

ОЦІНКА СТАНУ ВОДНОЇ СИСТЕМИ Р. ПРОТОКА КИЇВСЬКОЇ ОБЛ. ЗА ТОКСИКОЛОГІЧНИМИ ТА БІОІНДИКАТИВНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Н.М. Присяжнюк¹, О.І. Слободенюк¹, П.І. Веред¹,
А.В. Горчанок², С.Г. Піщан², Н.Л. Губанова²

¹ Білоцерківський національний аграрний університет
(м. Біла Церква, Київська обл., Україна)

e-mail: natasha.prisjajhnyuk@ukr.net; ORCID: 0000-0002-4737-0143

e-mail: oksana_sl@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6966-9277

e-mail: vered.petro@ukr.net; ORCID: 0000-0001-6548-4622

² Дніпровський державний аграрно-економічний університет
(м. Дніпро, Україна)

e-mail: anna.horchanok@dsau.dp.ua; ORCID: 0000-0003-0103-1477

e-mail: pishchan.s.h@dsau.dp.ua; ORCID: 0000-0003-0617-2498

e-mail: hubanova.n.l.@dsau.dp.ua; ORCID: 0000-0001-8579-9429

Водні ресурси є одним із найважливіших, але в той самий час найбільш вразливих компонентів навколишнього природного середовища, який здатний дуже швидко змінюватися під впливом господарсько-побутової діяльності людини. Постійне зростання антропогенного навантаження на гідросферу, зміна водного режиму і запасів поверхневих вод призводять до погіршення кількісних та якісних показників поверхневих вод. Особливу роль в оцінці стану навколишнього середовища відіграють біологічні тести. Це пов'язано з тим, що результати хімічного аналізу, проведеного за допомогою складного обладнання, у багатьох випадках не дають змоги оцінити справжню небезпеку впливу тих чи інших забруднювачів на середовище, прогнозувати наслідки їхнього впливу на живі організми. Різноманітні забруднюючі речовини, потрапляючи в навколишнє середовище, можуть зазнавати різних перетворень, підсилюючи при цьому свою токсичну дію. Із цієї причини необхідними є методи інтегральної оцінки якості водного середовища. Величезну роль при цьому відіграють методи біотестування. Останні застосовуються для експресного контролю за відходами промислових підприємств, контролем технологічних процесів у режимі реального часу; для визначення рівня токсичності нової продукції, для контролю за токсичним ефектом матеріалів, лікарських речовин, харчових продуктів, визначення якості питної води тощо. Методичні можливості вивчення токсичності різних речовин на тест-організмах за останні двадцять років істотно розширилися. Ведеться інтенсивний пошук найбільш чутливих тест-об'єктів і показників, відпрацьовуються інструментальні методи аналізу, застосовуються різні способи оцінки якості водного середовища, зміни параметрів фізіологічних систем і біохімічного статусу тест-організмів, тест-органів. Було досліджено екологічний стан р. Протока у Білоцерківському р-ні Київської обл. методами біоіндикації (вивчення флуктуючої асиметрії розвитку гідробіонти, ростовий тест для встановлення фітотоксичності води та прибережного ґрунту). Проведено токсикологічне дослідження (визначення рН, TDS, вміст важких металів у прибережному ґрунті) та встановлено гістологічні показники паренхіматозних органів сріблястого карася. Виявлено зміни в гістоструктурі печінки та нирок сріблястого карася, що свідчить про несприятливі умови для риб. Одержані результати можуть бути використані для екологічного моніторингу водного середовища.

Ключові слова: сріблястий карась, екоотоксиканти, екологічний стан, фітотоксичність, біоіндикатори, важкі метали, гранично допустима концентрація, лімфоцити, плазматичні клітини, гістіоцити, печінкова триада.

ВСТУП

Наразі практично неможливо знайти водойму, яка б не зазнавала антропогенного впливу [1]. Погіршення якості поверхневих водних об'єктів нашої держави є надзвичайно гострою проблемою. Питання наявності чистої екологічно безпечної води постає в один ряд із такими глобальними проблемами, як наприклад глобальне потепління [2–4].

