



Ukrainian Journal of Natural Sciences
№3
Український журнал природничих наук
№3

ISSN: 2786-6335 print
ISSN: 2786-6343 online

UDC УДК 594.141:[546.95+591.525]
DOI 10.32782/naturaljournal.3.2023.76-90

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА СТРУКТУРОЮ УГРУПОВАНЬ ГІДРОБІОНТІВ

Ю. С. Шелюк¹, Л. М. Шевчук², М. А. Мошківська³

У роботі доведено можливість проведення оцінки якості води з використанням такого показника як видовий склад поселень перлівницевих із метою проведення локальної біоіндикації. За видовим складом поселень перлівницевих встановлено, що з п'яти проаналізованих місць збору матеріалу основного русла р. Тетерів, в одному випадку якість вод може бути оцінена як «Брудна», що відповідає IV класу якості вод, у трьох як «Забруднені», що відповідає III класу, та ще в одному – як «Добрі» – II клас якості. До IV класу якості вод належать річки Гуйва (Іванків), Крошенка та Пуятинка в межах Житомира. До II класу якості віднесено ще п'ять пунктів (р. Гуйва в районі сіл Пряжево та Зарічани; р. Кам'янка (м. Житомир); р. Коденка (с. Вертокіївка) та р. Гнилоп'ять (м. Бердичів). Детальнішу інформацію про екологічний стан водних екосистем дає використання в якості біологічних дескрипторів водоростевих угруповань планктону, проте такий підхід є часозатратним. Загалом біоіндикація якості вод у річках басейну Тетерева за фітопланктоном показала переважання індикаторів сапробності, які відповідають III класу якості вод («Забруднені»). Помітну частку складають індикатори II класу («Добрі»). На помірний рівень органічного забруднення вод вказує переважання в річках еврисапробів. За біомасою фітопланктону річки Тетерів і Крошенка належать до III класу якості вод, інші водотоки – до II класу. За індексом сапробності якість води річок Тетерів, Пуятинка і Крошенка оцінено як задовільну, інших водотоків – як добру. За первинною продукцією та співвідношенням продукційно-деструкційних процесів водотоки ранжували на три групи – ті, що належать до II, III і IV класів якості вод. Середні значення інтегрального показника $\Sigma A / \Sigma R$ для усіх водотоків, окрім р. Пуятинка, вищі 1. Це свідчить про позитивний баланс органічної речовини, властивий для водних екосистем із високою інтенсивністю

¹ доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття
(Житомирський державний університет імені Івана Франка)
e-mail: Shelyuk_Yulya@ukr.net
ORCID: 0000-0001-6429-1028

² доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри зоології, біоресурсів та збереження біорізноманіття
(Житомирський державний університет імені Івана Франка)
e-mail: Shelyuk_Yulya@ukr.net
ORCID: 0000-0001-6429-1028

³ здобувачка освіти Наукового ліцею
(Житомирський державний університет імені Івана Франка)
e-mail: Shelyuk_Yulya@ukr.net
ORCID: 0000-0001-6429-1028

фотосинтезу. Переважання гетеротрофної фази у Путятинці, швидше за все, є відгуком екосистеми водотоку на антропогенний прес.

Комплексна оцінка якості води водотоків урбанізованих територій із використанням в якості біологічних дескрипторів екологічного стану гідроекосистем водоростей планктону і поселень молюсків є фундаментом для подальшого екологічного моніторингу вод, прогнозування змін автотрофної і гетеротрофної ланок водних екосистем за дії чинників середовища.

Ключові слова: перлівниці, видова структура поселень, річки басейну Тетерева, фітопланктон, первинна продукція та деструкція органічної речовини, біоіндикація стану водного середовища

ASSESSMENT OF WATER QUALITY OF URBANIZED TERRITORIES ACCORDING TO THE STRUCTURE OF HYDROBIONT GROUPS

Y. S. Sheliuk, L. M. Shevchuk, M. A. Moshkivska

The paper proves the possibility of conducting water quality assessment using such an indicator as the species assemblage of Unionidae habitats for the purpose of conducting local bioindication.

According to the species assemblage of Unionidae habitats, it was established that of the five analyzed sites of material collection of the main stream of the Teteriv River, in one case the water quality can be assessed as "Dirty", which corresponds to the IV water quality class, and in three cases as "Contaminated", which corresponds to the III class, and in another one - as "Good" - II class of quality. The rivers Guiva (Ivankiv), Kroshenka and Putyatinka within Zhytomyr belong to the IV class of water quality. Five more points are assigned to the II quality class (Guyva River in the area of Pryazhevo and Zarichany villages; Kam'yanka River (Zhytomyr); Kodenka River (Vertokiyivka village) and Hnylop'yat River (Berdychiv).

More detailed information about the ecological state of aquatic ecosystems is provided by the use of algal communities of plankton as biological descriptors, but this approach is time-consuming. In general, the bioindication of water quality in the rivers of the Teteriv basin according to phytoplankton showed the predominance of indicators of saprobity, which correspond to the III class of water quality ("Contaminated"). Class II ("Good") indicators make up a significant share. A moderate level of organic water pollution is indicated by the predominance of eurysaprobites in the rivers. In terms of phytoplankton biomass, the Teteriv and Kroshenka rivers belong to the III class of water quality, other watercourses belong to the II class. According to the saprobity index, the water quality of the Teteriv, Putyatinka, and Kroshenka rivers is rated as satisfactory, and that of other watercourses as good. According to primary production and the ratio of production and destruction processes, watercourses were ranked into three groups - those belonging to II, III and IV water quality classes. The average values of the integral index $\Sigma A / \Sigma R$ for all watercourses, except for the Putyatinka River, are higher than 1. This indicates a positive balance of organic matter, characteristic of aquatic ecosystems with a high intensity of photosynthesis. The predominance of the heterotrophic phase in Putyatynka is most likely a response of the watercourse ecosystem to anthropogenic pressure.

A comprehensive assessment of the water quality of watercourses in urbanized areas using as biological descriptors the ecological state of hydroecosystems of algae, plankton and mollusk settlements is the foundation for further ecological monitoring of waters, forecasting changes in the autotrophic and heterotrophic links of aquatic ecosystems under the influence of environmental factors.

Key words: Unionidae, species structure of habitats, rivers of the Teteriv basin, phytoplankton, primary production and destruction of organic matter, bioindication of the state of the aquatic environment.

