

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ШТУЧНО СТВОРЕНИХ ДЕКОРАТИВНИХ ВОДОЙМ ДЛЯ АДАПТАЦІЇ *CYPRINUS CARPIO KOI*

О.О. Лисак, П.Г. Шевченко

Національний університет біоресурсів і природокористування України

*Проведено дослідження екологічного стану придатності декоративних водойм за гідрохімічними показниками (O_2 , рН, NH_4 , NO_2 , NO_3 , PO_4 , БО) з метою вселення в них *Cyprinus carpio koi* як основного об'єкта. Показано специфіку оцінювання екологічного стану досліджених декоративних водойм: Немішаєвського державного агротехнічного коледжу, дендропарку «Олександрія» і Новокаховського рибоводного заводу частикових риб за гідрохімічними показниками в різних фізико-географічних зонах України. Установлено, що найпридатнішими для вселення *Cyprinus carpio koi* є декоративні водойми Немішаєвського державного агротехнічного коледжу і Новокаховського рибоводного заводу частикових риб.*

Ключові слова: *Cyprinus carpio koi*, фізико-географічні зони, декоративні водойми, гідрохімічні показники, оцінювання, еколого-санітарний стан.

Водойми України мають високий потенціал рибних ресурсів. Оцінювання якості та запасів ресурсів, визначення напрямів раціонального їх використання й охорони від забруднення та виснаження — серед низки основних завдань іхтіології і збереження екологічної стійкості середовища природи [1].

В Україні водне господарство доволі розвинене, проте деякі рекреаційні, декоративні водойми не зариблені. Серед таких — ті що втратили сільськогосподарське та допоміжне значення: розташовані в парках, ботанічних садах, зоопарках, заповідниках, присадибних угіддях, приватних територіях і територіях підприємств чи установ. З огляду на сільськогосподарську непридатність, ці водойми здебільшого виконують естетично-гуманітарне (декоративне) призначення [2].

Декоративна водойма — це доволі складний напівприродний об'єкт, що має взаємопов'язані структурні елементи, між якими відбувається безперервний обмін речовин і енергії [1]. Вони розміщуються на урбанізованих територіях, переважно це об'єкти, що відіграють роль водойм рекреаційного типу [2]. Такі водойми мають природно-антропогенне або суто антропогенне по-

ходження, в яких за роки їх існування і розвитку виник сталий біоценоз, що не залежить або мало залежить від людського втручання. В основному, це невеликі водойми глибиною до 5 м, площею не більше 1 км² з уповільненим водообміном.

Декоративні водойми та їх прибережні зони є елементами природного комплексу міста, що підтримують існування міських екосистем і формують оптимальне середовище для його мешканців, а також привабливість для туристів. Виникнення більшості міських водойм, у т.ч. декоративних, обумовлено ідеєю створення архітектурно-ландшафтних композицій міських будівель і замських садів [2].

На сьогодні існує значна кількість декоративних водойм, проте вони сильно видозмінились в умовах щільної міської забудови, багато з них втратили своє функціональне призначення і отримали статус загальноміських рекреаційних водойм. Істотно зменшилась водність міських водних об'єктів — із раніше проточних вони стали слабо проточними або непроточними, до того ж змінюються і еколого-санітарні показники водного середовища. Хімічні показники води можуть істотно впливати на умови існування риб та інших гідробіонтів, особливо на ранніх етапах їх розвитку, і спричиняти зміну видового складу,

біологічної продуктивності, концентрації і чисельності окремих представників біоти чи біоценозів загалом [3].

Для підвищення соціально-туристичної привабливості цих водойм можна використовувати (утримувати) декоративного коропа кої [4], як це століттями практикували в Китаї чи останні 30 років розвивається в європейських країнах [5]. З огляду на це, такі водойми набувають нового значення для України, а детальне дослідження їх придатності для використання в них коропа кої є надзвичайно актуальним.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Збір матеріалу здійснювали впродовж весняного, літнього і осіннього сезонів 2012–2013 рр. Усі дослідні дані зібрано на основі декоративних водойм України: Немішаєвського державного агротехнічного коледжу (ДАК) – 2013 р., дендропарку «Олександрія» – 2013 р. і Новокаховського рибоводного заводу частикових риб (РЗЧР) – 2012 р.

Матеріалом для дослідження були гідрохімічні показники досліджених водойм. Упродовж всього дослідження застосовували систематичний відбір, що передбачав взяття однієї проби з кожної водойми через певні інтервали часу (через 10 днів). Всього за роки досліджень гідрохімічного режиму було відібрано 45 проб води з усіх досліджених водойм.