До переважної більшості таких об'єктів потрапляють недостатньо очищені стоки промислових, аграрних підприємств, стічні води комунальних підприємств та приватного житлового сектору тощо. У результаті цього ми не лише не зможемо вживати воду як питну з більшості водних об'єктів без багатоступеневої попередньої очистки, але й гідробіонтів з них та навіть приймати водні процедури є вкрай небезпечно для здоров'я.

На сьогодні екологічний стан р. Протока у Білоцерківському р-ні Київської обл. є досить критичним [5–7], про що свідчать результати органолептичних обстежень [8].

Згідно з Програмою підтримки секторальної політики Європейській Союз та Україна зумовили певний набір цілей, що ґрунтуються на Стратегії України в секторі охорони навколишнього природного середовища. Це відкриває перед нами перспективи та створює нові стандарти у різних сферах суспільного життя, включаючи й сферу охорони довкілля.

Згідно з Директивами ЄС статус поверхневих вод визначається за екологічним та хімічним статусом. При цьому всі країни — члени ЄС повинні забезпечити досягнення поверхневими та підземними водами доброго екологічного й хімічного статусу.

Віднедавна, до традиційних методів оцінки якості водного середовища за токсикологічними показниками, додали біологічні методи (біоіндикації), засновані на тому, що погіршення якості водного середовища позначається на організмах, які там мешкають [9–13], зокрема на водних тваринах та рослинах (біоіндикаторах) [14; 15].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Екологічна оцінка якості поверхневих вод є основою для встановлення динаміки її змін у часі й просторі, визначення впливу антропогенного навантаження на екосистему водних об'єктів, оцінці змін стану водних ресурсів, вирішення екологічних і соціальних питань пов'язаних із забезпеченням охорони довкілля [6; 16; 17]. Вагомий внесок у методологію комплексної інтегральної оцінки екологічного стану басейнів річок зробили Й.В. Гриб, М.О. Клименко, В.В. Сондак, Н.С. Андрусак та ін. Екологічну оцінку якості річкових вод та основні шляхи покращання екологічного стану басейну р. Рось, притокою якої є р. Протока було розглянуто в працях В.К. Хільчевського, С.М. Курила, С.С. Дубняка [18].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Метою роботи було провести оцінку екологічного стану водної системи річки Протока за токсикологічними й біоіндикативними показниками та за одержаними результатами досліджень запропонувати шляхи щодо забезпечення екологічного благополуччя району.

Об'єкт дослідження — екологічний стан водної системи р. Протока. Предмет дослідження — дослідження іхтіофлори та іхтіофауни, фітотоксичність середовища, рН, TDS, вміст солей важких металів у прибережному ґрунті та вплив водного середовища на гістологічні показники паренхіматозних органів сріблястого карася.

Нами було проведено дослідження щодо визначення якості води у р. Протока за такими показниками:

- флуктуючою асиметрією розвитку карася сріблястого (*Carassius gibelio*);
- ростовим тестом (визначення фітотоксичності води та прибережного ґрунту);
- гістологічною будовою паренхіматозних органів сріблястого карася (*Carassius gibelio*);

- вмістом солей важких металів у прибережному ґрунті;
- біохімічними показниками (рН, TDS);

Р. Протока — ліва притока річки Рось. Бере свій початок у Васильківському р-ні Київської обл., має довжину 64,5 км, площу водозбору 630 км² та впадає у Рось у м. Біла Церква.

Проби відбирали у районі с. Храпачі Білоцерківського р-ну на 3-х ділянках узбережжя завдовжки до 80 м.

При відборі проб води виключали елементи випадковості (тимчасову каламутність води, поверхневий шар із випадковою забрудненістю тощо). Проби відбирали з поверхневих (30–50 см від дзеркала води) та глибинних шарів. Для взяття глибинних проб користувалися батометром. Кожна проба сягала 1–3 л. Основна умова взяття проб — чистота тари та пробки. Перед наповненням посуду промивали 2–3 рази водою, що досліджується.