Вступ.	більшості водних екосистем, які
Інтенсивна урбанізація,	супроводжуються структурними
інтенсифікація використання водних	перебудовами і змінами
ресурсів призводить до забруднення	функціональних показників

угруповань гідробіонтів. Найзручнішими, інформативними і надійними біоіндикаторами стану водного середовища і його змін є водоростеві угруповання планктону та безхребетні донні гідробіонти, зокрема двостулкові молюски. На їх видовий склад та особливості поширення впливає низка чинників: особливості субстрату, швидкість течії, водність, характер русла, прозорість води і вміст біогенів, інсоляція, антропогенне навантаження тощо. На зміни екологічних умов гідробіонти відповідають перебудовою видової структури або зміною кількісних характеристик, порушенням обмінних процесів в їх організмі, а при токсичному впливі – найчастіше загибеллю.

У більшості країн світу структурно-функціональні характеристики фітопланктону водойм широко використовують як індикатор оцінки якості водного середовища (Афанасьєв, 2018; Барінова та ін., 2006). Дослідження закономірностей формування й функціонування фітопланктону є вкрай важливими для розробки методів моніторингу водних екосистем та менеджменту за різних рівнів антропогенної трансформації, необхідних для забезпечення належного рівня їх функцій та екологічних сервісів. Із 2019 р. в Україні набув чинності новий «Порядок здійснення державного моніторингу вод» (Постанова ..., 2018), згідно якого одним із біологічних складових моніторингу поверхневих вод є фітопланктон. Цим документом передбачено в якості показників фітопланктону, що контролюються як базові у процесі моніторингу, застосовувати кількість видів і біомасу.

Важливим показником функціонування екосистем є відношення інтегральної первинної продукції до інтегральної деструкції органічної речовини в товщі води ($\Sigma A / \Sigma R$), яке відображає особливості метаболізму планктонних угруповань і слугує не лише важливою еколого-

фізіологічною характеристикою фітопланктону, а й показником функціонального стану водної екосистеми і показником самоочищення води (Методи ..., 2006; Shelyuk, 2017; Shelyuk, 2019).

Доцільність використання двостулкових молюсків для здійснення моніторингових досліджень стану водних екосистем також не викликає сумніву. Доступність перлівницевих як об'єкта дослідження та важлива роль в екосистемах стали причинами пильної уваги до цієї групи тварин. Вони є відносно довгоживучими представниками бентосу, здатними накопичувати у своєму тілі різні речовини. Якщо представники планктону відображають стан водного середовища на момент дослідження, то представники бентосу є індикаторами якості вод за тривалий період. Комплексні дослідження з використанням цих груп гідробіонтів дозволяють отримати об'єктивні дані щодо стану річкових екосистем. Загалом, найбільшим за тривалістю (реалізується з 1986 року й донині) та масштабами є національний проєкт уряду США із використанням двостулкових молюсків, який має назву «Mussel Watch» (Mussel ..., 2023). Перлівницеві є визнаними об'єктами при здійсненні біомоніторингу і в європейських державних програмах (Мальцев та ін., 2011). При цьому звичайно враховуються показники щільності поселення, розміри популяцій видів (Weber, 2005). Однак, інформативним показником може бути і видове багатство поселень перлівницевих. Для рівнинних територій України угруповання перлівницевих, що утворені щонайменше чотирма з шести нативних видів, є звичайними. При погіршенні умов існування, чутливі до забруднення види зникають у першу чергу.

Наразі актуальним завданням в рамках євроінтеграції України є апробація європейських методик оцінки екологічного стану водних

екосистем в аспекті імплементації Водної Рамкової Директиви 2000/60/ЄС (Водна ..., 2006).

Особливої актуальності біоіндикація якості води з використанням згаданих гідробіонтів набула тепер, у військовий час, коли опиняючись в екстремальних умовах, люди повинні швидко визначити придатність води для використання та її безпечність. Після війни гостро постане питання реалізації завдань «Екології відновлення» та Цілей сталого розвитку, де широко використовується поняття «здоров'я екосистеми» та «екосистемні послуги» (Екологія ..., 2023). Індикаторами модуля забруднення чи здоров'я екосистеми можуть бути не лише гідрохімічні показники (Водна ..., 2006), а й стан бентосних організмів, у тому числі перлівницевих, структурно-функціональні показники фітопланктону і співвідношення продукційно-деструкційних процесів.

Метою даного дослідження було оцінити якість річкових вод урбанізованих територій басейну р. Тетерів за фітопланктоном та видовою структурою поселень перлівницевих.

Матеріал і методи.

Матеріалом дослідження слугували п'ять аборигенних (*Unio pictorum* Linnaeus, 1758, *U. tumidus* Philipsson, 1788, *Anodonta anatina* Linnaeus, 1758, *A. cygnea* Linnaeus, 1758 та *Planorbis complanata* Rossmassler, 1835) видів молюсків родини Unionidae, які були власноруч зібрані протягом 2018-2022 р.р. у річковому басейні Тетерева. Загалом обстежено 14 пунктів та близько 150 екз. молюсків. Проведено 48 дослідів із визначення первинної продукції фітопланктону і деструкції органічної речовини. Для здійснення біоіндикаційного аналізу за водоростями-індикаторами якості вод використовували електронну базу даних кафедри ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття Житомирського державного університету імені Івана Франка.

Збір перлівницевих. Молюсків збирали вручну на глибині 0,1-2 м протягом теплої пори року. Роботу виконано з дотриманням норм біоетики. Після візуального обстеження тварин повертали до водойми.

Видова ідентифікація молюсків. При визначенні видової належності перлівницевих порівнювали їх конхіологічні ознаки з описаними у вітчизняній та зарубіжній літературі (Янович, 2013).

Оцінка якості води за фітопланктоном. Оцінку якості вод і трофічного статусу водотоків за фітопланктоном проводили згідно (Методи ..., 2006). Сапробіологічна оцінка якості води зроблена за методом Пантле-Букк у модифікації Сладечека (Sladeček, 1973). Біоіндикаційний аналіз проведено з урахуванням індикаторних характеристик водоростей, наведених у монографії Софії Барінової (Барінова, 2006). Отримані дані сапробіологічного аналізу за індикаторними видами водоростей були співставлені з класами якості вод відповідно до (Методи, 2006). Під час проведення біоіндикаційного аналізу одержані результати представляли за допомогою графіків Excel, у яких групи водоростей-індикаторів розмістили в порядку зростання їх індикаторного значення. Це дало можливість побудувати поліноміальні лінії тренда й лінії стандартного відхилення, які відділяють найзначущі групи індикаторних форм водоростей, що дозволило встановити екологічні оптимуми за параметрами зовнішнього оточення в угрупованнях.

Первинну продукцію фітопланктону A та деструкцію органічної речовини R визначали кисневою модифікацією склянкового методу (Shelyuk, 2017). Розрахунок інтегральної продукції $\sum A$ під 1 м² здійснювали множенням інтенсивності фотосинтезу на глибині максимуму A_{max} і прозорості води на станції, інтегральну деструкцію $\sum R$ визначали

множенням R та середніх значень глибини водних об'єктів.

