

СУЧАСНА БІОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СУДАКА (*SANDER LUCIOPERCA LINNAEUS, 1758*) КАМ'ЯНСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Шарамок Т.С., Дорошенко А.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
пр. Науки, 72, 49045, м. Дніпро
sharamok@i.ua, antonio.doroshenko@gmail.com

Забруднення водного середовища Кам'янського водосховища це комплексна проблема, пов'язана з промисловими стоками, особливо від великих підприємств та комунальними забрудненнями, що призводить до перевищення рибогосподарських норм гідрохімічних показників та специфічних речовин токсичної дії. Зокрема фіксується перевищення нормованих значень за вмістом амонію, нітритами, нафтопродуктами, важкими металами. Аналіз морфофункціональних параметрів судака звичайного (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) Кам'янського водосховища, зокрема гістоструктури зябер та печінки, розглядається як потенційний індикатор для верифікації екологічного статусу акваторії та інтенсивності техногенного впливу на гідроекосистему. Результати морфологічних досліджень судака звичайного з нижньої ділянки Кам'янського водосховища свідчать, що досліджувані особини мали середню масу 305 г при коефіцієнті вгодованості за Фультоном 1,31. Незважаючи на те, що вміст важких металів у м'язовій тканині судака не перевищував гранично допустимі концентрації для харчової продукції, аналіз внутрішніх органів виявив патоморфологічні зміни. Зокрема, у зябрах риб зафіксовано низку гістопатологій: викривлення, гіперплазію та зрощення ламел, а також десквамацію (відшарування) епітеліальних клітин. Домінуючими деструктивними процесами в печінці виявилися жирова дистрофія та ліпідна вакуолізація, що реєструвалися у 34% та 25% зразків відповідно. Спостерігались також некротичні ділянки в печінці риб, зсув ядра та без'ядерні гепатоцити. Встановлений високий гепатосоматичний індекс у поєднанні з ідентифікованими тканинними аномаліями вказує на інтенсифікацію детоксикаційних процесів в організмі судака як адаптивну відповідь на тривале токсичне навантаження акваторії. Виявлені нами структурні аномалії узгоджуються з морфологічними змінами органів судака у водоймах із високим вмістом важких металів. *Ключові слова:* Кам'янське водосховище, судак звичайний, печінка, зябра, гістопатології, важкі метали.

Modern biological and ecological characteristics of zander (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) of the Kamianske Reservoir. Sharamok T., Doroshenko A.

The Pollution of the aquatic environment of the Kamianske Reservoir is a complex problem associated with industrial effluents, especially from the large enterprises and municipal pollution, which leads to exceeding the fishery norms of hydrochemical indicators and specific substances of toxic action. In particular, exceeding the normalized values for the content of ammonium, nitrites, petroleum products, and heavy metals is recorded. Analysis of the morphofunctional parameters of the zander (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) from the Kamianske Reservoir, in particular the histostructure of the gills and liver, is considered as a potential indicator for verifying the ecological status of the water area and the intensity of technogenic impact on the hydroecosystem. The results of morphophysiological analysis of the zander from the lower section of the Kamianske Reservoir indicate that the studied individuals had an average weight of 305 g with a Fulton fattening coefficient of 1.31. Despite the fact that the content of heavy metals in the muscle tissue of the zander did not exceed the maximum permissible concentrations for food products, analysis of internal organs revealed the pathomorphological changes. In particular, a number of histopathologies were recorded in the gills of the fish: curvature, hyperplasia and fusion of lamellae, as well as desquamation (detachment) of epithelial cells. The most destructive processes in the liver were fatty dystrophy and lipid vacuolization, which were recorded in 34% and 25% of samples, respectively. Necrotic areas in the liver of the fish, nuclear displacement and anucleated hepatocytes were also observed. The detected high hepatosomatic index in combination with the identified tissue anomalies indicates the intensification of detoxification processes in the zander organism as an adaptive response to the prolonged toxic load of the water area. The structural anomalies we detected are consistent with morphological changes in the organs of the zander in water bodies with a high content of heavy metals. *Key words:* Kam'yanske reservoir, zander, liver, gills, histopathology, heavy metals.

