

Осипенко В.П.

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГІДРОХІМІЧНОГО СТАНУ МАЛИХ ВОДОЙМ КИЄВА НА ПРИКЛАДІ СТАВУ ГОРІХОВАТСЬКОГО-2

Ключові слова: гумінові кислоти; фульвокислоти; вуглеводи; білковоподібні речовини; сезонна динаміка; Горіховатський став

Постановка проблеми. Київські водойми – природного чи штучного походження – відіграють важливу роль у створенні культурного ландшафту і є рекреаційними куточками техногенно перевантаженого міста.

Став Горіховатський-2 – один з каскаду чотирьох ставків у руслі р. Горіховатки, вода в який надходить і витікає через штучно створені дамби внаслідок різниці рівнів води. Екологічний (в тому числі гідрохімічний) стан таких водних об'єктів потребує не меншої уваги, ніж водойм, які призначені для водозабезпечення, зрошування, рибного господарства тощо. Відомо, що якість води у водних екосистемах визначається фізико-географічними, геологічними, фізико-хімічними, біологічними умовами її формування. Одним з чинників, який також впливає на хімічний склад води і стає все більш вагомим, є антропогенний чинник. Так, ставок Горіховатський-2 зазнає значного антропогенного тиску через близькість автошляху, несанкціонованих скидів з території житлового масиву і навколишніх закладів відпочинку, вторинного забруднення з боку донних відкладів тощо. Як наслідок, така ситуація призводить до високого рівня евтрофності, посиленого “цвітіння” води та різкого погіршення її якості [11].

Обов'язковою характеристикою якості води слугує вміст в ній розчинених органічних речовин (РОР). Функціонування водних об'єктів також залежить від кількісного та якісного складу органічних речовин, роль яких особливо важлива для життєдіяльності гідробіонтів та їхньої продуктивності. РОР можуть надходити у воду як внаслідок природних процесів у водоймі, так і з поверхневим стоком, ґрунтовими водами, атмосферними опадами. До абіотичних чинників, які значною мірою впливають на загальний вміст і компонентний склад РОР у воді, належать температура, активна реакція водного середовища (рН), вміст розчиненого кисню. У попередніх дослідженнях ми вивчали сезонний розподіл РОР у воді ставу Горіховатського-2 лише у поверхневому шарі води [7].

Метою цієї роботи було вивчення сезонної динаміки загального вмісту РОР і деяких їхніх компонентів – гумінових і фульвокислот (ГК і ФК), вуглеводів (В) і білковоподібних речовин (БПР) – у поверхневому і придонному шарах води у взаємозв'язку з такими гідрохімічними показниками, як рН і вміст розчиненого у воді кисню.

Об'єкт і методика досліджень. Став Горіховатський-2 (нумерація від нижче до вище розташованого) утворений в результаті зарегулювання стоку р. Горіховатки – однієї з приток р. Либеді. Знаходиться на території Голосіївського парку на відстані кількох сот метрів від пожвавленої автомагістралі. Площа водойми складає 0,9 га. Близько 30% прибережної смуги водного дзеркала займають зарості макрофітів. За гідрологічними ознаками належить до проточних мілководних (до 1,5–2,5 м) поліміктичних водойм з атмосферно-джерельним типом живлення. Водойма поступово міліє, тому що продукти життєдіяльності гідробіонтів осідають на дно, утворюючи болотні відклади [1, 2].

Проби води у досліджуваному об'єкті відбирали з поверхневого та придонного шарів води протягом 2013 р. посезонно: у лютому, квітні, серпні та жовтні. Для відокремлення зависі від фракції РОР використовували мембранні фільтри "Супрог" з діаметром пор 0,4 мкм, Чехія. У відфільтрованій воді визначали рН, концентрацію розчиненого кисню, перманганатну та біхроматну окиснюваності (ПО та БО) [6].

Для вивчення компонентного складу РОР методом іонообмінної хроматографії застосовували ДЕАЕ- і КМ-целюлози [10], в результаті чого одержували три фракції розчинених органічних сполук: кислотну, основну і нейтральну. В кислотній групі РОР досліджували ГК і ФК, в основній – БПР, а в нейтральній – В. БПР визначали методом Фоліна-Лоурі [4], В – за допомогою антрону [9], ГК і ФК – спектрофотометричним методом за їхнім власним забарвленням при $\lambda=400$ нм і за реакцією азосполучення з діазотованим 4-нітроаніліном [8].

