливість дослідження форм знаходження цих хімічних елементів та трансформації їхніх розчинних форм в завислу.

Ключові слова: *алюміній*, *ферум*, *манган*, *титан*, *силіцій*, *форми знаходження*, *донні відклади*, *кисень*, *pH*

В умовах сьогодення майже всі поверхневі водні об'єкти зазнають антропогенного впливу. Внаслідок цього в них, зокрема у придонному шарі, виникає дефіцит розчиненого кисню, утворюються сірководневі зони. З побутовими, промисловими стічними і шахтними водами до водних об'єктів надходять різні за хімічною природою розчинені органічні речовини (РОР), сполуки хімічних елементів, а також відбувається підлуговування або закислення водного середовища, яке спостерігається найчастіше. Відомо, що за дефіциту розчиненого кисню з донних відкладів (ДВ) до водної товщі інтенсивно надходить Mn, а також РОР і деякі біогенні елементи. Отже, за цих умов ДВ виступають джерелом вторинного забруднення води. Слід зазначити, що міграційна рухливість хімічних елементів у поверхневих водах залежить, насамперед, від їхніх хімічних властивостей, форм знаходження та умов водного середовища.

У водних об'єктах вони можуть знаходитись у розчинній, колоїдній і завислій формах. Домінування хімічного елемента в розчиненому стані збільшує його міграційну рухливість, а в завислому стані, навпаки, він малорухливий і майже недоступний для гідробіонтів. Трансформація хімічних елементів із розчиненої в завислу форму відбувається за рахунок коагуляції та адсорбції.

Мета наших досліджень полягала у вивченні впливу кисневого режиму і змін pH води на міграцію Al, Fe, Mn, Ti і Si в системі "донні відклади – вода".

Матеріал і методи досліджень

Для дослідження форм знаходження Al, Fe, Mn, Ti і Si застосовували мембранну фільтрацію з використанням нітроцелюлозних фільтрів "Synpor" з діаметром пор 0,4 мкм, іонообмінну та гель-хроматографію. Ці методи дозволяють розділити розчинну і завислу форму хімічного елемента (мембранна фільтрація), дослідити його розчинні сполуки за знаком заряду (іонообмінна хроматографія) та встановити їхню молекулярну масу (гель-хроматографія). Для експерименту використовували поліетиленові ємкості об'ємом 6 $дм^3$. В експериментальних системах (ЕС) співвідношення ДВ і природної води становило 1:10, за винятком 1-ої ЕС, яка містила лише природну воду і слугувала контролем. У 2-ій ЕС моделювалися умови, наближені до природних з переважно достатнім вмістом розчиненого кисню, у 3-ій ЕС підтримували анаеробні умови, у 4-ій ЕС знижували pH до ~ 6,0, у 5-ій ЕС підвищували pH до ~ 9,5, а у 6-ій ЕС знижували pH до ~ 6,0 і одночасно здійснювали штучну аерацію електричним компресором зі швидкістю подачі повітря 1,2 $см^3/с$. Дефіцит кисню створювали і підтримували протягом експерименту шляхом додавання у воду 20% розчину Na_2SO_3, а зниження і підвищення pH – відповідно розчином концентрованої CH_3COOH і 8 моль/$дм^3$ розчином NaOH. Для експерименту використовували свіжовідібрані мулисті ДВ і нефільтровану природну воду із затоки Собаче Гирло (Канівське вдсх., м. Київ). Експеримент тривав 14 діб у темному місці, протягом якого визначали вміст розчиненого і завислого Al, Fe, Mn, Ti і Si та підтримували в кожній із ЕС необхідні умови (дефіцит кисню, зниження або підвищення pH води, аерація води). Для врахування трансформації розчинної форми досліджуваного хімічного елемента в завислу, починаючи з 2-ої доби експерименту, на дно кожної ЕС встановлювали седиментаційні уловлювачі. На 14-ту добу експериментальних досліджень утворений в них осад аналізували на вміст зазначених хімічних елементів. Плівка, яка утворилась на межі фаз "вода – атмосферне повітря" у 4-ій ЕС, також аналізувалась на вміст досліджуваних металів і Si. Концентрацію розчиненого Al, Fe, Mn і Ti визначали у фільтраті природної води після фотохімічної деструкції РОР у кислому середовищі (pH 1,0–1,5) з додаванням H_2O_2, що досягалось за дії УФ-опромінювання (ртутно-кварцова лампа ДТР-1000) протягом 2,0–2,5 годин. Вміст розчиненого Si визначали безпосередньо у фільтраті природної води. Концентрацію досліджуваних хімічних елементів у складі завислих речовин знаходили після їхньої двостадійної обробки [1]. За результатами розподілу хімічних елементів між фракціями ДВ, які отримували після п'ятиступеневої обробки, оцінювали їхню потенційну міграційну рухливість [2].

