

УДК 504:05:556.114:574.5:556.55

Морозова А.О. , Дьяченко Т.М.

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН МАЛОЇ УРБАНІЗОВАНОЇ ВОДОЙМИ ОЗ. НЕБРИЖ ЗА ДЕЯКИМИ ГІДРОХІМІЧНИМИ ТА ГІДРОБІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Ключові слова: розчинений кисень; біогенні речовини, головні іони; мінералізація води; вища водяна рослинність.

Озерні екосистеми є унікальними природними утвореннями. Водойми різні не лише за своїм походженням і морфометричними особливостями, але і за цілим рядом інших специфічних характеристик, а саме гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних. Останнім часом природні екосистеми знаходяться під значним антропогенним впливом. Більш суттєвого негативного впливу зазнають озера урбанізованих територій (тим більше такого великого мегаполісу, як Київ), характерною особливістю яких є виникнення і розвиток в придонних шарах води анаеробних зон, важливим чинником утворення яких є ступінь антропогенного навантаження на їх екосистему. Виникнення в таких озерах в придонних шарах води анаеробних умов відбувається в результаті надходження в озера значної кількості органічних та біогенних речовин антропогенного походження. Хімічною умовою їх виникнення і поширення є перевищення швидкості споживання кисню (в основному на біохімічне окислення органічних речовин) над швидкістю його надходження.

Озеро **М.Небрїж** має досить коротку історію існування. Офіційно датою його заснування є вересень 2016 р, коли на ньому були проведені рекультиваційні роботи, а саме: водойма була розчищена від побутового сміття та поглиблена. Завдяки чому, його площа зросла від 0,9 до 2,0 га. Озеро є частиною оз. Небрїж, що була відрізнана від нього в результаті проведення дорожньо-транспортних робіт. Озеро Небрїж, в свою чергу, п'яте за площею прісноводне озеро Дарницького району. Має антропогенне походження – утворено на місці кар'єру після добування піску для будівництва житлових масивів Осокорки та Позняки. У прибуткової частини його водного балансу помітну роль відіграє приплив поверхневих вод, який формується за рахунок ґрунтового стоку і стоку скидних вод цих житлових масивів. З'єднується протоками з озерами Мартишев і Тягле. На сучасному етапі максимальні глибини оз. М. Небрїж досягають 5,0 -6,0 м, а середні - не перевищують 3,0 м. В південній частині водойми на відстані 3,0 м від берегової смуги глибини дорівнюють 1,0 -1,5 м. Донні відклади представлені мулами різного генезису. Північна та північно-східна частини озера мають більші глибини, а дно розчищено до пісків та глини (за даними НВП "Екосервіс").

В весняний період досліджень у воді оз. М. Небрїж мало місце "цвітіння" води планктонними організмами, що обумовило незначну прозорість воді (до 0,7 м). Вища водяна рослинність на водоймі відсутня. Лише на березі зустрічаються поодинокі рослини водопериці колосистої.

Екосистема озера знаходиться на стадії становлення. Для того, щоб мати певну стійкість та досягнути балансу речовини та енергії, вона має пройти декілька

стадій. Швидкість процесу буде залежати від взаємодії абіотичних та біотичних чинників.

Матеріали та методи. Дослідження екологічного стану оз. М.Небріж проводились у весняний період 2017 р. Для визначення основних закономірностей формування гідрохімічного режиму водойми та якості його водного середовища, як середі існування гідробіонтів, на акваторії озера було обрано станції відбору проб, а саме: в північній частині (ст.1) та в південно-західній частині (ст.2). Проби для визначення компонентного складу природної води відбиралися з поверхневого горизонту батометром Молчанова. В ході спостережень вивчався газовий режим озера, основні компоненти сольового складу, що визначають величину мінералізації водної маси, а також біогенні речовини.

Визначення основних гідрохімічних показників природної води проводилося по загальноприйнятих в гідрохімічній практиці методиках О.О.Альокіна [1].

