

О.А. Гуляева

*Институт гидробиологии НАН Украины, Киев, Украина
e-mail: ecohydrologist.ua@gmail.com*

О ТЕМПЕРАТУРНОЙ И КИСЛОРОДНОЙ СТРАТИФИКАЦИИ ДНЕСТРОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 2013 ГОДУ

Большую часть года в Днестровском водохранилище наблюдается температурная и плотностная стратификации, которые во многом определяют газовый режим водоема. Для уточнения характеристик пространственного распределения температуры и растворенного кислорода в водных массах рассматриваемого водоема нами весной и осенью 2013 года был проведен ряд натурных наблюдений.

Так, в весенний период в конце апреля в приплотинном участке Днестровского водохранилища (5 км от Днестровской ГЭС-1) температура воды в поверхностном слое достигала 9°C. В придонных слоях она не превышала 4°C. В этот период в 15-метровом слое уже наблюдалось формирование термического скачка, градиент которого составлял 0,9°/м. При таких условиях содержание растворенного кислорода по вертикали в водной толще изменяется незначительно – от 7,3 до 9 мг/дм³. Следует отметить, что максимальные концентрации наблюдались у дна и на поверхности водоема. Такое распределение сложилось благодаря активным гидродинамическим процессам. Благоприятный кислородный режим в приплотинном участке водохранилища создается в результате конвективного перемешивания и наличия придонного плотностного течения в зимне-весенний период.

В конце апреля на более отдаленном от плотины участке водохранилища (45 км от Днестровской ГЭС-1) наблюдалась несколько иная ситуация. Температура воды поверхностного слоя составляла около 17°C, при этом у дна она также не превышала 4°C. Наибольший градиент наблюдался в поверхностном метровом слое и составил 2,1°/м. Второй значительный скачок температуры (1,7°/м) сформировался на глубине 15 метров. Такое вертикальное распределение температуры привело к резкому снижению концентрации кислорода на глубине 5–10 м, где наблюдались минимальные его значения (5,5–5,7 мг/дм³). Необходимо подчеркнуть, что как в поверхностных, так и в придонных слоях водоема отмечались достаточно высокие концентрации кислорода (8,8–9 мг/дм³).

Осенью, в начале сентября, исследования температурных и кислородных показателей проводили по пяти вертикалям на акватории Днестровского водохранилища на участке 5–110 км от плотины Днестровской ГЭС-1. В этот период температура поверхностного слоя варьировала в пределах 21–23°C. Слой перемешивания, за счет конвективных процессов, достигал 20 м и более. Термоклин, градиент которого составлял 1–1,5°/м, наблюдался только на участке 5–45 км от плотины на глубине от 30 до 40 м. Разница между поверхностными и придонными температурами изменялась в достаточно широком диапазоне – от 1,1° (110 км от плотины) до 12,7° (5 км от плотины). Несмотря на активные процессы перемешивания, кислородный режим в осенний период характеризовался достаточно низкими показателями. В поверхностном слое концентрация колебалась в пределах 3,8–5,9 мг/дм³. В этом слое минимальные значения наблюдались на участке 110 км от Днестровской ГЭС-1. В придонном слое минимальная концентрация отмечалась в приплотинном участке и составляла 0,2–0,6 мг/дм³. Разница между поверхностными и придонными значениями варьировала в пределах от 1,6 (110 км от плотины) до 5,6 мг/дм³ (45 км от плотины). Следует

отметить, что мощность придонного слоя воды, в котором концентрация кислорода не превышала 1 мг/дм³, колебалась от 4 м (90 км от плотины) до 30 м (5 км от плотины).

Результаты натурных измерений дают основания утверждать, что весной кислородная стратификация в Днестровском водохранилище возникает в период интенсивного прогревания водных масс и сохраняется до осени. Далее наблюдается постепенное выравнивание температурных и кислородных показателей по глубине водоема.

Р.І. Гураль

Державний природознавчий музей НАН України, Львів, Україна
e-mail: gural.roman@gmail.com

ІНДИКАЦІЙНА ЦІННІСТЬ ДЕЯКИХ ВИДІВ ПРІСНОВОДНИХ МОЛЮСКІВ ПО ВІДНОШЕННЮ ДО ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Інтенсифікація антропогенного навантаження в більшості випадків стає причиною того, що водна екосистема забруднюється хімічними речовинами. Певну частку серед них становлять іони важких металів. У зв'язку з цим виникає потреба встановлення рівня забруднення конкретного біотопу. Гідрохімічний аналіз проб води дозволяє отримати загальну картину щодо концентрації певних розчинених у ній елементів. А для отримання цілісної картини забруднення водойм важкими металами, крім загальноприйнятих методик, слід проводити також біологічний моніторинг із залученням гідробіонтів у ролі тест-організмів. Якнайкраще для цього підходять популяції прісноводних молюсків, оскільки вони є малорухливими та у них слабо виражена реакція уникання. Вибір цих безхребетних тварин для біоіндикації важких металів у водному середовищі зумовлений також особливостями їх екології та специфікою осадження і вертикального розподілу важких металів у водоймах. Найбільша їх концентрація спостерігається звичайно у придонних шарах води та у донних відкладах. Тому використання популяцій молюсків для дослідження забруднення водойм важкими металами є цілком виправданим. Додатковою перевагою при використанні їх як біоіндикаторів є своєчасна реакція на відносно невеликі концентрації важких металів, внаслідок процесу акумуляції, а також чітка фіксація швидкості змін забруднення водного середовища важкими металами.

Дослідження особливостей накопичення іонів важких металів (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{3+} , Co^{2+}) в організмі молюсків проводилися в басейні верхів'ї р. Дністер у наступних типах гідротопів: меліоративних каналах, рибогосподарських ставах, водоймах кар'єрного типу, річках. Як модель було обрано два види прісноводних молюсків: *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758) і *Planorbis planorbis* (Linnaeus, 1758). Такий вибір був зумовлений насамперед двома причинами: особливостями екології цих молюсків (обидва види характеризуються найбільшою евритопністю) та особливостями їх життєвого циклу. Так, згідно літературних даних, обидва види мають дворічний життєвий цикл, що спричиняє триваліший контакт молюсків з оточуючим середовищем. Додатковим аргументом щодо вибору саме цих видів прісноводних молюсків стали особливості їх живлення. Так, *L. stagnalis*, згідно літературних даних, – всеїдний вид, у харчовому раціоні віддає перевагу напіврозкладеним тканинам відмерлих квіткових рослин, а в окремих випадках може харчуватися й живими рослинами.

А *P. planorbis* за способом добування їжі – типовий молюск-збирач. Він харчується перифітоном, зішкрібаючи його за допомогою терки з поверхні різних водних рослин, а також дрібним рослинним детритом, який збирає з поверхні дна водойми. Завдяки цьому з'являється можливість отримати відомості щодо рівня концентрування важких металів не лише в організмі молюсків і водному середовищі, але також у водних рослинах і донних відкладах, оскільки у процесі травлення частина акумульованих у них важких металів концентрується в черепашці та внутрішніх органах досліджених молюсків. З метою отримання цілісної картини щодо накопичення різними частинами тіла і черепашкою обраних видів молюсків іонів важких металів був використаний індекс індикаційної цінності. Додаткову інформацію щодо рівня накопичення досліджених важких металів у організмі модельних видів прісноводних молюсків може представити коефіцієнт біологічного накопичення (надалі в тексті КБН). Значення цього показника свідчать про ступінь поглинання молюсками важких металів з водного середовища, який насамперед залежить від ступеня забруднення водного середовища.

Володіючи даними щодо концентрацій важких металів у організмі прісноводних молюсків, можна виявити саме ті види, дослідження яких найповніше характеризувало б рівень забруднення водного середовища іонами певних важких металів. У досліджених нами меліоративних каналах індикаторним видом для Cu^{2+} , Zn^{2+} і Pb^{2+} виявився *P. planorbis*. Концентрація цих металів у особинах даного виду була в 1,1-1,5 рази більшою, ніж у *L. stagnalis*. Для решти досліджених важких металів індикаторними можуть бути обидва модельні види. Аналіз КБН виявив, що в меліоративних каналах молюски найбільше акумулювали з водного середовища Pb^{2+} і Cd^{2+} , а найменше – Zn^{2+} та Cu^{2+} . У даному випадку найбільше накопичувалися саме ті важкі метали, концентрація яких перевищувала значення ГДК.

У рибогосподарських ставах стан забруднення водного середовища Cu^{2+} та Zn^{2+} добре відображали обидва модельні види. Для решти важких металів більш показовими виявилися їх концентрації у внутрішніх органах і черепашці *P. planorbis*. Досліджені особини *L. stagnalis* і *P. planorbis* найінтенсивніше накопичували Co^{2+} і Cr^{3+} , хоча їх концентрація у воді не перевищувала значень ГДК. Для обох видів найбільше значення КБН було характерне для Co^{2+} , дещо менше – для Cr^{3+} .