Концентрацію Al, Fe і Ti визначали фотометричним методом з використанням відповідно хромазуролу S, о-фенантроліну і хромотропової кислоти, а Si у вигляді відновленої форми силіціймолібденової гетерополікислоти. Вміст Mn встановлювали хемілюмінесцентним методом з використанням люмінолу. Для вимірювання pH проб води застосовували pH-метр (pH-150МИ, Росія). Концентрацію розчиненого кисню знаходили методом Вінклера. Кольоровість води у фільтратах води визначали за імітаційною Cr-Co-шкалою.

Результати досліджень та їх обговорення

Протягом експерименту вміст розчиненого кисню у воді 1-ої і 2-ої ЕС знаходився в межах відповідно 5,1-6,7 і 3,8-4,9 мг/$дм^3$, а насичення води киснем становило 63,2-81,3 і 44,8-60,6%. Дещо нижча концентрація розчиненого кисню у 2-ій ЕС свідчить про його витрати на окиснення органічних речовин і сполук металів зі змінним ступенем окиснення, насамперед, Fe і Mn у ДВ. Водночас, вміст O_2 у воді 3-ої ЕС підтримували в межах 1,6–2,3 мг/$дм^3$, а у 4-ій ЕС, починаючи з 2-ої доби експерименту, спостерігався дефіцит розчиненого кисню (0–0,9 мг/$дм^3$),

який виник самодовільно при зниженні pH води до ~ 6,0. У 5-ій ЕС після різкого зниження концентрації розчиненого кисню на 2-у добу відмічено поступове зростання його вмісту від 1,5 до 6,5 мг/дм^3 протягом експерименту. У 6-ій ЕС, навіть за штучної аерації, не вдалось наситити воду киснем, а його концентрація з початку і до кінця експерименту знизилась від 5,6 до 0,06 мг/дм^3.

Величини pH води у 1-ій, 2-ій і 3-ій ЕС протягом експерименту знаходились в межах 7,50–7,92. Водночас, у 4-ій, 5-ій і 6-ій ЕС із-за буферних властивостей природної води і ДВ було важко підтримувати величини pH в тих межах, які були визначені умовами експерименту.

Кольоровість води як опосередкований показник вмісту гумусових речовин (ГР) у 1-ій і 2-ій ЕС протягом експерименту становила відповідно 68–75 і 67–76 ° Cr-Co-шкали. В усіх інших ЕС, починаючи з 3–6-ої діб експерименту, спостерігалось поступове зростання кольоровості води в 1,4–1,9 разів. Це пов'язано з тим, що за вище зазначених умов водного середовища інтенсифікується процес надходження ГР з ДВ. Тому слід очікувати також зростання міграції досліджуваних металів, оскільки певна їхня частина зв'язана у комплекси з ГР. У воді ЕС розчинений Al знаходився переважно у складі аніонних комплексних сполук з ГР (40–73%). Частка його катіонних і нейтральних комплексів становила відповідно 6,2–24,0 і 16,9–41,4%. Вміст аналогічних комплексів Fe і Mn характеризувався такими величинами: аніонні – 26,0–95,0 і 24,0–94,0%, катіонні – 1,4–9,7 і 6,0–43,0, нейтральні – 3,9–64,2 і 0,3–32,8% відповідно. При цьому утворення катіонних комплексів Mn(II) маловірогідне, а представлений він головним чином вільними (гідратованими) іонами Mn^{2+}. Зростання частки аніонних комплексів металів у воді до кінця експерименту свідчить не лише про їхнє надходження у вигляді комплексних сполук, а також і про зв'язування вільних іонів та гідроксокомплексів металів у комплекси з ГР. Частка аніонних комплексів Al з молекулярною масою ≤2,0 кДа становила 71–77%, що свідчить про його переважну міграцію з ДВ у вигляді низькомолекулярних сполук, яким властива більша міграційна рухливість. Напевно, інші метали за їхньої міграції у складі комплексів з ГР також надходять у вигляді низькомолекулярних комплексів. Частка розчиненого Si у воді ЕС у складі нейтральної фракції знаходилась в межах 94–98%. Водночас, розчинений Si у цій фракції на 95–99% був представлений сполуками з молекулярною масою <0,2 кДа. Отже, його надходження з ДВ до водної товщі відбувалося у вигляді мономерно-димерної форми силікатної кислоти, оскільки в поровому розчині розчинений Si також в середньому на 91% знаходився у вигляді сполук з нейтральним знаком заряду. У поровому розчині частка розчиненого Al, Fe і Ti у складі аніонної фракції становила відповідно 96,6, 35,5 і 98,0%, а у складі катіонної і нейтральної фракції – відповідно 3,1, 12,3 і 2,0% та 0,3, 52,2 і 0,0%. Ці результати досліджень підтверджують можливість надходження Al і Ti саме у вигляді комплексних сполук з ГР. За результатами п'ятиступеневої обробки донних відкладів ЕС [2] встановлено, що відносний та абсолютний вміст рухливих форм Al, Fe, Mn, Ti і Si в середньому становив відповідно 5,6, 35,9, 96,4, 7,5 і 0,3% та 0,97, 7,97, 0,52, 0,11 і 1,83 мг/г сухої маси ДВ. Саме ця частина досліджуваних хімічних елементів потенційно здатна надходити до порового розчину ДВ, а потім у водне середовище лише за певних умов, про що йтиметься далі.

