

Ілона Василівна Ковальова,

здобувачка PhD зі спеціальності 101 «Екологія»

Рівненський державний гуманітарний університет, Україна

orcid.org/0000-0001-6720-0419, e-mail: ilonabasaraba@gmail.com

ЗМІНИ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ У ГІДРОЕКОСИСТЕМАХ РІЗНОГО ТИПУ

Анотація. Хімічний склад гідроєкосистем постійно змінюються внаслідок зовнішніх (антропогенез, кліматичні зміни, військові дії) та внутрішніх (внутрішньоводоймні процеси) впливів. Найбільш поширеними забруднювачами, що надходять до водойм з поверхневим стоком із забудованих і промислових територій, з атмосферними опадами, внаслідок вивітрювання, використання добрив та синтетичних мийних засобів, захоронення відходів, є сульфати, хлориди та фосфати. Мета дослідження – визначення зміни хімічного складу води у гідроєкосистемах різного типу (річка, водосховище, кар'єр та озеро). У статті досліджено сезонні зміни вмісту сульфатів, хлоридів та фосфатів у гідроєкосистемах різного типу та наведено основні джерела їхнього надходження. Наведено вміст сульфатів у воді р. Стубелка (38,4–77,8 мг/дм³), Хрінницькому водосховищі (40,3–71,1 мг/дм³), оз. Засвітське 40,3–67,2 мг/дм³) та Морозівського кар'єру (50,0–69,2 мг/дм³). Крім антропогенних чинників, сульфати надходять у водойми внаслідок відмирання біоти та процесів окиснення речовин рослинного та тваринного походження. Зафіксовано зміни концентрації хлоридів у воді р. Стубелка (14,9–28,4 мг/дм³), Хрінницького водосховища (14,9–20,6 мг/дм³), оз. Засвітське (3,54– 21,1 мг/дм³), Морозівського кар'єру (7,09–39,0 мг/дм³). Найвищі концентрації фосфатів виявлено у воді р. Стубелка (0,058–0,117 мгР/дм³) та Хрінницького водосховища (0,030–0,094 мгР/дм³, а найнижчі – у воді оз. Засвітське (0,007–0,024 мгР/дм³) та Морозівського кар'єру (0,005–0,022 мгР/дм³). Визначено, що вміст сульфатів, хлоридів та фосфатів у воді всіх водних об'єктів не перевищує допустимі значення впродовж усього періоду дослідження. Показано, що вміст досліджених сполук у водних об'єктах змінюється таким чином: SO₄²⁻ – кар'єр > озеро > річка > водосховище; Cl⁻ – кар'єр > річка > водосховище > озеро; PO₄³⁻ – річка > водосховище > кар'єр > озеро.

Ключові слова: евтрофікація, річка, водосховище, кар'єр, озеро, фосфати, сульфати, хлориди.

ВСТУП

Стан водних екосистем та якість води в них визначають за різними критеріями, шкалами та показниками. Насамперед акцентується увага на тих сполуках та речовинах, що порушують екологічну стійкість водойм чи призводять до їхньої деградації. Забруднювачі потрапляють до водойми з промисловими та побутовими водами, внаслідок використання добрив, пестицидів у сільському господарстві, розливів під час видобутку, транспортування, зберігання нафти і нафтопродуктів тощо. Проте їхній вплив на водні екосистеми суттєво залежить від інтенсивності надходження, кліматичних умов, розмірів та стану об'єкта, площі водозбору, а також самоочисної спроможності. Безумовно, швидкість очищення водойми від багатьох забруднювачів визначається розвитком фітопланктону та вищої водної рослинності. Однак після завершення вегетаційного періоду частина речовин, поглинутих біотою, може надходити до водойми та викликати її вторинне забруднення.

Тим не менше саме біота підтримує стійкість водної екосистеми та впливає на її хімічний склад. До важливих показників хімічного складу води відносять сульфати, хлориди та фосфати, які часто використовують для оцінювання екологічного стану водойми. Високі концентрації зазначених сполук зазвичай негативно впливають на водні організми (рибу, безхребетних), знижують процеси життєдіяльності і розмноження, а також сприяють евтрофікації водойм та відповідно різкому зростанню кількісних, якісних показників водоростей і вищих водних рослин. Проте за оптимальних концентрацій сульфати, хлориди та фосфати позитивно впливають на розвиток біоти та водну екосистему загалом.

