

УДК [574.64:556.114: 556.115:551.312] (477-25)

М.Т. ГОНЧАРОВА, к.б.н, ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна,
e-mail: ecos_inhydro@ukr.net

Л.С. КІПНІС, к. б. н, ст. наук. співроб., ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна

І.М. КОНОВЕЦЬ, к. б. н, ст. наук. співроб., зав. лаб.
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна

І.М. НЕЗБРИЦЬКА, к. б. н., наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна

М.М. ЯРОВИЙ, директор ТОВ «РІАЛЬТО»,
вул. Академіка Туполева, 17, Київ, 04128, Україна

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ТА ДОННИХ ВІДКЛАДІВ ОЗЕР СИСТЕМИ ОПЕЧЕНЬ (КИЇВ)

На основі токсикологічних, гідрохімічних і санітарно-мікробіологічних досліджень проведено екологічну оцінку якості води та донних відкладів каскаду озер Опечень. Показано, що вода та донні відклади озер істотно забруднені переважно органічними речовинами, насамперед нафтопродуктами, і проявляють токсичність. Вниз по каскаду відбувається часткова детоксикація забруднюючих речовин. Найбільш забруднене у системі оз. Лугове, найменш — Кирилівське і Йорданське.

Ключові слова: екологічна оцінка, вода, донні відклади, токсичність, озера каскаду Опечень.

Однією з нагальних екологічних проблем урбанізованих територій є забруднення водних об'єктів. Вони є функціональними елементами міського середовища і, крім суто естетичного і рекреаційного, мають ще і санітарно-гігієнічне значення, беручи участь у детоксикації поверхневого стоку з водозбірної площі та точкових джерел забруднення.

Водна мережа м. Києва досить розгалужена і включає 426 об'єктів [5]. Одне з істотних місць серед них займає каскад озер Опечень завдяки великій водозбірній площі та площі водного дзеркала, а також важливому функціональному значенню. Система озер під загальною назвою Опечень розташована на правобережній заплаві Дніпра у районі середньої

Ц и т у в а н н я: Гончарова М.Т., Кіпніс Л.С., Коновець І.М., Незбрицька І.М., Яровий М.М. Екологічна оцінка якості води та донних відкладів озер системи Опечень (Київ). *Гідробіол. журн.* 2020. № 2 (332). С. 70—82.

ділянки течії колишнього водотоку Почайни. Вони утворилися у результаті робіт по наміву території житлового масиву Оболонь. До водозбірної басейну системи озер Опечень входить р. Сирець, що впадає в оз. Кирилівське, має значний вплив на формування якості води в ньому та є однією з найдовших малих річок правобережної частини Києва. Загальна довжина озер системи Опечень складає 7,13 км, площа водозбору озерної системи — 54,9 км² [13]. Загальна площа водного дзеркала водойм у межінь становить 73 га, об'єм водних мас — близько 4,2 млн. м³.

До водойм системи Опечень входить сім озер: Мінське, Лугове (інша назва Опечень-5), Пташине (Лугове-2), Богатирське (Андріївське або Пожарка), Кирилівське (Верхнє), Йорданське (Нижнє), Вовкувате (затока Вовкувата). Вони з'єднані між собою системою водопропускних труб — колекторів і впадають у Канівське водосховище.

На умови формування якості води і стан водних екосистем озер Опечень суттєво впливають антропогенні чинники, зокрема масштабні будівельні роботи у ярах і заплавах водотоків, переміщення значних об'ємів ґрунтів з порушенням природного розміщення шарів гірських порід, численні гідротехнічні заходи і споруди на водотоках тощо.