На відміну від води, прибережні ґрунти не мають можливості швидко очищуватись. Екотоксиканти можуть зберігатися в них досить довго, включатися до колообігу речовин та зумовлювати тривалий токсичний вплив. Вихлопні гази автомобілів і теплових енергогенеруючих компаній, вивезення на поля мулу після очищення стічних вод, зрошення стічними водами, внесення засобів захисту рослин та добрив — усе це може призвести до збільшення концентрації важких металів у ґрунті [19]. Саме тому ми провели визначення вмісту важких металів (Купруму, Нікелю та Цинку) у прибережному ґрунті за використання буферної амонійно-ацетатної витяжки (при значенні рН 4,8; методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії на приладі ААС 3). При цьому ми визначали важкі метали у рухомій формі, оскільки патологічну дію на організми зумовлюють саме вони [19].

Проби ґрунту для аналізу відбирали неіржавіючою лопатою. Маса об'єднаної проби становила близько 1 кг. Під час відбирання проби верхній шар 1–5 см ґрунту знімали, відбір здійснювали з глибини

5–20 см методом конверта. Одна гніздова проба складалася з 5 точкових проб, які відбирали на майданчику 2×2 м у чотирьох кутах уявного конверта та посередині нього. З відібраної проби видаляли візуально помітні рештки рослинності, елементи ґрунтової фауни, сторонні домішки. Потім ці 5 точкових проб змішували методом квартування на листку щільного паперу (типу «крафт») і висипали до паперового пакета. При відборі проб вторинне забруднення проб повинно бути виключене (чиста лопата з неіржавіючого металу).

Біологічні системи є дуже чутливими до токсичних речовин водного середовища. При появі шкідливих хімічних сполук у воді відбуваються зміни як зовнішніх параметрів розвитку гідробіонтів, так і морфологічних параметрів внутрішніх органів у гідробіонтів [14; 15; 20]. Для досліджень було виловлено 9 екземплярів дворічок сріблястого карася. Рибу неживлювали під легким ефірним наркозом та забирали внутрішні органи (печінку) для гістологічних досліджень. Шматочки печінки, нирок фіксували в 10% нейтральному формаліні. Потім промивали в проточній воді упродовж 24 год, зневоднювали в спиртах висхідної концентрації (70, 80, 96, абсолютний спирт). Далі матеріал проводили через спирт — хлороформ, хлороформ, хлороформ — парафін та заливали в парафін. З парафінових блоків виготовляли зрізи завтовшки 10 мкм, які фарбували гематоксилином і еозином за стандартними методиками [21]. Виготовлені препарати вивчали за допомогою мікроскопа Axiostar vision+ (Carl Zeiss) і виконували макрофотографування за допомогою вбудованої в нього камери. Всі дослідження на сріблястому карасі проводились відповідно до конвенції Ради Європи щодо захисту хребетних тварин, яких використовують у наукових цілях.

Для вивчення флюктуючої асиметрії певних характеристик, які можуть асиметрично змінюватись під впливом екологічних факторів нами було проведено інтегральну експрес-оцінку якості середовища існування карася сріблястого [8].

У цих гідробіонтів вивчали флюктуючу асиметрію чотирьох меристичних ознак, а саме: кількість променів у грудних, черевних плавниках; кількість зябрових тичинок та лусочок у бічній лінії.

Для аналізу асиметрії якісних ознак розраховували середнє число асиметричних проявів ознак (ЧАП) на особину:

$$\text{ЧАП} = \sum A_i / (n \times k),$$

де A_i — кількість асиметричних проявів ознаки; n — чисельність вибірки (кількість риби всього); k — кількість ознак, які беремо до уваги.

Сутність ростового тесту полягає в обліку змін показників проростання індикаторної культури, вирощеної на досліджуваних зразках ґрунту, води, водних витяжок із ґрунтів тощо. Цей метод дає змогу оцінити не тільки пригнічувальну дію різних забруднювачів на рослини, але і стимулювальний ефект.

Ростовий тест дає змогу визначити інтегральну фітотоксичність води та прибережного ґрунту за рахунок змін показників проростання індикаторної культури (у нашому випадку — гірчиці).

Існує значна кількість варіантів проведення ростового тесту. Нами було проведено пророщування тест-культур у чашках Петрі з подальшим вимірюванням розміру паростків через 72 год.

Показники TDS та pH визначали за допомогою приладу «Ezodo 7200».

Загальна мінералізація води — це показник, що характеризує кількість розчинених у ній солей та незначної кількості органічних речовин (опале листя, мул

тощо). Цю величину називають TDS (Total Dissolved Solids).