У водоймах кар'єрного типу для трьох важких металів (Cd^{2+} , Cr^{3+} та Co^{2+}) індикаторними можуть бути обидва модельні види молюсків, а для решти досліджених важких металів – лише *P. planorbis*. Найбільше значення КБН було виявлене для Cr^{3+} . У досліджених водоймах концентрація цього металу не перевищувала ГДК. Значне концентрування Cr^{3+} в організмі молюсків можна пояснити передусім близьким розташуванням досліджених гідротопів відносно населених пунктів.

У річках дослідженої території для двох важких металів (Pb^{2+} та Co^{2+}) індикаторними виявилися обидва модельні види. Рівень забруднення водного середовища іншими важкими металами найкраще відображає їх концентрування в організмі *P. planorbis*. Найбільші значення КБН відмічені для Co^{2+} , хоча в досліджених гідротопах його концентрація не перевищувала значення ГДК. Значне концентрування кобальту організмом молюсків і, відповідно, високі значення КБН, очевидно, пов'язані зі значною кількістю рослинного опаду та його інтенсивним розкладом.

Загалом було встановлено, що рівень забруднення водойм іонами важких металів у більшості обстежених типів гідротопів краще визначати за їх концентрацією в *P. planorbis*, і лише в окремих випадках індикаторними можна вважати обидва модельні види молюсків.

Крім того, для *P. planorbis* характерна більша екологічна пластичність у порівнянні з *L. stagnalis*, що додатково сприяє біоіндикаційному використанню даного виду в різних типах гідротопів.

С.В. Дараган

Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна
e-mail: svitlanadaragan@gmail.com

ГІДРОЛОГІЧНІ УМОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОСИСТЕМ ВОДОЙМ КИЄВА

Невід'ємними елементами гідрологічного режиму водойм є зовнішній та внутрішній водообмін. Водообмінні процеси відіграють важливу роль у формуванні якісного складу і біопродуктивності водойм, у становленні та функціонуванні їх екосистем. Зовнішній водообмін лежить в основі розрахунку водних мас, розчинених та завислих речовин, біогенних елементів та водних організмів. Він визначає внутрішньоводоймову динаміку, від якої залежить характер та інтенсивність проходження хімічних та біологічних процесів.

Елементи гідрологічного режиму значною мірою залежать від морфологічних особливостей водойм. За генезисом водойми м. Києва поділяються на гідрогенні та штучні. Гідрогенними (заплавними) є водойми, що виникли в результаті ерозійної та акумулятивної діяльності річок, і зосереджені в їх заплаві. Штучні (антропогенні) водойми – ставки та водосховища, що виникли при загачуванні греблями річок і струмків, або в залишених кар'єрах, котловинах.

В результаті розширення міської території Києва та забудови житлових масивів більшість гідрогенних водойм втратили свої первинні гідроморфологічні параметри. Враховуючи ступінь їх трансформації, ми розділили їх на підгрупи:

- *природні, частково змінені водойми*, що зазнали мінімальних антропогенних змін;
- *антропогенно змінені водойми*, що зазнали суттєвих змін морфометричних характеристик;
- *водойми-стариці*, що виникли на місці колишніх проток;
- *затоки, затони* – водойми, що входять до складу гідрографічної мережі Дніпра (Канівського водосховища).

У групі штучних водойм виділяються дві підгрупи:

- *ставки* – утворені на невеликих водотоках внаслідок загачування їхніх долин;
- *кар'єри та копанки*, що виникли в результаті видобутку піску, глини тощо.

За водним балансом водойми м. Києва характеризуються різним співвідношення його складових. В цілому водний баланс міських водойм формується з атмосферних опадів на водну поверхню, притоку поверхневих та підземних вод, випаровування з водної поверхні, поверхневого стоку з водойми та фільтрації води (підземний стік із водойми). Він включає також акумуляцію води у водоймі.

Природні, частково змінені водойми достатньо мілководні, утворилися в результаті затоплення долини Дніпра. Представником цієї підгрупи є оз. Бабіне. Для цих водойм

основним компонентом прибуткової частини водного балансу є притік підземних вод, генерований довготривалими коливаннями рівня води в Канівському водосховищі. Такі коливання забезпечують різницю рівнів між водосховищем та заплавами водоймами. При цьому відбувається фільтрація води через їх піщану основу ложа. Це обумовлює їх повний водообмін протягом одного року.

Підгрупи антропогенно змінених водойм та водойми-стариці, до яких належать озеро Райдужне, Вирлиця, Тельбін, Тягле, Редьчине, Вербне та озера системи Опечень, використовувалися як кар'єри для видобутку піску. Таке антропогенне втручання (поглиблення до 15 і більше м) змінило їх гідрологічні, температурні та гідрохімічні режими. Основним компонентом прибуткової частини водного балансу антропогенно змінених водойм та водойми-стариць являються поверхневі та підземні води. При цьому період зовнішнього водообміну в водоймах цих підгруп може варіювати від 18 діб до 14 років.

Розподіл температур у їх водній товщі характеризується стійкою стратифікацією: влітку – прямою, взимку – оберненою. Такий розподіл температур нехарактерний для природних заплавних водойм. Влітку у водній товщі водойм формується шар температурного стрибка, який блокує вертикальний водо- та масообмін, перешкоджає надходженню біогенних речовин з нижніх горизонтів в трофогенний шар та забезпечує формування анаеробних зон в нижніх горизонтах. В умовах тривалого дефіциту розчиненого у воді кисню зростає надходження з донних відкладів органічних речовин, біогенних елементів та сполук металів.

Затоки та затони також зазнали значних антропогенних втручань. Особливістю цих водойм є те, що їхній гідрологічний режим повністю залежить від режиму коливання рівня води на річковій ділянці Канівського водосховища. Короткочасні коливання рівня води забезпечують їм інтенсивний зовнішній водообмін (від 2 до 21 діб).

Штучні водойми, зокрема ставки, є мілководними. Характерними представниками їх є Горіхуватські, Палладінські, Китаївські ставки. Основна складова водного балансу ставків формується в результаті розвантаження вод зі схилів долин. Розрахунки показують, що повний водообмін у ставках може здійснюватися протягом 6 і більше місяців.

Кар'єри та копанки зосереджені на правобережній та лівобережній частині Дніпра. Вони, на відміну від ставків, мають достатньо великі глибини. Основними складовими їх водного балансу є поверхневі та підземні води. Період зовнішнього водообміну становить 1,2–10,3 років.

Гідродинамічні процеси водойм м. Києва генеруються вітром та зовнішнім водообміном. Швидкість вітрових течій складає в середньому біля 4 см/с. Інколи вона може досягати в поверхневих шарах води 8–12 см/с. Вертикальне перемішування вод в досліджуваних водоймах практично повністю визначається діяльністю вітру. Нашими дослідженнями встановлено, що на глибоких водоймах переміщуються поверхневі шари до глибини 1–4, на мілководних – до дна. Це безумовно визначає вертикальний розподіл гідрохімічних і біологічних показників. Так, наприклад, в оз. Синьому градієнт температури води по глибині (1,85 м) в літній період досягав 3 °, в оз. Редьчиному – 16 °. Вміст розчиненого у воді кисню оз. Синього коливався в межах від 5,15 до 10,5 мг/дм³. В період наших досліджень вміст розчиненого у воді кисню оз. Редьчиного у верхньому шарі становив 15,5 мг/дм³, а на глибині 8 м – 2,05 мг/дм³.

Динамічні процеси заток та затонів суттєво посилюються за рахунок їх водообміну з Канівським водосховищем. При короткочасних коливаннях рівня води у цих водоймах спостерігається інтенсивне переміщення водних мас з потужністю до 8–10 м³/с.

Водойми м. Києва за елементами гідрологічного режиму є досить різними, що визначено різним ступенем антропогенного навантаження. В свою чергу зміни гідрологічного режиму призвели до зміни умов функціонування водних екосистем порівняно з їх природним станом.

В.А. Жежеря

*Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна
e-mail: zhezheryava@mail.ru*

ВМІСТ ТА ФОРМИ ЗНАХОДЖЕННЯ ТИТАНУ В ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ

Титан належить до десяти найпоширеніших хімічних елементів у складі земної кори, де його частка становить 0,45 %. Він входить до складу понад 150 мінералів, серед яких ільменіт FeTiO_3 і рутил TiO_2 мають промислове значення у видобутку титану. Серед мінералів, що містять титан, багато силікатів, в кристалічних ґратках яких він заміщує Si, Al і Fe. В Світовому океані середня концентрація титану в розчинній формі становить 1 мкг/дм^3 , тоді як в річкових водах, за результатами досліджень різних авторів, може досягати 30 мкг/дм^3 і навіть 300 мкг/дм^3 . Ці відмінності залежать як від фізико-географічного знаходження, так і від типу досліджуваного водного об'єкта. На земній поверхні існують локальні місця, де концентрація розчинного титану може досягати декількох десятків мг/дм^3 . Наприклад, в кислих термальних водах вулканічних зон його вміст становить $5\text{--}23 \text{ мг/дм}^3$, а в лужних водах родовищ нефелінових сієнітів-карбонатитів і розсолах лужних озер – $2\text{--}4 \text{ мг/дм}^3$. Коефіцієнт водної міграції титану становить 0,005, що свідчить про його слабку міграційну здатність, яка зростає в сильнокислому та сильнолужному середовищах.