Свідченням довготривалого антропогенного пресу на водойми системи Опечень є стан їх біоти, що відмічено у численних дослідженнях. Зокрема відмічена [17] висока чисельність планктонних бактерій в оз. Кирилівському, що може бути наслідком органічного забруднення. За більш ніж десятирічний період у цьому озері видове різноманіття водоростей знизилася майже удвічі [8], протягом останніх 20 років значно збідніла і іхтіофауна — у 2016 р. було зареєстровано всього вісім видів риб [7]. Трофічний статус оз. Йорданського за рівнем розвитку мікрофітобентосу [2] відповідає градації «гранично низька», що є результатом внесення забруднюючих речовин з поверхневим стоком, суцільного заростання літоральної частини вищими водними рослинами і, як наслідок, значного акумулювання рослинних решток на дні. Іхтіопаразитологічні дослідження показали бідність паразитофауни риб в оз. Опечень, що можна пояснити несприятливими умовами існування риб та їх симбіонтів, у симбіоценозах відсутні переважно ектопаразити, які зазнають безпосереднього впливу несприятливих чинників навколишнього середовища [16].

Попри велику зацікавленість дослідників цією групою озер, гідробіологічні, гідрохімічні, токсикологічні, санітарно-бактеріологічні дані фрагментарні, а істотні розбіжності у назвах озер за даними різних авторів ускладнюють порівняння і аналіз літературних даних.

Зважаючи на суттєвий антропогенний прес в межах басейну, актуальною є екологічна оцінка озер системи Опечень з метою прийняття рішень щодо подальшого відновлення стану екосистеми. Метою даної роботи була екологічна оцінка води та донних відкладів цих озер на основі гідрохімічних, токсикологічних і санітарно-мікробіологічних досліджень.

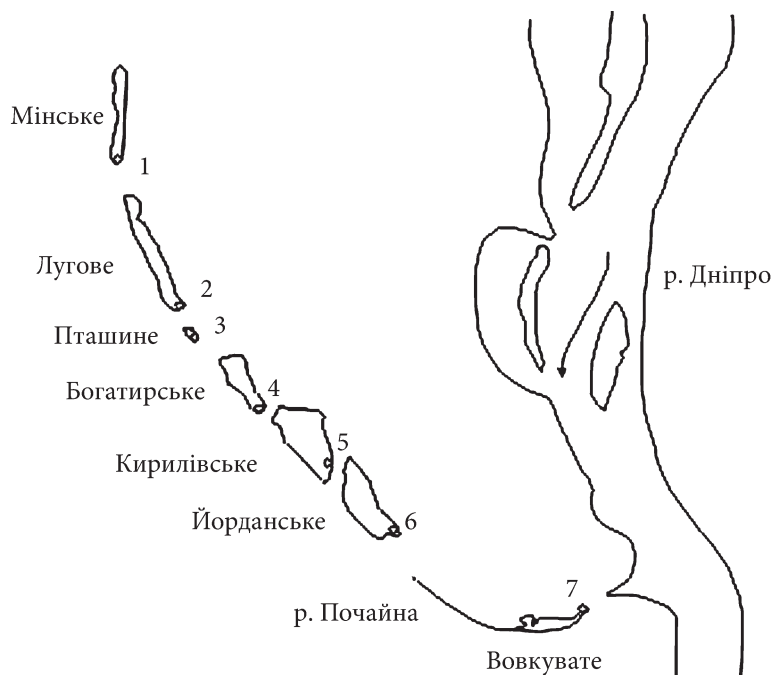


Рис. 1. Схема розташування станцій відбору проб

Матеріали і методика досліджень

Проби води і донних відкладів відбирали восени 2018 р. у семи озерах каскаду біля вхідних оголовоків водоперепускних труб витоку з озер. Станції відбору проб показані на карті-схемі (рис. 1).

Гідрохімічні дослідження води та біотестування на *Daphnia magna* і *Letmna minor* здійснювали за рекомендаціями [11]. Токсичність донних відкладів визначали за методикою [19]. Мікробіологічні і санітарно-паразитологічні дослідження виконували відповідно до [3, 4, 10]. Екологічну оцінку якості води і донних відкладів здійснювали за рекомендаціями [12]. Екологічний стан за рівнем токсичності оцінювали згідно з [1]. За відсутності вітчизняних нормативів, вміст специфічних речовин токсичної дії у донних відкладах порівнювали з величинами *PEC* (Probable effect concentration), при перевищенні яких прояв негативного ефекту є вірогідним [18]. Статистична обробка результатів досліджень виконувалась загальноприйнятими методами варіаційної статистики.

