

УДК: [(581.5263 : 556.531.4) : 574] (282) (285)

В. Д. Романенко, Ю. Г. Крот, Т. Я. Киризі́й

**ГІДРОБІОЛОГІЧНИЙ РЕЖИМ ВОДОЙМ МІСЬКИХ
АГЛОМЕРАЦІЙ ПРИ РІЗНОМУ СТУПЕНІ ЇХ
АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

Досліджено формування якості води в місцях розвитку фітоугруповань у річкових та озерних екосистемах при різному ступені антропогенного навантаження. Дано трофо-сапробіологічну та екологічну оцінку якості води на ділянках водойм з помірним і значним ступенем забруднення. Визначено види вищих водяних рослин та риб, які пристосувалися до цих умов існування.

***Ключові слова:** якість води, антропогенне навантаження, річкові та озерні екосистеми, екологічна оцінка, вищі водяні рослини, іхтіофауна.*

Вищі водяні рослини відіграють важливу роль у формуванні якості водного середовища, поглинаючи з води біогенні елементи і повертаючи їх у водне середовище при відмиранні і мінералізації, змінюючи концентрацію сполук мінерального азоту і фосфору. Фотосинтетична активність рослин сприяє підвищенню у воді вмісту розчиненого кисню та величини рН, а при розкладі — утворенню органічних речовин [9]. Водночас структура фітоугруповань та нормальне проходження рослинами вегетаційного періоду залежать від хімічного складу та властивостей водного середовища (вмісту солевих компонентів, величини рН, концентрації розчиненого CO₂, біогенних елементів, тощо) [15].

З метою встановлення специфічних рис гідрохімічного режиму в місцях розвитку вищих водяних рослин (ВВР), як місць існування і відтворення водяних тварин, дослідження проводились у водоймах різного типу, розташованих у міських зонах: представник лотичної системи р. Рось та представники лентичної системи, озера Кирилівське та Бабине.

Матеріал та методика досліджень. Об'єктами досліджень були р. Рось, (ділянка біля дендропарку «Олександрія», м. Біла Церква), озера Кирилівське (міська зона Києва) та Бабине (о. Труханів, Київ). Гідрохімічні аналізи виконували за стандартним методиками [12]. Екологічна оцінка якості води у водоймах виконана згідно [13]. Визначення вищих водяних рослин та видового складу риб здійснено за [8, 17, 18] та [7, 19] відповідно.

© Романенко В. Д., Крот Ю. Г., Киризі́й Т. Я., 2009

Результати досліджень та їх обговорення

Як було встановлено, антропогенний вплив на р. Рось (дослідна ділянка) і оз. Кирилівське здійснювався за рахунок техногенного та рекреаційного стоку, а оз. Бабине — дифузного, що надходив з рекреаційної зони. Характер антропогенного впливу на водойми виявив їхні особливі риси щодо якості водного середовища, формування угруповань макрофітів та іхтіофауни. Як відмічалось раніше [10, 11], до р. Рось в районі м. Біла Церква (дендропарк «Олександрія») з прилеглих територій надходять забруднені нафтопродуктами та сполуками азоту струмки, що впливають на якість води і стан біоти. При цьому угруповання ВВР, які у річці розвинуті вздовж берегів, першими зазнають впливу забруднюючих речовин.

При проведенні досліджень зроблена спроба порівняти якість води стан макрофітів та іхтіофауни в місцях надходження забруднених вод з біотопами, розташованими вище і нижче за течією. Екологічна оцінка якості води р. Рось за методикою [13] показала, що за іонним складом вона належить до прісних вод гідрокарбонатно-кальцієвого типу [2]. За час спостережень у місцях розташування фітоугруповань, які не підлягали дії забруднюючих речовин, вміст хлоридів, сульфатів, гідрокарбонатів та суми іонів (табл. 1) не зазнав значних коливань порівняно з ретроспективними результатами [16].

Проведений аналіз рівня мінералізації по сухому залишку показав, що на обох (вище і нижче за течією) ділянках річки вода відповідає категорії 1 (відмінна). У вмісті хлоридів відмічено значні коливання. Їх концентрація вище і нижче скиду забруднених вод була у середньому 42,0 і 70,0 мг/дм³ відповідно, а якість води відповідала класу II категорії 3 (добра, достатньо чиста). Концентрація сульфатів була меншою, ніж хлоридів, і складала в середньому відповідно 39,0 і 42,0 мг/дм³. Це дозволяє характеризувати якість води за цим показником на обох ділянках як відмінну, дуже чисту і віднести до I класу. Можна стверджувати, що підвищений вміст сульфатів у струмковій воді не впливав на її якість на відстані 2,5 км за течією річки.

Індекс сольового складу (I_1), який розрахований за середнім значенням окремих показників (рисунок), на обох ділянках річки дорівнював 1,7—2(1), а якість води відповідала класу II категорії 2 (дуже добра, чиста). Таким чином, за компонентами сольового складу воду р. Рось можна віднести до прісних гіпогалинних вод.