Постановка проблеми. Основними рибогосподарськими водним об'єктами України є дніпровські водосховища, які мають комплексне призначення, є невід'ємною складовою регіональної господарської інфраструктури та знаходяться під впливом зовнішніх чинників, які переважно чинять негативний вплив на формування структурно-функціональних характеристик їхтіокомплексів [1]. Екологічний стан Кам'янського водосховища визначається низ-

кою факторів, серед яких ключову роль відіграє антропогенне навантаження: промислові та комунальні стоки, з якими надходять забруднюючі речовини [2], воєнні дії спричиняють деградацію стану поверхневих вод через потрапляння залишків військової техніки, озброєння, а також вибухових речовин та продуктів їхньої детонації [3]. Суттєвий вплив має сезонне регулювання стоку, що спричинює зміни гідрологічного режиму, а також вилучення



гідробіоресурсів. Окрему групу складають абіотичні фактори: висока інтенсивність водообміну, велика площа мілководь, схильна до заростання макрофітами. Ці чинники можуть значною мірою впливати на умови нересту, ефективність природного відтворення іхтіофауни, специфічних та ззагальних змін в організмі гідробіонтів [1, 4].

Актуальність дослідження. Одним із центрів антропогенного забруднення України є Придніпровський регіон, де промисловість значно впливає на стан навколишнього середовища. Кам'янське водосховище, що розташоване на території промислових зон, перебуває під великим техногенним навантаженням. У сучасних умовах особливої актуальності набуває виявлення біоіндикаторів забруднюючих речовин. Гістопатологічні біомаркери – ефективні показники впливу ксенобіотиків на організм. Завдяки оптимальній швидкості реакції, вони є зручним інструментом для оцінки шкоди від різних забруднювачів навколишнього середовища [5].

Загальна оцінка водного середовища може бути здійснена за допомогою гістологічного дослідження органів-мішеней риб. Часто використовують особливо чутливі органи, такі як печінка та зябра [6, 7].

Хижі риби, зокрема судак, здатні накопичувати в собі цілий комплекс речовин природного та антропогенного походження, що робить їх об'єктивним біоіндикатором для моніторингу екосистем, зокрема при оцінці показників, що відображають фізіологічний статус організмів та якість водного середовища [8, 9].

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Робота виконана в межах держбюджетної НДР №5-699-26 «Розроблення інтегрованої стратегії відновлення річкових екосистем, що зазнали мілітарних впливів».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У фахових джерелах оприлюднені результати стосовно основних особливостей існування популяцій судака у гідроекосистемах України, розглянуто специфіку його харчування. Виділені ключові проблеми, що перешкоджають стабільному відтворенню популяцій судака у природних умовах та визначені переваги його використання у якості біомеліоратора. Проаналізовано поточний іхтіопатологічний статус виду [10]. Досліджено сучасний стан та специфіку структурно-функціонального формування промислового іхтіоценозу Кам'янського водосховища та встановлено, що серед основних промислових видів останніх років стабільно представлений судак [1]. Проведено комплексний аналіз біологічних показників і стану популяцій судака звичайного, досліджені морфологічні та гістологічні особливості зябер, печінки та крові окуневих риб різних ділянок Запорізького (Дніпровського) водосховища [11,