Результати досліджень та їх обговорення

Живлення озерної системи Опечень здійснюється за рахунок опадів, що безпосередньо випадають на дзеркало водойм, а також поверхневого і підземного притоку. Найбільшими джерелами надходження поверхневих вод з нагірної частини міста до озерної системи є Сирецький та Кирилівський струмки. Зворотні води (дощові, талі, інші) до системи надходять з 27 колекторів зливової каналізації (не рахуючи водопропускних

труб між водоймами) [13]. До системи Опечень скидаються також технічні води з частини підприємств та житлової забудови Шевченківського, Подільського, Оболонського районів Києва. У водоймах завдяки природним процесам відбувається певне очищення вод, далі вода через колектор і затоку Вовкувату надходить до Канівського водосховища. При рівнях води водосховища вищих, ніж на вхідному порозі колектора, дніпровська вода заходить до затоки. Морфометричні характеристики озер за даними [13] наведені у таблиці 1.

За результатами гідрохімічних досліджень (табл. 2) всі озера каскаду значно забруднені важкоокиснюваними органічними речовинами, про що свідчать високі значення та співвідношення ХСК і БСК₅, які відповідно в 1,4—2,8 і 3,8—7,1 разу перевищують гранично допустиму концентрацію для водойм культурно-побутового призначення. За цими показниками найбільш забруднені у каскаді озера Лугове і Мінське, дещо менше — Пташине і Богатирське. Тісні корелятивні зв'язки між показником ХСК і вмістом нафтопродуктів ($R = 0,76$, $p < 0,05$) свідчать про те, що останні вносять левову частку в органічне забруднення водойм, особливо озер Лугового, Вовкуватого, Мінського, Пташиного і Богатирського.

Найбільш забруднене у каскаді оз. Лугове, де відмічені найвищі значення ХСК, БСК₅, вмісту нафтопродуктів, амонійного азоту і фосфатів.

Згідно з екологічною класифікацією [12], за критерієм забруднення компонентами сольового складу вода в озерах системи Опечень відноситься до категорії «II.3 Добра, досить чиста», а за гідрохімічними показниками — «IV.6 Погана, брудна», крім озер Кирилівського та Йорданського — «III.5. Задовільна, помірно забруднена» (табл. 2).

За результатами досліджень [9], у весняно-осінній період 2015 р. у воді озер системи Опечень концентрація амонійного азоту, нітрит- і нітрат-йонів знаходилася в межах відповідно 0—12,8, 0,004—0,102 і 0—1,60 мг N/дм³, вміст неорганічного фосфору досягав 0,027—2,6 мг P/дм³. У порівнянні з дослідженнями минулих років [5], у 2018 р. спостерігається тенденція до зменшення концентрацій як неорганічного азоту, так і фосфору.

Дослідження вмісту важких металів у воді озер системи Опечень у 2016 р. [6] виявило забруднення сполуками Al(III), Fe(II), Cu(II), Mn(II), Zn(II) і Pb(II). За ретроспективними даними [5] за період 2001—2014 р. вода озер каскаду за вмістом важких металів (плюмбум, купрум, манган, кадмій, цинк, ферум загальний) відносилась до I—IV класів якості, переважно до III—IV класів.

При комплексній екологічній оцінці водних об'єктів надзвичайно важливим є дослідження донних відкладів — кінцевої ланки міграції та накопичення забруднюючих речовин. Адже, маючи певну буферну ємність, вони акумулюють забруднюючі речовини до рівнів, що значно перевищують їх вміст у водній товщі, а за зміни певних гідродинамічних чи фізико-хімічних умов можуть спричинити вторинне забруднення води.