Величина рН на ділянці вище скиду забруднених вод за період досліджень зазнавала досить значних коливань — 7,3—8,5, в середньому 8,0. При цьому якість води відповідала класу II категорії 3 (добра, достатньо чиста). Нижче за течією від впадіння забруднених струмків рівень рН був 7,9—8,6, в середньому 8,3. За цим показником на данній ділянці воду можна віднести до класу III категорії 4 (задовільна, слабко забруднена). Сезонна динаміка змін величини рН проявлялася у її підвищенні у літній період, очевидно в результаті активації процесів фотосинтезу рослинних угруповань і мала тенденцію зниження рівня рН до 7,3—7,9 в осінній період, що обумовлено спадом фотосинтетичної активності рослин та активністю внутрішньоводоймних процесів.

1. Екологічна оцінка якості води р. Рось (район дендропарку «Олександрія», 2003—2006 рр.)

Показники	Значення показників			Категорії якості води		
	вище джерела забруднення	в районі скиду забруднених вод	нижче джерела забруднення	вище джерела забруднення	в районі скиду забруднених вод	нижче джерела забруднення
Сухий залишок, мг/дм ³	261—508 350	338—786 585	297—578 427	I.1	I.1—II.3 I.2	I.1—II.2 I.1
Хлориди, мг/дм ³	20—67 42	72—268 167	37—113 70	I.1—II.3 I.3	II.3—IV.6 III.5	I.1—III.4 II.3
Сульфати, мг/дм ³	33—44 39	38—172 106	32—52 42	I.1	I.1—III.5 III.4	I.1—II.2 I.1
pH	7,3—8,5 8,0	8,1—8,6 8,4	7,9—8,6 8,3	I.1—III.5 II.3	I.1—IV.6 III.5	I.1—IV.6 III.4
Азот амонійний, мг N/дм ³	0,08—0,38 0,23	0,51—32,52 16,13	0,11—0,42 0,26	I.1—III.4 II.3	III.5—V.7 V.7	II.3—III.4 II.3
Азот нітритний, мг N/дм ³	0,009—0,052 0,032	0,007—0,851 0,233	0,085—0,171 0,102	II.3—IV.6 III.5	II.3—V.7 V.7	IV.6—V.7 V.7
Азот нітратний, мг N/дм ³	0,27—0,43 0,36	0,42—12,72 6,32	0,35—0,48 0,42	II.2—II.3 II.3	II.3—V.7 V.7	II.3 II.3
Фосфор фосфатів, мг P/дм ³	0,024—0,138 0,108	0,026—0,336 0,241	0,015—0,224 0,098	II.2—III.5 III.5	II.3—V.7 IV.6	II.3—IV.6 III.4
Розчинений кисень, мг O ₂ /дм ³	7,2—12,9 9,1	7,7—12,4 9,8	6,0—11,1 8,7	II.3—I.1 I.1	II.2—I.1 I.1	III.5—I.1 I.1
Насичення киснем, %	60—150 90	76—140 99	60—127 89	IV.6—IV.6 II.3	III.4—III.5 I.1	IV.6—III.4 II.3

Продовження табл. 1

Показники	Значення показників				Категорії якості води		
	вище джерела забруднення	в районі скиду забруднених вод	нижче джерела забруднення	нижче джерела забруднення	вище джерела забруднення	в районі скиду забруднених вод	нижче джерела забруднення
Біхроматна окиснюваність, мг O ₂ /дм ³	13—36 23	16—58 41	17—68 27	17—68 27	II.2—III.5	II.3—IV.6	II.3—V.7 III.4
БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³	28—6,7 3,3	18—6,3 3,3	3,4—5,7 3,6	3,4—5,7 3,6	III.4—III.5 III.4	II.3—III.5 III.4	III.4—III.5 III.4

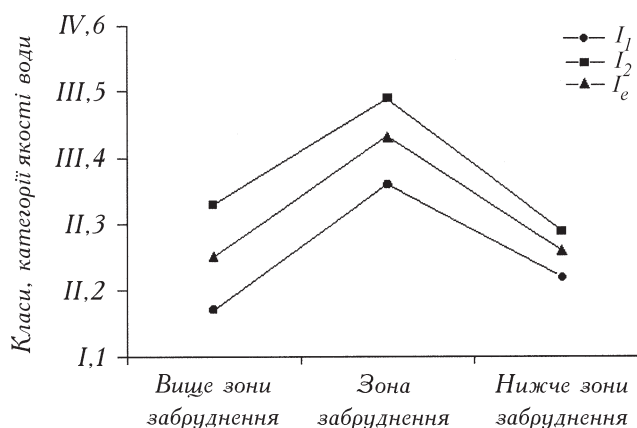
Концентрація сполук мінерального азоту: амонійного (N-NH₄⁺), нітритного (N-NO₂⁻) та нітратного (N-NO₃⁻) за весь період досліджень мала незначні коливання, викликані як сезонними змінами, так і антропогенними чинниками. Вміст N-NH₄⁺ на ділянках річки вище і нижче від скиду забруднених вод був близьким і дорівнював 0,23 і 0,26 мг N/дм³ відповідно. Це дозволило віднести воду до класу II категорії 3 (добра, достатньо чиста). Зареєстровані концентрації N-NO₂⁻ в середньому були вище скиду 0,03, а нижче — 0,10 мг N/дм³. Якість води на цих ділянках можна віднести до класу III категорії 5 (посередня, слабо забруднена) та класу V категорії 7 (дуже погана, дуже забруднена). Це свідчить про неспроможність водної екосистеми відновити якість води за цим показником. Стосовно вмісту N-NO₃⁻ показано, що він на обох ділянках не перевищував 0,48 мг N/дм³ і в середньому дорівнювала 0,36 і 0,42 мг N/дм³ відповідно. Якість води за цим показником відносилася до класу II категорії 3 (добра, достатньо чиста).

