

ІХТІОЛОГІЯ

УДК 619:611.018(073)

doi: 10.25128/2078-2357.21.1-2.7

В. О. КУРЧЕНКО, Т. С. ШАРАМОК, О. М. МАРЕНКОВ

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
пр-т Гагаріна, 72, Дніпро, 49000
e-mail: kurchenko.viktoria.3@gmail.com

ГІСТОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЯБЕР ТА НИРОК КАРАСЯ СРІБЛЯСТОГО З ЗАПОРІЗЬКОГО (ДНІПРОВСЬКОГО) ВОДОСХОВИЩА

У статті розглянуто гістологічну структуру зябер та нирок карася сріблястого із Запорізького (Дніпровського) водосховища. Дослідження здійснені впродовж 2017–2019 років у риб в акваторії водоймища на ділянках, що відрізняються ступенем антропогенного навантаження. Гістологічно було виявлено зміни у зябрах та нирках: у зябрах карася виявлено некроз, гіперплазію епітелію, викривлення ламел, потовщення терміналей респіраторних ламел, злиття ламел. При гістологічному дослідженні нирок також були виявлені патології, а саме: некроз, дегенерація ниркових каналців, інфільтрація клітин крові у тканину нирки кістозні новоутворення. Найбільше патологій фіксувалося у риб з Самарської затоки. Усі виявлені патології можуть свідчити про несприятливі умови існування карася сріблястого, а також про можливість використання риб цього виду як біоіндикатора несприятливої екологічної ситуації.

Ключові слова: нирки, зябра, гістопатології, нефрон, карась сріблястий, риби, Запорізьке (Дніпровське) водосховище.

На сьогодні багато зарубіжних та українських науковців значну увагу приділяють вивченню питання впливу токсикантів та інших факторів водного середовища на гідробіонти, насамперед риби [7, 12, 10, 13, 18]. Їх вважають найбільш зручними об'єктами біомоніторингу забруднення водних екосистем [6]. Згідно з дослідженнями, гістопатологічні зміни внутрішніх органів риб можуть бути віддзеркаленням біологічного ефекту впливу навколишнього середовища на організм [16, 15, 11]. Відомо, що найбільш чутливими до дії токсичних речовин у воді є органи-мішені, до яких відносять зябра, печінку (гепатопанкреас), нирки. Спектр гістопатологій цих органів доволі широкий. Нирки відіграють важливу роль у підтримці гомеостазу, виконуючи видільну та осморегулюючу функції. Також ретикулярна тканина риб нирок бере участь у гемопоезі. Хоча зябра, в основному, – орган дихання, вони також виконують функцію виведення та осморегуляції. Більшість азотистих залишків виводяться шляхом екскреції через зябра.

Вивчення виникаючих у риб гістологічних змін та розуміння закономірностей їх виникнення є досить актуальним, бо дозволяє оцінити стан популяцій риб та спрогнозувати подальші зміни розвитку патологій.

Метою роботи було дослідити гістологічну структуру зябер та нирок карася сріблястого (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)) Запорізького (Дніпровського) водосховища.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили у риб із Запорізького (Дніпровського) водосховища, а саме у Самарській затоці та нижній частині водосховища (поблизу с. Військове) упродовж 2017–2019 років.

Попередніми дослідженнями виявлено перевищення гранично допустимих концентрацій важких металів у воді Самарської затоки порівняно з нижньою ділянкою Запорізького водосховища [10]. У Самарській затоці спостерігався високий вміст ніколу та кадмію. Виявлено статистично значущі відмінності між вмістом купруму (на 35 %), цинку (на 42 %), ніколу (на 65 %), свинцю (на 75 %) та кадмію (на 85 %) у двох районах водосховища ($p < 0,05$) [9].

Об'єктом дослідження були чотирирічні особини карася сріблястого обидвох статей. Нирки та зябра риб для гістологічних досліджень отримували від свіжовиволовленої риби шляхом анатомічного розтину. Для фіксації відбирали фрагменти органа розміром 0,3–0,5 см. Гістологічні дослідження проводились за загальноприйнятими методиками [3]. Фотографії гістологічних препаратів виготовляли за допомогою цифрової фотокамери «SciencelabT500 5.17M», яку підключали до мікроскопа фірми «Ulab XY-B2TLED». Обчислення проводили за допомогою програми «ScienceLabView7». Статистичне опрацювання отриманих даних здійснювали із застосуванням програми «Microsoft Excel 2010».

Результати досліджень та їх обговорення

При гістологічному дослідженні зябер карася сріблястого було виявлено, що зябровий апарат представлений чотирма парами зябрових дуг (рис. 1). Кожна зяброва дуга складається з хрящової основи, яка пронизана веною та артерією. Від основи відходять тичинки, які, у свою чергу, складаються із хряща та сполучної тканини і несуть на собі два ряди пелюсток (первинних ламел). Кожна первинна ламела несе на собі по черзі розташовані пелюсточки (вторинні ламели). Первинні та вторинні ламели покриті багатошаровим епітелієм. Респіраторний зябровий епітелій, що покриває вторинні ламели, сформований розташованими у два шари респіраторними клітинами трохи сплющеної форми. Кожна ламела має кровоносний капіляр, у якому відбувається газообмін.