Про біологічну роль титану відомо дуже мало. Більшість науковців відносять його до біологічно інертного металу. Хоча поодинокі наукові дослідження свідчать про його важливе значення для фіксації азоту симбіотичними мікроорганізмами, при фотоокисненні сполук азоту у вищих рослин, а також у деяких процесах фотосинтезу (Charman H.D., 1972 і Школьник М.Я., 1974). Серед живих організмів існують представники, які здатні до накопичення титану. Наприклад, діатомові водорості накопичують від 15 до 1500 мкг/г титану, тоді як інші морські водорості, за результатами досліджень (В.В. Ковальського, 1983) відповідно $12\text{--}80 \text{ мкг/г}$, а морські тварини – $0,2\text{--}20 \text{ мкг/г}$. Останнім часом з'явилися публікації стосовно токсичного впливу наночастинок TiO_2 на живі організми, серед яких великий інтерес викликають експериментальні дослідження на рибах. Серед наслідків їхнього негативного впливу слід відмітити порушення дихальної функції, ущільнення ядер гепатоцитів, підвищення вмісту глутатіону в зябрах, ерозійні зміни епітеліальної тканини кишківника тощо (Gillian F., 2007). Отже, вивчення форм знаходження титану у поверхневих водах має важливе значення як для оцінки його можливого токсичного впливу, так і для з'ясування шляхів міграції.

Матеріали і методи дослідження. Проби води відбирали за допомогою модифікованого батометра-склянки. Для відокремлення завислих речовин воду пропускали крізь мембранні фільтри “Synpro” з діаметром пор $0,4 \text{ мкм}$. Концентрацію завислого титану ($\text{Ti}_{\text{зав}}$) визначали після послідовного застосування “мокрого спалювання” мембранного

фільтра із зависсю у суміші концентрованих кислот (HNO_3 і H_2SO_4) та подальшої гідротермальної обробки мінерального залишку зависі у лужному середовищі. Концентрацію розчинного титану ($\text{Ti}_{\text{розч}}$) визначали до та після фотохімічної деструкції розчинених органічних речовин (РОР) у фільтраті води. Розподіл $\text{Ti}_{\text{розч}}$ між комплексними сполуками з РОР різної хімічної природи досліджували з використанням іонообмінних целюлоз, що дозволяє отримати три фракції РОР, які аналізували на вміст у них титану після фотохімічної деструкції РОР. У кислотній фракції знаходяться переважно гумусові речовини (ГР), тоді як основна і нейтральна фракції містять в основному білковоподібні речовини (БПР) і вуглеводи. Для визначення титану застосовували фотометричний метод з використанням хромотропової кислоти. Оптичну густина розчинів вимірювали при довжині хвилі 490 нм.

Досліджувані водні об'єкти: Канівське водосховище (верхня і середня ділянки), Кілійська дельта Дунаю (Кілійський, Старостамбульський, Очакіський, Бистрий і Восточний рукави), річки Десна (гирло, с. Хотянівка), басейну Прип'яті (р. Стохід, р. Цир, р. Стир, р. Случ), Прип'ять, Гірський Тікич (сmt Буки і с. Чорна Кам'янка).

Результати дослідження і їхнє обговорення. Загальна концентрація титану в досліджуваних водних об'єктах коливалась в межах $0,2\text{--}573,0$ мкг/дм³, а його вміст у розчиненій і завислій формах відповідно – $0,0\text{--}46,4$ і $0,2\text{--}534,6$ мкг/дм³ (див. табл.).

Таблиця.

Вміст титану у воді досліджуваних водних об'єктів

Водні об'єкти	$\text{Ti}_{\text{розч}}$		$\text{Ti}_{\text{зав}}$		$\text{Ti}_{\text{заг}}$, мкг/дм ³
	мкг/дм ³	%	мкг/дм ³	%	
Канівське вдсх., поверхневий шар (2012–2013 рр.)	$\frac{0,0\text{--}30,7}{9,3}$	58,9	$\frac{0,2\text{--}18,7}{6,5}$	41,1	$\frac{0,4\text{--}46,1}{15,8}$
Канівське вдсх., придонний шар (2012–2013 рр.)	$\frac{0,0\text{--}21,7}{9,1}$	31,6	$\frac{0,2\text{--}92,8}{19,7}$	68,4	$\frac{0,2\text{--}105,1}{28,8}$
Кілійська дельта Дунаю (2012 р.)	$\frac{35,4\text{--}46,4}{40,1}$	10,1	$\frac{216,0\text{--}534,6}{358,5}$	89,9	$\frac{256,0\text{--}573,0}{398,6}$
р. Десна (2012 р.)	$\frac{3,0\text{--}24,5}{14,6}$	26,7	$\frac{2,5\text{--}90,0}{40,1}$	73,3	$\frac{27,0\text{--}106,4}{54,7}$
Річки басейну р. Прип'ять (2012 р.)	$\frac{0,0\text{--}25,0}{8,8}$	48,6	$\frac{5,3\text{--}19,2}{9,3}$	51,4	$\frac{5,3\text{--}35,4}{18,1}$
р. Гірський Тікич (2012–2013 рр.)	$\frac{3,0\text{--}28,3}{15,4}$	55,8	$\frac{3,0\text{--}19,7}{12,2}$	44,2	$\frac{8,0\text{--}45,8}{27,6}$

Примітка: над ризикою – граничні величини концентрації, під ризикою – середні значення. $\text{Ti}_{\text{розч}}$ і $\text{Ti}_{\text{зав}}$ – відповідно розчинна і зависла форми титану, $\text{Ti}_{\text{заг}}$ – загальний титан.

Такі значні коливання концентрації $\text{Ti}_{\text{зав}}$ зумовлені як типом водного об'єкту, так і природою завислих речовин. Максимальні значення вмісту $\text{Ti}_{\text{зав}}$ характерні для Кілійської дельти Дунаю, що пояснюється домінуванням у складі завислих речовин компонентів мінеральної природи, частка яких становить 95–98 %, а також і значно більшим вмістом завислих речовин $53,5\text{--}92,8$ мкг/дм³ порівняно з іншими досліджуваними нами водними об'єктами, в яких маса зависі не перевищувала $29,3$ мкг/дм³. В цих водних об'єктах, на відміну від Кілійської дельти Дунаю, могла домінувати завись органічного походження, а зокрема влітку, яка представлена фітопланктоном і детритом. Додатковим підтвердженням того, що титан у завислій формі мігрує переважно у складі мінеральних частинок може бути наявність сильного кореляційного зв'язку між масою завислих речовин і концентрацією $\text{Ti}_{\text{зав}}$ у Кілійській дельті Дунаю, а також у придонному шарі Канівського водосховища і р. Десни,

де коефіцієнт кореляції становив відповідно 0,79, 0,81 і 0,85 при рівні значимості 0,01. Частка $Ti_{зав}$ в досліджуваних водних об'єктах, за середніми величинами, знаходилась в межах 41,1–89,9 %, а найбільший відносний вміст $Ti_{зав}$ встановлено для Кілійської дельти Дунаю, р. Десни і придонного шару води Канівського водосховища (див. табл.). За результатами досліджень (Г.Д. Супаташвілі, 2003), при нейтральних значеннях рН $Ti_{розч}$ може адсорбуватися на завислих частинках, і тому концентрація адсорбованого титану буде зростати із збільшенням їхнього вмісту. Таким чином відбувається трансформація $Ti_{розч}$ в $Ti_{зав}$. Двостадійна обробка зависі підтверджує вище викладене, оскільки $Ti_{зав}$ на 67,6–97,3 % вилучався із зависі при “мокрому спалюванні”, а решта містилась в складі мінералів зависі і визначалась лише після повної руйнації її мінеральної складової за допомогою гідротермальної обробки. В досліджуваних водних об'єктах $Ti_{розч}$ мігрує у складі комплексних сполук з РОР різної хімічної природи, про що свідчать результати його визначення лише у фракціях РОР після фотохімічної деструкції органічних речовин у кожній з них. Частка $Ti_{розч}$ у складі комплексів з ГР коливалась в межах 33,5–89,4 %, а з БПР і вуглеводами відповідно – 0,0–29,9 і 6,6–64,0 %. Таким чином, знаходження титану у складі комплексів з РОР збільшує його міграційну рухливість і біодоступність, а зростання вмісту завислих речовин спонукає до трансформації розчинного титану в завислу форму.