На ділянках, розташованих вище і нижче надходження забруднених вод, вміст фосфору фосфатів був близьким — 0,108 і 0,098 мг P/дм³, а якість води відповідає класу III категорії 5 і 4 (задовільна, слабо забруднена і помірно забруднена). Порівняно з результатами 1979 р. [16] концентрація фосфору фосфатів підвищилась, що пов'язано із значним забрудненням цієї ділянки річки в останні роки.

Насичення води розчиненим киснем на дослідних ділянках становило 70—90% з підвищенням у літній період до 150% внаслідок фотосинтетичної діяльності фітопланктону (спостерігалось «цвітіння» води). Якість води відповідає класу I—II категорії 1—3 (добра, достатньо чиста). В періоди зниження концентрації розчиненого кисню, особливо на нижній ділянці річки, якість води погіршувалася, але не виходила за межі класу III категорії 5 (посередня, помірно забруднена).

Коливання величини біхроматної окиснюваності реєстрували від 23,0 до 36,0 мг O/дм³, а за малої водності року (літо 2003 р.) — 35 до 68 мг O/дм³. Це свідчило про надходження до

річки важкоокиснюваних забруднюючих речовин. Якість води на обох ділянках річки можна віднести до класу II категорії 3 (добра, достатньо чиста) чи класу III категорії 5 (посередня, помірно забруднена). Щодо вмісту у воді легкоокиснюваної органічної речовини (БСК₅), то її коливання були у більш вузькому діапазоні — 3,3—3,6 мг О₂/дм³. Лише під час масового розвитку фітопланктону спостерігалось її підвищення до 6,7 мг О₂/дм³. Якість води на обох ділянках річки відповідала класу III категорії 4 (задовільна, помірно забруднена), чи 5 (посередня, помірно забруднена).



Екологічна оцінка якості води р. Рось в районі дендропарку «Олександрія».

Трофо-сапробіологічний індекс (I_2), який розраховано за середніми показниками (див. рисунок) на ділянках річки вище і нижче скиду забруднених вод, дорівнював відповідно 3,3 і 2,9, що відповідає класу III категорії 4 (задовільна, помірно забруднена).

Екологічний індекс (I_e), який включає показники сольового складу і трофо-сапробності, на обох ділянках становив 2,5. Якість води у цих місцях річки слід віднести до класу II категорії 3 (добра, достатньо чиста). Можна припустити, що відновлення якості води за екологічним індексом (I_e) з 4,9 у місці скиду забруднених вод до 2,5 через 2,5 км нижче за течією здійснювалось за рахунок розбавлення забрудненої води та активності внутрішньоводоймних процесів.

Таким чином, просторова динаміка екологічних індексів якості води на ділянках річки вище і нижче зони впливу локальних забруднень, які надходять на протягом багатьох років (див. рисунок), свідчить про здатність водної екосистеми відновлюватися. Однак деяке перевищення екологічних нормативів для цієї річки спостерігалось за показниками біхроматної окиснюваності, вмісту азоту нітритів і фосфору фосфатів.

Зівставляючи видовий склад макрофітів на цих ділянках річки, слід підкреслити, що він практично був подібний і представлений такими видами рослин, як їжача голівка пряма *Sparganium erectum* (L.), різуха велика *Najas major* (All.), глечики жовті *Nuphar lutea* (L.) Smith., цицання водяна *Zizania aquatica* (L.), а також очеретом звичайним *Phragmites australis* (Cav.) ex Steud), лепешняком великим *Gljceria maxima* (C. Hartm.) Holmb.), водоперицею

колосистою *Myriophyllum spicatum* (L.), їжачою голівкою дрібноплодовою *Spartanium microcarpum* (Neum.) Raunk.) та рогозом вузьколистим *Typha angustifolia* (L.), які були поширені на всіх ділянках річки, включаючи забруднені.

Щодо видового різноманіття іхтіофауни, то середня кількість видів на обох ділянках річки становила 8. Однак індекс Шенона був відносно низьким — 0,92. У заростях водної рослинності у весняний і літній періоди були зареєстровані такі види риб, як щипавка звичайна *Cobitis taenia* (L.), чорноморсько-каспійський бичок бабка *Neogobius fluviatilis* (Pall.), гірчак звичайний *Rhodeus sericeus* (Pall.), плітка звичайна *Rutilus rutilus* (L.). Хижакі були представлені поодинокими екземплярами окуня річного *Perca fluviatilis* (L.), а інвазивні види риб — колючкою триголковою *Gasterosteus aculeatus* (L.), чебачком амурським *Pseudorasbora parva* (Schleg.) та багатоголковою колючкою *Pungitius platygaster* (Kessl.) [6, 19]. У місцях надходження забруднених вод у р. Рось утворилися зони зі своєрідною якістю води, угрупованнями ВВР та іхтіофауни.