12]. Представлені результати, щодо впливу воєнних дій, які спричинили витік ксенобіотиків в акваторію Бузького лиману. Здійснено гістологічну оцінку зябер судака в умовах гіпоксії техногенного походження [13].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Ефективне використання водних біоресурсів неможливе без періодичного екологічного моніторингу. При цьому оцінка морфологічних параметрів риб дозволяє оперативно діагностувати стан відповідних екосистем, об'єктивно діагностувати стан організму та виявити деструктивний вплив комплексного антропогенного навантаження на екосистему [14]. Здійснюючи систематичну діагностику органів риб у водоймах, що зазнали антропогенного впливу, можна своєчасно виявити порушення екологічної рівноваги та вжити заходів, щодо профілактики захворювань та збереження іхтіофауни. Печінка виконує в організмі риб досить складну та багатосторонню функцію, головним чином в обміні речовин, а зміни у гістологічній структурі печінки риб у відповідь на дію стресових чинників різного походження можуть проявлятися у вигляді гістопатологій [15, 16]. Зябра риб постійно контактують з водою, тому вони є надзвичайно чутливим органом-мішенню. Зябровий апарат є частиною єдиної системи, яка не лише забезпечує процеси дихання, а й бере участь в іонному обміні та формує процеси адаптації до стресових чинників на тканинному рівні [14, 17]. Незважаючи на те, що проведена значна кількість досліджень щодо гістопатологічних змін органів риб, що знаходяться під впливом широкого діапазону токсикантів органічної і неорганічної природи, таких досліджень поки недостатньо для оцінки стану умов існування риб.

Метою даної роботи було дослідити морфо-функціональні показники судака звичайного Кам'янського водосховища.

Новизна. Сучасний екологічний стан Кам'янського водосховища характеризується як напружений, що зумовлено поєднанням природних факторів та інтенсивного антропогенного навантаження. На теперішній час фіксується перевищення нормованих значень за вмістом амонію, нітритів, нафтопродуктів [2] та важких металів, які є пріоритетними токсикантами водойм Придніпров'я [18-20]. Нами вперше проведено комплексне дослідження морфо-функціональних показників судака звичайного Кам'янського водосховища, зокрема гістологічних особливостей зябер та печінки, котрі можна використовувати для оцінки екологічного стану води та рівня антропогенного навантаження на гідроекосистему.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводилися на нижній (промисловій) ділянці Кам'янського водосховища поблизу м. Кам'янське (рис. 1).

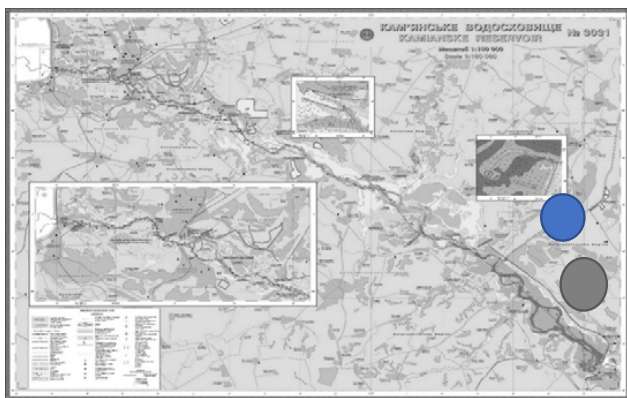


Рис. 1. Схема Кам'янського водосховища [21]

Об'єктом дослідження були особини судака звичайного (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) обох статей. Матеріал для дослідження збирали під час проведення науково-дослідних ловів в серпні-вересні 2025 р. за допомогою зябрових сіток. Біологічний аналіз риб проводили класичними методами [22]. Визначення індексів органів здійснювали прирівнюючи масу органів до маси тіла риби, коефіцієнт вгдованості за Фультоном (Кв).

Гістологічний аналіз зябер та печінки здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик. Для отримання гістологічних препаратів готували парафінові блоки, зрізи робили за допомогою мікротома та забарвлювали гематоксилін-еозинном. Препарати досліджували за допомогою бінокулярного мікроскопа Ulav XY-B2TLED при збільшенні 400x та 100x. Мікрофотографії робили, застосовуючи цифрову фотокамеру «Sigeta – FMA050», під'єднану до мікроскопа.

Концентрацію важких металів в м'язах риб визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі «С115-М1» в мг/кг. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою програми «Microsoft Excel 2010»

Результати досліджень. В період проведення дослідження частка судака в уловах на промисловій ділянці Кам'янського водосховища складала 5%. Вікова структура популяції судака охоплювала сім вікових груп. Основу якої (до 80%) складали особини віком 3–4 роки. Натомість старші вікові групи (7–8 років і більше) траплялися в уловах епізодично, а їхній сумарний обсяг не перевищував 3%.