За результатами експерименту встановлено, що максимальна концентрація розчиненого Al, Fe, Mn, Ti і Si спостерігалася у воді 4-ої ЕС і досягала відповідно 0,14, 1,92, 7,58, 0,056 і 5,5 мг/дм^3. Це свідчить про кращу міграційну рухливість цих хімічних елементів, ніж в інших ЕС, саме за умов підкислення водного середовища. Однак, цих результатів недостатньо для оцінки міграційної рухливості досліджуваних металів і Si, оскільки їхня розчинена форма може трансформуватися у завислу через коагуляцію і адсорбцію та подальшу седиментацію на дно. Для підтвердження перебігу зазначених процесів у досліджуваних ЕС постала необхідність визначення концентрації хімічних елементів у складі осаду седиментаційних уловлювачів та плівки на межі фаз "вода – атмосферне повітря" 4-ої ЕС. Враховуючи загальний вміст досліджуваних хімічних елементів, а також їхню концентрацію у розчиненій і завислій формах на 14-ту добу експерименту, нами встановлено, що певна частина розчинених Al, Fe, Mn, Ti і Si трансформувалася у завислу форму. Водночас, найінтенсивніше їхня міграція з донних

відкладів відбувається у 4-ій ЕС, тобто при зниженні pH, і меншою мірою у 5-ій ЕС при підлуговуванні води (рис.).

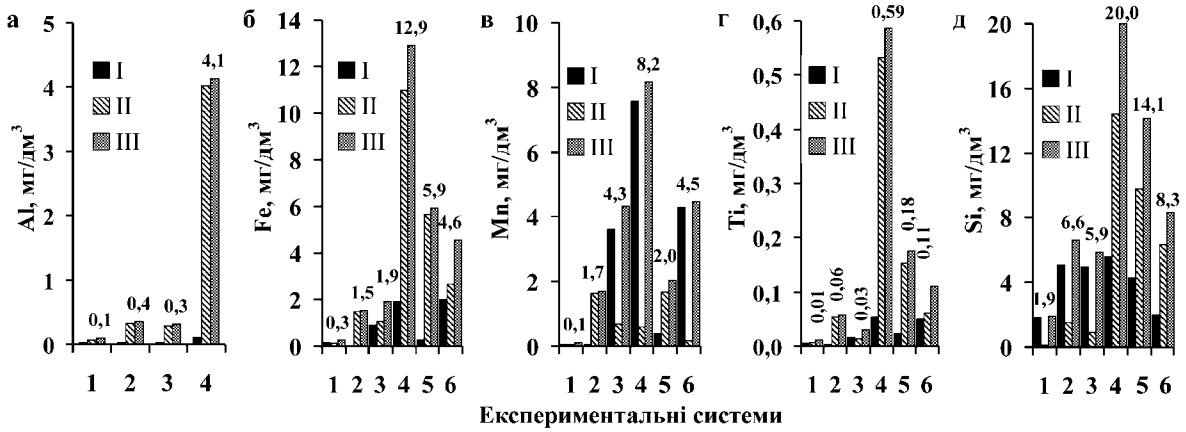

Рис. Вміст Al (а), Fe (б), Mn (в), Ti (г) і Si (д) у воді ЕС на 14-ту добу за дії різних чинників середовища: I і II – відповідно розчинена і завислa форми хімічних елементів, III – загальний вміст хімічних елементів. Цифрами на графіках позначено загальний вміст кожного хімічного елемента у відповідній ЕС

Трансформація розчинених Fe і Mn у завислу форму зумовлена тим, що за дефіциту кисню і зниження pH води вони можуть надходити з ДВ у вигляді вільних іонів Fe^{2+} і Mn^{2+}. За наявності у воді розчиненого кисню або на межі фаз "вода – атмосферне повітря" вони окиснюються до гідроксидів $Fe(OH)_3$ і $MnO(OH)_2$, які утворюють колоїдні частинки, що здатні адсорбувати на своїй поверхні як комплексні сполуки Al, Ti з РОР, зокрема з ГР, так і мономерно-димерну форму силікатної кислоти, тобто виступають в ролі колекторів. Саме тому концентрації розчинених Al, Ti і Si у воді ЕС не перевищують певних величин, незважаючи на їхнє інтенсивне надходження з ДВ. У подальшому колоїдні частинки коагулюють і седиментують на дно ЕС. Вміст розчинного Fe і Mn у воді ЕС залежить від швидкості їхнього окиснення й утворення колоїдних частинок гідроксидів, подальшої їхньої коагуляції та седиментації.