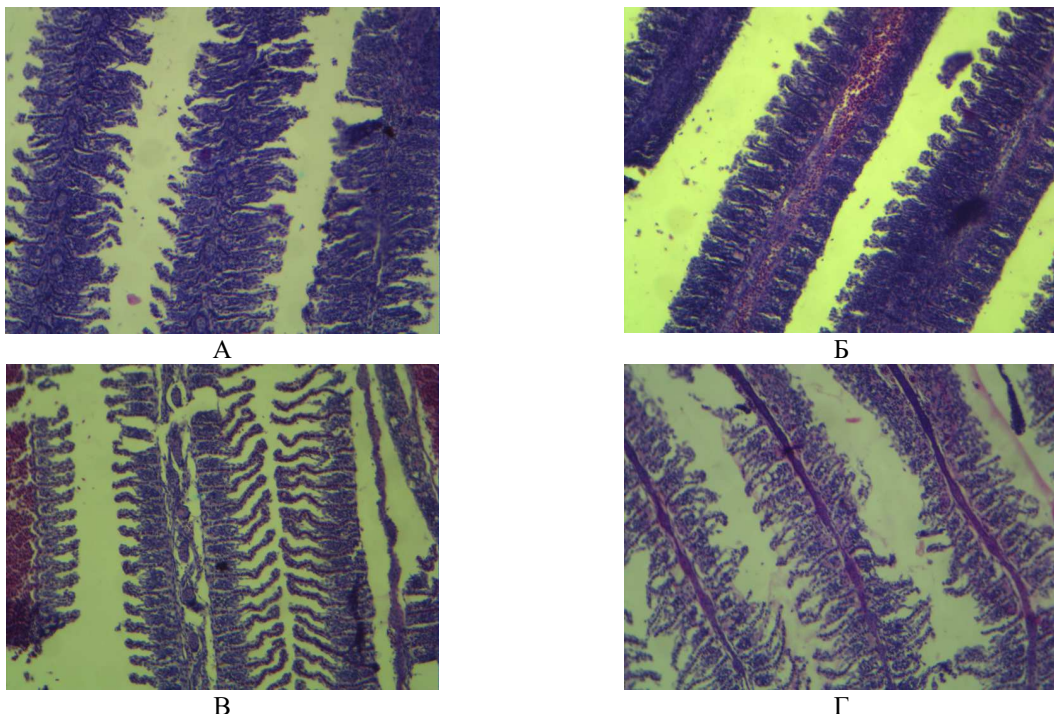


Рис. 1. Гістопатологічні зміни зябер карася сріблястого Запорізького (Дніпровського) водосховища: А – гіперплазія епітелію; Б – злиття ламел; В – викривлення та потовщення терміналей ламел; Г – некроз.

При гісто-патологічному дослідженні зябер карася сріблястого було виявлено некроз у риб з обох досліджених ділянок (рис. 1.Г). Причому найбільший прояв патології траплявся

восени у риб з Самарської затоки і складав $25\pm 0,2\%$ досліджених проб у самок і $20\pm 0,2\%$ у самців. У риб з нижньої ділянки цей показник був дещо меншим та складав $15\pm 0,1\%$ і $10\pm 0,4\%$ відповідно. Найчисельнішою патологією у риб Самарської затоки була гіперплазія епітелію, при якій показник сягнув $80\pm 0,8\%$ влітку у самок та $85\pm 0,5\%$ восени у особин обидвох статей (рис. 1.А). У риб з нижньої ділянки ця патологія траплялася поодинокі, частка прояву не перевищувала $5\pm 0,1\%$. Однак, у зябрах карася, вилученого з нижньої ділянки Запорізького водосховища, спостерігали викривлення ламел (рис. 1.В) з найбільшою часткою прояву патології у самок восени – $18\pm 0,1\%$, а також потовщення терміналей респіраторних ламел у риб обидвох статей – $15\pm 0,5\%$. Відомо, що при забрудненні водного середовища важкими металами найбільш типовою для зябер гістопатологією є гіперплазія клітин апікальних ділянок респіраторних ламел та некротичні явища [1]. Також у карася з Запорізького водосховища спостерігалось злиття ламел, що не перевищував $15\pm 0,3\%$. (рис. 1.Б) Гіпертрофія та гіперплазія епітелію при дії важких металів призводить до деформації зябрових пелюсток, а потім до їх зростання [2]. Отже, подібні патології можуть свідчити про вплив важких металів, оскільки згідно з попередніми дослідженнями виявлено, що вміст більшості важких металів у воді Самарської затоки перевищують ГДК [9].