Вимірювання всіх гідрохімічних показників здійснювали відповідно до стандартних методів гідрохімічних досліджень [6].

Статистичну обробку проводили із використанням середніх арифметичних величин і застосовували тоді, коли первинні (вихідні) дані були наведені у такому вигляді, що загальний обсяг ознаки для усієї сукупності можна одержати шляхом підсумовування їх у всіх одиницях [7].

Для бального оцінювання водойм була використана класифікація поверхневих вод за В.Д. Романенком [8], спеціально нами видозмінена для декоративних водойм (КОДВ). Так, у наших дослідженнях п'ять класів якості поверхневих вод нами було скорочено до 3 класів (табл. 1), за якими 1 бал відповідав першому класу, 3 бали – другому, 5 балів – третьому класу. У разі приналежності кількох дослідних водойм до одного класу нами розроблено бальне оцінювання стану декоративних водойм (БОДВ), за якого водоймам присвоювались місця (у нашому досліді від 1 до 3) залежно від їх відповідності стандартним рибоводним нормам [9].

Стан водного середовища визначався за наявністю у воді біогенних елементів (нітратів, нітритів, фосфатів), основних іонів, мінералізації води, органічних речовин (за БОДВ).

За наведеними результатами найвища якість водного середовища була у тій во-

Таблиця 1
Екологічна класифікація якості декоративних водойм за трофо-сапробіологічними критеріями

Показники	Одиниці виміру	Клас якості поверхневих вод		
		I	II	III
		Категорія якості вод (бали)		
		1	3	5
pH	pH	6,4–7,0; 7,1–8,0	6,1–6,4; 8,1–8,5	5,9–6,0; 8,6–8,7
NH ₄	N/дм ³	0,1–0,3	0,31–1,0	1,01–2,5
NO ₂	N/дм ³	0,00–20,01	0,011–0,05	0,051–0,1
NO ₃	N/дм ³	0,2–0,5	0,51–1,0	1,0–12,5
PO ₄	P/дм ³	0,015–0,05	0,051–0,2	0,2–0,3
BO	O/дм ³	9–25	26–40	41–60
O ₂	O ₂ /л	1–3	4–6	7–10

доймі, кількість балів якої є мінімальною, оскільки менші бали відповідають кращим показникам і вищим класам.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами проведених досліджень наявність перерахованих хімічних речовин та їх природний постійний фон у воді мав задовільний рівень. Зокрема, вміст амонійного азоту змінювався впродовж року у водоймі дендропарку «Олександрія» у таких межах: навесні — до 0,3 мг/л; влітку — до 0,09 мг/л (найменший); восени — до 0,12 мг/л (табл. 2). На стабільному рівні вміст амонійного азоту був у воді декоративних водойм Немішаєвського ДАК і Новокаховського РЗЧР, відповідно 0,1–0,16 і 0,01–0,08 мг/л. Концентрації амонійного азоту у водоймах не перевищували норми, встановленої для коропових господарств (1,5 мг/л) [9].

Амонійний азот (NH_4) є основним кінцевим азотистим продуктом бактеріальної деструкції органічних речовин, а також складовою частиною метаболітів безхребетних тварин.

Нітрити (NO_2) є проміжною ланкою процесу деструкції азотвмісних органічних речовин. Їх уміст упродовж вегетаційного періоду у декоративній водоймі дендропарку «Олександрія» варіював у межах 0,29–0,01 мг N/л (рис. 1). У водоймі Немішаєвського ДАК і Новокаховського РЗЧР варіація вмісту нітритів також була на високому рівні, відповідно 0,001–0,15 і 0,1–0,15 мг N/л. Найбільші величини характерні для весняного періоду, що зумовлено змивом з поверхні водозбору.