Т.П. Жежеря, Г.М. Задорожна

*Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна
e-mail: tanadyka@ukr.net*

СЕЗОННІ ЗМІНИ В МІГРАЦІЇ І ТРАНСФОРМАЦІЇ СПІВІСНУЮЧИХ ФОРМ СИЛІЦІУ В ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ

Природні води – це складні багатокомпонентні системи, які характеризуються наявністю у своєму складі не лише великої кількості хімічних елементів, але і різноманітністю форм кожного із цих елементів. Зокрема, серед компонентів хімічного складу природних вод важлива роль належить біогенним елементам, які, тією чи іншою мірою, пов'язані із життєдіяльністю гідробіонтів. До таких біоелементів разом із нітрогеном, фосфором і ферумом відносять також і силіцій. Силіцій – постійний компонент природних вод в цілому і поверхневих зокрема. За розповсюдженням серед хімічних елементів він займає друге місце (після кисню) у складі земної кори. Крім того, силіцій відіграє важливу роль у розвитку діатомових водоростей, які, в свою чергу, є основною складовою частиною трофічних ланцюгів морських і прісноводних екосистем. Відомо, що вміст силіцію в поверхневих водах зазнає сезонних змін, зумовлених, перш за все, розвитком фітопланктону, зокрема, діатомових водоростей. У водних екосистемах головна роль у міграції сполук силіцію належить саме цим гідробіонтам, завдяки їхньому засвоєнню і трансформації його розчинних сполук у завислу форму. Утворення первинної органічної речовини супроводжується поглинанням силіцію із поверхневого горизонту та його накопиченням у складі кремнеземних оболонок-панцирів діатомей. Подальше переміщення водоростей в напрямку „поверхня – дно” сприяє накопиченню силіцію у складі донних відкладів, котрі, в свою чергу, можуть бути вторинним джерелом його розчинних сполук.

Метою нашої роботи було дослідити сезонні зміни вмісту та співіснуючих форм силіцію у поверхневих водних об'єктах, а також з'ясувати особливості його міграції і розподілу між біотичними і абіотичними компонентами водних екосистем.

Матеріали і методи дослідження. Об'єктами дослідження були: верхня ділянка Канівського водосховища (затоки Собаче Гирло і Оболонь, поблизу Московського місту, м. Київ); р. Тетерів (с. Дениші і с. Перлявка, Житомирська область); р. Рось (м. Біла Церква); р. Серет (смт Велика Березовиця, Тернопільська область), а також Тернопільське водосховище на р. Серет; р. Гірський Тікич (смт Буки і с. Чорна Кам'янка, Черкаська область); озера Вербне та Йорданське (м. Київ).

Проби води відбирали з поверхневого (~ 0,5 м) і придонного горизонтів (~ 0,3–0,5 м від дна) в поліетиленові ємкості за допомогою батометра Рутнера або модифікованого батометра-пляшки. Відокремлення завислих речовин від розчинних здійснювали шляхом пропускання проб води через мембранний фільтр "Synpro" (Чехія, діаметр пор 0,4 мкм) під тиском (≈ 2 атм), що створювався за допомогою установки УК 40–2М. Масу завислих речовин знаходили за різницею між масою фільтра із зависсю, висушеного до постійної маси при кімнатній температурі, і масою самого фільтра.

Концентрацію силіцію у воді, а також у складі зависі визначали за допомогою одного із варіантів фотометричного методу – у вигляді синьої (відновленої) форми силіціймолібденової гетерополікислоти. Вміст силіцію у складі завислих речовин визначали поетапно: після „мокрого спалювання” фільтра із зависсю в суміші концентрованих HNO_3 і H_2SO_4 , та наступної гідротермальної обробки залишку зависі в сталевому автоклаві з тефлоновим тиглем протягом 5 год. в сильнолужному середовищі при температурі 230°C .

Фіксацію, седиментацію, камеральне опрацювання проб, визначення видового різноманіття фітопланктону, його чисельності та біомаси проводили згідно загальноприйнятих гідробіологічних методів.

Результати досліджень та їх обговорення. Як показали результати досліджень, загальна концентрація силіцію у воді досліджуваних водних об'єктів знаходилась в межах від 0,2 до $7,6 \text{ мг/дм}^3$. Домінуючою його формою міграції була розчинна. Її частка в середньому становила 70,6–99,4% від загального вмісту силіцію і була представлена мономерно-димерною формою силікатної кислоти. Завдяки засвоєнню силіцію деякими представниками фітопланктону у поверхневих водотоках і водоймах спостерігаються сезонні коливання не лише загального вмісту, але й співіснуючих його форм, зокрема розчинної ($\text{Si}_{\text{розч}}$) та завислої ($\text{Si}_{\text{зав}}$).

Стосовно розчинної форми силіцію слід сказати, що помітне зменшення концентрації $\text{Si}_{\text{розч}}$ спостерігається в період вегетації діатомових водоростей. У зв'язку з цим відмічаються сезонні коливання його вмісту (рис.). Найменші концентрації $\text{Si}_{\text{розч}}$ було відмічено у весняно-літній період, що пов'язано із його споживанням цими гідробіонтами. Зазвичай зростанням концентрації $\text{Si}_{\text{розч}}$ спостерігається в осінній період, досягаючи максимальних своїх значень взимку, коли відбувається сповільнення біологічних процесів. Підтвердженням цьому є наявний взаємозв'язок між концентрацією $\text{Si}_{\text{розч}}$ і біомасою діатомових водоростей (див. рис. 1). Так, зростання біомаси діатомей супроводжується зниженням концентрації $\text{Si}_{\text{розч}}$, що дозволило встановити між цими показниками обернену залежність, яка виражається від'ємним коефіцієнтом кореляції ($r = -0,57$). Співставляючи рис.1а і 1б, можна помітити закономірну зміну концентрації $\text{Si}_{\text{розч}}$, $\text{Si}_{\text{зав}}$ і біомаси діатомових водоростей, що також

підтверджує участь біологічного чинника в міграції і трансформації співіснуючих форм силіцію.

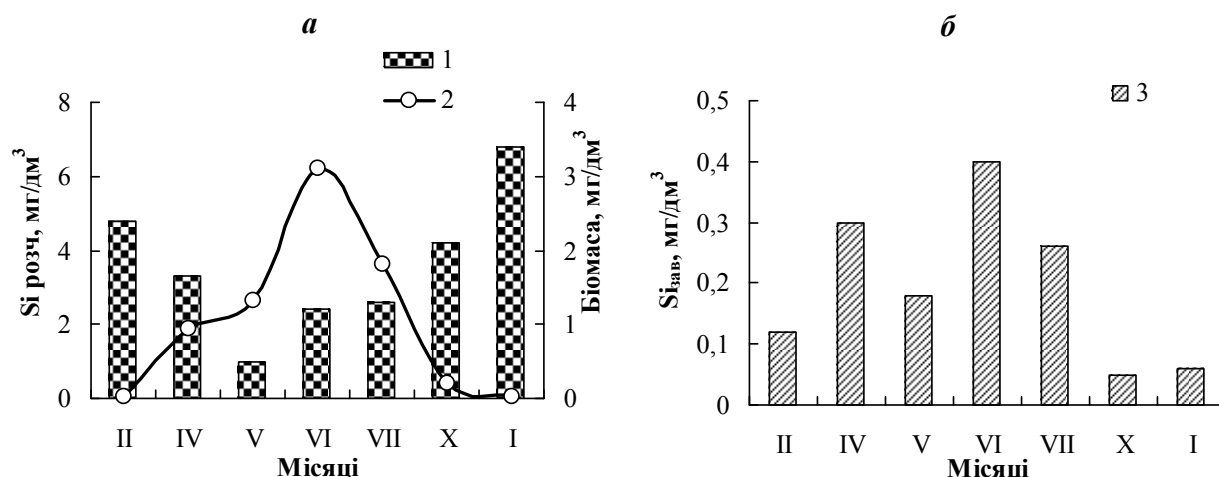


Рис. Сезонні зміни концентрації $Si_{розч}$ (1), біомаси діатомових водоростей (2) та концентрації $Si_{зав}$ (3) у воді Канівського водосховища (затока Оболонь; II–X – 2012 р., I – 2013 р.)

Розглядаючи співвідношення розчинної і завислої форм силіцію у воді досліджуваних водних об'єктів протягом року, можна відмітити, що зростання як абсолютної так і відносної концентрації завислого силіцію супроводжується майже одночасним зниженням вмісту розчинної його форми. Так, в сезонному аспекті слід зазначити, що починаючи з середини весни і закінчуючи приблизно серединою літа, як правило, спостерігається зростання відносного вмісту $Si_{зав}$, який в середньому коливається від 8,1 до 29,4% $Si_{заг}$. В той час, як протягом інших сезонів року його частка становила лише 0,6–8,5% $Si_{заг}$.

Відомо, що до складу зависі можуть входити силіційвмісні частинки мінерального (кварц, силікати, алюмосилікати) та біогенного (силіційвмісні організми, в основному діатомові водорості) походження. Тому цікаво було встановити розподіл $Si_{зав}$ між абіотичними і біотичними компонентами зависі. Як показали результати досліджень, співвідношення між мінеральним ($Si_{мін}$) і біогенним ($Si_{біог}$) силіцієм має чітко виражену сезонну залежність. Мінімальний вміст $Si_{біог}$ відмічався в зимовий період, а максимум – в період інтенсивного розвитку діатомових водоростей і досягав 42–45% $Si_{зав}$.