Аналіз донних відкладів водойм на вміст специфічних речовин токсичної дії представлений у таблиці 3. Вміст важких металів у донних

Таблиця 1

Основні морфометричні характеристики озер системи Опечень

Озеро	Площа, га	Довжина*, м	Середня ширина, м	Глибина**, м	Характеристика
Мінське (Опечень-6)	8,2	870	95	12,0	Приймає дощові, талі і зворотні води підприємств з трьох колекторів. Оточене промисловою зоною
Лугове (Опечень-5)	12,0	1090	110	14,0	Приймає дощові, талі і зворотні води підприємств з чотирьох колекторів. Оточене промисловою зоною
Пташине (Опечень-4)	1,0	210	47	5,5	Випуски зливових колекторів в озеро відсутні
Богатирське (Опечень-3)	8,4	560	150	11,6	Приймає дощові, талі і зворотні води підприємств з двох колекторів. Частково оточене житловою забудовою
Кирилівське (Опечень-2)	20,5	687	250	16,3	Приймає дощові, талі і зворотні води підприємств з шести колекторів. Частково оточене житловою забудовою, автомагістраллю. В озеро впадає р. Сирець
Йорданське (Опечень-1)	16,0	691	200	14,2	Приймає дощові, талі і зворотні води з восьми колекторів. Частково оточене житловою забудовою, автомагістраллю
Вовкувате	7,0	720	140 [†]	—	Надходить вода з каналізованого русла Почайни і один зливовий колектор

* Відстань по осовій лінії (між оголовками водоперепускних труб); ** найбільша глибина у межінь; [†] найбільша ширина середнього плеса; «—» — дані відсутні.

Таблиця 2

Екологічна оцінка якості води озер системи Опечень за гідрохімічними показниками

Показники*	Мінське	Лугове	Пташине	Богатирське	Кирилівське	Йорданське	Вовкувате
pH, од.	8,2 III3	8,5 III5	8,5 III5	8,5 III5	8,4 III5	8,1 II3	8,4 III5
Завислі речовини, мг/дм ³	12,2 III3	21,9 III4	14,8 III3	18,0 III3	12,3 II2	12,1 III3	17,7 III3
N/NH ₄ , мг/дм ³	0,21 III3	2,2 IV.6	0,18 III3	0,53 III5	0,15 II2	0,13 II2	0,15 II2
N/NO ₃ , мг/дм ³	2,2 IV.6	1,9 IV.6	1,3 IV.6	1,7 IV.6	0,8 III5	0,7 III4	1,1 IV.6
N/NO ₂ , мг/дм ³	0,05 III5	0,05 III5	0,1 V.7	0,03 III5	0,02 III4	0,01 III3	0,01 III3
P/PO ₄ , мг/дм ³	0,22 IV.6	1,4 V.7	0,3 IV.6	0,5 V.7	0,15 III5	0,11 III5	0,24 IV.6
Ферум заг., мг/дм ³	0,31 III4	0,30 III4	0,25 III4	0,28 III4	0,27 III4	0,28 III4	0,33 III4
XСК, мг О/дм ³	78,3 V.7	84,8 V.7	65,0 V.7	70,5 V.7	44,7 IV.6	42,2 IV.6	63,0 V.7
БСК ₅ , мг О/дм ³	25,0 V.7	28,5 V.7	22,0 V.7	27,0 V.7	16,0 V.7	15,0 V.7	19,0 V.7
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,5 V.7	1,3 V.7	0,5 V.7	0,32 V.7	0,12 III5	0,055 III4	0,9 V.7

Продовження табл. 2

Показники*	Мінське	Лугове	Пташине	Богатирське	Кирилівське	Йорданське	Вовкувате
Сульфати, мг/дм ³	$\frac{5,88}{\text{II2}}$	$\frac{63,5}{\text{II2}}$	$\frac{75,0}{\text{II2}}$	$\frac{73,0}{\text{II2}}$	$\frac{65,4}{\text{II2}}$	$\frac{62,0}{\text{II2}}$	$\frac{52,0}{\text{II2}}$
Хлориди, мг/дм ³	$\frac{96,0}{\text{III4}}$	$\frac{128,0}{\text{III4}}$	$\frac{132,5}{\text{III4}}$	$\frac{135,4}{\text{III4}}$	$\frac{118,5}{\text{III4}}$	$\frac{114,0}{\text{III4}}$	$\frac{92,0}{\text{III4}}$
Сухий залишок, мг/дм ³	$\frac{590,1}{\text{II2}}$	$\frac{714,8}{\text{II2}}$	$\frac{684,0}{\text{II2}}$	$\frac{673,7}{\text{II2}}$	$\frac{607,7}{\text{II2}}$	$\frac{611,1}{\text{II2}}$	$\frac{513,7}{\text{II2}}$
Комплексна екологічна оцінка якості води: За критерієм забруднення компонентами сольового складу	II.3 добра, до- сить чиста	II.3 добра, до- сить чиста	II.3 добра, до- сить чиста	II.3 добра, до- сить чиста	II.3 добра, до- сить чиста	II.3 добра, до- сить чиста	II.3 добра, до- сить чиста
За трюфосапробіо- логічним критерієм	IV.6 погана, брудна	IV.6 погана, брудна	IV.6 погана, брудна	IV.6 погана, брудна	III.5 за- довільна, помірно за- бруднена	III.5 за- довільна, помірно за- бруднена	IV.6 погана, брудна