Аналізуючи якість води за хімічними показниками, забруднені струмки можна поділити на дві групи: струмки з високою мінералізацією води, яка зумовлена карбонатною жорсткістю (удвічі вище, ніж у р. Рось) та струмки, забруднені неорганічним азотом (вміст N-NH_4^+ у 3—4 рази вище, ніж у р. Рось). Причому величина БСК₅ у цих струмках була удвічі менша, а ХСК — удвічі більша, ніж у річці. Це можна пояснити присутністю у ній важкоокиснюваних органічних речовин. Вміст заліза становив 760 мг/дм³, величина рН — 8,6—8,9. За основними трофо-сапробіологічними показниками якість води струмків можна віднести до класу V категорії 7 (дуже погана, дуже забруднена). Необхідно відмітити, що у місцях впадіння струмків у річку сформувалися зони площею 20—30 м², у яких постійно утримувалася висока мінералізація води (за сухим залишком), концентрація хлоридів і сульфатів, що перевищували їх вміст на «чистих» ділянках річки у 1—2, 2—3 і 1,5 рази відповідно. Згідно з екологічною класифікацією якість води у цих місцях можна віднести відповідно: до класу II, категорії 3 (добра), класу III категорії 5 (посередня, помірно забруднена), а в деякі періоди року — до класу IV категорії 6 (погана, забруднена) та класу III категорії 4 (задовільна, слабко забруднена) (див. табл. 1). Розрахований за середніми значеннями цих показників індекс сольового складу (I_1), у забрудненій зоні (див. рисунок) дорівнював 3,6. Якість води відповідає класу III, категорії 4 (задовільна, слабко забруднена). За величиною рН, яка в цих зонах у різні сезони року коливалася від 8,1 до 8,6 (в середньому 8,4), якість води можна віднести до класу III категорії 5 (посередня, помірно забруднена) чи до класу IV категорії 6 (погана, забруднена).

Вміст N-NH_4^+ коливався у широких межах залежно від водності та сезону року. При цьому сезонні закономірності в його коливанні не мали вираженого характеру. Це можна пояснити високим вмістом мінерального азоту у воді, яка надходила до річки. Концентрація N-NH_4^+ у цих зонах дорівнювала 0,51—32,52 мг N/дм³ (в середньому 16,13), N-NO_2^- — 0,23 мг N/дм³. У більшості випадків її якість відповідає класу V категорії 7 (дуже погана, дуже забруднена). Концентрація N-NO_3^- коливалася у дуже широких межах

— сягала понад 12,0 мг N/дм³ (в середньому — 6,32 мг N/дм³) і відповідала, залежно від сезону року, у літній період класу II категорії 3 (добра, достатньо чиста) та класу V категорії 7 (дуже погана, дуже забруднена) — в осінній період. Це можна пояснити пригніченням розвитку водяних рослин і зменшенням ступеня його поглинання. У районі надходження забруднених вод вміст кисню був задовільним і воду за цим показником можна віднести до класу III категорії 5 (посередня, помірно забруднена).

Якість води за вмістом фосфору фосфатів (середнє значення 0,24 мг P/дм³) змінювалася у різні сезони року від класу IV категорії 6 (погана, забруднена) до класу V категорії 7 (дуже погана, дуже забруднена), а за величиною показника біхроматної окиснюваності (середнє значення 58,0 мг O/дм³) відповідала класу IV категорії 6 (погана, забруднена). Стосовно трофо-сапробіологічного ($I_2 = 4,9$) та екологічного індексу ($I_e = 4,3$) якість води у цій зоні можна віднести до класу III категорії 5 (посередня, помірно забруднена), що не відповідає встановленим для р. Сось екологічним нормативам [16]. Таким чином, постійне перевищення в місцях скиду забруднених вод вмісту хлоридів, сульфатів, мінерального азоту, фосфору фосфатів, величини біхроматної окиснюваності підтверджують існування у річці специфічних зон з особливим складом і властивостями водного середовища, а також своєрідних біогідроценозів, які пристосувалися до цих умов існування.

Із повітряно-водяних рослин, які були поширені у цих місцях, можна виділити очерет звичайний, лепешняк великий, їжачу голівку дрібноплоду, рогіз вузьколистий, а із занурених — водоперицю колосисту, елодею канадську *Eloдея canadensis* (Michx.), рдесник пронизанолистий *Potamogeton perfoliatus* (L.), кушир темно-зелений *Ceratophyllum demersum* (L.), з плаваючим листям — жабурник звичайний *Hydrocharis morsus-ranae* (L.). Прибережні рослини представлені осокою побережною *Carex riparia* (Curt.). Необхідно відмітити, що глечики жовті також були поширені в місцях, забруднених мінеральним азотом (вміст N-NH₄⁺ дорівнював 35,7 мг N/дм³). Зменшення вмісту азоту на 30—90% у літній період сприяло їх розвитку.