Мета дослідження – визначення зміни хімічного складу води у гідроекосистемах різного типу (річка, водосховище, кар'єр та озеро).

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Для проведення гідрохімічного аналізу проби води відбирали щомісяця впродовж червня–листопада 2022 р. у водних екосистемах різного типу (річка Стубелка – 50°28'12.4"N 25°58'03.9"E, Хрінницьке водосховище – 50°27'58.6"N 25°11'49.9"E, озеро Засвітське – 51°52'35.0"N 25°44'10.1"E, Морозівський кар'єр – 50°39'13.6"N 27°09'45.3"E) (рис. 1).

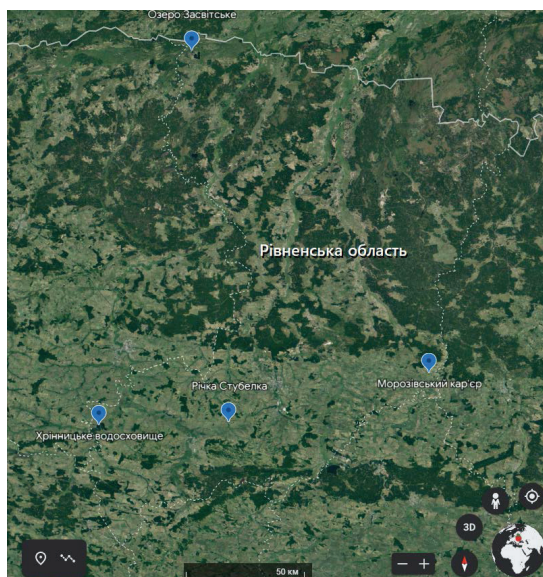


Рис. 1. Карта-схема розміщення об'єктів дослідження

Концентрацію сульфат-іонів визначали фотометричним методом з використанням розчину хлориду барію у суміші етиленгліколю та етанолу за довжини хвилі 300 нм. Визначення фосфатів здійснювали в реакції з амонію молібдатом та олова хлоридом за довжини хвилі 590 нм. Вміст хлоридів визначали титриметричним методом, що передбачає осадження хлорид-іонів розчином аргентум нітрату (AgNO_3) за присутності дихромату калію ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) як індикатора [2].

РЕЗУЛЬТАТИ

Сульфати – найбільш поширені аніони водних екосистем. За відсутності антропогенних джерел надходження концентрація сульфатів у воді становить близько 25–30 мг/дм³. Важливими джерелами зростання вмісту сульфатів у гідроекосистемах вважають процеси відмирання біоти, окиснення речовин та підземний стік [1]. Результати дослідження вмісту сульфатів у воді гідроекосистем різного типу наведені на рисунку 2.

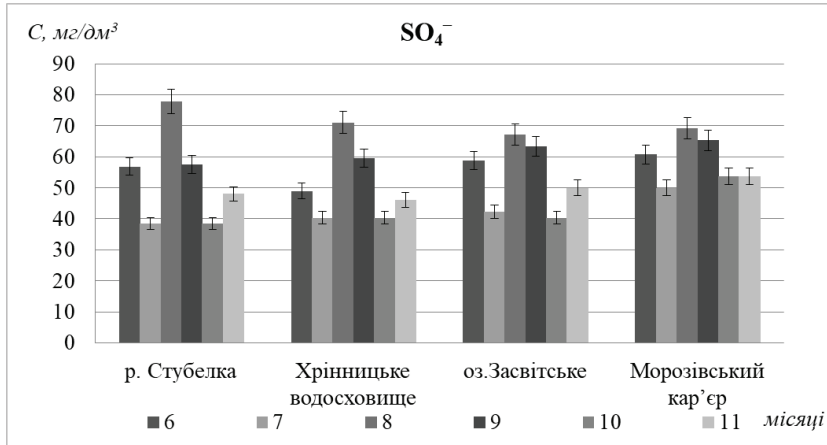


Рис. 2. Зміни вмісту сульфатів у воді гідроекосистем різного типу

Концентрація сульфатів у воді р. Стубелка змінюється від 38,4 мг/дм³ (липень, жовтень) до 77,8 мг/дм³ (серпень), що перебуває в межах гранично допустимих концентрацій (ГДКрибгосп.=300 мг/дм³). Аналогічні закономірності максимальних та мінімальних значень зафіксовано у Хрінницькому водосховищі. Зокрема, вміст сульфатів варіює від 40,3 мг/дм³ (липень, жовтень) до 71,1 мг/дм³ (серпень). У оз. Засвітське максимальний вміст сульфатів становить 67,2 мг/дм³ (серпень), а мінімальний – 40,3 мг/дм³ (жовтень). Концентрація сульфатів у воді Морозівського кар'єру змінюється від 50,0 мг/дм³ (липень) до 69,2 мг/дм³ (серпень).