* Над рискою — значення; під рискою — клас, категорія.

відкладах переважної більшості досліджуваних водних об'єктів не перевищував нормативних величин *РЕС*, окрім оз. Лугового, де відмічені високі концентрації свинцю і кадмію — типових забруднювачів урбанізованих ландшафтів.

У донних відкладах усіх озер системи відбувається істотне накопичення нафтопродуктів. Перевищення граничних значень *РЕС*, за яких можуть відбуватися негативні біологічні ефекти, у різних озерах становить від 2 до 19 раз. Найбільш забруднені нафтопродуктами озера Лугове і Пташине, найменш — Мінське та Йорданське.

В озерах системи Опечень серед досліджених специфічних речовин токсичної дії основну небезпеку можуть представляти нафтопродукти, тому було важливо проаналізувати багаторічну динаміку цього показника за ретроспективними і власними даними, що були частково опубліковані [5, 14, 15]. Так, вміст нафтопродуктів у п'яти нижніх озерах системи у 2001—2018 роки у цілому виявив тенденцію до зниження за напрямком стоку (рис. 2). У період 2008—2014 р. їх вміст у воді і в донних відкладах незначно зріс, а до 2018 р. поступове знизився майже у всіх озерах, окрім озер Пташиного і Вовкуватого, у воді останнього він зріс більш ніж у чотири рази.

Високі концентрації забруднюючих речовин у воді і донних відкладах можуть не викликати біологічних ефектів, що залежить від форм знаходження токсикантів, їх взаємозв'язків тощо. Достовірну інтегральну оцінку токсичності середовища дають методи біотестування, засновані на реакціях живих ор-

Таблиця 3

Вміст специфічних речовин токсичної дії у донних відкладах озер системи Опечень, мг/кг сухої маси

Показники	Мінське	Лугове	Пташине	Богатирське	Кирилівське	Йорданське	Вовкувате	РЕС
Свинець	93,4	142,4	94,5	101,2	89,5	58,4	68,3	128,0
Свинець	23,5	74,5	42,6	36,7	29,4	22,8	34,3	149,0
Манган	172,2	211,2	184,2	165,4	175,5	168,2	192,3	—
Кадмій	1,4	6,2	2,4	2,8	1,4	0,9	1,1	5,0
Цинк	29,6	58,4	43,3	41,8	52,4	37,6	39,6	459,0
Хром загальний	74,4	81,2	54,3	44,6	41,2	28,4	32,7	111,0
Нафтопродукти	53,5	438,4	216,5	111,2	63,3	51,4	89,8	22,8