Стосовно різноманіття іхтіофауни, то у забруднених зонах річки зареєстровано мінімальну кількість видів риби, які були представлені в основному краснопіркою звичайною *Scardinius erythrophthalmus* (L.), верховодкою звичайною *Alburnus alburnus* (L.) та чебачком амурським [6, 19].

Озеро Кирилівське — це водойма, яка зазнає постійного антропогенного впливу, оскільки розташована у міській зоні. Забруднення надходять з ґрунтовими та зливовими водами житлових масивів Сирець, Куренівка та ін. Озеро має невелику проточність і за походженням зв'язане з р. Дніпро через піщане ложе. Завдяки розташуванню на відкритій ділянці воно відзначається активним вітровим перемішуванням водних мас [3]. Температурний режим води за період досліджень на різних ділянках озера коливався від 18,0 до 18,8°C. Показник мінералізації становив 516—530 мг/дм³ і майже вдвічі перевищував її величину, що, зазвичай, спостерігається у воді р. Дніпро [5], а концентрація хлоридів досягала 111,0—123,0 мг/дм³. Вміст сульфатів був також удвічі вищим природного. Досить рівномірний розподіл

величин показників по акваторії озера зумовлений активним вітровим перемішуванням води. Встановлено, що жорсткість води в озері складала 4,7—4,9 мг-екв/дм³, величина рН становила 7,8—8,6; біля дна — 7,8 та 8,1 (табл. 2).

Відмічений білуватий наліт на листі рдесника та кушира зануреного свідчить, що в умовах середньої жорсткості при підвищенні рівня рН більше 8,4 з розчинених у воді гідрокарбонатів утворюються малорозчинені сполуки карбонатів кальцію та магнію. Підвищена мінералізація, вміст хлоридів та сульфатів свідчать про значний антропогенний вплив на водойму.

Концентрація амонійного азоту зареєстрована в межах 0,13—0,21 мг N/дм³; азоту нітритів 0,09—0,12 мг N/дм³, а нітратів — 0,74—0,95 мг N/дм³. Сумарний вміст сполук мінерального азоту мав максимальну величину в місці надходження води з вище розташованої по каскаду водойми, а мінімальну — на виході з озера. Можливо, це зумовлено поглинанням сполук азоту водними рослинами, які дуже інтенсивно розвивалися в озері, 70% з них складав очерет звичайний. Таке припущення підтверджується тим, що в районі стоку міського колектора, де очерет утворював великий масив, концентрація азоту амонію в придонному шарі води була на 36% нижчою, ніж у товщі.

Концентрація розчиненого кисню у поверхневому шарі води була 12,1—12,4 мг O₂/дм³ (129—134% насичення), а у придонних шарах біля угруповань рогозу та очерету звичайного дорівнювала 5,0 та 4,6 мг O₂/дм³ (55 і 49% насичення). Вміст фосфору фосфатів був менше 0,01 мг P/дм³. Показник хімічного споживання кисню (ХСК) у придонному шарі води значно коливався: від 12,0 мг O/дм³ до 25,0 мг O/дм³, а в поверхневому і на виході з озера досягав 31,0—37,0 мг O/дм³. Величина БСК₅ в цілому по акваторії водойми була досить високою — 5,3—6,7 мг O₂/дм³. За умов обмеженого водообміну і накопичення органічної речовини як алохтонного, так і автохтонного походження гідрохімічний режим водойми погіршувався, що свідчить про переважання продукційних процесів над деструкційними. Концентрація заліза по акваторії водойми коливалася від 20,0 до 67,0 мкг/дм³. Максимальні величини були зареєстровані у місці надходження стічних вод міського колектора. Отже, підвищений вміст сухого залишку, азоту нітритів і нітратів, біхроматної окиснюваності та БСК₅ у воді оз. Кирилівське обумовлені значним ступенем забруднення водойми, що призводить до її евтрофування, якість води можна віднести до α'-мезосапробної зони.

Угруповання ВВР у цьому озері характеризуються досить високим видовим різноманіттям. В озері зареєстровано 22 види макрофітів з переважанням рослинних комплексів, утворених лише 3—4 видами. З повітряно-водної рослинності — це очерет звичайний та осока побережна; з зануреної — кушир темно-зелений, елодея канадська та рдесник пронизанолистий.