Мета роботи полягала в тому, щоб встановити екологічний стан оз. Невриж за основними гідрохімічними показниками та з їх допомогою виявити можливість заселення водойми вищою водною рослинністю.

Результати досліджень та їх обговорення. При визначенні екологічного стану водних екосистем, особливо урбанізованих територій, питання формування якості їх водної маси, як місця існування гідробіонтів вельми актуальні. Головними гідрохімічними характеристиками, що її визначають, є стан газового режиму, вміст органічної речовини, концентрація біогенних речовин, в першу чергу, сполук азоту та фосфору, а також мінералізація води.

Вміст *розчиненого у воді кисню* поверхневих водойм – це один з найважливіших критеріїв оцінки їхнього екологічного стану, оскільки істотним чином впливає не тільки на інтенсивність процесів, що існують у водоймах, але і на міграцію і розподіл речовин між абіотичними компонентами (вода, завислі речовини, донні відклади) та й на розвиток гідробіонтів. Проведені дослідження показали, що концентрація *розчиненого кисню* у воді оз. М. Невриж на різних ділянках водойми становила 14,2 та 14,6 мг/дм³ (137,2 та 141,4 % насичення).

Величина рН разом з концентрацією розчиненого кисню є ще одним важливим показником екологічного стану природних водойм. Мала площа водойми разом з його гідрологічними особливостями зумовили незначні межі коливань її значень, які склали 8,1 – 8,4 (табл.1).

Таблиця 1. Величина рН, вміст розчиненого у воді кисню, деяких головних іонів та мінералізації води оз. М. Невриж у весняний період 2017 р.

Станція відбору	рН	O ₂		HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	Cl ⁻ , мг/дм ³	SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	Na ⁺ + K ⁺ , мг/дм ³	Σ, мг/дм ³
		мг/дм ³	% насичення					
Ст.1	8,1	14,2	137	72,7	138,2	93,1	108,3	463,2
Ст.2	8,4	14,7	141	75,2	138,2	88,3	106,8	462,3

Чисельні дослідження водойм подібного типу свідчать про те, що в сезонному аспекті відбувається значне погіршення їх кисневого стану. Характерною особливістю екологічного стану урбанізованих водойм, є наявність практично постійно існуючого дефіциту розчиненого у воді кисню. Лише в період активного розвитку гідробіонтів, в першу чергу планктонних організмів, при інтенсифікації фотосинтетичної діяльності і лише в поверхневих шарах води величина насичення води киснем перевищує 100%, що і спостерігається у весняний період у воді оз. М. Невриж.

Місцеположення озера в урбанізованій зоні та з огляду на історію його існування домінування антропогенного чинника обумовило не лише формування

режиму розчиненого кисню, але і повною мірою відбилося на режимі і динаміці головних іонів, що визначають мінералізацію води озера, яка є ще однією важливою характеристикою екологічного стану природних водойм. Спостереження показали, що *мінералізація* води озера досягала 463, 2 мг/дм³, що значно перевищує мінералізацію природних водойм, які не зазнають суттєвого техногенного впливу (див. таб.1). В той же час необхідно підкреслити, що підвищення мінералізації води відбувалося, головним чином, за рахунок надходження у весняний період з поверхневим стоком вод з високими концентраціями *іонів хлору*, а також *натрію і калію*, вміст яких досягав 138, 2 мг/дм³ та 108,3 мг/дм³, відповідно (див.табл.1). Це привело до зміни класу води водойми, яке в цей період року, згідно класифікації природних вод О.А. Альокіна відноситься до Cl_{III}^{Na} [2], що не є характерним для фізико-географічної зони розташування водойми, а відбувається внаслідок значного техногенного впливу на екологічний стан озера М. Небріж. У озері також відмічені високі концентрації *сульфатних іонів*, вміст яких досягав 93,1 мг/дм³. Зміна домінуючого класу води у водоймі може привести до істотних змін місця існування гідробіонтів зокрема, і екологічного стану водойм в цілому. Підвищений вміст іонів хлору, натрію, калію та сульфатних іонів спостерігався на тлі зниження долі *гідрокарбонатних іонів і іонів кальцію та магнію*.