У доповіді наведено результати досліджень співіснуючих форм силіцію та їхніх сезонних змін у водних об'єктах різного типу.

Г.М. Задорожна

Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна

e-mail: anna_zadorozhna@ukr.net

ТАКСОНОМІЧНА СТРУКТУРА ФІТОПЛАНКТОНУ КИЇВСЬКОЇ ДІЛЯНКИ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Для оцінки стану водної екосистеми необхідно знати не тільки гідрологічні, гідрохімічні параметри, але і параметри її біологічної складової. Зокрема, інформативною в гідробіологічних дослідженнях є оцінка різноманіття фітопланктону – первинного продуценту органічної речовина та кисню у водоймі. Аналіз альгофлори здійснюється на основі видового (кількість видів та внутрішньовидових таксонів) і таксономічного різноманіття (кількість надвидових таксонів), які є показниками складності організації угруповань організмів та реагують на зміни показників середовища.

Метою роботи є вивчення видового різноманіття, таксономічної структури фітопланктону київської ділянки Канівського водосховища.

Проби фітопланктону відбирали батометром Руттнера з поверхневого горизонту на русловій частині київської ділянки Канівського водосховища протягом всіх сезонів (2009-2012 рр.).

В фітопланктоні було знайдено 221 вид водоростей, представлений 250 внутрішньовидовими таксонами (в.в.т.), які належали до 103 родів, 26 порядків, 13 класів і 8 відділів (Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta, Chlorophyta). Найбільшим видовим різноманіттям характеризувалися зелені (37% від загальної кількості видів) та діатомові (36%) водорості, менше – синьозелені (12%), частка інших відділів не перевищувала 5%.

На рівні класів за числом в.в.т. домінували представники Chlorophyceae – 34% та Bacillariophyceae – 25%, які в сумі склали 59% від загальної кількості таксонів.

Ядро альгофлори формували 8 таксономічно значимих порядків, які складають 72% від загального різноманіття планктонних водоростей: Chloococcales – 78 видів та різновидів (31%) – представники 28 родів, Naviculales – 25 (10%) із 7 родів, Fragilariales – 17 (7%) із 8 родів, Chroococcales – 13 (5%) із 8 родів, Cymbellales – 13 (5%) із 6 родів, Bacillariales – 13 (5%) із 2 родів, Oscillatoriales – 12 (5%) із 3 родів, Ochromonadales – 11 (4%) із 5 родів.

Аналіз розподілу домінуючих видів планктонних водоростей за показником частоти трапляння виявив, що переважають види, які зустрічаються «зрідка» та «нечасто» - 51% і 36% відповідно. Види, які зустрічаються «часто» становили всього 11%. Види з частотою трапляння «досить часто» та «дуже часто» - лише 1,2% та 0,8% - це планктонні та планктонно-бентосні, прісноводні широко розповсюджені види, які є індикаторами органічного забруднення (бета- і альфамезосапробіонти): *Chlamydomonas reinhardtii* Dang. (в 59% проб), *Cyclotella kuetzingiana* Thw. (90%), *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sim. (73%), *Desmodesmus communis* (Hegew.) Hegew. (76%), *Stephanodiscus hantzschii* Grun. in Cl. et Grun. (83%).

Оцінка вивчення видового складу планктонних водоростей згідно залежності Вілліса (рисунок), підтверджує, що крива розподілу знайдених видів серед родів графічно описується гіперболою, тобто різноманіття альгофлори київської ділянки Канівського водосховища вивчено достатньо, а дані є статистично достовірними, що підтверджується приведеним рівнянням.

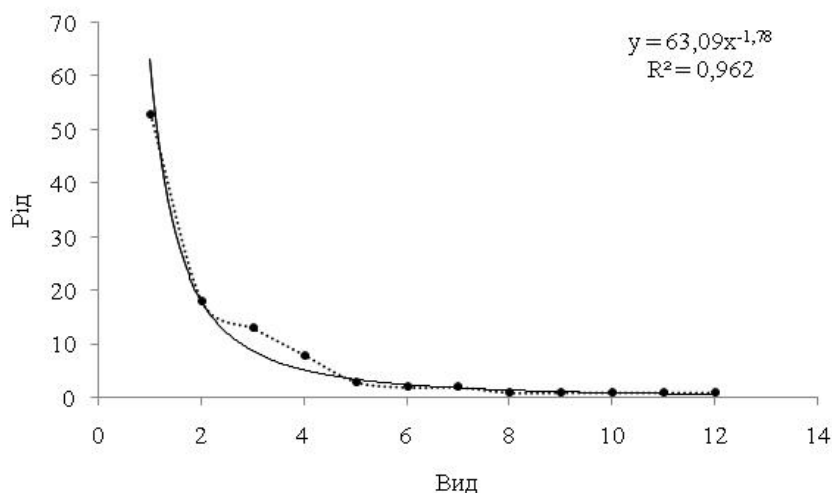


Рис. Залежність Вілліса для альгофлори київської ділянки Канівського водосховища

Отже, фітопланктон київської ділянки Канівського водосховища характеризується як діатомово-зелений. Вст ановлено, що ядро альгофлори формують 2 класи та 8 таксономічно значимих порядки. Показано, що переважна кількість видів мають низьку частоту трапляння та зустрічаються «зрідка» та «нечасто». Серед видів, які характеризувались найбільшою частотою трапляння, були відмічені представники зелених та діатомових водоростей, які за географічним поширенням є широко розповсюдженими видами у водоймах різного типу та належать до бета- і альфамезосапробних організмів.

Таким чином, отримані дані по таксономічному різноманіттю фітопланктону київської ділянки Канівського водосховища є статистично достовірним та репрезентативним показником для екологічного моніторингу, оцінки та прогнозування водойми.

Н.В. Заїченко

*Институт гидробиологии НАН Украины, Киев, Украина
e-mail: zaichenko_natali@ukr.net*

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СИМБІОФАУНИ РОТАНУ-ГОЛОВЕШКИ ГЛЕНА (*PERCCOTTUS GLENII*) У ДЕЯКИХ ВОДОЙМАХ УКРАЇНИ.

Проблема видів – вселенців на сьогоднішній день є однією з найбільш важливих проблем охорони оточуючого середовища. Ротан-головешка (*Perccottus glenii*) – яскравий приклад інтенсивного захоплення нових акваторій, з подальшою натуралізацією. Особливості біології досліджуваного виду вказують на його високу функціональну небезпечність для водних об'єктів, що ним захоплюються. Вплив виду – вселенця непередбачуваний та багатосторонній через велику кількість пов'язаних з ним параметрів. Негативними наслідками, крім інших, можуть бути привнесення в нову екосистему паразитів та погіршення епізоотологічної ситуації в водоймах, якщо вселенці відіграють роль проміжних, остаточних чи резервуарних хазяїв для аборигенних видів паразитів.

В донорних екосистемах (річки басейну Амуру) для ротана-головешки, відмічається наявність 20 видів паразитів, одна з особливостей паразитофауни ротана – порівняно велика

кількість специфічних видів та найпростіших (кокциді, три види мікроспоридій, 1 вид мікроспоридій, два види інфузорій роду *Trichodina*). Ротан-головешка відносно сильно заражений метацеркаріями трематод *Diplostomum* та *Tetracotyle sp.*, остаточними хазяями яких є рибоїдні, водоплавні птахи. Найбільше зараження відмічається специфічним паразитом ротану, цестодою *Nippotaenia perccotti* - 93,4%. В паразитофауні також представлені паразитичні копеподи – *Ergasilus briani*, *Lernea cyprinacea* – широко розповсюджені паразити риб.

Порівняно з донорними, в екосистемах – реципієнтах симбіофауна ротану представлена значно гірше, в основному фоновими видами. Для водойм України, вітчизняними дослідниками (Давидов О.М., Квач Ю.В., Куцоконь Ю.К.) відмічається 15 видів паразитів, серед них – 1 вид мікроспоридій, 5 видів інфузорії, по 2 види цестод, трематоди та нематоди, і по 1 виду скреблянок, глохидій моллюсків та паразитичних копепод.

Симбіофауна ротану нами досліджувалась на різнотипних водоймах (р.Ірпінь, р. Десенка та на озері Вербному). Всього було відмічено 5 видів паразитів, що відносяться до різних систематичних груп, а саме інфузорії - *Trichodina sp.*, нематоди, метацеркарії трематод (родина *Echinostomatidae* та *Diplostomum spathaceum*,) та скреблянки (*Acanthocephalus*). Хотілось би зазначити, що спостерігалось домінування в'їчастих паразитів, екстенсивність інвазії – 100%, інтенсивність коливалась від десятка до тисячі екз/орг., субдомінантом є метацеркарії трематод *D.spathaceum*, що паразитують в кришталику та склоподібному тілі зараження досягало 30% - широко розповсюджені паразити прісноводних риб, що проникають в тіло хазяїна через покриви. Лише в'їчасті симбіонти, що характеризуються низькою специфічністю, зустрічались на всіх досліджуваних водних об'єктах. Інші види зустрічались поодинокі, але переважно це фонові види, з широкою гостальною специфічністю.