У заростях цих рослин на мілководних ділянках озера було зареєстровано досить велике різноманіття іхтіофауни — 16 видів риби. Вони відносились до чотирьох родин, а саме: коропових, окуневих, колючкових та бичкових. Серед них найчастіше зустрічалися плітка звичайна, ялець головень *Leucis-*

2. Екологічна оцінка та характеристика якості води за хімічними показниками оз. Кирилівського

Показники	Значення	Класи, категорії
Сольовий склад		
Сухий залишок, мг/дм ³	<u>516—530</u> 526	II.2
Хлориди, мг/дм ³	<u>111—123</u> 116	III.4
Сульфати, мг/дм ³	<u>82—93</u> 85	II.3
Трофо-сапробіологічні показники		
Величина рН		
на поверхні	<u>7,6—8,6</u> 8,3	<u>II.2—IV.6</u> III.4
біля дна	<u>7,8—8,4</u> 8,1	<u>II.2—III.5</u> II.3
Азот амонійний, мг N/дм ³	<u>0,13—0,21</u> 0,17	<u>II.2—II.3</u> II.2
Азот нітритний, мг N/дм ³	<u>0,092—0,118</u> 0,098	<u>IV.6—V.7</u> IV.6
Азот нітратний, мг N/дм ³	<u>0,74—0,95</u> 0,78	III.5
Фосфор фосфатів, мг P/дм ³	0,01	I.1
Розчинений кисень, мг O ₂ /дм ³		
на поверхні	<u>12,1—12,4</u> 12,2	I.1
біля дна	<u>4,6—5,1</u> 4,0	
Насичення киснем, %		
на поверхні	<u>129—134</u> 132	<u>III.4—III.5</u> III.5
біля дна	<u>49—55</u> 52	
Біхроматна окиснюваність, мг O/дм ³	<u>12—37</u> 21	<u>II.2—III.5</u> II.3
БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³	<u>5,3—6,7</u> 6,0	III.5
Залізо (загальне), мкг/дм ³	<u>20—67</u> 32	<u>I.1—II.2</u> I.1

cus cephalus cephalus (L.), краснопірка звичайна, вівсянка неповнолінійна *Leucaspis delineatus* (Heck.), линь озерний *Tinca tinca* (L.), пічкур звичайний *Gobio gobio gobio* (L.), верховодка звичайна, плоскирка звичайна *Blicca bjoerkna* (L.), лящ звичайний *Abramis brama* (L.), гірчак звичайний, карась сріблястий *Carasius auratus gibelio* (Bloch.), колючка триголкова, колючка багатоголкова, окунь річковий, чорноморсько-каспійський бичок бабка і бичок-цуцик мармуровий *Proterorhinus marmoratus* (Pall.) [4, 19]. Порівняно з результатами досліджень, проведених у 1966 р. [1], у видовому складі риб істотних змін не виявлено, але більшість зареєстрованих видів риб характеризується сповільненим темпом росту і відноситься до тугорослих форм.

Озеро Бабине розташоване у парковій зоні (о. Труханів, м. Київ) і не має постійного зв'язку з р. Дніпро, за винятком великих весняних паводків. Водойма відноситься до типу закритих, що формує певні особливості її гідрохімічного режиму (табл. 3). Згідно з літературними даними, оз. Бабине характеризується як екологічно чисте, в якому збережено природний флористичний спектр. Антропогенного впливу в останні роки зазнає за рахунок рекреаційного навантаження і будівництва мосту через водойму.

За період досліджень встановлено, що мінералізація води оз. Бабине, яка опосередковано характеризується вмістом сухого залишку, становила 222,0—260,0 мг/дм³ і відповідала природному фону. Вміст хлоридів та сульфатів також був невисоким, властивим водоймам цієї географічної зони. Величина рН перебувала в лужній зоні — 8,1—8,8. Вміст розчиненого кисню в поверхневому шарі води складав 9,6—10,7 мг О₂/дм³ (109—125% насичення), що може бути пов'язано з фотосинтетичною активністю фітопланктону та ВВР. Завдяки джерельному живленню озера в ньому відмічено температурну стратифікацію 23,0—25,4°C.

Концентрація мінерального азоту по всій акваторії не мала значних коливань: амонійний азот 0,20—0,27 мг N/дм³, азот нітритів — < 0,01, нітратів — < 0,1 мг N/дм³. У сумі мінерального азоту частка амонійного складала більше 70%, що може бути обумовлено активною вегетацією водяних рослин, котрі переважно поглинають нітратний азот. Відмічено відносно низький вміст фосфору фосфатів < 0,01 мг P/дм³. Величини показника біохімічного споживання кисню (БСК₅) були дещо підвищені (4,9—5,1 мг О₂/дм³). Біхроматна окиснюваність коливалася у межах 6,0—17,0 мг О/дм³. Максимальні величини реєстрували на ділянці рекреаційного впливу, де якість води була характерною для β-мезосапробної зони. Таким чином, практично по всій акваторії оз. Бабине відмічено близькі за значеннями показники сольового складу, величини рН, вмісту біогенних елементів та кисневого режиму, які відповідали водам олігосапробної зони.

Щодо розвитку макрофітів оз. Бабине, то його можна характеризувати як водойму з високим видовим різноманіттям в якій зареєстровано 27 видів рослин. Серед них переважають занурені водяні рослини, такі як водопериця колосиста, кушир темно-зелений, елодея канадська, водяний різак алое-видний *Stratiotes aloides* (L.).