Нетривалий період спостережень не дає змоги повною мірою оцінити сезонні зміни концентрації головних іонів та, як наслідок, мінералізації води, але попередні дослідження подібних водойм, дозволяють зробити висновок, що з настанням літнього періоду його стан не покращиться, а, навпаки, погіршиться. Незначна площа водного дзеркала, об'єм водойми та відсутність водообміну в сукупності зі значним техногенним впливом не сприяють покращенню екологічного стану озера, насамперед, як середі існування гідробіонтів.

Невід'ємною і дуже важливою складовою гідрохімічного режиму, зокрема і екологічного стану в цілому, будь-якої природної водойми є режим і динаміка біогенних речовин. Біогенні елементи, як алохтонного, так і автохтонного походження в значній мірі визначають екологічний стан будь-якої водойми, як природного, так і штучного походження. Відомо, що основними біогенними елементами, від яких залежить рівень розвитку і життєдіяльності гідробіонтів, є сполуки азоту і фосфору.

Проведені дослідження показали, що антропогенний чинник є домінуючим у формуванні режиму і динаміки біогенних речовин в урбанізованих водоймах і таким, що визначає рівень розвитку і життєдіяльності гідробіонтів. Встановлено, що основна маса біогенних речовин надходить у водойми у весняний період з поверхневим стоком.

Міра антропогенного впливу відбилася і на абсолютному вмісті біогенних речовин у воді озера. Досліджувана водойма характеризується незначним вмістом біогенних речовин. Так, концентрація *нітратного азоту* не перевищувала 0,009 мг N/дм³, *амонійного азоту* – 0,150 мг N/дм³ (Табл.2).

Таблиця 2. Вміст біогенних речовин у воді оз. М. Небріж у весняний період

Станція відбору	NO ₂ ⁻ , мг N/дм ³	NO ₃ ⁻ , мг N/дм ³	NH ₄ ⁺ , мг N/дм ³	Fe, мг/дм ³	PO ₄ ³⁻ , мг P/дм ³	Si, мг/дм ³
Ст.1	0,031	0,009	0,145	0,015	0,027	1,5
Ст.2	0,024	0,007	0,150	0,005	0,012	2,05

Сезонна динаміка нітратної форми азоту в значній мірі обумовлена впливом гідробіологічного чинника, оскільки ця форма азоту найактивніше споживається гідробіонтами. Унаслідок чого, саме у вегетаційний період (весна) спостерігаються

мінімальні концентрації нітратних іонів, що має місце у воді оз. М. Небріж. Слід зазначити, що у водоймі виявлений підвищений вміст *нітритного азоту* – 0,031 мг N/дм³ (див.табл.2). Відомо, що нітритні іони є нестійким продуктом в процесі нітрифікації і виявлення їх підвищеного вмісту є показником посиленого розкладання органічної речовини, що накопичилася у водоймах і їх забруднення, тобто є важливим санітарним показником.

Ще одним доказом посилення антропогенного пресу на екосистему водойм є динаміка і вміст *фосфат-іонів*. Як показали спостереження, водойма характеризується незначним вмістом фосфат-іонів, концентрація яких у воді не перевищувала 0,027 мг P/дм³ (див. табл.2).

Оз. М. Небріж характеризується незначним вмістом *розчиненого заліза, та кремнію*, концентрація яких змінювалася від практично нульових показників до 0,015 мг/дм³ та від 1,5 до 2,05 мг/дм³, відповідно (див. табл.2).