Аналізуючи отриманні результати та літературні дані, слід відмітити, що більшу частку (майже 70%) серед паразитів займають види з прямим життєвим циклом. Вселення нових паразитів теоретично можливо на будь – яких фазах їх життєвого циклу. Чим менша кількість категорій хазяїв (проміжні, дефінітивні) приймають участь в розвитку паразита, тим, імовірно, легше їм натуралізуватися.

В цілому симбіоценоз виду – вселенця і ротану зокрема, є досить динамічною системою, що здатна включати нові компоненти, поступово ускладнюючись. Очевидно, що остаточне формування такого угруповання відбудеться дещо пізніше, ніж вид – вселенець буде повністю натуралізований. Це залежить як від багатьох чинників – складу іхтіо- та паразитофауни досліджуваної водойми, терміну перебування у водоймі та екологічних потреб виду.

Я.С. Іванечко

*Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна
e-mail: ivane4ko_y.s.@ukr.net*

ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ У ВОДОЙМАХ РІЗНИХ ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИХ ЗОН

Розчинені органічні речовини (РОР) природних поверхневих вод – це багатокомпонентна суміш органічних сполук, одні з яких – прості низькомолекулярні (метан, формальдегід, сечовина, спирти та ін.), а інші являють собою макромолекулярні та супрамолекулярні угруповання з надзвичайно складною будовою, різною просторовою конфігурацією і широким інтервалом молекулярної маси (вуглеводи, білковоподібні сполуки, ліпіди, нуклеїнові кислоти та ін.). Практично усі з названих сполук – це продукти процесу обміну речовин в організмах, а тому до природного водного середовища потрапляють головним чином у вигляді прижиттєвих та посмертних виділень останніх. Певна частина органічних речовин надходить також з поверхні водозбору і десорбується з донних відкладів. Для більшості біосинтезованих органічних сполук характерна низька біохімічна стійкість, і з цієї причини їхні концентрації у природних водах, зазвичай, невисокі. Натомість, найпоширеніша фракція РОР представлена сполуками, які не виділяються водними організмами безпосередньо, але утворюються в процесі розкладу і трансформації їхніх відмерлих решток. До останніх належать гумусові речовини (ГР).

РОР мають велике екологічне значення, оскільки беруть участь в біогеохімічних циклах вуглецю, кисню, азоту і фосфору, підвищують лабільність металів та є однією з форм їхньої міграції у гідросфері, становлять запас поживних речовин для гідробіонтів. Окремі фракції органічних сполук, зокрема ГР, зумовлюють детоксикацію важких металів та органічних ксенобіотиків. Білки, ліпіди, вітаміни та деякі вуглеводи виконують регуляторну функцію в організмах гідробіонтів, чим забезпечують проходження важливих біохімічних процесів. Не буде перебільшенням стверджувати, що РОР забезпечують існування підводного життя на всіх рівнях його організації.

Мета цієї роботи полягає у порівнянні компонентного складу РОР водойм, що знаходяться в різних фізико-географічних зонах, а також у з'ясуванні впливу умов водного середовища на формування складу органічних сполук.

Дослідження проводилися протягом 2011–2013 рр. у наступних водних об'єктах: рукав Десенка (придаткова система верхньої ділянки Канівського водосховища, м. Київ), Тернопільське водосховище на р. Серет (м. Тернопіль) та середнє Білоцерківське водосховище на р. Рось (м. Біла Церква).

Матеріали і методи дослідження.

Відбір проб здійснювали за допомогою батометра Рутнера. Вміст легкоокиснюваних органічних речовин визначали за допомогою перманганатної окиснюваності (ПО) води, а їхній загальний вміст оцінювали за результатами біхроматної окиснюваності (БО) води. Вміст вуглецю органічних сполук розраховували згідно формули: $C_{org} = 0,375 \times BO$. Кольоровість води вимірювали фотометрично за імітаційною Cr-Co-шкалою. Для розділення РОР на компоненти за різною хімічною природою використовували метод йонообмінної хроматографії. Молекулярну масу органічних сполук визначали за допомогою методу гель-фільтрації. Вміст білковоподібних речовин (БПР) визначали методом Лоурі-Фоліна, вуглеводів – антроновим методом, ГР – методом ультрафіолетової спектроскопії.

Результати досліджень і їхнє обговорення. *Загальні показники РОР.* Під час визначення ПО та БО води виявилось, що найвищим вмістом РОР характеризується рукав Десенка (ПО – 12,1–28, БО – 18,0–39,2 мг О/дм³), а найнижчим – Тернопільське водосховище (ПО – 6,2–9,0, БО – 12,5–22,5 мг О/дм³), Білоцерківське водосховище займає проміжне положення (ПО – 7,5–12,9, БО – 17,5–26,0 мг О/дм³). У рукаві Десенка, порівняно з іншими досліджуваними водними об'єктами, виявлені сезонні зміни вмісту органічних сполук, які характеризуються зростанням їхньої концентрації навесні та мінімальними значеннями взимку.

Подібна сезонна динаміка була характерна і для кольоровості води, яка є опосередкованим показником вмісту ГР. Її значення для води рукава Десенка знаходились в межах 17,5–41,0° Сг-Со-шкали, тоді як для води Тернопільського та Білоцерківського водосховищ відповідно – 11,2–14,9 та 9,8–21,5° Сг-Со-шкали.

Концентрація ГР. Серед досліджуваних водойм вміст ГР у воді рукава Десенка був найвищим і досягав 10,8–25,0 мг/дм³ (таблиця). Значно нижчі концентрації ГР характерні для води Тернопільського та Білоцерківського водосховищ, відповідно 6,2–10,6 та 7,6–13,0 мг/дм³. Сезонні зміни концентрації ГР у воді рукава Десенка, що характеризуються весняним максимумом, пов'язані, швидше за все, із надходженням висококольорових вод з вище розташованого Київського водосховища під час весняного водопілля. В інших досліджуваних нами водоймах таких сезонних коливань вмісту ГР не спостерігалось. Це наштовхує на думку, що певна частина ГР у цих досліджуваних об'єктах автохтонного походження.

Концентрація вуглеводів. Максимальні концентрації вуглеводів, на відміну від ГР, виявлено у воді Тернопільського водосховища (0,93–4,5 мг/дм³), тоді як мінімальні – у воді рукава Десенка (0,78–1,29 мг/дм³). Вміст вуглеводів у Білоцерківському водосховищі складав 0,86–3,0 мг/дм³. Одержані результати свідчать про те, що у воді Тернопільського водосховища створюються кращі умови для продукування вуглеводів порівняно з іншими досліджуваними водними об'єктами, оскільки в ньому найнижчий вміст ГР. Зростання концентрації ГР у водному середовищі призводить до пригнічення активності фітопланктону, який є основним джерелом формування вуглеводів у поверхневих водоймах.

Концентрація БПР. У досліджуваних водних об'єктах спостерігаються однакові сезонні зміни вмісту БПР. Максимальні їхні концентрації припадають на літній період, а мінімальні – на зимовий (див. табл.). Такі коливання вмісту БПР свідчать про їхню біологічну нестійкість, оскільки вони швидко розкладаються бактеріями.

Таблиця.

Вміст РОР у досліджуваних водних об'єктах

Водні об'єкти	Дати відбору проб	C _{орг} , мг/дм ³	ГР		Вуглеводи		БПР	
			мг/дм ³	% C _{орг}	мг/дм ³	% C _{орг}	мг/дм ³	% C _{орг}
Рукав Десенка	01.06.11	14,7	24,8	84,4	1,22	4,2	0,65	2,2
	22.08.11	13,1	22,3	85,1	0,78	3,0	0,44	1,7
	02.11.11	10,5	14,8	70,5	1,22	5,8	0,21	1,0
	06.12.11	7,2	10,8	75,0	1,29	6,0	0,03	0,2
	24.01.12	6,8	11,0	80,9	0,81	6,0	0,04	0,3
	03.04.12	7,2	11,2	77,8	0,81	5,6	0,10	0,7
	23.05.12	15,0	25,0	83,3	1,05	3,5	0,38	1,3

Середнє Білоцерківське водосховище	27.02.11	6,6	9,6	72,7	1,70	12,9	0,14	1,1
	26.04.11	7,2	7,9	54,9	3,00	20,8	0,19	1,3
	28.06.11	6,7	7,6	56,7	1,88	14,0	0,22	1,6
	11.09.11	6,6	8,7	65,9	2,10	15,9	0,37	2,8
	16.10.11	6,9	10,3	74,6	2,30	16,7	0,23	1,7
	27.11.11	6,6	10,1	76,5	0,81	6,1	0,06	0,5
	18.03.12	9,7	9,4	48,5	1,29	6,6	0,16	0,8
	22.04.12	7,5	10,4	69,3	0,86	5,7	0,41	2,7
	10.06.12	8,6	13,0	75,6	1,29	7,5	0,40	2,3
	08.07.12	8,3	10,0	60,2	1,60	9,6	0,45	2,7
	03.11.12	7,7	9,6	62,3	0,70	4,5	0,11	0,7
Тернопільське водосховище	02.05.12	5,8	8,9	76,7	1,25	10,8	0,17	1,5
	02.07.12	6,0	8,1	67,5	2,25	18,8	0,38	3,2
	02.09.12	8,4	9,6	57,1	4,50	27,0	0,33	2,0
	16.10.12	7,2	10,6	73,6	2,00	13,9	0,22	1,5
	18.11.12	5,7	8,6	75,4	1,05	9,2	0,15	1,3
	09.01.13	4,7	6,2	66,0	0,93	9,9	0,10	1,1

Н.О. Іванова

Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна

e-mail: ivanova_n_a@ukr.net

ОСОБЛИВОСТІ РІВНЕВОГО РЕЖИМУ САСИКА

Рівневий режим є одним з важливих гідрологічних показників водних об'єктів. Річний хід рівнів водосховища відображає сезонні зміни об'єму водних мас, обумовлені динамікою складових водного балансу та регулюванням стоку, а короткострокові коливання характеризують рух води у водоймі.