Відомо, що темпи лінійного та вагового росту особин одного виду детермінуються комплексом факторів: трофічним потенціалом водойми (якістю та доступністю корму), об'ємом водного простору, а також сукупністю гідробіологічних і фізико-хімічних параметрів середовища. Порівняльний аналіз розмірно-вагових показників одновікових особин судака звичайного водойм Придніпров'я показав, що маса риб Кам'янського водосховища була меншою порівняно з рибами нижньої ділянки Запорізького (Дніпровського) водосховища на 12% та вищою порівняно з рибами р. Самара на 59% ($p < 0,05$). Достовірних відмінностей між іншими морфометричними ознаками та значенням Кв не виявлено (табл. 1).

Індекси внутрішніх органів риб є важливими показниками, які широко застосовуються у сучасній гідроекології та дозволяють оцінити фізіологічний стан, рівень живлення, репродуктивну активність, а також реакцію організму на зовнішні стресори, зокрема забруднення довкілля [23]. Встановлено, що гепатосоматичний індекс у судака Кам'янського водосховища перевищував даний показник у риб Запорізького (Дніпровського) водосховища на 31% [24]. Збільшення розмірів печінки можна розглядати як адаптацію, що зумовлена інтенсифікацією детоксикаційних процесів в організмі риб унаслідок тривалого техногенного навантаження на акваторію. Показники індекса серця судака Кам'янського водосховища достовірно не відрізнялись у одновікових риб інших водойм Дніпропетровської області.

Токсикологічний аналіз м'язів судака не виявив перевищення вмісту важких металів для риби як продукту харчування (табл. 2).

Порівняно з іншими водоймами регіону, судак Кам'янського водосховища накопичував найбільше заліза (в 1,3 – 1,9 разів), цинку – в 1,4 – 3 рази та марганцю – в 1,4 – 4 рази.

На гістологічних препаратах зябер судака видні зяброві пелюстки (первинні ламели), що відходять від центральної осі. Від первинних ламел перпендикулярно відходять численні вторинні ламели, які є основним місцем газообміну. Усередині вторинних ламел розташована мережа капілярів, що забезпечує велику площу поверхні для газообміну. Вторинні ламели покриває зябровий епітелій.

В зябрах судака Кам'янського водосховища спостерігається ряд гістопатолой: викривлення ламел,

Таблиця 1

Морфо-фізіологічні показники судака звичайного Кам'янського водосховища, $M \pm m$, $n=15$

Ділянки	Показники	L, см	l, см	M, г	Кв	Індекс печінки	Індекс серця
Нижня ділянка Кам'янського водосховища		32,9±4,4	28,5±3,8	305,0±77,6	1,31±0,4	1,21±0,31	0,12±0,02

Таблиця 2

Вміст важких металів в м'язах судака звичайного Кам'янського водосховища, мг/кг, $M \pm m$, $n=5$

Показники Ділянки	Fe	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd
Нижня ділянка Кам'янського водосховища	13,63± 3,1	13,01± 2,2	0,19± 0,02	0,5±0,03	0,78± 0,06	0,04± 0,001

розростання (гіперплазія) покривного епітелію ламел, зрощення ламел, що є наслідком гіперплазії, яке призводить до значного зменшення площі поверхні для дихання. У деяких ділянках епітеліальні клітини відшаровуються від базальної мембрани (рис. 2). Це може бути ознакою набряку ламел.

Аналіз гістологічної структури печінки судака Кам'янського водосховища дозволить об'єктивно оцінити їхній фізіологічний статус у контексті екологічного навантаження. Дослідження виявили деструктивні зміни в паренхімі органа: дегенерацію гепатоцитів (ліпідну вакуолізацію та жирову дистрофію), зміщення та втрату ядер, а також осередки некрозу (рис. 3).