Сучасний період еволюції природних поверхневих водойм різного типу, характеризується процесом евтрофування. Саме з біогенними елементами пов'язаний ряд проблем, що стосуються охорони навколишнього середовища, і в першу чергу проблема евтрофування, як антропогенного, так і природного характеру. З процесом евтрофування тісно пов'язаний процес забруднення водних екосистем. Нерідко евтрофування обумовлене дією забруднення, а забруднення є наслідком евтрофування. У природних умовах обидва процеси найчастіше діють в комплексі. Проте за спрямованістю і глибиною свого впливу на функціонування природної водойми ці процеси принципово різні. А саме, евтрофування приводить до збагачення природних водойм біогенними елементами, визначаючи збільшення біопродуктивності в них, а також підвищення їх трофічного рівня. Забруднення ж, в основному, пов'язане з надходженням у водойми чужорідних для нього хімічних компонентів, а також значної кількості біогенних речовин, які не можуть утилізуватися в біологічному круговороті без збитку для екосистеми. Надмірне евтрофування негативно впливає на функціонування всієї екосистеми природних водойм, оскільки воно приводить до порушення її стійкості і погіршення якості води.

Раніше проведеними дослідженнями встановлено, що разом з вмістом розчиненого у воді кисню, основним індикатором інтенсивності даного процесу є не лише вміст сполук азоту і фосфору, але і величина співвідношення між ними. Отримані нами дані показують, що на ст.1 це співвідношення складає 6,8:1, а на ст.2 – 15:1, що відображає міру антропогенного впливу, якого зазнає це озеро. Як відомо, у водоймах, що знаходяться поза зоною впливу антропогенного чинника, величина N:P \geq 15, тоді як в урбанізованих водоймах ця величина набагато менша. Проведені дослідження дозволяють зробити висновок, що під впливом антропогенного евтрофування одна ділянка озера збагачується фосфором набагато швидше, ніж азотом і в цих умовах лімітація розвитку гідробіонтів, в першу чергу, планктонних організмів залежить саме від концентрації неорганічних форм азоту.

Одним з основних компонентів екосистем мілководних ділянок водойм різного типу, а в першу чергу малих водойм, є вищі водяні рослини (ВВР). Поряд з мікроскопічними водоростями вони створюють первинну продукцію, забезпечують біотичний кругообіг речовини і енергії, що лежить в основі механізму самоочищення і продуктивності водойм. Зарості водяних рослин, розташовані в прибережній зоні, виконують не тільки функції гасіння хвиль та укріплення берегів, а й грають роль механічних фільтрів, оскільки перехоплюють і затримують завислу речовину, що надходить з площі водозбору і від розмивання берегів. Значна їх частина накопичується на слизових поверхнях рослин, інша - переробляється угрупованнями перифітону, а продукти мінералізації можуть засвоюватися самими

рослинами [6]. Крім того, ці рослини перехоплюють і стік розчинених забруднюючих речовин з прилеглих територій.

У процесі фотосинтезу рослини насичують воду киснем, який використовується як на дихання гідробіонтів, так і на окиснення складних хімічних речовин до більш простих [11]. Зрозуміло, що основним постачальником кисню в водну товщу в даному випадку є занурена рослинність [3]. Але види повітряно-водних рослин і рослин з плаваючим на поверхні води листям по-перше, сприяють збагаченню киснем донних відкладів, а по-друге, як уже говорилося вище, є субстратом для водоростей перифітону, які приймають не менше активну участь в насиченні води киснем [9].

Поглинаючи з води і донних відкладів, накопичуючи, утилізуючи і трансформуючи біогенні речовини, мікроелементи, ВВР поглинають разом з ними і різні токсичні речовини, солі важких металів, радіонукліди, феноли, низько- і високомолекулярні органічні речовини, сприяючи тим самим самоочищенню води [7]. Кожен вид рослин характеризується вибіркоким накопиченням тих чи інших елементів, що використовується при підборі рослин для біоплато.

Завдяки харчової конкуренції, зменшенню освітленості і температури води в заростях (що особливо важливо на мілководдях), зміні кисневого режиму, альгїцидним властивостям багатьох видів ВВР (аїр, лепешняк, стрілолист, глечики жовті та ін.), вони сприяють обмеженню розвитку мікроводоростей, а отже, і цвітіння води на мілководдях [8].

Крім того, рослини продукують органічну речовину, трансформовану в кормові організми для риб, і є субстратом для розвитку кормових безхребетних. Відомо, що в заростях, особливо занурених рослин, зосереджені основні запаси зоопланктону і кормового зоофітосу [4, 5]. Рослини також є основним кормом для рослиноїдних риб і додатковим для деяких інших їх видів. У заростях нерестяться фітофільні риби і нагулюється їх молодь.