До перетворення на водосховище Сасик існував як лиман, що мав періодичний зв'язок з Жебріянівською бухтою Чорного моря. Середній багаторічний рівень води в ньому на той час складав -0,31 мБС з амплітудою коливань до 1,69 м. У період з 1945 по 1953 роки середньорічний рівень води знизився до позначки -0,37 мБС (рис. 1). При цьому мінімальна амплітуда коливань спостерігалася навесні одночасно з максимумом рівня, а максимальна – восени зі спадом рівня до -0,52 мБС. Характерною особливістю рівневого режиму лиману Сасик була чітка відповідність ходу рівнів у Жебріянівській бухті.

Під час реконструкції водойми (1978-1984 рр.) амплітуда коливань рівня сягала 1,0 – 2,1 м внаслідок штучного викачування води в море в осінній період та заповнення чаші лиману дунайською водою навесні. Лише з 1985 року помітна стабілізація рівневого режиму водойми. В даний період проявляється залежність сезонних коливань рівня води в Сасикському водосховищі у відповідності до змін стоку Дунаю. Наповнення водосховища відбувається в квітні-червні – коли на Дунаї відмічається підвищення стоку. У літній період у зв'язку з низьким рівнем води в річці подача води по каналу Дунай-Сасик припинялася, тому відбувалося поступове пониження рівня, яке тривало до листопада-грудня. В 1986-1987 роках пониження рівня води у водосховищі в літне-осінній період склало 0,4-0,5 м.

Надалі коливання відмітки водної поверхні тут регулюється роботою каналу Дунай-Сасик, забором води на зрошення насосними станціями та скидом в море. В 2000-2005 роках амплітуда коливань відмітки водної поверхні підтримується в межах 0,3 – 0,6 м.

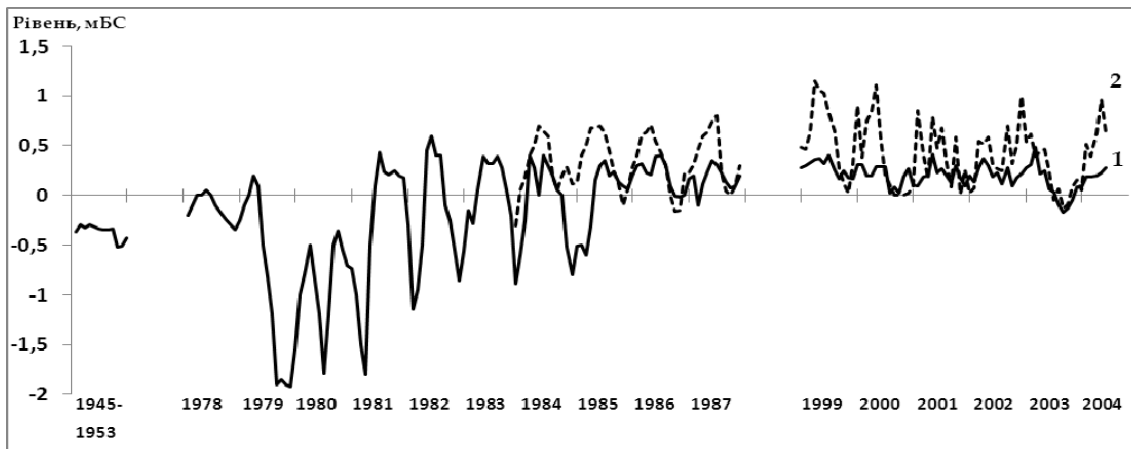


Рис. 1. Коливання рівня води Сасика (1) та р. Дунай (2)

В 2009 році було створено державну Міжвідомчу комісію, яка кожного року встановлює режим експлуатації Придунайських водосховищ, в тому числі Сасикського водосховища, на осінньо-зимовий та весняно-літній періоди. В основному, рекомендований рівень для водосховища становить 0,00 – 0,20 мБС.

За період наших спостережень влітку 2013 року рівень води у водоймі коливався в межах 0,29 – 0,00 мБС, поступово знижуючись (рис.2). Також падав і рівень води в Дунаї.

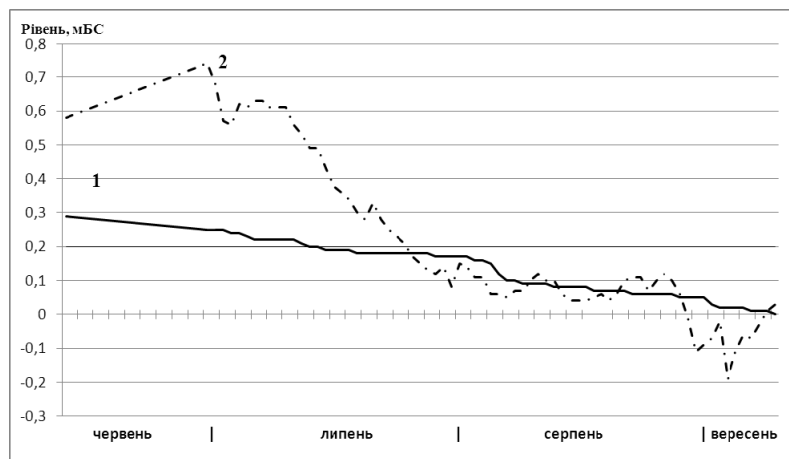


Рис. 2. Хід рівня Сасикського водосховища (1) та р. Дунай (2) в 2013 р.

На початку вересня рівень водної поверхні водосховища стабілізувався на позначці 0,00 мБС. В осінньо-зимовий період (до встановлення льодоставу) рекомендований рівень води підтримувався регулюванням водообміну шляхом подачі дунайської води по каналу Дунай-Сасик та скидом її у Чорне море через шлюз-водоскид. Перекачка води в море насосними станціями наразі практично припинилася, за виключенням їх роботи восени 2004 року. Зменшилися обсяги води, що подається з Дунаю – якщо в 1986 – 1990-х роках по каналу до Сасику щорічно надходило 761 млн.м³, то в 2000-2004-х роках цей показник коливається у межах 146-386 млн. м³. В 2011 р. головний шлюз-регулятор каналу Дунай-Сасик було відкрито з початку лютого до середини березня та з кінця квітня до початку вересня, тобто майже весь весняно-літній період. За час його роботи до водосховища

надійшло 521 млн. м³ дунайської води. Самопливний скид води до Чорного моря відбувався в основному в липні-серпні. Його призначення – активізація водообміну у водосховищі.

На Сасикському водосховищі формуються також короткострокові коливання рівня води тривалістю від декількох годин до декількох діб. Вони обумовлені згінно-нагінними явищами, характерними для мілководних водойм Північно-Західного Причорномор'я. Перекіс рівневої поверхні на різних частинах водосховища коливається в межах 5-10 см. Найбільші денівеляції рівня спостерігаються при сильних вітрах меридіонального напрямку.

Наші натурні спостереження за короткостроковими коливаннями рівня води були проведені в серпні 2013 р. в південній частині водосховища. Амплітуда добових коливань склала 12 см (рис. 3). При цьому найвищий рівень спостерігався зранку при північно-західному вітрі швидкістю 4 м/с та значному хвилюванні водної поверхні, а найменший – о 16 годині при південному вітрі швидкістю 2-3 м/с та відсутності хвилювання водної поверхні. З 18 години рівень води стабілізувався на позначці, що на 10 см нижча за умовний нуль. Можна припустити, що спостережені коливання рівня пов'язані з впливом вітрових нагонів та виникненням сейшевих хвиль. Необхідно також зазначити, що більшу частину літнього періоду спостерігалось хвилювання на водоймі саме під дією північно-західного вітру.