Результати досліджень та їх обговорення. Як було сказано, до важливих абіотичних чинників, які визначають загальний вміст і компонентний склад РОР у воді, належать температурний режим, рН та вміст розчиненого кисню. Узагальнені результати вивчення сезонної динаміки цих показників представлені у наведеній таблиці. Так, з таблиці видно, що температура у поверхневому і придонному шарах води відповідала сезонним змінам температури атмосферного повітря. Через незначну глибину водойми (2 м) на досліджуваній ділянці температура в обох шарах води мало відрізнялася і коливалася від 2°C до 24°C на поверхні та від 4°C до 23°C на дні взимку і влітку, відповідно. Зміна розчиненого у воді кисню і величини рН внаслідок впливу температури на гідробіологічні і гідрологічні процеси у водоймі загальновідома [5]. Так, за тривалого льодоставу взимку відбулося різке зменшення розчиненого кисню до 4,3 і 3,4 мг/дм³ (30,9 і 21,6% насичення) відповідно, що взаємопов'язано також з найнижчими показниками рН – 7,4 і 7,3 відповідно.

Навесні на відкритих, добре прогрітих і освітлених ділянках водойми більш інтенсивно відбуваються процеси фотосинтезу за участю фітопланктону. Тому в цю пору року спостерігали значне підвищення вмісту розчиненого кисню до 19,5 мг/дм³ (183,8% насичення) та 17,7 мг/дм³ (163,4% насичення) у поверхневому та придонному шарах води відповідно.

Влітку внаслідок високої температури води та інтенсифікації процесів розпаду і окиснення відмерлого фітопланктону у воді виник дефіцит кисню. У придонному шарі його вміст складав лише 1,4 мг/дм³, що відповідало 10,7% насичення. За таких умов відбувалося значне зменшення величини рН до 7,4 (табл.). Осіннє охолодження води до 10°C та її конвекційне перемішування сприяли збільшенню вмісту розчиненого кисню до 13,4 і 13,0 мг/дм³ у поверхневому і придонному шарах. В цю пору року, коли вся товща води майже однаково насичена киснем (118,1 і 114,5% насичення), відмічали також невелику різницю за показниками рН – 8,2 і 8,3 (поверхня і дно, відповідно).

Загальний вміст РОР у воді визначали за показниками ПО і БО. Одержані нами результати стосовно поверхневого шару води засвідчили, що протягом року їхні величини коливалися в межах 8,4–17,6 та 33,6–92,8 мг О/дм³, відповідно. Слід відмітити нехарактерно високе зимове значення БО (81,1 мг О/дм³), яка зазвичай відображає вміст у воді важкоокиснюваних органічних сполук. Як відомо, до них належать не тільки гумусові речовини, але й більшість забруднюючих речовин штучного походження. Але найвищу величину БО відмічали навесні, а ПО – влітку. Мінімальні показники ПО і БО припадали на осінній період спостережень (див. табл.).

Таблиця. Сезонна динаміка деяких гідрохімічних показників і вмісту розчинених органічних речовин у воді ставу Горіховатського-2 у 2013 р.

Сезон	$t_{\text{води}}, ^\circ\text{C}$	pH	$\text{O}_2, \text{мг/дм}^3$	Насичення, %	$\text{ПО}, \text{гО/дм}^3$	$\text{БО}, \text{мгО/дм}^3$	$\text{ГК}, \text{мг/дм}^3$	$\text{ФК}, \text{мг/дм}^3$	$\text{В}, \text{мг/дм}^3$	$\text{БПР}, \text{мг/дм}^3$
<i>Поверхневий шар</i>										
Зима	2,0	7,4	4,3	30,9	13,1	81,1	0,4	5,4	1,56	0,43
Весна	14,0	8,8	19,5	183,8	12,5	92,8	0,7	7,9	2,58	0,55
Літо	24,0	7,8	5,0	60,3	17,6	51,8	0,8	9,0	3,72	0,74
Осінь	10,0	8,2	13,4	118,1	8,4	33,6	0,3	4,2	1,99	0,61
<i>Придонний шар</i>										
Зима	4,0	7,3	3,4	21,6	19,1	87,4	0,5	6,2	2,10	0,51
Весна	13,0	8,7	17,7	163,4	11,8	86,4	0,6	7,7	2,28	0,52
Літо	23,0	7,4	1,4	10,7	15,0	49,0	0,8	8,7	3,39	0,64
Осінь	10,0	8,2	13,0	114,5	6,1	31,2	0,3	5,2	1,85	0,49

У придонному шарі води протягом року значення ПО і БО були нижчі, ніж у поверхневому шарі. Лише взимку вони переважали на дні і становили 19,1 і 87,9 проти 13,1 і 81,1 мг О/дм³ на поверхні. Таку високу величину БО у зимовий період у придонному шарі можна пояснити як десорбцією РОР з донних відкладів за різкого дефіциту кисню [3], так і концентруванням органічних сполук внаслідок природного виморожування значного об'єму води у досить неглибокій водоймі. Мінімальні їхні значення відмічали також восени – 6,1 та 31,2 мг О/дм³ (ПО і БО, відповідно).