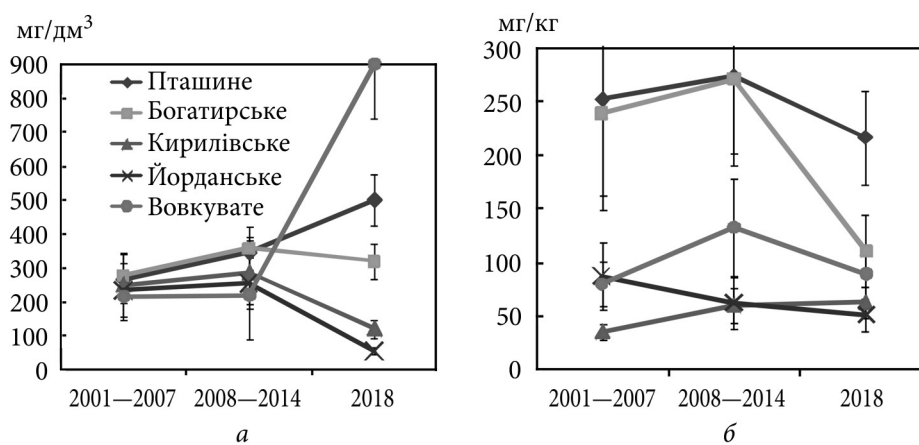


Рис. 2. Динаміка вмісту нафтопродуктів у воді (а) і донних відкладах (б) озер системи Опечень, $\bar{X} \pm \delta$: * для періодів 2001—2007, 2008—2014 усереднено по рокам та станціям спостереження на водному об'єкті, для 2018 р. — усереднено по станціям спостереження

ганізмів, що дозволяє врахувати синергетичні взаємозв'язки забруднюючих речовин, їх біодоступність, а також різні шляхи надходження у живі організми.

Дані гідрохімічних досліджень озер системи Опечень узгоджуються з результатами біотестування на організмах різних систематичних груп (табл. 4).

Майже у всіх водоймах системи Опечень вода і донні відклади виявились токсичними для тест-організмів різних трофічних рівнів. Токсичність донних відкладів була вищою ніж токсичність води. Найбільшу негативну дію на тест-організми справляли проби води та донних відкладів оз. Лугового, стан яких можна характеризувати як «дуже поганий». Також високу токсичність проявляли донні відклади озер Пташиного, Богатирського і Вовкуватого, у той час як вода в цих озерах виявилася помірно токсичною. Найменш токсичними (слабо- та помірно токсичними) були води і донні відклади озер Кирилівського і Йорданського.

Неодмінним аспектом при екологічній оцінці водних об'єктів міських агломерацій є їх санітарно-гігієнічний стан. Для водойм системи Опечень у цілому він задовільний (табл. 5). Найкращі мікробіологічні показники якості води характерні для оз. Кирилівського, найгірші — для озер Мінського і Богатирського.

Гельмінтологічні дослідження води озер системи Опечень свідчать про відсутність життєздатних яєць гельмінтів на всіх станціях спостереження.

Висновки

Згідно з екологічною класифікацією [12], за критерієм забруднення компонентами сольового складу вода озер системи Опечень відноситься

Таблиця 4
Токсичність води і донних відкладів озер системи Олечень для гідробіонтів різних систематичних груп

Показники	Мінське	Лугове	Пташине	Богатирське	Кирилівське	Йорданське	Вовкувате
Смертність <i>Daphnia magna</i> , %	26,6	80,0	36,6	33,3	23,3	20,0	30,0
Інгібування росту <i>Letna minor</i> , %	30,0	54,8	35,0	27,6	18,6	21,6	27,5
Екологічний стан за рівнем токсичності, висновок про токсичність	задовільний, помірно токсично	дуже поганий, високотоксично	поганий, токсично	задовільний, помірно токсично	задовільний, помірно токсично	добрий, слабо-токсично,	задовільний, помірно токсично
Донні відклади							
Смертність <i>Chironomus girardii</i> , %	48,4	100,0	90,0	58,0	26,4	28,4	85,0
Інгібування росту <i>Letna minor</i> , %	42,6	85,0	56,8	52,9	29,5	32,4	64,8
Екологічний стан за рівнем токсичності, висновок про токсичність	поганий, токсично	дуже поганий, високотоксично	дуже поганий, високотоксично	дуже поганий, високотоксично	задовільний, помірно токсично	задовільний, помірно токсично	дуже поганий, високотоксично

до категорії «ІІ.3 Добра, досить чиста». Проте слід відмітити достатньо високу мінералізацію води в озерах (513,7—714,8 мг/дм³), що більш ніж удвічі перевищує цей показник у Канівському водосховищі.