Вимірюють цей показник у мг/дм³ або у одиницях ppm.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Ростовий тест. У табл. показано результати дослідження морфометричних показників п'ятнадцяти найбільш типових паростків гірчиці.

Ростові процеси у рослинах, пророщених на досліджуваній воді з Протоки, пригнічені (довжина стеблової системи на 20,5%, а довжина кореневої системи на 23,7% менші від контролю). Середній фітотоксичний ефект сягав 22,1%.

Відсутність статистично достовірної різниці між середніми значеннями морфометричних показників паростків у досліді та контролі доводить відсутність у ґрунті фітотоксичних речовин.

Визначення флюктуючої асиметрії розвитку карася сріблястого (*Carassius gibelio*). Нами було встановлено, що коефіцієнт флюктуючої асиметрії згідно з бальною оцінкою становив 0,468.

Отже, вода у цьому водному об'єкті належить до категорії «брудна».

Вміст важких металів у прибережному ґрунті (Купрум, Нікелю та Цинку). Результати наших досліджень доводять, що перевищень ГДК у відібраних зразках ґрунту за жодним із важких металів не виявлено (рис.).

Визначення TDS та pH. За результатами наших досліджень встановлено, що середній показник TDS становив 289 ppm,

Результати вимірювання морфометричних показників паростків гірчиці

Зразок	Показники, см	
	довжина стеблової системи	довжина кореневої системи
Вода з Протоки	3,5±0,31	2,9±0,58
Вода кип'ячена відстояна	4,4±0,33	3,8±0,49
Прибережний ґрунт (Протока)	4,5±0,61	5,7±1,22
Ґрунт із дендропарку «Олександрія»	4,6±0,55	5,7±2,15

що не виходить за межі ГДК (Держсанпін 2.2.4-171-10).

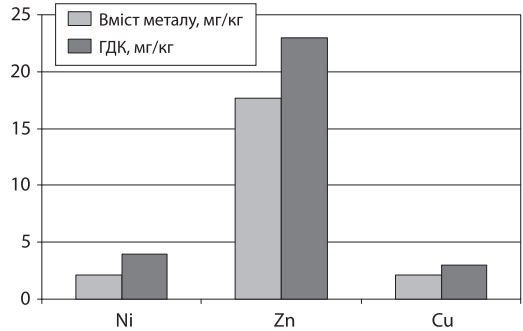
Показник рН не виходив за межі норми та сягав 6,7 (6,5–8,5 норма).

Органами-мішенями токсичного впливу хімічних речовин на організм риб передусім є печінка, нирки. Через різноманітні функції печінки в життєдіяльності організму риб оцінка її функціональної здатності потребує широкого набору методів. Однак у більшості токсикологічних досліджень обмежуються визначенням ранніх та найбільш чутливих ознак порушення функції печінки.

Зокрема, на отриманих гістологічних препаратах печінки срібного карася (*Carassius gibelio*), вилонених із р. Протока в ділянках с. Храпачі Білоцерківського р-ну, було виявлено, що капсула печінки не потовщена. Однак відмічається дисконплексація печінкових балок, поліморфізм часточок. Печінкові клітини неправильної багатокутної форми з округлими ексцентрично розташованими великими ядрами, що містять 2–4 компактних ядерця. Відзначаються окремі лімфогістіоцитарні гранульоми в області порталних трактів, із локалізацією великої кількості лімфоцитів по периферії гранульоми, в центрі — лімфоцити, плазматичні клітини, гістіоцити. Виявлені зміни в печінці сріблястого карася вказують на забруднення водного середовища.

На гістологічних препаратах нирок сріблястого карася (*Carassius gibelio*), що мешкає в р. Протока с. Храпачі, спостерігаються фрагменти нирки з каналцями різних розмірів, сильно розширеними проsvітами. Епітелій збережений. В окремих каналцях відзначаються дистрофічні зміни епітелію каналців. У стромі гістіоцитарна реакція, що відрізняється від норми і може свідчити про несприятливі умови для риб.

З огляду на зростання кількості забруднювачів у водних екосистемах, ці показники гідробіонтів можуть бути використані для проведення постійного екологічного моніторингу природних вод, а також для оцінки потенційного токсико-



Вміст важких металів у прибережному ґрунті

логічного ризику присутніх у воді хімічних речовин.