Висновки

За результатами експерименту встановлено, що найбільша міграційна рухливість досліджуваних хімічних елементів в системі "донні відклади – вода" спостерігається при зниженні pH, тоді як дефіцит розчиненого кисню впливає лише на надходження Mn і Fe.

1. Linnik P. N. Concentration, coexisting forms, and features of silicon distribution and migration in surface waters of Ukraine / P. N. Linnik, T. P. Dikaya // Water Resources. – 2014. – Vol. 41, № 6. – P. 696–708.
2. Tessier A. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals / A. Tessier, P.G.C. Campbell, M. Bisson // Analyt. Chem. – 1979. – Vol. 51. – P. 844–851.

В.А. Жежеря, П.Н. Линник, Т.П. Жежеря
Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА МИГРАЦИЮ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ "ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ – ВОДА"

Приведены результаты экспериментальных исследований миграции Al, Fe, Mn, Ti и Si из донных отложений при дефиците кислорода, подкислении и подщелачивании водной среды. Отмечена важность исследования форм нахождения этих химических элементов и трансформации их растворенных форм во взвешенную.

Ключевые слова: алюминий, железо, марганец, титан, кремний, формы нахождения, донные отложения, кислород, pH

V.A. Zhezherya, P.M. Linnik, T.P. Zhezherya
Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS OF ENVIRONMENT ON THE MIGRATION OF CHEMICAL ELEMENTS IN THE SYSTEM "BOTTOM SEDIMENTS – WATER"

The experimental results of research of Al, Fe, Mn, Ti and Si migration from the bottom sediments at the oxygen deficiency, acidification and alkalinization of the aquatic environment are given. Attention is concentrated on the study of the coexisting forms of these chemical elements and transformation their dissolved forms into suspended form.

Keywords: aluminum, iron, manganese, titanium, silicon, coexisting forms, bottom sediments, oxygen, pH

УДК 597.551.2:661.162.2

А.А. ЖИДЕНКО, Т.В. МИЩЕНКО, В.В. КРИВОПИША
Черниговский национальный педагогический университет имени Т.Г. Шевченко
ул. Гетмана Полуботка, 53, Чернигов, 14013, Украина

РЕАКЦИЯ КАРПОВЫХ РЫБ НА ДЕЙСТВИЕ ГЛИФОСАТА

Проанализировано действие глифосата на Cyprinus carpio. Гербицид ингибирует в печени карпа анаболических и усиливает катаболические процессы, увеличивает энергозатратыорганизма. Стабилизация энергетического обмена под действием глифосата обеспечивается за счет адаптивного увеличения концентрации кальция в сыворотке крови рыб.

Ключевые слова: *глифосат*, *карп*, *печень*, *мышцы*, *ферменты*, *катионы кальция*, *адаптация*

Большинство гербицидов, используемых в сельском, лесном и фермерских хозяйствах, содержат действующее вещество глифосат. Наиболее широко используемый гербицид, содержащий глифосат – это «Roundup» компании Монсанто. На сегодняшний день в мире ежегодно производится 800000 т. глифосата, примерно половину этого количества производит Китай. По одним источникам глифосат был изобретен в Швейцарии в 1950 году и впервые синтезирован Monsanto в 1970 году [8], по другим – N-(фосфонометил)-глицин был произведен во время второй мировой войны в качестве отравляющего вещества нервнопаралитического действия [7]. Использование глифосата для уничтожения нежелательной растительности в открытых коллекторно-дренажных и оросительных системах может привести к гибели гидробионтов.

Цель работы – проанализировать изменения, происходящие у Cyprinus carpio под влиянием глифосата.

Материал и методы исследований

Модельные эксперименты были проведены с использованием 200-литровых аквариумов. Длительность эксперимента составила 7-14 суток, замену воды проводили каждые два-три дня. Во всех случаях контролировали и поддерживали постоянный гидрохимический режим. Для внесения глифосата в количестве 0,04 мг/дм^3 (2 ПДК) использовали водный раствор раундапа [4]. Подробное описание каждой из использованных методик можно найти по ссылкам литературы [2].

Результаты исследований и их обсуждение

Придерживаясь комплексного принципа изучения влияния антропогенных факторов на организм, мы используем следующую последовательность в изложении полученных результатов. Прежде всего, описание поведения рыб, затем изменения внешнего вида и внутренних органов карпа на тканевом и клеточном уровнях; колебания гематологических показателей и параметров биохимического уровня организации Cyprinus carpio.