Загалом найвищі концентрації сульфатів у воді всіх водних екосистем зафіксовано у серпні, а найнижчі – у липні та жовтні. Вміст сульфатів у водних об'єктах змінюється таким чином: кар'єр > озеро > річка > водосховище.

Зміни концентрації хлоридів у воді гідроекосистем різного типу наведено на рисунку 3.

Концентрація хлоридів у воді р. Стубелка змінюється від 14,9 мг/дм³ (вересень) до 28,4 мг/дм³ (червень). Вміст хлоридів у воді Хрінницького водосховища варіює від 14,9 мг/дм³ (листопад) до 20,6 мг/дм³ (серпень, жовтень). Мінімальна концентрація хлоридів у воді оз. Засвітське становить 3,54 мг/дм³ (вересень, жовтень), а максимальна – 21,1 мг/дм³ (червень). Вміст хлоридів у воді Морозівського кар'єру змінюється від 7,09 мг/дм³ (червень) до 39,0 мг/дм³ (жовтень). Перевищень ГДК хлоридів у воді досліджених гідроекосистем не виявлено (ГДКрибгосп.=100 мг/дм³). Проте найчастіше хлориди

потрапляють у водойми зі стічними водами. Вміст хлоридів у водних об'єктах змінюється таким чином: кар'єр > річка > водосховище > озеро.

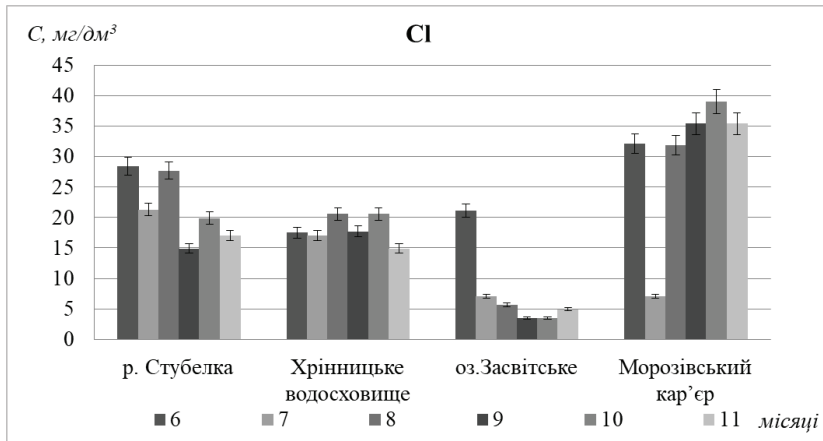


Рис. 3. Зміни вмісту хлоридів у воді гідроекосистем різного типу

Велике значення для існування біоти та гідроекосистеми загалом мають фосфати. За оптимальних концентрацій фосфати забезпечують продуктивність екосистем та регулюють видове багатство гідробіонтів тощо. Перевищення допустимих значень фосфатів призводить до зміни рівня трофності, розвитку видів, що виділяють шкідливі для інших гідробіонтів метаболіти та ще більше погіршують якість води. Вміст фосфатів зазнає сезонних змін, що залежить як від шляхів потрапляння (вивітрювання і розчинення порід, що містять ортофосфати, використання фосфорних добрив, мийних засобів), так і розвитку біоти (процеси життєдіяльності та відмирання). Найбільшими джерелами антропогенного надходження фосфатів вважають сільськогосподарські стоки, скиди стічних вод з очисних споруд та промислових об'єктів [3; 4; 5].

Концентрація фосфатів у воді гідроекосистем різних типів наведена на рисунку 4.