Хімічні аналізи виконані в контрольно-вимірjuвальній лабораторії комунального підприємства «Житомирводоканал» (свідоцтво про реєстрацію №64 від 21.10.2013 р.) і на кафедрі ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття Житомирського державного університету імені Івана Франка.

Аналіз отриманих результатів досліджень показав, що більшість досліджуваних річок басейну Тетерева за прозорістю належать до II класу якості вод; за вмістом розчиненого у воді кисню, pH , перманганатної окиснюваності, отримані дані щодо вмісту загального заліза, хлоридів, фосфатів, нітрогену (амонійного, нітритного і нітратного) переважно вказують на II–III клас якості річкових вод. За рівнем pH води річок Тетерів, Крошенка, Лісна, Гнилоп'ять і Путятинка належать до II класу якості, річки Гуйва і Коднянка – до III, а річка Кам'янка – до IV класу. За вмістом розчиненого у воді кисню досліджувані водотоки належать до I–II класів якості вод, окрім річки Путятинка, яка належить до III класу якості. За величиною перманганатної окиснюваності води більшості досліджуваних річок можна віднести до II класу якості; річок Гуйва, Кам'янка – до III класу. За концентрацією загального заліза водотоки належать здебільшого до III класу якості вод; до I класу можна віднести річку Коденку. За критеріями забруднення сольового складу прісних вод за концентрацією хлоридів досліджувані водотоки належать до II класу. За вмістом амонійного і нітритного нітрогену річки басейну Тетерева відносяться до I–II класу якості вод, однак, до III класу за концентрацією амонійного нітрогену належать води річок Гнилоп'ять, Лісна; за вмістом нітритного нітрогену р. Крошенку можна віднести до IV класу. За вмістом нітратного нітрогену води досліджуваних річок можна віднести

до II класу якості вод (річка Лісна), III класу (річки Тетерів, Коденка, Крошенка, Путятинка, Кам'янка), IV класу (Гуйва). За вмістом фосфатів води річок Кам'янка, Крошенка належать до I класу якості вод; річка Путятинка – до II класу; Тетерів, Гнилоп'ять, Коденка, Лісна – відповідно до III класу; Гуйва – до IV класу якості вод.

Середні значення гідрофізичних і гідохімічних показників досліджуваних річок наведено у попередніх публікаціях авторів (Shelyuk, 2018; Шелюк, 2020).

Результати.

Аналіз зібраного матеріалу дозволяє констатувати, що найбільша кількість видів, що були виявлені у межах пункту збору, це чотири. Але при цьому з 14 обстежених пунктів лише в одному мешкали 4 види (табл. 1) (Житомир, місце впадіння р. Гнилоп'ять у р. Тетерів), це становить лише близько 7% від загальної кількості обстежених пунктів. У 4 пунктах (29%) виявлено 3 види. При цьому у трьох із цих випадків (р. Гуйва, Зарічани та Пряжів; р. Коденка, Вертокиївка) поряд з якимись з відносно витривалих до забруднення *U. pictorum*, *U. tumidus*, *A. anatina*, виявлений рідкісний вид *A. cygnea*. У трьох пунктах збору матеріалу (21% випадків виявлення) існувало лише два види перлівницевих. У ділянці р. Тетерів у межах села Пряжів це були екологічно пластичні *U. pictorum*, *U. tumidus*, а у двох інших випадках було виявлено рідкісні види. Так, у р. Гнилоп'ять (м. Бердичів) разом із *U. pictorum* виявлено *A. cygnea*. У річці Кам'янка в м. Житомир, а саме у її проточній ділянці існувала *P. complanata*, яка загалом є найрідкіснішою в Україні серед перлівницевих. У двох пунктах збору виявлено лише один із трьох екологічно пластичних видів. Зокрема, у р. Тетерів (м. Радомишль) існувала беззубка *A. anatina*, а невеличкій річечці Лісова (м. Житомир), знову ж таки у проточній ділянці, виявлено лише одиничні екземпляри *U. pictorum*. При обстеженні чотирьох потенційних місць існування

перівицеви (29% пунктів), їх виявлено не було, хоча у трьох із них ще 20 років вони тут достовірно траплялися. Це такі пункти як: р. Тетерів, м. Чуднів; р. Гуйва, с. Лука та р. Крошенка м. Житомир. У випадку обстеження р. Гуйви, на нашу думку, відсутність молюсків обумовлена, поряд

з іншими можливими впливами, сильним замуленням. У випадку обстеження річки Крошенка, варто зазначити, що вона сильно забруднена відходами побутового походження мешканцями приватних забудов, у ділянці яких вона протікає.

Таблиця 1.

Станції відбору проб і трапляння двостулкових молюсків

№	Річкові басейни	Місце збору	Населений пункт	<i>U. tumidus</i>	<i>U. pictorum</i>	<i>U. crassus</i>	<i>A. anatina</i>	<i>A. cygnea</i>	<i>P. complanata</i>
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11
1	Дніпро	р. Тетерів	Житомир (місце впадіння р. Гнилоп'ять)	+	+	–	+	+	–
2	Дніпро	р. Тетерів	Житомир (гідропарк)	+	+	–	+	–	–
3	Дніпро	р. Тетерів	Радомишль	–	–	–	+	–	–
4	Дніпро	р. Тетерів	Чуднів	–	–	–	–	–	–
5	Дніпро	р. Тетерів	Дачний	+	+	–	–	–	–
6	Дніпро	р. Гуйва	Зарічани	+	+	–	+	–	–
7	Дніпро	р. Гуйва	Лука	–	–	–	–	–	–
8	Дніпро	р. Гуйва	Пряжів	+	+	–	+	–	–
9	Дніпро	р. Гнилоп'ять	Бердичів	–	+	–	+	–	–
10	Дніпро	р. Кам'янка	Житомир	+	–	–	–	–	+
11	Дніпро	р. Лісова	Житомир	–	+	–	–	–	–
12	Дніпро	р. Пуятинка	Житомир	–	–	–	–	–	–
13	Дніпро	р. Крошенка	Житомир	–	–	–	–	–	–
14	Дніпро	р. Коденка	Вертокиївка	+	–	–	+	+	–
Всього				7	7	0	7	2	1