ВИСНОВКИ

1. Відповідно до коефіцієнта флуктуючої асиметрії тіла карася сріблястого (0,468), воду у р. Протока слід віднести до категорії «брудна».

2. Ростові процеси у тест-рослинах, що проросли на воді з Протоки пригнічені, тобто ця вода володіє токсичними властивостями (середній фітотоксичний ефект сягав 22,1%).

3. Прибережний ґрунт не містить перевищень ГДК важких металів (за Нікелем, Купрумом та Цинком).

4. Виявлені зміни у гістоструктурі печінки та нирок сріблястого карася свідчать про несприятливі умови водного середовища для риб.

5. Аналіз показав, що забруднюючі речовини надходять зі стічними водами, відходами сільського господарства та з атмосферними опадами, в яких концентруються екотоксиканти.

6. Оскільки населення регіону використовує водні ресурси переважно з поверхневих джерел, то забруднені води р. Протока можуть нести потенційну загрозу здоров'ю людини.

Результати проведених досліджень дають можливість стверджувати, що біоіндикацію на організмовому та клітинному рівнях доцільно застосовувати для комплексної оцінки якості водного середовища, критеріями якої слугують стандартні

показники розвитку й росту тварин і рослинних тест-організмів, також структурні параметри їх клітин.

Екотоксикологічна оцінка води з р. Протока на тест-організмах різних систематичних груп і їх клітинах дає можливість врахувати шкідливий вплив токсичних речовин на тест-об'єкти з подальшою екстраполяцією отриманих результатів на організм людини.

ПРОПОЗИЦІЇ

1. З метою покращання якості води в р. Протока необхідно проводити весняну та осінню промивку всіх водосховищ її басейну. Це дасть змогу забезпечити водою нормативної якості.

2. Проводити нагляд за дотриманням режимів роботи водних об'єктів для підтримання санітарних вимог. На основі результатів вимірювань проводити аналіз екологічного стану водних ресурсів та його змін, узагальнювати інформацію, вести

базу даних для моніторингу, моделювання та прогнозування можливих ризиків.

3. Регіональному офісу водних ресурсів р. Рось продовжити роботу з упорядкування водоохоронних зон та прибережних захисних смуг Протоки, розчищення та впорядкування водних джерел, очищення від сміття прибережної зони.

4. Доцільно у правовому полі забезпечити дотримання вимог у питаннях забудови на берегах та безпосередньо на водних об'єктах.

5. Необхідно переглянути рівні ГДС екотоксикантів у водойми з урахуванням сучасного гідрологічного стану річок.

6. На законодавчому рівні обмежити (а в перспективі заборонити) надходження на ринок України миючих засобів на основі фосфатів, оскільки вони практично не затримуються на очисних спорудах і акумулюються у водному середовищі, що масштабно збільшує ймовірність евтрофікації водойм.