Аналізуючи і порівнюючи вміст ГК, ФК, В і БПР у поверхневому і придонному шарах води, можна зауважити, що взимку концентрації всіх зазначених органічних сполук були вищими на дні і становили 0,5; 6,2; 2,10 та 0,51 мг/дм³ відповідно.

У весняно-літній період з поступовим прогріванням поверхневого шару води і активізацією процесів життєдіяльності гідробіонтів вміст досліджуваних органічних компонентів у ньому зростав і перевищував аналогічні показники на дні. Найбільших значень концентрації ГК, ФК, В і БПР досягали влітку саме у поверхневому шарі води і становили 0,8; 9,0; 3,72 і 0,74 мг/дм³, відповідно, що свідчить про посилення продукційних процесів фітопланктону за досить високої температури води (24,0°C). В цей час у придонному шарі також спостерігали суттєве збільшення концентрації усіх компонентів РОР відносно їхніх зимових показників до 0,8; 8,7; 3,39 і 0,64 мг/дм³, відповідно.

Восени вміст усіх органічних сполук знизився як на поверхні, так і на дні. Для гумусових речовин і В це зниження було досить суттєвим – в середньому у 2 рази відносно літніх показників, для БПР – на рівні 25%. Цікаво відмітити, що мінімальні сезонні концентрації досліджуваних РОР у поверхневому шарі води припадали на зимовий період, а у придонному – на осінній (див. табл.).

Якщо зосередитися на кисневому режимі як чинникові впливу на розподіл різних груп органічних речовин у водоймі, то слід зауважити, що вміст кисню у придонному шарі води ст. Горіховатського-2 протягом всього року був нижчим, ніж на поверхні. Так, середньорічні його концентрації становили 10,6 та 8,8 мг/дм³ (поверхня та дно відповідно), але значного дефіциту кисню зазнавав лише придонний шар води як влітку, так і взимку. Такі анаеробні умови за одночасного зниження величини рН, як було сказано вище, призводять до посилення десорбції

всіх компонентів РОР з донних відкладів, що і спостерігали, досліджуючи сезонну динаміку означених гідрохімічних показників.

Висновки. Таким чином, особливості формування хімічного складу води у водоймах Києва значною мірою обумовлені як природними процесами, так і антропогенним навантаженням, яке проявляється не тільки у прямому надходженні у воду продуктів життєдіяльності людини, а й опосередковано, внаслідок зміни гідрофізичних, гідрохімічних, біологічних чинників тощо.

Дослідження сезонної динаміки вмісту РОР у воді ставу Горіховатського-2 у 2013 р. показало, що зміна температури, рН, розчиненого у воді кисню може по різному впливати на розподіл органічних сполук у поверхневому і придонному шарах води. У поверхневому шарі води вміст РОР протягом року був вищим, крім зимового періоду, що свідчить про перевагу у водоймі продукційних процесів над деструкційними. Максимальне значення БО спостерігали навесні, ПО – влітку.

У придонному шарі води лише влітку показники ПО і БО переважали (у порівнянні з поверхневим шаром) і відповідали низькому насиченню води киснем, що може спричиняти адсорбцію органічних сполук з донних відкладів і становити небезпеку вторинного забруднення водойми цими речовинами. Але найбільший вміст РОР на дні припадав на зимовий період. Восени, коли затухають процеси фотосинтезу, вміст РОР був мінімальним в обох шарах води.

Результати визначення концентрації ГК, ФК, В та БПР у воді показали, що їхній розподіл у різні сезони мав певні особливості. Протягом року вміст окремих компонентів РОР, як правило, був більшим у поверхневому шарі води. Лише взимку концентрації усіх названих органічних сполук перевищували такі у поверхневому шарі з викладених вище причин. На відміну від загального вмісту РОР, максимальні концентрації як ГК та ФК, так і В та БПР, спостерігали влітку, мінімальні – переважно восени.