Серед виявлених гістопатологій печінки риб Кам'янського водосховища найчастіше зустрічались ліпідна вакуолізація (25% проб) та жирова дистрофія (34%). Розвиток жирової дистрофії та ліпідної вакуолізації гепатоцитів у риб є критичним індикатором трофічного дисбалансу або хронічної інтоксикації середовища. Інтенсивна акумуляція ліпідів ініціює низку патологічних змін: пригнічення антиоксидантних систем, зростання сприйнятливості до бактеріальних хвороб та дезорганізацію білково-ліпідного метаболізму. У важких випадках жирова дистрофія переходить у некроз тканин печінки, що може спричинити загибель риб. Патологічні зміни в печінці риб за умов дії

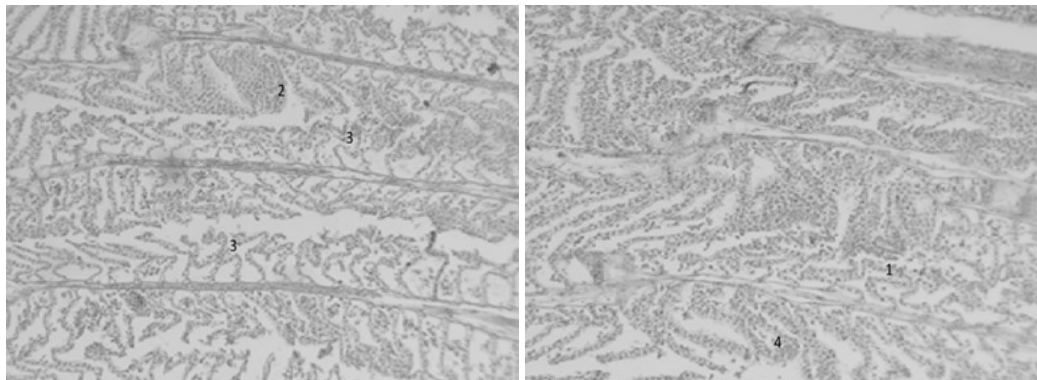


Рис. 2. Гістоструктура зябер судака Кам'янського водосховища: 1- викривлення ламел; 2 – гіперплазія епітелію; 3 – відшарування епітелію ламел; 4 – зрощення ламел

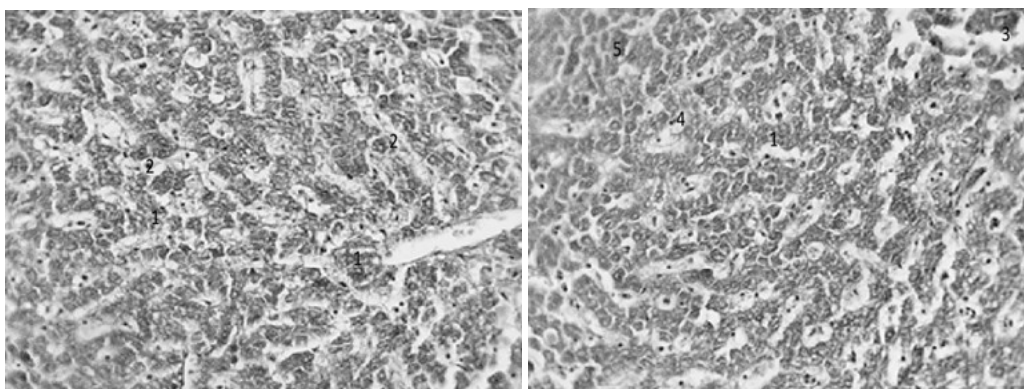


Рис. 3. Гістоструктура печінки судака Кам'янського водосховища: 1 – ліпідна вакуолізація гепатоцитів; 2 – жирова дистрофія; 3 – некроз; 4 – зсув ядра; 5 – без'ядерні гепатоцити

токсичного забруднення можуть розвиватися впродовж тривалого часу.

Зафіксовані гістопатологічні зміни печінки та зябрового апарату судака вказують на пролонговану токсичну дію мультикомпонентного забруднення середовища [25]. Ідентифіковані нами порушення корелюють із патоморфологічними показниками окуневих риб із акваторій із високим рівнем вмісту важких металів, що підтверджує системний характер техногенного впливу на організм гідробіонтів [12].

Висновки. 1. Встановлено, що концентрація важких металів у м'язах судака звичайного Кам'янського водосховища не перевищувала встановлених гранично допустимих концентрацій для рибної сировини, що підтверджує безпечність досліджених особин як харчового продукту.