У двох досліджених водоймах спостерігалось значне пере-

Таблиця 2

Вміст біогенних елементів і органічних речовин у воді дослідних водойм

Фізико-географічна зона України, декоративна водойма, рік досліджень	Період року	Показник							
		NH ₄	NO ₂	NO ₃	мг/л		РН	O ₂ мг O ₂ /л	
					PO ₄	БО мгО/л			
Полісся, Немішаєвський ДАК, 2013 р.	Весна	0,10	0,15	0,68		0,03	28,0	7	5,6
	Літо	0,16	0,001	0,42		0,14	15,7	7,8	4,5
	Осінь	0,12	0,01	0,42		0,19	27,1	8,1	5,7
	Середньосезонний ± m	0,13±0,01	0,05±0,02	0,51±0,04		0,12±0,02	23,60±1,62	7,63±0,13	5,27±0,16
Лісостеп, дендропарк «Олександрія», 2013 р.	Весна	0,30	0,29	0,31		0,04	18,0	7,3	9,1
	Літо	0,09	0,05	0,44		0,21	17,0	8,0	10,5
	Осінь	0,12	0,01	0,85		0,25	19,4	8,1	9,2
	Середньосезонний ± m	0,17±0,03	0,12±0,04	0,53±0,07		0,17±0,03	18,13±0,28	7,80±0,10	9,60±0,18
Степ, Новокаховський РЗЧР, 2012 р.	Весна	0,01	0,12	0,28		0,10	17,9	7,8	5,4
	Літо	0,08	0,15	0,34		0,20	28,7	8,7	4,0
	Осінь	0,04	0,1	0,28		0,15	24,1	8,5	4,4
	Середньосезонний ± m	0,04±0,01	0,12±0,01	0,30±0,01		0,15±0,01	23,57±1,28	8,33±0,11	4,60±0,17

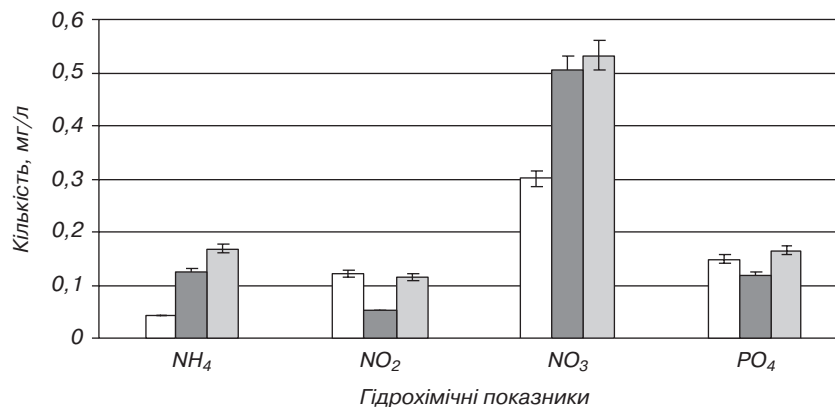


Рис. 1. Середньосезонні гідрохімічні показники (NH_4 , NO_2 , NO_3 , PO_4) досліджених декоративних водойм України: □ — водойма Новокаховського РЗЧР; ■ — водойма Немішаєвського ДАК; ▒ — водойма дендропарку «Олександрія»

вищення (у 3–5 разів) допустимих норм води (0,05 мг/л), встановлених для водойм коропових господарств [9].

Восени відбувалось деяке підвищення концентрації вказаних речовин, що можна пояснити зниженням біомаси фітопланктону, а саме — кількості бактерій, у процесі нітрифікації.

Дослідження вмісту нітратних (NO_3) форм мінерального азоту засвідчили, що їхня сезонна динаміка у водоймі дендропарку «Олександрія» здебільшого повторювала таку саму, як і для NO_2 . Максимальні величини зафіксовано восени — 0,85 мг/л (рис. 1), а мінімальні — весною. Однак найвищі величини NO_3 не перевищували концентрації, рекомендовані для вод рибницьких водойм (1,0 мг/л). Дещо меншим був уміст нітратів у водоймах Немішаєвського ДАК і Новокаховського РЗЧР — відповідно 0,42–0,68 і 0,28–0,34 мг/л.

Як відомо, уміст мінеральних форм фосфору визначає продуктивність водойми. У водоймі дендропарку «Олександрія» варіювання його концентрації впродовж вегетаційного періоду було у межах 0,04–0,25 мг Р/л. Менші концентрації спостерігались навесні, коли відбувалось розбавлення води внаслідок повені. Влітку і восени концентрація PO_4 підвищувалась до 0,21–0,25 мг Р/л, однак перевищення допусти-

мих норм не зафіксовано (до 0,5 мг Р/л). Також не перевищували допустимих норм концентрації фосфору у водоймах Немішаєвського ДАК і Новокаховського РЗЧР — відповідно у 0,03–0,19 та 0,1–0,2 мг Р/л.