3. Екологічна оцінка та характеристика якості води за хімічними показниками оз. Бабине

Показники	Значення	Класи, категорії
Сольовий склад		
Сухий залишок, мг/дм ³	<u>222—260</u> 237	I.1
Хлориди, мг/дм ³	<u>11—16</u> 13	I.1
Сульфати, мг/дм ³	<u>44—49</u> 44	I.1
Трофо-сапробіологічні показники		
pH	<u>8,1—8,8</u> 8,6	<u>II.3—V.7</u> IV.6
Азот амонійний, мг N/дм ³		II.3
Азот нітритний, мг N/дм ³	0,009	II.2
Азот нітратний, мг N/дм ³	0,09	I.1
Фосфор фосфатів, мг P/дм ³	0,009	I.1
Розчинений кисень, мг O ₂ /дм ³	<u>9,6—10,7</u> 10,0	I.1
Насичення киснем, %	<u>109—125</u> 112	<u>II.2—III.4</u> II.3
Біхроматна окиснюваність, мг O/дм ³	<u>6—17</u> 12	<u>I.1—II.3</u> II.2
БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³	<u>4,9—5,1</u> 5,0	III.5
Залізо (загальне), мг/дм ³	<u>0,042—0,123</u> 0,069	<u>I.1—III.4</u> II.2

Порівнянню з іншими дослідженими водоймами іхтіофауна озера також має досить велике видове різноманіття. В ньому зареєстровано 18 видів риби: щука звичайна *Esox lucius* (L.), ялець в'язь *Leuciscus idus* (L.), плітка звичайна, краснопірка звичайна, лящ звичайний, плоскирка звичайна, линь озерний, вівсянка неповнолінійна, верховодка звичайна, гірчак звичайний, карась сріблястий, щипавка звичайна, окунь річковий. В ньому виявлені представники понто-каспійської фауни: чорноморсько-каспійський бичок бабка, бичок-цуцик мармуровий, чорноморсько-каспійський бичок гонець *Neogobius gymnotrachelus* (L.), голка-риба пухлощока *Syngnatus nigrolineatus* (L.) та колючка триголкова.

Порівнюючи озера Бабине і Кирилівське можна відмітити, що вміст гідрокарбонатів за показниками лужності в усі сезони року був однаковим,

а кальцію та магнію (визначений як жорсткість), в оз. Бабине становив близько 3 мг-екв/дм³, а в оз. Кирилівському — найбільш забрудненій водоймі, — він був на 60% більшим. Характерним для цієї водойми є підвищений сухий залишок (у 2 рази), який характеризує мінералізацію води, вміст хлоридів (у 5 разів) і сульфатів (у 2 рази). Концентрація амонійного азоту в оз. Бабине і Кирилівське була близькою, але частина його в сумі мінерального становила 70% і 16% відповідно. За показниками сольового складу якість води оз. Бабине (див. табл. 2—3) характеризується як прісна (категорія I — гіпогалінна), а оз. Кирилівське як прісна більш мінералізована (категорія I з тенденцією наближення до олігогалінної області). Основна група трофо-сапробіологічних показників: вміст біогенних елементів, розчиненого кисню та ХСК дають підставу віднести воду оз. Бабине до II класу категорії 2 і 3 (добра, чиста, переважно мезотрофна, β-мезосапробної зони), а за окремими показниками — азот нітратів, концентрація розчиненого кисню — до класу I категорії 1 (відмінна, дуже чиста, оліготрофна, олігосапробної зони).

Вода оз. Кирилівського за вмістом амонійного азоту, фосфору фосфатів, розчиненого кисню та середнім значенням ХСК належить до класу II категорії 2 і 3 (добра, чиста, переважно мезотрофна, β-мезосапробної зони), а за показниками азоту нітратів, максимальної величини ХСК та значень БСК₅ до III класу категорії 5 (посередня, помірно забруднена, ев-політрофна, α'-мезосапробної зони), за концентрацією азоту нітритів і ступенем насичення киснем придонного шару води — навіть до класу IV категорії 6 (погана, брудна, політрофна, α''-мезосапробної зони). При цьому спостерігається зсув якості водного середовища в евтрофну та політрофну зону, зумовлений значним антропогенним забрудненням озера.

Оцінюючи особливості формування якості води у водоймах, розташованих у зонах міських агломерацій, які мають різний ступінь антропогенного навантаження, можна відмітити поступове накопичення у ній солей і підвищення рівня мінералізації води, чому також сприяє слабка чи відсутня проточність. За сольовим складом воду усіх досліджених водойм можна віднести до гідрокарбонатно-кальцієвого типу.

Висновки

Водойми різного типу, які розташовані у міських зонах: р. Рось, озера Кирилівське і Бабине, в тій чи іншій мірі зазнають антропогенного впливу, що сприяє накопиченню в них солей і підвищенню рівня мінералізації води. Характер і величина забруднень водойм виявила їхні індивідуальні риси щодо формування якості водного середовища та угруповань макрофітів і іхтіофауни. Постійний скид забруднених вод до р. Рось сприяв утворенню в ній специфічних зон з особливим складом і властивостями водного середовища, а також фіто- і зооценозів, які пристосувалися до цих умов існування.