Отже, отримані результати дозволяють стверджувати, що у 29% пунктів дослідження (чотири пункти), де абсолютно відсутні перлівниці, стан вод може бути оцінений як «Брудна» або «Дуже брудна». В одному випадку (р. Тетерів, м. Житомир), де виявлено лише три не вибагливі види, вони оцінені як «Забруднені води». Це можна пояснити тим, що ця ділянка дослідження знаходиться у межах міського пляжу. До цієї ж категорії можна віднести іще три пункти (р. Тетерів, м. Радомишль та с. Дачний; р. Лісова, м. Житомир), де виявлено один або два не вибагливі види. У жодному пункті збору не виявлено вид *U. crassus* Philipsson, 1788, який охороняється майже в усіх європейських країнах і є показником якості вод «Добрі». У тих п'яти пунктах, де виявлено *A. cygnea* (Житомир, місце впадіння р. Гнилоп'ять у р. Тетерів; р. Гуїва, Зарічани та Пряжів; р. Коденка, Вертокиївка та р. Гнилоп'ять, м. Бердичів) та в одному, де існувала *P. complanata* (р. Кам'янка, м. Житомир) можна припустити, що стан вод наближається до «Добрі». Проте лише в одному з цих пунктів (Житомир, місце впадіння р. Гнилоп'ять у р. Тетерів) існує загалом чотири види цих молюсків, у решті – їх кількість не перевищує 2–3 види.

Біоіндикаційний аналіз, проведений з використанням індикаторних характеристик водоростей за відношенням до місцеперебування, показав, що загалом у р. Тетерів та її притоках переважають планктонно-бентосні (36,0% від числа індикаторних видів) і планктонні (35,6%) форми, однак до статистично значимих належать також бентосні водорості (27,0%). На це вказує лінія стандартного відхилення (рис. 1 а). Значна частина бентосних форм є результатом незначної глибини цих водотоків та течією. Частка видів, приурочених до наземних субстратів, й епібіонтів невелика (1,2% і 0,2%).

За температурною приуроченістю у досліджуваних водотоках виявлено 78 індикаторних форм водоростей, серед яких домінували евритерми (на це указувала вершина лінії тренду), однак лінія стандартного відхилення відсікала ще й форми, приурочені до помірного температурного режиму, а також термофільні види водоростей (відповідно 46,2%, 28,2% і 17,9%). Поява у складі статистично значимих теплолюбних водоростей, швидше за все, є наслідком кліматичних змін. Саме за останні роки якраз територія Полісся зазнає найпомітнішого, навіть у порівнянні із південними регіонами України, зростання температури води (Бабіченко та ін., 2007). Частка холодолубних форм – 7,7% (рис. 1 б).

Індикація умов реофільності й насичення води киснем вказала на переважання видів-індіферентів. Вони й відсікалися лінією стандартного відхилення (68,3%). Немалою була й частка видів, приурочених до стоячих вод і незначного вмісту кисню (28,5%), низькою – видів, властивих для текучих вод із високим вмістом розчиненого у воді кисню (2,0%), а також аерофілів (1,5%) (рис. 1 в).

Серед індикаторів солоності (247 таксонів рангом нижче роду) переважали олігогалофи-індіференти – 70,0%, які відсікалися лінією стандартного відхилення. Саме на них указувала й вершина лінії тренду. Частка галофілів склала 12,1% мезогалофів – 8,5%.

У річках ідентифіковано: ацидофіли (12,1%), індіференти (45,8%), алкаліфіли (38,9%) й алкалібіонти (3,2%) за відношенням до рН. Статистично значимі індіференти та алкаліфіли (рис. 1 г).

Аналіз рівня органічного забруднення за системою Ватанабе дав наступні результати: зі 101 виду індикаторних водоростей лінією стандартного відхилення відсікалися еврисапроби (62,4%), на яких указувала й вершина лінії тренда, а

також сапроксени, частка яких сягала 26,7% (рис. 1 д).

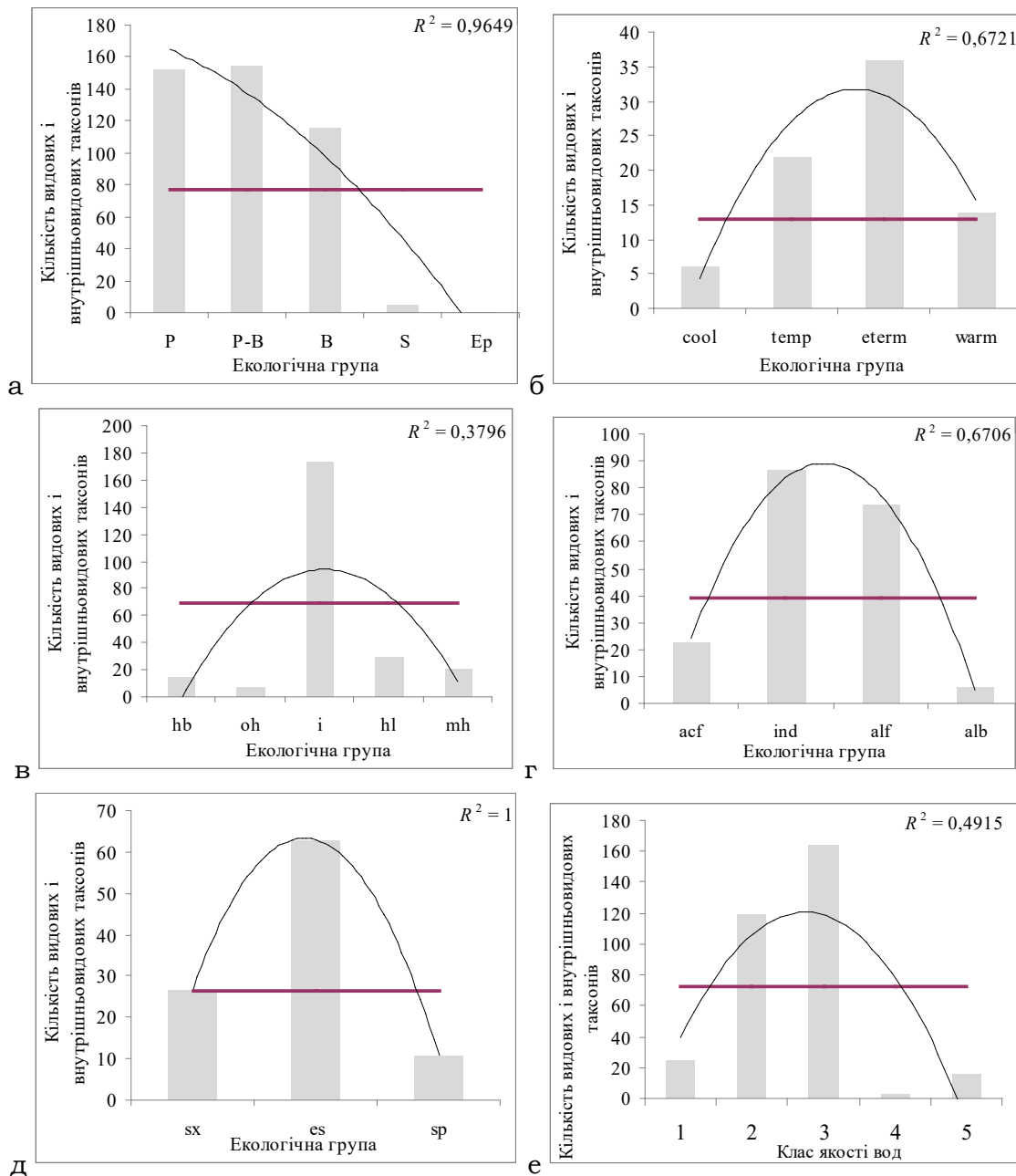


Рис. 1. Співвідношення водоростей-індикаторів екологічних умов у водотоках басейну Тетерева