За більшістю трофо-сапробіологічних критеріїв якості води майже всіх досліджених водойм відноситься до класу «ІV.6 Погана, брудна», окрім озер Кирилівського і Йорданського — «ІІІ.5. Задовільна, помірно забруднена». Значне забруднення важкоокислюваними органічними речовинами підтверджується високими значеннями і співвідношенням ХСК і БСК₅. Тісні корелятивні зв'язки між показником ХСК і вмістом нафтопродуктів ($R = 0,76, p < 0,05$) свідчать про те, що останні вносять левову частку в органічне забруднення водойм. Зареєстровані підвищені концентрації у воді амонійного азоту, фосфору фосфатів, феруму загального в оз. Луговому.

Серед специфічних речовин токсичної дії у донних відкладах провідними були нафтопродукти. Граничні значення *РЕС* у різних озерах були перевищені у 2—19 раз. Найбільше забруднені нафтопродуктами озера Лугове і Пташине, найменше — Мінське та Йорданське. Вміст важких металів у донних відкладах переважної більшості досліджуваних водних об'єктів не перевищував *РЕС*, окрім оз. Лугового, де були високі концентрації плумбуму і кадмію.

Таблиця 5

Результати мікробіологічних досліджень води озер системи Опечень (за даними Інституту гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва)

Озера	ЗМЧ, КУО/см ³	Кількість ЛКП в 1 дм ³	Колі-індекс	Індекс колифагів, БУО/дм ³	Санітарно-екологічна оцінка
Мінське	380	>110 000	>110 000	<50	2-й клас по ЗМЧ і індексу колифагів, 4-й клас по колиформам
Лугове	76	2300	2300	<50	1—2-й клас по ЗМЧ та індексу колифагів, 3-й клас по колиформам
Пташине	137	4300	4300	<50	1—2-й клас по ЗМЧ та індексу колифагів, 3-й клас по колиформам
Богатирське	130	10 000	110 000	<50	2-й клас по ЗМЧ та індексу колифагів, 4-й клас по колиформам
Кирилівське	62	<300	<300	<50	1-й клас по ЗМЧ та індексу колифагів, 1-й клас по колиформам
Йорданське	40	24 000	24 000	<50	1—2-й клас по ЗМЧ та індексу колифагів, 3-й клас по колиформам

Результати біотестування води і донних відкладів озер системи Опечень відповідають даним гідрохімічних досліджень. Майже у всіх водоямах вода і донні відклади виявились токсичними для тест-організмів різних трофічних рівнів. Донні відклади проявляли більшу токсичність порівняно з водою. Найбільш токсичним виявились вода та донні відклади оз. Лугового. Також високо токсичними були донні відклади озер Пташиного, Богатирського і Вовкуватого.

Санітарно-гігієнічний стан озер системи Опечень у цілому задовільний. Найкращі мікробіологічні показники якості води характерні для оз. Кирилівського, найгірші — Мінського і Богатирського.

Найбільш забруднені у каскаді озера Лугове і Мінське, які розташовані у промисловій зоні та є першими приймачами зворотних вод і поверхневого стоку. Вниз по каскаду озер відмічена тенденція до зменшення вмісту забруднюючих речовин. Найбільш чистими у каскаді є нижні озера Кирилівське і Йорданське, якість води у яких «Задовільна, помірно забруднена», а токсичність води і донних відкладів «слабка — помірна».

Для покращення екологічного стану системи озер Опечень необхідно скоротити надходження забруднюючих речовин з поверхневим стоком з водозбірної території і скидом технічних вод, а також реалізувати заходи з відновлення якості води та донних відкладів.