ЛІТЕРАТУРА

- Martines-Alvarez R.M., Morales A.E. and Sanz, A. Antioxidant defenses in fish: biotic and abiotic factors. *Reviews in Fish Biology*. 2005. Vol. 15 (1). P. 75–88.
- Bondarev D.L., Kunah O.M., Fedushko M.P. and Gubanov N.L. The impact of temporal patterns of temperature and precipitation on silver Prussian carp (*Carassius gibelio*) spawning events. *Biosystems Diversity*, 2019. Vol. 27(2). P. 106–117.
- Lushchak V.I., Lushchak L.P., Mota A.A. and Lima M.H. Oxidative stress and antioxidant defenses in goldfish *Carassius auratus* during anoxia and reoxygenation. *The American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2001. Vol. 280. P. 100–107.
- Regoli F., Gorbi S. and Frenzilli G. Oxidative stress in ecotoxicology: from the analysis of individual antioxidants to a more integrated approach. *Marine Environmental Research*. 2002. Vol. 54(3–5). P. 419–423.
- Гребінь В.В., Мокін В. Б., Сташук В. А. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу. Київ: Інтерпрес ЛТД, 2013. 55 с.
- Басейнове управління водних ресурсів р. Рось. URL: <http://rosbuvr.com.ua/>
- Швебс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України: навч.-довідк. посіб. Одеса: «Астропринт», 2003. 390 с.
- Андрусак Н.С. Методика комплексной оценки экологического состояния водных рекреационных ресурсов. *Ученые записки Таврического националь-*
- ного университета имени В.И. Вернадского*. Сер.: География. 2011. Т. 24 (63). № 2. С. 3–7.
- Присяжнюк Н.М., Гриневич Н.Є., Куновський Ю.В., Михальський О.Р. Методи біоіндикації водойм: Пат. на корисну модель № 119573, МРК G01N33/12 C12Q1/12 (2006.01); Заявл. 27.04.17. Опубл. 25.09.2017. Бюл. № 18.
- Scardi M. Monitoring methods based on fish. *Biological monitoring of rivers*. Chichester: John Wiley & Sons. 2006. P. 135–153.
- Демченко В.А., Антоновский А.Г., Демченко Н.А. Біоіндикація якості води і стану гідроєкосистем з використанням характеристик особин, популяцій і угруповань риб. *Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології*. Канів, 2008. С. 52–56.
- Карпова Е., Зуб Л. Оцінка екологічного стану водойм методами біоіндикації. Перші кроки до оцінки якості води. Бережани, 2010. 32 с.
- Руднева И.И. Применение биомаркеров рыб для экотоксикологической диагностики водной среды. *Рибне господарство України*. 2006. № 1 (42). С. 20–24.
- Przyaszniuk N. et al. Monitoring of morphological parameters of Cyprinidae liver. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9(3). P. 162–167.
- Присяжнюк Н.М. та ін. Аборигенні види риб як тест-об'єкти для дослідження сучасного стану гідроєкосистем. *Агроєкологічний журнал*. 2019. № 1. С. 97–102.
- Гриб Й.В., Клименко М.О., Сондак В.В. Відновна гідроєкологія порушених річкових та озерних систем. Рівне: «Волинські обереги», 1999. Т. 1. 347 с.

17. Романенко В.Д. Основи гідроекології. Київ: Генеза, 2004. 663 с.
18. Хільчевський В.К., Курило С.М., Дубняк С.С. Гідроекологічний стан басейну річки Рось. Київ: Ніка-Центр, 2009. 116 с.
19. ДСТУ 4770.1–9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009–01–01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. 2005. 24 с.
20. Клименко О.М., Присяжнюк Н.М., Слюсаренко А.О. Атлас мікроскопічної будови печінки риб. Біла церква, 2009. 46 с.
21. Меркулов Г.А. Курс патологистологической техники. Ленинград: МЕДГИЗ, 1961. 340 с.