Примітка. А – Співвідношення індикаторів місця існування (В – бентосні; Р-В – планктонно-бентосні; Р– планктонні; Ер – епіфітні); Б – температурних умов (warm – теплолюбні; cool – холодолюбні; temp – помірного діапазону та/або індиверенти; eterm – евритермні); В – індикаторів солоності (ph – полігалофи; mh – мезогалофи; i – олігалофи-галофіли; hl – олігогалофи-галофіли; hb – олігогалофи-галофоби); Г– рН середовища (ind - індиверенти; alf-алкаліфіли; alb - алкалібійонти; acf – ацидофіли). R^2 – величина достовірності апроксимації.

При оцінці рівня органічного забруднення річок виявлені

індикаторні види водоростей планктону були співставлені з I-, II-, III-

IV- і V-м класами якості води. Встановлено переважання індикаторів III класу (50,2%), однак до статистично значимих належать й індикатори II класу якості (36,5%). Частка індикаторів I класу дорівнювала 6,7%, IV – 0,9%, V – 5,7% (рис. 1 е). Відомо, що у 60-х роках XX століття у водотоках Українського Полісся домінували олігосапроби, а річки регіону вважалися одними з найчистіших у Україні. Після проведення меліорації, й посилення рівня антропогенного тиску на водотоки, в них стали переважати β -мезосапроби (Радзимовський і Поліщук, 1970).

Оцінка екологічного стану річкових екосистем басейну Тетерева з використанням структурних показників фітопланктону і біотичних індексів.

За біомасою фітопланктону більшість досліджуваних річок можна віднести до II класу якості вод; річки Крошенка і Тетерів – до III класу. За індексом сапробності, який є показником органічного забруднення водних екосистем, досліджувані річки належать до II–III класу якості вод. Переважання моно- і олігодомінантної структури фітопланктону цих водотоків значною мірою є наслідком антропогенного навантаження на їх екосистеми.

Упродовж періоду дослідження інтенсивність фотосинтезу $A_{\max}$ та інтегральна продукція ΣA змінювалися в широких межах: від 0,01 до 13,86 мг O_2 / (дм³·добу) та від 0,06 до 13,87 г O_2 / (м²·добу). За інтенсивністю фотосинтезу досліджувані водотоки належать до II–IV класів якості вод. Значення індексу самоочищення / самозабруднення (A/R) у досліджуваних водотоках було в границях 0,02–5,06. Загалом значне переважання фотосинтезу над диханням, обумовлено не лише високою забезпеченістю водоростевих клітин фосфором і нітрогеном, а й досить інтенсивним прогріванням вод значних за площею мілководних зон

водотоків. Незбалансованість продукційно-деструкційних процесів у подальшому може викликати накопичення автохтонної органічної речовини, й, як наслідок, зумовлювати самозабруднення річок. Найвищі показники A/R фіксували у р. Коденка ($2,53 \pm 0,24$). За цим показником водотоки належать до II–III класів якості вод. Середні значення інтегрального показника $\Sigma A / \Sigma R$ для усіх водотоків, окрім р. Путятинка, вищі 1. Це свідчить про позитивне спрямування балансу органічної речовини, характерне для водних екосистем з високою інтенсивністю фотосинтезу, і, швидше за все є відгуком її екосистеми на антропогенний прес, бо річка частково каналізована, береги бетоновані. За рахунок алохтонних надходжень підтримується гетеротрофна активність річкової екосистеми Путятинки.

Рівень трофії більшості водотоків, визначений за інтенсивністю фотосинтезу планктону, вищий, ніж за його біомасою. Це пов'язано із переважанням у домінуючих комплексах дрібноклітинних високопродуктивних видів водоростей, і великими площами мілководних ділянок, яким властива підвищена швидкість продукційних процесів (Shelyuk, 2018).

Обговорення.

Україна належить до держав із недостатнім забезпеченням водними ресурсами. Вона – одна з найменш водозабезпечених країн Європи (Клименко, 2010). При здійсненні водогосподарської політики в Україні впродовж багатьох десятиліть вода ніколи не розглядалася як основа життєзабезпечення природних екосистем і людини, не враховувався і не прогнозувався екологічний стан водних систем і їхній вплив на біорізноманіття. Як наслідок зникли з водойм типові види гідробіонтів, цінні великі промислові види риб. Їх місце зайняли невибагливі дрібні види риб із коротким терміном життя. Вразливими

та зникаючими у таких умовах стали й інші постійні мешканці водного середовища. Не менш суттєвою проблемою є й поява видів-вселенців у водних екосистемах.

У зв'язку з глобальним антропогенним впливом на річкові екосистеми, обумовленим ростом міських агломерацій, гідротехнічним будівництвом, потраплянням полютантів різної природи зі стічними водами, актуальною проблемою сьогодення є оцінка екологічного стану водотоків та їх моніторинг. Контроль за станом якості поверхневих вод у першу чергу важливий для розробки ефективних заходів із використання і прийняття управлінських рішень щодо водних ресурсів. Ці рішення повинні прийматися на науково обґрунтованій оцінці стану й основних тенденцій у зміні якості водних ресурсів. На сьогодні актуальним є використання не лише абіотичних складових водних екосистем, а різних компонентів біоти. Основною причиною переходу на біологічний контроль є той факт, що угруповання водних організмів відображають сукупну дію чинників середовища на якість поверхневих вод.