2. Морфо-фізіологічний аналіз судака звичайного Кам'янського водосховища показав, що середня маса досліджуваних особин складала 305 г, коефіцієнт вгодованості за Фультоном 1,31. Виявлений високий гепатосоматичний індекс може вказувати на інтенси-

фікацію детоксикаційних процесів в організмі риб унаслідок тривалого токсичного навантаження.

3. Превалюючими гістопатологічними змінами печінки риб Кам'янського водосховища були ліпідна вакуолізація та жирова дистрофія, що складало 25% та 34% досліджуваних зразків відповідно що є маркерами метаболічних порушень та проявом хронічного токсикозу.

4. В зябрах судака спостерігається ряд гістопатолой: викривлення ламел, розростання (гіперплазія) покривного епітелію ламел, зрощення ламел та відшарування епітеліальних клітин, що негативно впливає на газообмін і загальний гомеостаз організму.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати дослідження доцільно використовувати як допоміжний критерій під час екологічного моніторингу водойм. Аналіз тканин судака дає змогу об'єктивно оцінити рівень техногенного навантаження та загальний стан гідроекосистеми в умовах тривалого впливу зовнішніх чинників.

Література

1. Peculiarities of the current structural and functional organization of the commercial ichthyocenosis of Kamianske Reservoir / I. Buzevych et al. *Ribogospodars'ka nauka Ukraini*. 2025. № 2(72). P. 51–74. URL: <https://doi.org/10.61976/fsu2025.02.051>
2. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2023 р. Дніпро, 2024. 316 с. <https://adm.dp.gov.ua/pro-oblast/ekologiya-pro-oblast/ekologiya>.
3. The impact of military actions on water quality in rivers of Ukraine / A. D. Kuzyk et al. *Bulletin of Lviv State University of Life Safety*. 2024. № 30. С. 26–34. URL: <https://doi.org/10.32447/20784643.30.2024.03>.
4. 1. Nazarov A., Borisenko A. Current state of commercial ichthyofauna of the Dniprodzerzhinsk reservoir. *Ribogospodars'ka nauka Ukraini*. 2013. № 4(26). P. 38–49. URL: <https://doi.org/10.15407/fsu2013.04.038>.
5. Lujic J., Marinovic Z., Miljanovic B. Histological analysis of fish gills as an indicator of water pollution in the Tamiš River. *Acta Agriculturae Serbica*. 2013. Vol. XVIII, № 36. P. 133–141.
6. Kurchenko V., Sharamok T., Marenkov O. The histological structure of gills and kidneys of the prussian carp from Zaporizhian (Dnipro) reservoir. *Scientific Issue Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University*. 2021. Vol. 81(1–2). P. 53–58. (Series : Biology). DOI:10.25128/2078-2357.21.1-2.7
7. Машкова К. А., Шарамок Т. С. Особливості гістологічної структури печінки карася сріблястого річки Самара (Дніпропетровська область). *Український журнал природничих наук*. 2023. № 4. С. 31–39. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.4.2023.4>
8. Федоненко О. В., Ананьева Т. В. Еколого-біохімічні показники тканин та органів основних видів хижих риб Запорізького водосховища. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2011. Т. 1 (22). С. 184–191.
9. Причепка М. В. Вплив антропогенного забруднення водойм на морфо-фізіологічні та біохімічні показники окуня (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) в різні сезони року. *Ribogospodars'ka nauka Ukraini*. 2019. № 2(48). С. 52–66. DOI: 10.15407/fsu2019.02.052
10. Поліщук О.М., Симон М.Ю. Біологічні особливості судака (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) як представника аборигенної іхтіофауни України (Огляд). *Ribogospodars'ka nauka Ukraini*. 2023. № 2(64). С. 141–164. DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2023.02.141>
11. Маренков О. М., Нестеренко О. С., Боровик І. І. Оцінка промислових запасів і прогноз вилову риб родини ялецеві (Leuciscidae) Дніпровського водосховища на 2026 рік. *Ribogospodars'ka nauka Ukraini*. 2025. № 3(73). С. 57–88. DOI: <https://doi.org/10.61976/fsu2025.03.057>
12. Корженевська П.О., Шарамок Т.С., Дорошенко А.В. Зміни у гістологічній структурі тканин та органів судака звичайного (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) та окуня звичайного (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) Запорізького водосховища під впливом антропогенного навантаження. *Ribogospodars'ka nauka Ukraini*. 2024. № 4(70). С. 165–185. DOI: <https://doi.org/10.61976/fsu2024.04.165>
13. Козій О. М. Гістологічні зміни зябер судака (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1782) в умовах гіпоксії як наслідку техногенного навантаження, зумовленого повномасштабною війною. *Ribogospodars'ka nauka Ukraini*. 2025. № 1(71). С. 121–136. DOI: <https://doi.org/10.61976/fsu2025.01.121>
14. Жиденко А. О., Бібчук К. В., Паперник В. В. Чутливість та стійкість корошових риб до дії гербіцидів (огляд). *Гідробіологічний журнал*. 2019. № 5 (55). С. 98–112. http://nbuv.gov.ua/UJRN/gbj_2019_55_5_10
15. Шарамок Т.С., Курченко В.О., Колесник Н.Л. Гістоморфометрична структура гепатопанкреасу деяких корошових риб (*Cyprinidae rafinesque*, 1810) Запорізького водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2017. № 4. С. 75–84. DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2017.04.075>