Для виконання у водоймі своєї позитивної функції, площа заростання мілководь не повинна перевищувати 30%. При недостатньому заростанні відбувається масовий розвиток мікроскопічних (особливо синьо-зелених - водойма «цвіте»), а потім і нитчастих водоростей [10]. Масовий розвиток ВВР також є небажаним, оскільки відмирання і розкладання їх фітомаси призводить до вторинного забруднення - утворення дефіциту кисню, насичення води і донних відкладів забруднюючими речовинами, замулення і заболочування, і, в кінцевому рахунку, до зникнення водойми.

Таким чином, проведені дослідження показали, що екологічний стан оз. М. Небрїж за гідрохімічними показниками, в першу чергу за іонним складом, не є сприятливим для розвитку гідробіонтів. А саме: підвищення долі хлоридних і сульфатних іонів та іонів натрію та калію відбувається на тлі зниження частки гідрокарбонатних іонів і іонів кальцію. За цими показниками озеро є техногенною водоймою-відстійником. Незначний вміст біогенних речовин, в першу чергу сполук азоту та фосфору, є ще одним негативним чинником, що не сприяє високому рівню розвитку та життєдіяльності гідробіонтів. Слід зазначити, що, нажаль, проведені рекультиваційні роботи не призвели до бажаного результату. На сучасному етапі досліджень оз. М.Небрїж не може бути використано як середовище існування гідробіонтів, в першу чергу вищої водяної рослинності. Для обмеження поверхневого стоку навколо озера повинна бути створена ПЗС лугової рослинності. Декоративну функцію можуть виконувати лише прибережні види. При цьому необхідно враховувати падіння рівня води в озері в літній період. Із повітряно-водних рослин поки тут зможуть жити лише очерет, рогіз. комиш і, можливо, лепешняк. З рослин з плаваючим листям можливо існування гірчаку земноводного і

латаття білого за умови його посадки в контейнер з поживним ґрунтом. Для існування інших декоративних рослин в озері необхідно продовжити рекультиваційні роботи (розчищення від мулу, відновлення постійного зв'язку з оз. Небріж і промивка його водами). Можливо очищення води за допомогою напливного біоплато, в якому в літні місяці можна використовувати тропічні рослини, що застосовують для доочищення стічних вод тваринницьких комплексів і промислових підприємств, а саме *Pistia stratiotes* та *Eichornia crassipes*.

Список літератури

1.Алекин О.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 270 с. 2. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 444 с. 3. Астапович И.Т. Фотосинтез в неглубоких водоемах. Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии, 1972. Т. 8. С.88-97. 4. Владимирова К.С., Зимбалева Л. Н., Пикуш Н. В. Мелководья Кременчугского водохранилища. Киев.: Наук. думка, 1967. 265 с.; 5. Зимбалева Л.Н. Фитофильные беспозвоночные как кормовая база рыб в днепровских водохранилищах. Вопросы комплексного использования водохранилищ. Киев: Наук. думка, 1971. С. 92-93. 6. Кокин К.А. Экология высших водных растений. Москва: Изд-во МГУ, 1982. 157 с. 7. Мережко А.И. Эколого-физиологические особенности высших водных растений и их роль в формировании качества воды: автореф. дис. на соискание степени докт. биол. наук: 03.00.18. "гидробиология". Москва, 1978. 46 с. 8. Сакевич О. Й., Усенко О.М. Алелопатія в гідроекосистемах. Київ: Логос, 2008. 342 с. 9. Сиренко Л.А., Якубовский К.В. Роль высших водных растений в функционировании экосистем водохранилищ. Растительность и бактериальное население Днепра и его водохранилищ. Киев.: Наук. думка, 1989. С.37-41. 10. Экосистемы в критических состояниях / [Под ред. Ю.Г.Пузаченко]. Москва: Наука, 1989. 156 с. 11. Якушин В.М. Роль перифитона высших водных растений в деструкции органического вещества. Гидробиол. журн., 1996. 32, №2. С.41-47.