Моніторингові дослідження річкової мережі Українського Полісся мають тривалу історію. Одними з перших фітопланктон поліських водотоків описали Д. О. Радзимовський та В. В. Поліщук під час експедиції 1961–1963 рр. (Радзимовський і Поліщук, 1970). Також у літературі наявні відомості щодо фітопланктону окремих приток Прип'яті (Поліщук та ін., 1978; Фролова, 1956) й Тетерева (Карпезо, 1974; Клоченко і Митківська, 1993; Шелюк, 2022). Ю.С. Шелюк впродовж 2003–2020 рр. у річкових екосистемах басейнів Прип'яті й Тетерева було ідентифіковано 621 вид водоростей, представлений 660 внутрішньовидовими таксонами з номенклатурним типом виду включно (Шелюк, 2020).

Аналіз літературних даних дозволяє стверджувати (Conservation

..., 2015), що ще 100 років тому у межах рівнинної частини України у верхів'ї річок типовими були *P.complanata*, *U. tumidus*, *U. pictorum*, *U.crassus*, *A.cygnea*, у середній течії разом із ними оселялась *A. anatina*. Усе це свідчить, що поселення перлівницевих звичайно складались щонайменше із чотирьох-п'яти видів. Такі відомості дозволяють припустити, що не лише наявність чи відсутність цих молюсків у гідроценозах може слугувати показником якості води, а що при біоіндикації потрібно обов'язково враховувати кількість видів у пункті збору. За нашими даними угруповання перлівницевих, сформовані шістьма або п'ятьма видами, в обстеженому нами регіоні відсутні. Хоча відомо, що такі пункти у басейні Случі в межах Житомирської області було виявлено (Янович, 2013). Случ та його притоки зарегульовані значно менше, окрім того на шляху водотоку в межах Житомирської області відсутні великі міста, тому у багатьох місцях все ще збереглися сприятливі умови для існування гідробіонтів. Загалом шість нативних для України видів перлівницевих відрізняються своїми екологічними перевагами та вибагливістю до вибору місць існування. Три з цих видів, а саме *P. complanata*, *U. crassus*, *A. cygnea* надають перевагу лише чистим ділянкам водойми, із задовільним кисневим режимом. Види *P. complanata*, *U. crassus* переважають на проточних ділянках, вони є реофільними та оксифільними. Деградація природних оселищ, зникнення придатних для цих видів місць існування стали причиною катастрофічного зникнення перлівницевих. Види *P. complanata*, *U.crassus*, *A. cygnea* у 2021 році занесено до Червоної книги України зі статусом «вразливі» (Про затвердження ..., 2021) та охороняються у багатьох європейських країнах (Conservation ..., 2015; Zettler M. L. & Jueg, 2007). Загалом, потрібно зазначити, що *U.crassus* не був

виявлений у жодному з пунктів дослідження.

Упродовж 2018–2022 рр. у річках басейну Тетерева переважали планктонні і планктонно-бентосні види водоростей, евритерми й форми, приурочені до помірного температурного режиму, а також теплолюбні види водоростей. Пріоритет мають стояче-текучі види, індіференти за відношенням до умов солоності й pH . У досліджених водотоках відмічено переважання індикаторів сапробності, які відповідають III класу якості вод («Забруднені води»). Помітну частку складають індикатори II класу («Добрі»). На помірний рівень органічного забруднення вод вказує переважання в річках еврисапробів.

За біомасою фітопланктону річки Тетерів і Кам'янка належать до III класу якості вод, інші водотоки – до II класу. За індексом сапробності якість води річок Тетерів, Путятинка і Кам'янка оцінено як задовільну, інших річок – добру. За первинною продукцією та співвідношенням продукційно-деструкційних процесів водотоки ранжували на три групи – ті, що відносяться до II, III і IV класів якості вод.

Отже, методи моніторингу та менеджменту водних екосистем, які базуються на використанні біоіндикаційних характеристик водоростей планктону та інтенсивності продукційно-деструкційних процесів, дозволяють робити ґрунтовну оцінку якості річкових вод урбанізованих територій, проте вимагають значних затрат часу і зачасту залучення фахівців.

Висновки.

1. Оцінка якості води з використанням такого показника як видовий склад поселень перлівницевих показав його доцільність для проведення локальної біоіндикації, для оцінки в межах басейну загалом варто робити проби з певним інтервалом. Методи моніторингу та менеджменту водних екосистем, які базуються на

використанні біоіндикаційних характеристик водоростей планктону та інтенсивності продукційно-деструкційних процесів, є інформативнішими, проте вимагають значних затрат часу.

2. За показником видового складу поселень перлівницевих встановлено, що з п'яти проаналізованих місць основного русла р. Тетерів, у одному випадку якість води може бути оцінена як «Брудна», що відповідає IV класу якості вод. До IV класу якості вод належать річки Гуйва (Іванків), Крошенка та Путятинка в межах Житомира. До II класу якості віднесено ще п'ять пунктів (р. Гуйва в районі сіл Пряжів та Зарічани; р. Кам'янка (м. Житомир); р. Коденка (с. Вертокіївка) та р. Гнилоп'ять (м. Бердичів).

3. У річках басейну Тетерева у складі фітопланктону переважають індикатори сапробності, які відповідають III класу якості вод. Помітну частку складають індикатори II класу. На помірний рівень органічного забруднення вод вказує переважання в річках еврисапробів.

4. За біомасою фітопланктону річки Тетерів і Крошенка належать до III класу якості вод, інші водотоки – до II класу. За індексом сапробності якість води річок Тетерів, Путятинка і Крошенка оцінено як задовільну, інших річок – як добру. За первинною продукцією та співвідношенням продукційно-деструкційних процесів водотоки ранжували на три групи – ті, що відносяться до II, III і IV класів якості вод. Середні значення інтегрального показника $\sum A / \sum R$ для усіх водотоків, окрім р. Путятинка, вищі 1. Це свідчить про позитивне спрямування балансу органічної речовини, властиву водним екосистемам з високою інтенсивністю фотосинтезу. Переважання гетеротрофної фази у Путятинці, швидше за все є відгуком її екосистеми на антропогенний прес.

5. Комплексна оцінка якості води водотоків урбанізованих територій із

використанням в якості біологічних дескрипторів екологічного стану гідроекосистем водоростей планктону і поселень молюсків у поєднанні з проведенням гідрохімічного аналізу вод, основана на басейновому

принципі, є фундаментом для подальшого моніторингу вод, прогнозування змін автотрофної і гетеротрофної ланок водних екосистем за дії чинників середовища.

Список використаних джерел

Афанасьєв С. О. Проблеми і розвиток досліджень екологічного стану гідроекосистем України в аспекті імплементації директив ЄС в галузі довкілля. *Гідробіол. журн.* 2018. 54, № 6. С. 3–17.

Бабіченко В. М., Ніколаєва В. М., Гущина Л. М. Зміни температури повітря на території України наприкінці XX та на початку XXI століття. *Укр. геогр. журн.* 2007. № 4. С. 3–12.