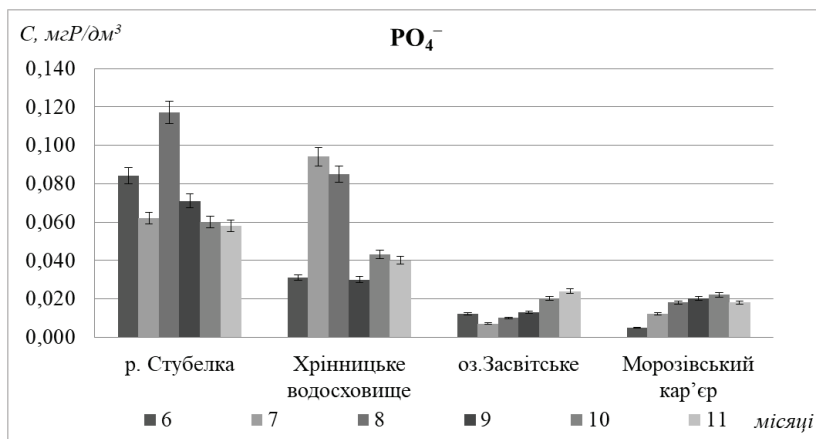


Рис. 4. Зміни вмісту фосфатів у воді гідроекосистем різного типу

Вміст фосфатів у воді р. Стубелка варіює від 0,058 мгР/дм³ (листопад) до 0,117 мгР/дм³ (серпень). Концентрація фосфатів у воді Хрінницького водосховища змінюється від 0,030 мгР/дм³ (вересень) до 0,094 мгР/дм³ (липень). Найнижчі концентрації фосфатів у воді оз. Засвітське становлять 0,007 мгР/дм³ (липень), а найвищі – 0,024 мгР/дм³ (листопад). Вміст фосфатів у воді Морозівського кар'єру змінюється від 0,005 мгР/дм³ (червень) до 0,022 мгР/дм³ (жовтень).

Влітку концентрація фосфору у воді оз. Засвітське та Морозівського кар'єру найнижча, що пов'язано з його інтенсивним поглинанням фітопланктоном та вищими водними рослинами. У воді р. Стубелка та Хрінницького водосховища концентрація фосфору, навпаки, зростає влітку, що, ймовірно, зумовлене пришвидшенням процесів вивільнення органічної речовини із донних відкладів. Восени вміст фосфатів знижується у воді р. Стубелка та Хрінницького водосховища внаслідок поглинання біотою та поступового осадження у донні відклади, однак підвищується у воді оз. Засвітське та Морозівського кар'єру.

Варто зазначити, що вміст фосфору у воді р. Стубелка найвищий з усіх водних об'єктів, що зумовлено його активним надходженням із поверхневим стоком. Крім того, підвищення вмісту фосфору у воді зумовлене сповільненням процесів його поглинання біотою та вивільненням внаслідок відмирання гідробіонтів. Загалом концентрація фосфору у воді р. Стубелка вища ніж у Хрінницькому водосховищі (у 1,4 раза), у оз. Засвітське (у 5,3 раза) та у Морозівському кар'єрі (у 4,8 раза). Вміст фосфатів у водних об'єктах змінюється таким чином: річка > водосховище > кар'єр > озеро.

ВИСНОВКИ

Концентрації сульфатів, хлоридів та фосфатів у воді всіх досліджених водних об'єктів перебуває в межах допустимих значень. Найменший вміст хлоридів та фосфатів виявлено у оз. Засвітське, а сульфатів у Хрінницькому водосховищі. Найвищі концентрації сульфатів та хлоридів зафіксовано у Морозівському кар'єрі, а фосфатів у р. Стубелка. Загалом вміст досліджених сполук у водних об'єктах змінюється таким чином: SO_4^{2-} – кар'єр > озеро > річка > водосховище; Cl^- – кар'єр > річка > водосховище > озеро; PO_4^{3-} – річка > водосховище > кар'єр > озеро. Вміст сульфатів, хлоридів та фосфатів у воді гідроекосистем залежить від рівня антропогенного навантаження, джерел потрапляння та специфічних особливостей об'єктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Клименко В.Г., Петрова Н.В. Оцінка якості води р. Харків. Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2011. 58 с.
2. Набиванець Б.Й., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Аналітична хімія поверхневих вод. Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут. Київ : Наукова думка, 2007. 456 с.
3. Mohan D., Sarswat A., Ok Y.S., Pittman Jr. C.U. Organic and inorganic contaminants removal from water with biochar, a renewable, low cost and sustainable adsorbent – a critical review. *Bioresour. Technol.* 2014. 160, P. 191–202. DOI: 10.1016/j.biortech.2014.01.120.
4. Owens P.N., Walling D.E. The phosphorus content of fluvial sediment in rural and industrialized river basins. *Water research*, 2002. 36(3), P. 685–701.