References

1.Alekin O.A.. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu vod sushi. L.: Gidrometeoizdat, 1973. 270 s. 2. Alekin O.A. Osnovy gidrokhimii. L.: Gidrometeoizdat, 1970. 444 s. 3. Astapovich I. T. Fotosintez v neglubokikh vodoyemakh. Voprosy rybnogo khozyaystva Belorussii, 1972. T. 8. S.88-97. 4. Vladimirova K.S., Zimbalevskaya L. N., Pikush N. V. Melkovod'ya Kremenchugskogo vodokhranilishcha. Kiyev.: Nauk. dumka, 1967. 265 s. 5. Zimbalevskaya L.N. Fitofil'nyye bespozvonochnyye kak kormovaya baza ryb v dneprovskikh vodokhranilishchakh. Voprosy kompleksnogo ispol'zovaniya vodokhranilishch. Kiyev: Nauk. dumka, 1971. S. 92-93. 6. Kokin K.A. Ekologiya vysshikh vodnykh rasteniy. Moskva: Izd-vo MGU, 1982. 157 s. 7. Merezhko A.I. Ekologo-fiziologicheskiye osobennosti vysshikh vodnykh rasteniy i ikh rol' v formirovanii kachestva vody: avtoref. dis. na soiskaniye stepeni dokt. biol. nauk: 03.00.18. "gidrobiologiya". Moskva, 1978. 46 s.; 8. Sakevich O. Y., Usenko O.M. Alelopatiya v gidroyekosistemakh. Kiiv: Logos, 2008. 342 s. 9. Sirenko L.A., Yakubovskiy K.B. Rol' vysshikh vodnykh rasteniy v funktsionirovanii ekosistem vodokhranilishch. Rastitel'nost' i bakterial'noye naseleniye Dnepra i yego vodokhranilishch. Kiyev.: Nauk. dumka, 1989. S.37-41. 10. Ekosistemy v kriticheskikh sostoyaniyakh / [Pod red. YU.G.Puzachenko]. Moskva: Nauka, 1989. 156 s. 11. Yakushin V.M. Rol' perifitona vysshikh vodnykh rasteniy v destruktсии organicheskogo veshchestva. Gidrobiol. zhurn., 1996. 32, №2. S.41-47.

Екологічний стан малої урбанізованої водойми оз. Небріж за деякими гідрохімічними та гідробіологічними показниками

Морозова А.О., Дьяченко Т.М.

В роботі наведено результати досліджень екологічного стану малої урбанізованої водойми оз. М. Небріж. Аналіз отриманих даних показав, що на сучасному етапі досліджень оз. М.Небріж не може бути використано як середовище існування гідробіонтів, в першу чергу вищої водної рослинності.

Ключові слова: розчинений кисень; біогенні речовини, головні іони; мінералізація води; вища водна рослинність.

Экологическое состояние малого урбанизированного водоема оз. Небриж по некоторым гидрохимическим и гидробиологическим показателям

Морозова А.А., Дьяченко Т.Н.

В работе представлены результаты исследований экологического состояния малого урбанизированного водоема оз. М. Небриж. Анализ полученных данных показал, что на современном этапе исследований оз. М. Небриж не может быть использовано как среда обитания гидробионтов, в первую очередь высшей водной растительности.

Ключевые слова: растворенный кислород; биогенные вещества; главные ионы; минерализация воды; высшая водная растительность.

Ecological condition of a small urbanized lake pond. Nebridge on some hydrochemical and hydrobiological indicators

Morozova A.A., Dyachenko T.N.

The paper presents the results of studies of the ecological state of a small urbanized lake. M. Nebridge. The analysis of the obtained data has shown that at the present stage of the Lake. M. Nebrizh can not be used as a habitat for hydrobionts, primarily higher aquatic vegetation.

Keywords: dissolved oxygen; biogenic substances; main ions, water mineralization, higher aquatic vegetation.

Надійшла до редколегії 21.09.2018