Барінова С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив : Piles Studio, 2006. 498 с.

Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення: К.: Твій формат, 2006. 240 с.

Екологія відновлення [Електронний ресурс]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Екологія_відновлення (дата звернення 14.03.2023).

Карпезо Ю. Г. Альгофлора річки Здвиг. Проблеми малих річок України. Київ : Наук. думка, 1974. С. 72–74.

Клименко В. Г. Гідрологія України: навчальний посібник для студентів-географів. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2010. 124 с.

Клоченко П. Д., Митківська Т. І. Фітопланктон приток верхнього Дніпра. *Укр. ботан. журн.* 1993. Т. 50. № 2. С. 69–78.

Мальцев В. І., Карпова Г. О., Зуб Л. М.. Визначення якості води методами біоіндикації: науково-методичний посібник. К.: Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, Недержавна наукова установа Інститут екології (ІНЕКО) Національного екологічного центру України, 2011. 112 с.

Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / за ред. В. Д. Романенка. Київ : ЛОГОС, 2006. 408 с.

Поліщук В. В., Трав'янка В. С., Коненко Г. Д., Гарасевич І. Г. Гідробіологія і гідрохімія річок Правобережного Придніпров'я. Київ : Наук. думка, 1978. 270 с.

Постанова Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018 р. № 758 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-п> (дата звернення 17.01.2022)

Про затвердження переліків видів тварин, що заносяться до Червоної книги України (тваринний світ), та видів тварин, що виключені з Червоної книги України (тваринний світ): Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 19.01.2021 р. № 29. [Електронний ресурс] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0260-21#n19> (дата звернення 29.11.2022)

Проект *Стратегії сталого розвитку* України до 2030 року [Електронний ресурс]. URL: [UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf](https://undp.org.ua/publications/strategy) (дата звернення 29.11.2022)

Радзимовський Д. О., Поліщук В. В. Планктон р. Прип'ять. Київ : Наук. думка, 1970. 211 с.

Сталий розвиток [Електронний ресурс]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Сталий_розвиток (дата звернення: 14.03.2023).

Фролова І. О. Альгофлора малих річок Полісся. Наук. записки Київ. ун-ту. 1956. 15, № 4. С. 91–96.

Янович Л. М. Перлівницеві Unionidae Rafinesque, 1820 (Bivalvia) в сучасних екологічних умовах України (стан популяцій, особливості статевої структури і

розмноження, біоценотичні зв'язки та фауна: дис. ... доктора біологічних наук: 03.00.08. Київ, 2013. 389 с.

Conservation status of freshwater mussels in Europe: state of the art and future challenges / Manuel Lopes-Lima and other. *Biological Reviews*, 2015 [Електронний ресурс]. URL:

https://www.researchgate.net/publication/284899646_Conservation_status_of_freshwater_mussels_in_Europe_State_of_the_art_and_future_challenges (дата звернення 14.03.2023)

Mussel Watch Program [Електронний ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Mussel_Watch_Program (дата звернення: 14.03.2023)

NOAA Mussel Watch Program: An Assessment of Contaminants of Emerging Concern in Chesapeake Bay, MD, and Charleston Harbor, SC [Електронний ресурс]. URL: <https://coastalscience.noaa.gov/project/mussel-watch-program-assessment-chesapeake-bay-charleston-harbor/> (дата звернення 14.03.2023)

Shelyuk Yu. S. Comparative assessment of the methods of determining phytoplankton production in water bodies differing in their trophic status and water velocity. *Hydrobiol. Journal*. 2017, V. 53. № 6, P. 37–48.

Shelyuk Yu. S. Phytoplankton of the Ukrainian Polissia River Ecosystems (2023). *International Journal on Algae*. 2023. 25 (2), P. 139–156.

Shelyuk Yu. S., Shcherbak V. I. Phytoplankton Structural and Functional Indices in the Rivers of the Pripjat' and Teterev Basins. *Hydrobiol. Journal*. 2018. V. 54, № 3. P. 10–23.

Shelyuk Yu. S. Regularities of primary production formation in river ecosystems (the basins of the Pripjat' and Teterev Rivers, Ukraine). *Hydrobiol. Journal*. 2019. V. 55, № 4. P. 38–54.

Sladeček V. System of water quality from the biological point of view. *Ergebnisse der Limnol.* 1973. V. 7, № 1/4. P. 1–218.

Weber E. Population size and structure of three mussel species (Bivalvia: Unionidae) in a northeastern German river with special regard to influences of environmental factors. *Hydrobiologia*. 2005. V. 537. P. 169–183.

Zettler M. L., Jueg U. The situation of the freshwater mussel *Unio crassus* (Philipsson, 1788) in north-east Germany and its monitoring in terms of the EC Habitats Directive. *Mollusca*. 2007. Vol. 25. P. 165–174.

References (translated & transliterated)

Afanasiev, S. O. (2018). Problemy i rozvytok doslidzhen ekolohichnoho stanu hidroekosystem Ukrainy v aspekti implementatsii dyrektyv YeS v haluzi dovkillia [Problems and development of research on the ecological state of hydroecosystems of Ukraine in the aspect of implementation of EU directives in the field of environment]. *Hidrobiol. Zhurn. [Hydrobiol. Journal]*. 54 (6), 3–17 [in Ukrainian].

Babichenko, V. M., Nikolaieva, V. M. & Hushchyna, L. M. (2007). Zminy temperatury povitria na terytorii Ukrainy naprykintsi XX ta na pochatku XXI stolittia [Air temperature changes in the territory of Ukraine at the end of the 20th and the beginning of the 21st century]. *Ukr. heohr. zhurn [Ukraine geogr. journal]*. 4, 3–12 [in Ukrainian].

Barynova, S. S., Medvedeva, L. A. & Anysymova, O. V. (2006). Byoraznoobrazye vodoroslei-yndykatorov okruzhaiushchei sredi [Biodiversity of algae-indicators of the environment]. Tel-Aviv : Piles Studio [in russian].

Vodna Ramkova Dyrektyva YeS 2000/60/Is. Osnovni terminy ta yikh vyznachennia [EU Water Framework Directive 2000/60/EC. Basic terms and their definitions]. (2006). K.: Tvii format [in Ukrainian].

Ekolohiia vidnovlennia [Ecology of restoration] [Elektronnyi resurs]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Ekolohiia_vidnovlennia (Access date 14.03.2023) [in Ukrainian].

Karpezo, Yu. H. (1974). Alhoflora richky Zdvizh. Problemy malykh richok Ukrainy [Algoflora of the Zdvizh River. Problems of small rivers of Ukraine]. Kyiv : Nauk. Dumka [in Ukrainian].