16. Changes in the metabolic processes, cytomorphology, and histology of the fish *Carassius gibelio* exposed to 2,4,6-trinitrotoluene / N. O. Khromykh et al. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2025. Vol. 16, № 3. P. e25106. URL: <https://doi.org/10.15421/0225106>
17. Hued A. C., Oberhofer S., de los Angeles Bistoni M. Exposure to a Commercial Glyphosate Formulation (Roundup®) Alters Normal Gill and Liver Histology and Affects Male Sexual Activity of *Jenynsia multidentata* (Anablepidae, Cyprinodontiformes). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2011. Vol. 62, № 1. P. 107–117. URL: <https://doi.org/10.1007/s00244-011-9686-7>
18. Hydroecological assessment of the Zaporizhzhia reservoir / T. Sharamok et al. *Problems of bioindications and ecology*. 2019. Vol. 24, № 2. P. 137–149. URL: <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2019-24/2-12>.
19. The hydroecological characteristics of current state of the Zaporizhzhia (Dniro) reservoir and its tributaries / N. Yesipova et al. *Ribogospodars'ka nauka Ukraini*. 2023. № 4(66). P. 35–48. URL: <https://doi.org/10.61976/fsu2023.04.035>
20. Шарамок Т.С., Чорна О.Ю. Вміст важких металів в екосистемі Кам'янського водосховища. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку*: Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, Херсон, 21–22 жовтня 2021 р., 2021. С. 393–394.
21. Кам'янське водосховище від Кременчуцької ГЕС до Середньодніпровської ГЕС та гирлової частини річки Ворскла: веб-сайт. URL: <https://hydro.gov.ua/?p=3235>
22. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / за ред. Романенко В. Д., Київ : ЛОГОС, 2006. 408 с.
23. Widianty L, Soedibya P. H. T., Marnani S. The Morphological-Anatomical Index Profile Of *Tilapia (Oreochromis niloticus)* Cultivated In The Mina Padi Pond System. *Journal of Artha Biological Engineering*. 2023. Vol. 1. № 1 (17–28). DOI:10.62521/4w8bex38
24. Дорошенко А. В., Шарамок Т. С., Корженевська П. О. Морфологічні показники хижих риб водойм Придніпров'я. *Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів*. Зб. матеріалів VII Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 30–31 жовтня 2025 р., Київ. 2025. С. 252–254.
25. Дудник С.В., Євтушенко М.Ю. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування [Монографія] К.: Вид-во Українського фітосоціологічного центру. 2013. 297 с. <https://doi.org/10.61976/conf.if-2025-7>

Дата першого надходження статті до видання: 24.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 21.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026