Одним з найважливіших показників хімічного складу води є вміст розчиненого у воді кисню, концентрація якого за період досліджень водойм була на високому рівні і змінювалась у вузьких межах: 9,1–10,5 мг O_2 /л у водоймі дендропарку «Олександрія», 4,5–5,6 мг O_2 /л у водоймі Немішаєвського ДАК, з більшим умістом навесні і восени. Також значно нижчі показники розчиненого у воді кисню були відзначені у водоймі Новокаховського РЗЧР — 4,0–5,4 мг O_2 /л, з більшим умістом навесні (рис. 2). За абсолютним умістом кисню досліджувані водойми відповідали вимогам Держстандарту для вод рибогосподарського призначення — 4,0 мг/л [9].

Для характеристики розчиненої органічної речовини у воді досліджуваних водойм використовували показник біхроматного окиснювання. Її величина змінювалась впродовж року у водоймі дендропарку «Олександрія» в невеликих межах (17,0–19,4 мг O /л), деяке підвищення спостерігалось навесні і восени, що може бути зумовлено накопиченням значної кількості органічної речовини. У водоймі Немішаєв-

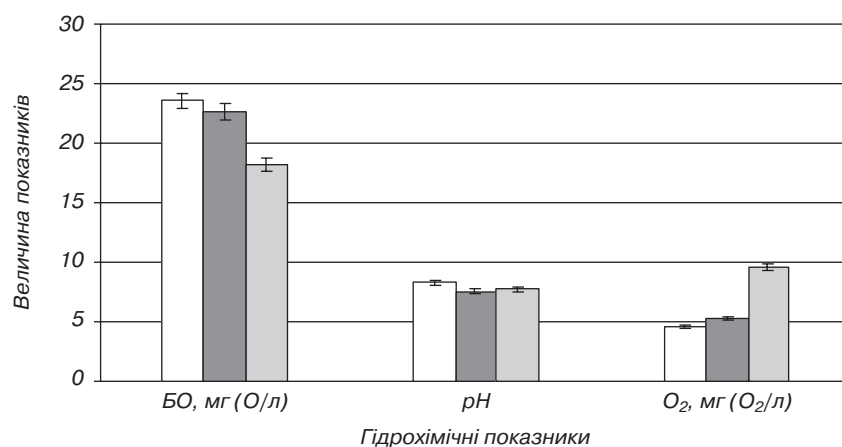


Рис. 2. Середньосезонні гідрохімічні показники (О₂, рН, БО) досліджених декоративних водойм України: □ — водойма Новокаховського РЗЧР; ■ — водойма Немішаєвського ДАК; ▒ — водойма дендропарку «Олександрія»

ського ДАК середньосезонне БО було дещо вищим порівняно з попередньою водоймою, і впродовж сезону варіювало у межах 15,7–18,0 мг О/л, з дещо вищим умістом навесні і восени, що також спричинено накопиченням значної кількості органічної речовини у водоймі-накопичувачі. Найбільший середньосезонний уміст БО (рис. 2) спостерігався у водоймі Новокаховського РЗЧР (17,9–28,7 мг О/л), з високими показниками влітку, що зумовлено доволі значним прогріванням води у цей період.

Показники активної реакції води (рН), за яких може існувати коропа кої, варіює у межах 5–10. Летальними для кої є рівень величин рН вищий від 11 і нижчий від 4–5. Оптимальним для розвитку коропа кої є рН у межах 6,8–7,5; при рН меншому від 6 уповільнюється ріст і знижується інтенсивність її живлення. За цим середньосезонним показником усі нами досліджені водойми мали оптимальні величини для існування коропа кої.

Проте за аналізом гідрохімічних показників спостерігалась певна закономірність в їх абсолютних величинах. Так, декоративна водойма Немішаєвського ДАК за вмістом нітратів і фосфатів була найбільш оптимальною (1 місце), а за вмістом усіх інших гідрохімічних показників відзначалася се-

реднім рівнем якості водного середовища, що підтверджувалось результатами наведеного нижче бального оцінювання (табл. 3).

За цим оцінюванням найбільш оптимальні показники якості водного середовища має та водойма, в якій кількість балів є мінімальними. Показники розчиненого у воді кисню і водневий показник води в усіх водоймах були на оптимальному рівні, тому всі вони отримали однакові бали. На другому місці за гідрохімічними показниками є декоративна водойма Новокаховського РЗЧР. За бальним оцінюванням якості водного середовища сума становила 12 (БОДВ) і 17 (КОДВ) балів. У цій водоймі найвищими були показники нітритів і біохімічної окиснюваності.