За трофо-сапробіологічним ($I_2 = 4,9$) та екологічним ($I_e = 4,3$) індексами якість води у цих зонах річки можна характеризувати як посередню, помірно забруднену, що не відповідає встановленим для річки екологічним нормативам. Разом з тим, забруднення мають локальний характер, і на місцях більш віддалених від них згідно з трофо-сапробіологічним індексом якості води можна віднести до

задовільної, помірно забрудненої, а згідно з екологічним — до доброї, достатньо чистої.

Порівнюючи якість води озер, розташованих у міській зоні, можна відмітити, що в оз. Кирилівському мінералізація (за сухим залишком), вміст хлоридів і сульфатів були у 2,0, 5,0 і 2,0 рази більше відповідно, ніж в оз. Бабіне, що характеризує цю водойму як найбільш забруднену.

За основною групою трофо-сапробіологічних показників якість води оз. Кирилівське можна характеризувати як добру, чисту, чи помірно забруднену, а за окремими показниками навіть як погану, брудну. При цьому спостерігається зсув якості водного середовища в евтрофну та політрофну зону, що обумовлено значним забрудненням водойми. Якість води оз. Бабіне може бути оцінена як добра, чиста, переважно мезотрофна, β -мезосапробної зони.

Залежності кількісного складу макрофітів від типу досліджуваної водойми і рівня антропогенного навантаження не було виявлено. Водночас ступінь забруднення водойм впливав на якісний склад ВВР.

Щодо розвитку іхтіофауни цих водойм, то проведені дослідження показали, що якісний склад вищих водяних рослин у водоймах різного типу та ступінь антропогенного навантаження корелює зі складом угруповань молоді риб.

**

Досліджено формування якості води в місцях розвитку фітоугруповань у річкових та озерних екосистемах при різному ступені антропогенного навантаження. Дано трофо-сапробіологічну та екологічну оцінку якості води на ділянках водойм з помірним і значним ступенем забруднення. Визначено види вищих водяних рослин та риб, які пристосувалися до цих умов існування.

**

The water quality of river and lake ecosystems which situated at town's regions and have been pressed by different anthropogenic factors is investigated. The trofo-saprobological and ecological estimation of water quality of these objects on the parts with light and higher level of pollution was carried out. Types of higher aquatic plants and fishes which have adapted for the such environment are established.

**

1. Афанасьев С.А. Характеристика гидробиологического состояния разнотипных водоемов города Киева // Вестник экологии. — 1996. — № 1—2. — С. 112—118.
2. Алекин О.А. Основы гидрохимии. — Л.: Гидрометеиздат, 1970. — 444 с.
3. Вишневський В. І., Косовиць О. О. Гідрологічні характеристики річок України. — К.: Віпол, 2000. — 376 с.
4. Гончаренко Н.І., Кирилюк О.П., Киризія Т.Я. Угруповання риб у заростях вищих водяних рослин на мілководдях водойми урбанізованої території (озеро Кирилівське, м. Київ) // Міжнарод. конф. «Биоразнообразие и

- роль зооценоза в естественных и антропогенных экосистемах», 4—6 окт. 2005 г. — Днепропетровск, 2005. — С.
5. Денисова А.И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ Днепра и методы его прогнозирования. — Киев: Наук. думка, 1979. — 290 с.
 6. Долинский В.Л. Ихтиоценозы заросших участков среднего течения р. Рось // Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун-ту. Сер.: Біол. Спец. вип. Гідроекологія. — 2005. — № 3 (26). — С. 139—141.
 7. Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. — М: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. — 208 с.
 8. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. — Л.: 1981. — 187 с.
 9. Карпова Г.О. Вища водяна рослинність Дніпровсько-Бузької гирлової області і її вплив на формування якості води: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. — К., 1994. — 35 с.
 10. Кулик С.М. Забрудненість дендропарку «Олександрія» м. Біла Церква сполуками хрому та нафтопродуктами // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. — 2003. — № 3. — С. 67—70.
 11. Крот Ю.Г., Киризіт Т.Я., Бабіч Г.Б., Леконцева Т.І. Динаміка гідрохімічного режиму каскаду водойм дендропарку «Олександрія» (м. Біла Церква) при надходженні неорганічних форм азоту з джерельними водами // Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун-ту. Сер.: Біол. — 2005. — № 12 (25). — С. 102—109.
 12. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы химического анализа. — М.: Химия, 1973. — 376 с.
 13. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В. Д. Романенка. — К.: Логос. — 2006. — 408 с.
 14. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д.Романенко, В.М.Жукинський, О.П.Оксіюк та ін. — К.: Символ-Т, 1998. — 28 с.
 15. Одум Ю. Экология. — М.: Мир. — 1986. — Т. 2. — 376 с.
 16. Оксіюк О.П., Жукинський В.Н. Экологические нормативы качества воды для р. Рось // Гидробиол. журн. — 1999. — Т. 35, № 6. — С. 16—22.
 17. Определитель высших растений Украины. — Киев: Наук. думка, 1987. — 548 с.
 18. Чорна Г.А. Рослини наших водойм (Атлас-довідник). — К.: Фітосоціоцентр, 2001. — 134 с.
 19. Щербуха А.Я. Українська номенклатура іхтіофауни України — К.: Зоомузей Нац. наук.-природн. музею НАН України, 2003. — 48 с.