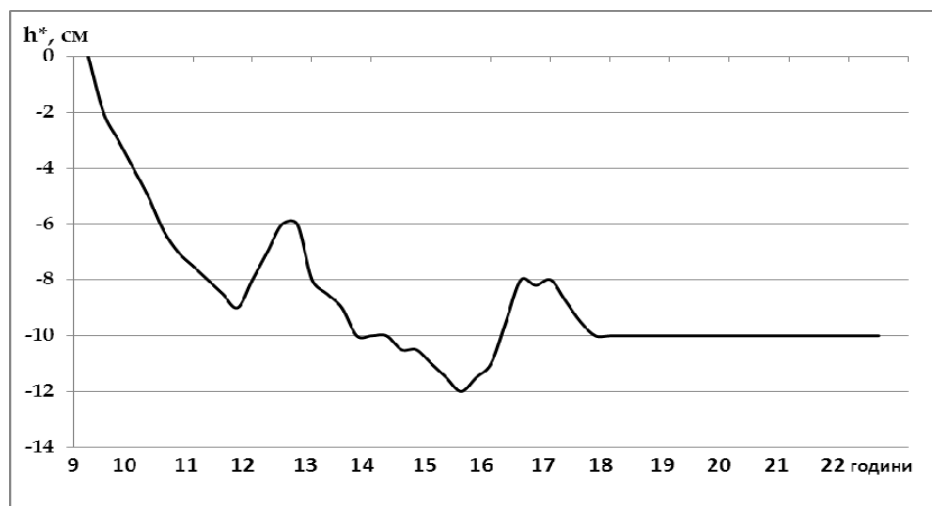


Рис. 3. Хід рівня води в південній частині водосховища Сасик 12 серпня 2013 року: h – умовні позначки

* за 0 см прийнята позначка, що відповідала рівню води на 9:30 ранку

Отже, рівневий режим водосховища Сасик обумовлений нерівномірністю подачі дунайської води по каналу Дунай-Сасик, регулюванням стоку води у море через шлюз-водоскид та вітровим режимом. Максимум рівня у водоймі спостерігається навесні, в літній період відбувається його поступове зниження, пришвидшуючись восени та досягаючи мінімуму взимку. Добовий хід рівня обумовлений впливом згінно-нагінних та можливо сейшевих явищ.

І.І. Ігнатенко

*Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна
e-mail: Ignatenko-Irina@yandex.ru*

СПІВВІДНОШЕННЯ РОЗЧИННИХ І ЗАВИСЛИХ ФОРМ МОЛІБДЕНУ В ДЕЯКИХ ОЗЕРАХ М. КИЄВА

Озера – водні об’єкти з уповільненим водообміном і досить різною біопродуктивністю (або трофічністю), що зумовлює особливості їх гідрохімічного режиму. Відомо, що у природних водах біоеlementи, в тому числі і молібден, стимулюють розвиток водоростей, а отже, підвищують біопродуктивність водойм. З іншого боку, водорості також здатні впливати на міграцію молібдену у водоймах та його розподіл між розчиненою чи завислою формами.

Метою дослідження було вивчення сезонної динаміки розчиненої і завислої форм молібдену в деяких озерах м. Києва.

Для дослідження вмісту молібдену (VI) та його розчинної і завислої форм використовували високочутливий каталітичним метод визначення Мо(VI) [4], мембранну фільтрацію, метод “мокрого” спалювання, фотохімічне окиснення розчинених органічних речовин, що детально описані в роботі [3].

У воді досліджуваних озер загальна концентрація молібдену знаходилася в межах 1,5–13,8 мкг/дм³ (Таблиця). Максимальні величини вмісту молібдену спостерігалися навесні у всіх досліджуваних озерах (крім Китаївського ставу).

Таблиця.

Вміст та частка розчинного і завислого молібдену у воді досліджуваних озер м. Києва

Водні об’єкти	Пори року	Температура води, °C	pH	Загальний вміст молібдену, мкг/дм ³	Мо _{розч} , %	Мо _{зав} , %	
оз. Вербне	2007 р. <i>весна</i>	6,9	8,6	6,1±0,4	98,2	1,8	
		осінь	14,6	7,9	5,6±0,7	83,2	16,8
		зима	3,4	7,8	3,8±0,3	94,7	5,3
	2008 р. <i>весна</i>	13,6	9,1	13,8±1,9	97,8	2,2	
		літо	24,1	9,0	5,4±1,5	85,2	14,8
		осінь	8,4	8,1	4,6±0,6	89,1	10,9
оз. Йорданське	2006 р. <i>літо</i>	28,6	9,0	1,7±0,3	69,6	30,4	
		осінь	6,7	8,1	2,4±0,3	86,4	13,6
		зима	2,0	7,9	4,7±0,2	97,9	2,1
	2007 р. <i>весна</i>	8,2	9,6	8,9±0,3	98,8	1,2	
		осінь	15,1	8,5	6,2±0,9	90,3	9,7
		зима	2,1	6,7	5,3±0,2	92,5	7,5
оз. Тельбін	2007 р. <i>весна</i>	14,7	9,2	9,8±0,7	93,9	6,1	
		літо	25,4	9,1	6,0±0,5	91,7	8,3
		осінь	10,2	7,6	2,1±0,1	98,0	2,0
	2009 р. <i>весна</i>	22,4	9,5	6,5±0,4	81,5	18,5	
	Китаївський став	2011 р. <i>весна</i>	4,2	7,4	1,9±0,1	89,5	10,5
літо		23,4	9,2	2,9±0,2	21,0	79,0	
осінь		11,9	7,6	2,1±0,1	96,1	3,9	

У воді озер Вербного, Йорданського і Тельбін вони досягали відповідно 13,8, 8,9 і 9,8 мкг/дм³, а надалі поступово знижувалися до зимового періоду. Ймовірно, під час весняного водопілля до озер надходять ґрунтові води, що збагачені гумусовими речовинами, металами в тому числі і молібденом. У воді Китаївського ставу концентрація молібдену становила 1,9–2,9 мкг/дм³ і зростала влітку.

Співвідношення розчинної і завислої форм молібдену неоднакове в різні пори року (див. табл.). Найнижча частка молібдену у складі зависі (Mo_{зав}) спостерігалася ранньої весни і в зимовий період льодоставу через найменші кількості самої завислої речовини в цей час. У всіх досліджуваних водоймах частка Mo_{зав} підвищувалася влітку. Вірогідно, клітини водоростей в період свого розвитку здатні накопичувати молібден, оскільки він є каталізатором, що активує нітратредуктазу, яка сприяє асиміляції азоту [2, 5]. Зазначений процес є одним із основних механізмів засвоєння рослинами поживних речовин. Таким чином, “цвітіння” води сприяло зростанню вмісту і частки молібдену у складі зависі за рахунок збільшення її органічної складової. Одночасно вміст розчинної форми молібдену переважно знижувався. Інтенсивність розвитку водоростей залежить від температурних умов [1], що особливо відображається влітку, інколи теплою ранньою весною. У воді оз. Вербного, Йорданського і оз. Тельбін високі літні температури сприяли розвитку планктонних організмів у поверхневому шарі води, внаслідок чого підвищилася величина рН до 8,8–9,2. Як відомо, величина рН і вміст розчиненого у воді кисню тісно пов’язані з динамікою розвитку фітопланктону в теплі періоди року [1]. На початку осені, за умов високих температур, також нерідко спостерігається підвищена частка Mo_{зав}.

Зростання частки молібдену у складі зависі дуже добре простежується на водоймах з високим продукуванням фітопланктону. Так, влітку у воді Китаївського ставу частка молібдену у складі зависі досягла 79,0 %, при цьому спостерігалася інтенсивне “цвітіння” води і маса зависі склала 82,2 мг/дм³. Навесні, коли цвітіння води тільки починалося, маса зависі становила лише 3,2 мг/дм³, а частка молібдену у складі зависі – 10,5 %. Таким чином, планктонні водорості, накопичуючи молібден, сприяли трансформації його розчинної форми у завислу. Надалі, при відмиранні фітопланктону, частина молібдену седиментувала на дно, що сприяло зниженню не лише частки Mo_{зав}, а також його загальної концентрації у воді Китаївського ставу.

Отже, в озерах Вербному, Йорданському і Тельбін вміст молібдену значно змінювався протягом року, зростаючи навесні під час водопілля. Співвідношення розчинної і завислої форм молібдену у воді досліджуваних озер залежало від їх біопродуктивності і зазнавало сезонних змін. В сезонному аспекті частка завислої форми молібдену зростала в теплі періоди року за рахунок її органічної складової, що зумовлено розвитком водоростей. У воді Китаївського ставу, що характеризується високою біопродуктивністю, влітку молібден переважав у складі зависі (79,0 %).

1. Денисова А.И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ Днепра и методы его прогнозирования. – К.: Наук. думка, 1979. – 292 с.

2. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.

3. Линник П.М., Игнатенко І.І. Співіснуючі форми молібдену в природних водах // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – К.: “Обрії”, 2006. – Т. 8. – С. 92–102.

4. Основы аналитической химии. Практическое руководство / [В. И. Фадеева, Т. Н. Шеховцова, В. М. Иванов и др.] под ред. Ю. А. Золотова. – М.: Высш. шк., 2001. – 463 с.

5. Пейве Я. В. Биохимия почв. – М.: Сельхозгиз, 1961. – 422 с.