Список використаної літератури

1. Гончарова М.Т., Ляшенко В.А. Оцінка токсичності донних відкладів водних об'єктів Дунайського біосферного заповідника. *Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Сер. Біологія*. 2011. № 2. С. 89—93.
2. Давидов О.А., Ларіонова Д.П. Оцінка трофічного статусу водних об'єктів лентичного типу урбанізованих територій за рівнем розвитку мікрофітобентосу. *Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Сер. Біологія*. 2012. № 4. С. 42—50.
3. ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання». Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 36 с.
4. ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості». Київ: Мінекономрозвитку, 2014. 25 с.
5. Екологічні проблеми Київських водоем та прилеглих територій. К.: Наук. думка, 2015. 178 с.
6. Жежеря В.А., Линник П.М., Зубенко І.Б. Уміст та форми знаходження металів у озерах системи Опечень (м. Київ). *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2016. Вип. 269. С. 70—86.
7. Заїченко Н.В. Симбіотичні угруповання риб-вселенців в різнотипних водоямах: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. Київ, 2016. 23 с.
8. Кравцова О.В., Семенюк Н.Є. Багаторічна динаміка структурно-функціональних характеристик фітопланктону різнотипних водоем мегаполіса. *Вісн. Запоріж. нац. ун-ту. Біол. науки*. 2017. № 1. С. 140—153.
9. Линник П. М., Жежеря В.А., Жежеря Т.П. та ін. Гідрохімічний режим озер системи Опечень (м. Київ). *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2016. Вип. 269. С. 59—69.
10. МВ 10.2.1-113-2005 Санітарно-мікробіологічний контроль якості питної води, затверджений наказом Міністерства охорони здоров'я України від 03.02.2005 № 60. Київ, 2005. 76с.
11. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. За ред. В.Д. Романенка. К.: ЛОГОС, 2006. 408 с.

12. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К.: Символ-Т, 1998. 28 с.
13. Науково-технічний звіт про інженерно-гідрологічні вишукування «Матеріали обстеження та опис озер системи Опечень, шифр 06/18-01/01-ІГМ, ТОВ «КИЇВГЕОПЛАН». К., 2018. 81 с.
14. Природні і штучні біоплато. Фундаментальні та прикладні аспекти. К.: Наук. думка, 2012. 110 с.
15. Романенко В.Д., Крот Ю.Г., Киризія Т.Я. Гідробіологічний режим водойм міських агломерацій при різному ступені їх антропогенного навантаження. *Гідробіол. журн.* 2009. Т. 45, № 4. С. 3—16.
16. Юришинець В.І. Структура симбіоценозів гідробіонтів як показник екологічного стану водних об'єктів урбанізованих територій. *Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Сер. Біологія.* 2015. № 3—4. С. 764—767.
17. Якушин В.М., Потрохов А.С., Зиньковский О.Г. и др. Численность бактерий и протеолитическая активность в воде озера, расположенного в городской черте. *Гидробиол. журн.* 2015. Т. 51, № 1. С. 83—92.
18. MacDonald D.D., Ingersoll C.G., Berger T.A. Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 2000. Vol. 39. P. 20—31.
19. Romanenko V.D., Goncharova M.T., Konovets I.M. et al. Method of complex assessment of the bottom sediments toxicity using benthic and planktonic organisms. *Hydrobiol. J.* 2012. Vol. 48, N 2. P. 30—39.

Надійшла 03.04.2020

M.T. Goncharova, PhD (Biol.), Senior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
12 Geroyiv Stalingrada Ave, Kyiv, 04210, Ukraine,
e-mail: ecos_inhydro@ukr.net

L.S. Kipnis, PhD (Biol.), Senior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
12 Geroyiv Stalingrada Ave, Kyiv, 04210, Ukraine

I.M. Konovets, PhD (Biol.), Head of Laboratory,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
12 Geroyiv Stalingrada Ave, Kyiv, 04210, Ukraine

I.M. Nezbryska, PhD (Biol.), Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
12 Geroyiv Stalingrada Ave, Kyiv, 04210, Ukraine

M.M. Yarovyj, LLC «RIALTO»,
17 Akademika Tupolieva St., Kyiv, 04128, Ukraine

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF WATER AND SEDIMENTS QUALITY OF THE OPECHEN LAKES SYSTEM (KYIV)

Ecological assessment of water and sediments quality of the Opechen lakes system basing on toxicological, hydrochemical and sanitary-microbiological studies is presented. It is shown that water and sediments are contaminated mainly with organic substances, in particular oil products, and demonstrate toxic effect. Partial detoxification of contaminants occurs downstream the cascade. The most polluted lake in the system is Lugove and the least polluted are Kyrylivske and Yordanske.

Keywords: ecological assessment, toxicity, water, sediments, lake.