5. Yan Z., Wu L., Lv T., Tong C., Gao Z., Liu Y., ... & Yu D. Response of spatio-temporal changes in sediment phosphorus fractions to vegetation restoration in the degraded river-lake ecotone. *Environmental Pollution*, 2022. 308, 119650. DOI: 10.1016/j.envpol.2022.119650.

REFERENCES

1. Klymenko, V.H., Petrova, N.V. (2011). Otsinka yakosti vody r. Kharkiv. Kharkiv: KhNU imeni V. N. Karazina [in Ukrainian].
2. Nabyvanets, B.I., Osadchyi, V.I., Osadcha, N.M., Nabyvanets, Yu.B. (2007). Analitichna khimiia poverkhnevyykh vod. Ukrainskyi naukovo-doslidnyi hidrometeorolohichniy instytut. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
3. Mohan, D., Sarswat, A., Ok, Y.S., Pittman Jr., C.U. (2014). Organic and inorganic contaminants removal from water with biochar, a renewable, low cost and sustainable adsorbent – a critical review. *Bioresour. Technol.* 160, 191–202. DOI: 10.1016/j.biortech.2014.01.120 [in English].
4. Owens, P.N., & Walling, D.E. (2002). The phosphorus content of fluvial sediment in rural and industrialized river basins. *Water research*, 36(3), 685–701 [in English].
5. Yan, Z., Wu, L., Lv, T., Tong, C., Gao, Z., Liu, Y., ... & Yu, D. (2022). Response of spatio-temporal changes in sediment phosphorus fractions to vegetation restoration in the degraded river-lake ecotone. *Environmental Pollution*, 308, 119650. DOI: 10.1016/j.envpol.2022.119650 [in English].

ABSTRACT

CHANGES IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF WATER IN DIFFERENT TYPES OF HYDROECOSYSTEMS

The chemical composition of hydroecosystems is constantly changing as a result of external (anthropogenesis, climate changes, military operations) and internal (intra-water catchment processes) influences. The most common pollutants entering water bodies with surface runoff from built-up and industrial areas, with atmospheric precipitation, as a result of weathering, the use of fertilizers and synthetic detergents, and waste disposal, are sulfates, chlorides, and phosphates. The purpose of the study is to determine changes in the chemical composition of water in hydroecosystems of various types. The article examines seasonal changes in the content of sulfates, chlorides, and phosphates in hydroecosystems of various types and provides the main sources of their supply. The content of sulfates in the water of the Stubelka River (38.4–77.8 mg/dm³), Khrinnytsky Reservoir (40.3–71.1 mg/dm³), Lake Zasvitske 40.3–67.2 mg/dm³ and Morozivskyi quarry (50.0–69.2 mg/dm³). In addition to anthropogenic factors, sulfates enter reservoirs as a result of the death of biota and oxidation processes of substances of plant and animal origin. Changes in the concentration of chlorides in the water of the Stubelka River (14.9–28.4 mg/dm³), Khrinnytsky Reservoir (14.9–20.6 mg/dm³), Lake Zasvitske (3.54–21.1 mg/dm³), Morozivskyi quarry (7.09–39.0 mg/dm³) have been fixed. The highest concentrations of phosphates were found in the water of the Stubelka River (0.058–0.117 mgP/dm³) and the Khrinnytsky Reservoir (0.030–0.094 mgP/dm³), and the lowest – in the water of Lake Zasvitske (0.007–0.024 mgP/dm³) and the Morozivskyi Quarry (0.005–0.022 mgP/dm³). It was found that the content of sulfates, chlorides and phosphates in the water of all water bodies does not exceed the permissible values throughout the entire period of the study. It is shown that the content of the studied compounds in water bodies changes as follows: SO₄²⁻ – quarry > lake > river > reservoir; Cl⁻ – quarry > river > reservoir > lake; PO₄³⁻ – river > reservoir > quarry > lake.

Key words: eutrophication, triver, reservoir, quarry, lake, phosphates, sulfates, chlorides.