REFERENCES

1. Martinez-Alvarez, R.M., Morales, A.E. & Sanz, A. (2005). Antioxidant defenses in fish: biotic and abiotic factors. *Reviews in Fish Biology*, 15 (1), 75–88 [in English].
2. Bondarev, D.L., Kunah, O.M., Fedushko, M.P. & Gubanova, N.L. (2019). The impact of temporal patterns of temperature and precipitation on silver Prussian carp (*Carassius gibelio*) spawning events. *Biosystems Diversity*, 27 (2), 106–117 [in English].
3. Lushchak, V.I., Lushchak, L.P., Mota, A.A. & Lima, M.H. (2001). Oxidative stress and antioxidant defenses in goldfish *Carassius auratus* during anoxia and reoxygenation. *The American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 280, 100–107 [in English].
4. Regoli, F., Gorbi, S. & Frenzilli, G. (2002). Oxidative stress in ecotoxicology: from the analysis of individual antioxidants to a more integrated approach. *Marine Environmental Research*, 54 (3–5), 419–423 [in English].
5. Grebin, V.V., Mokin, V.B. & Stashuk, V.A. (2013). *Metodyky hidrographichnogo ta vodogospodarskogo rayonuvannya terytoryyib Ukrayiny vidpovidno do vymog Vodnoyi Ramkovoyi Dyrektyvy Yevropeiskogo Soyusu [Methods of hydrographic and water management zoning of the territory of Ukraine in accordance with the requirements of the Water Framework Directive of the European Union]*. Kyiv [in Ukrainian].
6. Baseynove upravlinnya vodnykh resursiv r. Ros' [Basin management of water resources of the river Ros]. URL: <http://rosbuvr.com.ua/> [in Ukrainian].
7. Shvebs, G.I. & Igoshyn, M.I. (2003). *Katalog richok i vodoym Ukrayiny [Catalog of rivers and reservoirs of Ukraine]*. Odesa [in Ukrainian].
8. Andrusiak, N.S. (2011). Metodika kompleksnoi otsenki ekologicheskogo sostoyaniya vodnykh rekreatsionnykh resursov [Methods of comprehensive assessment of the ecological condition of water recreational resources]. *Uchionyye zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Seriya: Geohrafiya – Scientific notes of the Tauride National University named after V.I. Vernadsky. Series: Geography*, 24 (63), 2, 3–7 [in Russian].
9. Prysiazhniuk, N.M., Grynevych, N.E., Kunovskii, Y.V. & Michalsky, O.R. (2017). Metody bioindykatsiyi vodoyom: Patent № 119573 [Method of bioindication of reservoirs: Patent on usefullmodel № 119573]; *Zaiavl. 27.04.17. Opubl. 25.09.2017. Biul. № 18* [in Ukrainian].
10. Scardi, M. (2006). Monitoring methods based on fish. Biological monitoring of rivers. *Chichester: John Wiley & Sons*, 135–153 [in English].
11. Demchenko, V.A., Antonovskii, A.G. & Demchenko, N.A. (2008). Bioindykatsiya yakosti vody i stanu gidroecosystem z vykorystanniam kharakterystyk osobyn, populiatsii i ugrupovany ryb [Bioindication of water quality and the state of hydroecosystems using the characteristics of individuals, populations and fish communities]. *Suchasni problemy teoretychnoyi ta praktychnoyi ikhtologii – Modern problems of theoretical and practical ichthyology*, 52–56 [in Ukrainian].
12. Karpova, E. & Zub, L. (2010). *Otsinka ekologichnogo stanu vodoym metodamy bioindykatsii. Pershi kroky do yakosti vody [Assessment of the ecological condition of reservoirs by bioindication methods. The first steps to assessing water quality]*. Berezhany [in Ukrainian].
13. Rudneva, I.I. (2006). Primeneniye biomarkerov ryb dlia ekotoksikologicheskoi diagnostiki vodnoi sredy [Application of fish biomarkers for ecotoxicological diagnostics of the aquatic environment]. *Rybne hospodarstvo Ukrayiny – Fisheries of Ukraine*, 1 (42), 20–24 [in Russian].
14. Prysiazhniuk, N. et al. (2019). Monitoring of morphological parameters of Cyprinidae liver. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (3), 162–167 [in English].
15. Prysiazhniuk, N.M. et al. (2019). Aboryhenni vydy ryb yak test-obiekti dlia doslidzhennia suchasnoho stanu hidroekosystem [Native fish species as a test object to research the contemporary status of hydroecosystems]. *Ahroekologichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 1, 97–102 [in Ukrainian].
16. Gryb, Y.V., Klymenko, M.O. & Sondak, V.V. (1999). *Vidnovna gidroekologiya porushenykh richkovykh ta ozemykh system [Restorative hydroecology of disturbed river and lake systems]*. Rivne [in Ukrainian].
17. Romanenko, V.D. (2004). *Osnovy gidroekologii [Basics of hydroecology]*. Kyiv [in Ukrainian].
18. Khilchevskii, V.K., Kurylo, S.M. & Dubniak, S.S. (2009). *Hidroekologichnyi stan baseynu richky Ros [Hydroecological condition of the Ros river basin]*. Kyiv [in Ukrainian].
19. Yakist ґрунту. Vyznachennia vmistu ruhomykh spolk margantsiu [Soil quality. Determination of the content of mobile manganese compounds]. *DSTU 4770.1–9:2007 from 1th January 2009*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
20. Klymenko, O.M., Prysiazhniuk, N.M. & Slyusarenko, A.O. (2009). *Atlas mikroskopichnoyi budovy pechinky ryb [Atlas of the microscopic structure of fish liver]*. Bila Tserkva [in Ukrainian].
21. Merkulov, G.A. (1961). *Kurs patologogistologicheskoi tekhniki [Course of pathological and histological technique]*. Leningrad: MEDGIZ [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 08.02.2021