Отже, сезонна динаміка окремих груп РОР є показником функціонування гідробіоценозів, і різкі зміни їхнього традиційного розподілу між абіотичними компонентами можуть свідчити про порушення природного балансу внаслідок кліматичних чи антропогенних чинників.

Список літератури

1. *Афанасьев С.А.* Характеристика гидробиологического состояния разнотипных водоемов города Киева / С.А. Афанасьев // Вестник экологии. – 1996. – № 2. – С. 112–118.
2. *Афанасьева О.А.* Екологічний стан київських водойм / О.А. Афанасьева, Т.С. Багацька, Л.Г. Оляницька. – К.: Фітосоціцентр, 2010. – 256 с.
3. *Васильчук Т.О.* Вплив аеробних та анаеробних умов на міграцію та розподіл органічних речовин у водоймах з уповільненим водообміном / Т.О. Васильчук, В.П. Осипенко, Т.В. Євтух // Совр. проблемы гидробиологии. Перспективы, пути и методы решений: Матер. 2-й Междунар. науч. конф., г. Херсон, 26–29 авг. 2008 г. – Херсон, 2008 – С. 83–87.
4. *Дебейко Е.В.* Прямое фотометрическое определение растворимых белков в природных водах / Е.В. Дебейко, А.К. Рябов, Б.И. Набиванец // Гидробиол. журн. – 1973. – Т. 9, № 6. – С. 109–113.
5. *Константинов А.С.* Общая гидробиология / А.С. Константинов. – М.: Высшая школа, 1986. – 472 с.
6. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод.* / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін.; ред. В.Д. Романенко. – К.: Логос, 2006. – 408 с.
7. *Осипенко В. П.* Сезонна динаміка вмісту основних груп органічних речовин у різних водних об'єктах / В.П. Осипенко, Т.О. Васильчук, Т.В. Євтух // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – № 1(26). – С. 134–140.
8. *Попович Г.М.* Сорбционное концентрирование и спектрофотометрическое определение гуминовых и фульвокислот в водах: автореф. дис. ... канд. хим. наук / Г.М. Попович. – К.: 1990. – 23 с.
9. *Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши* / под ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.
10. *Сироткина И.С.* Применение целлюлозных сорбентов и сефадексов в систематическом анализе органических веществ природных вод / И.С. Сироткина, Г.М.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т.1(36)

Варшал, Ю.Ю. Лурье, Н.П. Степанова // Журн. аналит. химии. – 1974. – Т. 29, № 8. – С. 1626–1632. 11. Хільчевський В.К. Гідролого-гідрохімічна характеристика озер і ставків Києва / В.К. Хільчевський, О.В. Бойко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. – № 2. – С. 529–535.

Дослідження особливостей гідрохімічного стану малих водойм Києва на прикладі ставу Горіховатського-2

Осипенко В.П.

Представлені результати досліджень сезонної динаміки вмісту розчинених органічних речовин у воді ставу Горіховатського-2 у 2013 р. Наведені основні гідрохімічні характеристики, а також концентрації гумінових кислот, фульвокислот, вуглеводів і білковоподібних речовин у цьому водному об'єкті.

Ключові слова: малі водойми; кисневий режим; гумінові кислоти; фульвокислоти; вуглеводи; білковоподібні речовини; сезонна динаміка

Исследование особенностей гидрохимического состояния малых водоемов Киева на примере пруда Ореховатского-2

Осипенко В.П.

Представлены результаты исследования сезонной динамики содержания растворенных органических веществ в воде пруда Ореховатского-2 в 2013 г. Приведены основные гидрохимические характеристики, а также концентрации гуминовых кислот, фульвокислот, углеводов и белковоподобных веществ в этом водном объекте.

Ключевые слова: малые водоемы; кислородный режим; гуминовые кислоты; фульвокислоты; углеводы; белковоподобные вещества; сезонная динамика

Investigation of peculiarities of the hydrochemical state of Kyiv little water bodies on the example of the Gorikhovatsky-2 pond

Osypenko V.P.

The results of investigation of the seasonal dynamics of dissolved organic matters in water of the Gorikhovatsky-2 pond in 2013 are presented. The major hydrochemical characters, also humic acid, fulvic acid, protein and carbohydrate concentrations in this water object are considered.

Keywords: little water bodies; oxygen regime; humic acids; fulvic acids; carbohydrates; proteins; seasonal dynamics.

Надійшла до редколегії 25.12.2014