Klymenko, V. H. (2010). Hidrolohiia Ukrainy: navchalnyi posibnyk dlia studentiv-heohrafiiv [Hydrology of Ukraine: a study guide for student geographers]. Kharkiv: KhNU imeni V.N. Karazina [in Ukrainian].

Klochenko, P. D. & Mytkivska, T. I. (1993). Fitoplankton prytok verkhnoho Dnipra [Phytoplankton of the upper Dnieper tributary]. Ukr. botan. zhurn. [Ukraine Botanical Journal]. 50 (2), 69–78. [in Ukrainian].

Maltsev, V. I., Karpova, H. O. & Zub, L. M. (2011). Vyznachennia yakosti vody metodamy bioindykatsii [Determination of water quality by bioindication methods]: naukovo-metodychnyi posibnyk. K.: Naukovyi tsentr ekomonitorynhu ta bioriznomanittia mehapolisu NAN Ukrainy, Nederzhavna naukova ustanova Instytut ekolohii (INEKO) Natsionalnoho ekolohichnoho tsentru Ukrainy [in Ukrainian].

Metody hidroekolohichnykh doslidzhen poverkhnevyykh vod [Methods of hydroecological research of surface waters] (2006). / za red. V. D. Romanenka. Kyiv : LOHOS. [in Ukrainian].

Polishchuk, V. V., Travianko, V. S., Konenko, H. D. & Harasevych, I. H. (1978). Hidrobiolohiia i hidrokhiimiia richok Pravoberezhnoho Prydniprovia [Hydrobiology and hydrochemistry Right-bank Dnieper region of the rivers of the Right-bank Dnieper region]. Kyiv : Nauk. dumka [in Ukrainian].

Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 19 veresnia 2018 r. № 758 «Pro zatverdzhennia Poriadku zdiisnennia derzhavnogo monitorynhu vod» [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of September 19, 2018 No. 758 "On Approval of the Procedure for State Water Monitoring] [Elektronnyi resurs]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-p> (Access date 17.01.2022). [in Ukrainian].

Pro zatverdzhennia perelikiv vydiv tvaryn, shcho zanosyatsia do Chervonoï knyhy Ukrainy (tvarynni svit), ta vydiv tvaryn, shcho vyklyucheni z Chervonoï knyhy Ukrainy (tvarynni svit): Nakaz Ministerstva zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy vid 19.01.2021 r. № 29. [On the approval of lists of animal species included in the Red Book of Ukraine (animal world) and animal species excluded from the Red Book of Ukraine (animal world): Order of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine dated January 19, 2021 No. 29]. [Elektronnyi resurs] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0260-21#n19> (Access date 29.11.2022) [in Ukrainian].

Proekt Stratehii staloho rozvytku Ukrainy do 2030 roku [Project of the Sustainable Development Strategy of Ukraine until 2030]. [Elektronnyi resurs]. URL: UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf. (Access date 29.11.2022) [in Ukrainian].

Radzymovskiy, D. O. & Polishchuk, V. V. (1970). Plankton r. Prypiat [Plankton of the Pripyat River]. Kyiv : Nauk. Dumka. [in Ukrainian].

Stalyi rozvytok [Sustainability]. [Elektronnyi resurs]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Stalyi_rozvytok (Access date 14.03.2023). [in Ukrainian].

Frolova, I. O. (1956). Alhoflora malykh richok Polissia [Algoflora of small rivers of Polissia]. Nauk. zapysky Kyiv. un-tu [Science notes Kyiv. university]. 15 (4), 91–96. [in Ukrainian].

Ianovych, L. M. (2013). Perlivnytsevi Unionidae Rafinesque, 1820 (Bivalvia) v suchasnykh ekolohichnykh umovakh Ukrainy (stan populiatsii, osoblyvosti statevoi struktury i rozmnozhenia, biotsenotychni zviazky ta fauna: dys. ... doktora biolohichnykh nauk: 03.00.08 [Perlivnytsev Unionidae Rafinesque, 1820 (Bivalvia) in the modern ecological conditions of Ukraine (state of populations, peculiarities of sexual structure and reproduction, biocenotic relationships and fauna: thesis... Doctor of Biological Sciences: 03.00.08]. Kyiv [in Ukrainian].

Conservation status of freshwater mussels in Europe: state of the art and future challenges / Manuel Lopes-Lima and other. *Biological Reviews*, 2015 URL: https://www.researchgate.net/publication/284899646_Conservation_status_of_freshwater_mussels_in_Europe_State_of_the_art_and_future_challenges (Access date 14.03.2023) [in English].

Mussel Watch Program [Electronic resource]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Mussel_Watch_Program (Access date: 14.03.2023) [in English].

NOAA Mussel Watch Program: An Assessment of Contaminants of Emerging Concern in Chesapeake Bay, MD, and Charleston Harbor, SC [Electronic resource]. URL: <https://coastalscience.noaa.gov/project/mussel-watch-program-assessment-chesapeake-bay-charleston-harbor/> (Access date 14.03.2023) [in English].

Shelyuk, Yu. S. (2017). Comparative assessment of the methods of determining phytoplankton production in water bodies differing in their trophic status and water velocity. *Hydrobiol. Journal*. 53 (6), 37–48. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v53.i6.40> [in English].

Shelyuk, Yu. S. Phytoplankton of the Ukrainian Polissia River Ecosystems (2023). *International Journal on Algae*. 25 (2), 139–156. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v25.i2.30> [in English].

Shelyuk Yu. S. & Shcherbak V. I. (2018). Phytoplankton Structural and Functional Indices in the Rivers of the Pripyat' and Teterev Basins. *Hydrobiol. Journal*. 54 (3), 10–23. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v54.i3.20> [in English].

Shelyuk, Yu. S. (2019). Regularities of primary production formation in river ecosystems (the basins of the Pripyat' and Teterev Rivers, Ukraine). *Hydrobiol. Journal*. 55 (4), 38–54. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v55.i4.40> [in English].

Sladec̣ek, V. (1973). System of water quality from the biological point of view. *Ergebnisse der Limnol.* 7 (1/4), 1–218. [in English].

Weber, E. (2005). Population size and structure of three mussel species (Bivalvia: Unionidae) in a northeastern German river with special regard to influences of environmental factors. *Hydrobiologia*. 537, 169–183. [in English].

Zettler, M. L. & Jueg, U. (2007). The situation of the freshwater mussel *Unio crassus* (Philipsson, 1788) in north-east Germany and its monitoring in terms of the EC Habitats Directive. *Mollusca*. 25, 165–174. [in English].

Отримано: 21 квітня 2023

Прийнято: 26 квітня 2023