На останньому місці за якістю водного середовища зафіксовано декоративну водойму дендропарку «Олександрія», що отримала найбільшу кількість балів — 14 (БОДВ) і 19 (КОДВ). Серед порівнюваних водойм у ній були найвищі концентрації амонійного азоту, нітратів, фосфатів, біохімічної окиснюваності.

ВИСНОВОК

Незважаючи на незначні відхилення, якість води досліджуваних водойм за гідрохімічними показниками загалом відповідає

Таблиця 3

Результати бального оцінювання якості водного середовища досліджених декоративних водойм України за гідрохімічними показниками

Показники	Одиниці виміру	Фізико-географічна зона України, декоративна водойма					
		Лісостеп, дендропарк «Олександрія»		Полісся, Немішаєвський ДАК		Степ, Новокаховський РЗЧР	
		БОДВ	КОДВ	БОДВ	КОДВ	БОДВ	КОДВ
NH ₄	мг/л	3	1	2	1	1	1
NO ₂	мг/л	2	1	1	3	3	5
NO ₃	мг/л	3	1	2	3	1	3
PO ₄	мг/л	3	5	1	3	2	5
БО	мгО/л	1	3	2	3	3	1
РН	рН	1	5	1	1	1	1
O ₂	мг O ₂ /л	1	3	1	3	1	1
Сума балів		14	19	10	17	12	17

нормам декоративного риборозведення і є сприятливою для вирощування коропа кої.

Проте у декоративній водоймі дендропарку «Олександрія» і Новокаховського РЗЧР спостерігалось перевищення концентрації NO₂, що значно відрізнялось від допустимих норм, встановлених для рибних господарств (0,05 мг/л) і становило 0,12 мг/л в обох водоймах.

Оптимальними показниками водного середовища характеризувались декоративні водойми Немішаєвського ДАК (перше місце за БОДВ — 10 і перший клас за КОДВ — 17 балів) і Новокаховського РЗЧР (друге місце за БОДВ — 12 і перший клас за КОДВ — 17 балів). Дещо гірші показники спостерігались в декоративній водоймі дендропарку «Олександрія» (третє місце за БОДВ — 14 і другого класу за КОДВ — 19 балів).

Вселення коропа кої як основного об'єкта декоративних водойм України дає змогу розв'язати низку проблем гуманного використання нетрадиційних водних ресурсів (об'єктів) для покращення якості їх водного середовища та підвищення туристичної привабливості.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Львів Л.В.* Ліснокомплексні Українського Полісся: природничо-географічні основи дослідження

та регіональні закономірності / Л.В. Львів. — Луцьк, 2008. — 148 с.

2. *Пальгунов П.П.* Малые водные объекты на территории Москвы. Экология Москвы: решения, проблемы, перспективы / П.П. Пальгунов, В.Г. Печников, И.Г. Бойкова. — М.: Мэрия, Правительство Москвы, 1997. — 123 с.
3. *Євтушенко М.Ю.* Методичні рекомендації щодо оцінки екологічного стану водойм рибогосподарського призначення з використанням системи біомоніторингу / М.Ю. Євтушенко, П.Г. Шевченко, М.І. Хижняк. — К.: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2011. — 58 с.
4. *Лисак О.О.* Таксономічний аналіз різних форм і відгалужень японського коропа кої (*Cyprinus carpio koi*) в ареалі / О.О. Лисак, П.Г. Шевченко, В.В. Цедик // Наукові доповіді НУБіП України. — К., 2014. — С. 37–51.
5. The completely illustrated guide to koi for your pond / H.R. Axelrod, E. Balon, R.C. Hoffman et al. // TFH Publications, Inc., Neptune City. — New Jersey, 1996. — P. 79–90.
6. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии / О.А. Алекин. — Л.: Гидрометеоиздат, 1973. — 269 с.
7. *Лапач С.Н.* Статистика в науке и бизнесе / С.Н. Лапач, А.В. Чубенок, П.Н. Бабич. — К.: МОРИОН, 2002. — 640 с.
8. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Окснюк та ін. — К., 2001. — 48 с.
9. *Андрющенко А.І.* Ставові рибництво: Підручник / А.І. Андрющенко, С.І. Алімов. — К.: Вища освіта, 2006. — 657 с.
10. *Лозовик П.А.* Гидрогеохимические критерии состояния поверхностных вод гумидной зоны и их устойчивости к антропогенному воздействию: автореф. ... д-ра хим. наук / П.А. Лозовик. — М., 2006. — 60 с.