При гістологічному дослідженні нирок виявлено (рис. 2), що нефрон у карася сріблястого складається з наступних послідовних структурних одиниць: ниркового тільця, проксимального звивистого каналця (поділяється на перший та другий сегменти), дистального звивистого каналця, збірної каналця і збірної протоки.

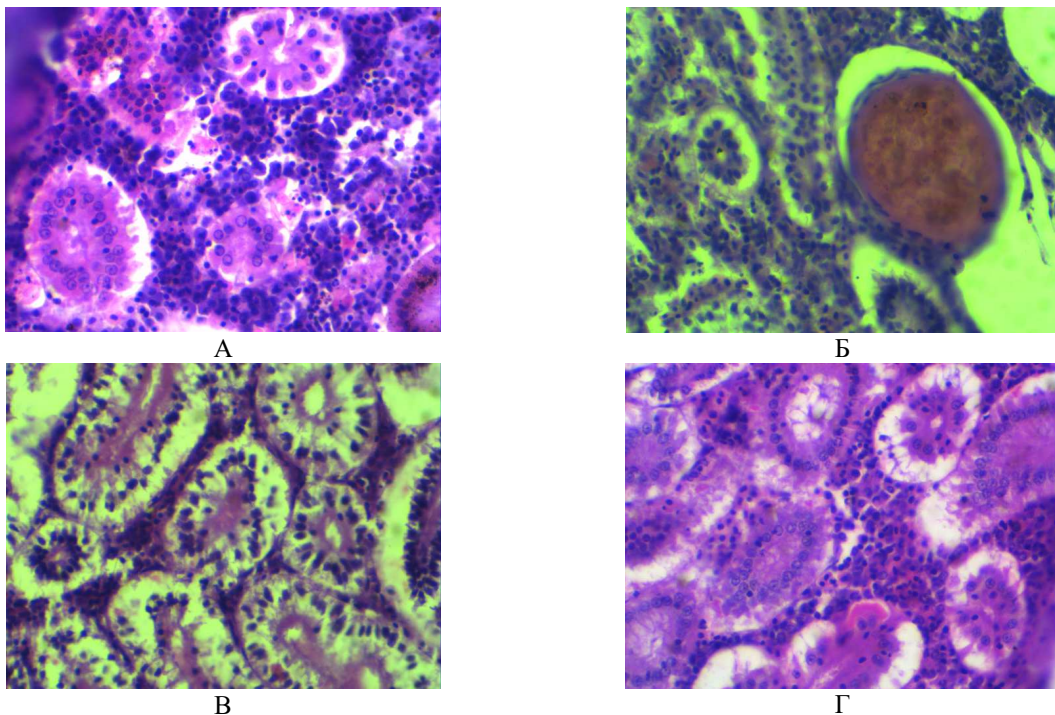


Рис. 2. Гістопатологічні зміни у тканині нирок карася сріблястого Запорізького (Дніпровського) водосховища: А – інфільтрація клітин крові у тканину нирки; Б – кістозне новоутворення; В, Г – некроз.

При цитологічному дослідженні було виявлено, що у карася сріблястого з Самарської затоки просвіт дистального звивистого каналця був відсутній або звужений, спостерігався набряк епітелію. Також у просвітах було видно включення білка, які займали майже увесь просвіт каналця. Деякими дослідниками виявлено, що різноманітні пестициди, які потрапляють у воду, здатні викликати різні патологічні зміни тканин нирок у риб. Так, пестицид ліндан викликав у риб характерні ознаки гострої інтоксикації – ураження нирок – вакуолізацію та гіпертрофію епітелію звитих каналців, їх деструкцію, зморщування клубочків [17].

При гістологічному дослідженні нирок карася сріблястого Самарської затоки було виявлено некроз – $25\pm 0,2$ % проб у обох статей риб влітку (рис. 2. В, Г). Восени показник прояву гістопатології не змінився та склав $30\pm 0,2$ % дослідної вибірки у самок і $25\pm 0,4$ % проб у самців. У карася нижньої ділянки даної патології не виявлено.

Також у риб з обидвох ділянок траплялася дегенерація ниркових каналців. Причому, найбільша частка прояву цієї патології траплялася у самок з Самарської затоки – $60\pm 0,1$ % досліджених проб. У риб з нижньої ділянки цей показник був дещо меншим та складав $40\pm 0,5$ % проб у самок і $35\pm 0,2$ % проб у самців. Найчисельнішою патологією у карася сріблястого з Самарської затоки була інфільтрація клітин крові у тканину нирки (рис. 2 А). Ця патологія траплялася як влітку, так і восени в особин обох статей на рівні $70\text{--}75\pm 0,9$ %. У риб з нижньої ділянки також меншою мірою виявляли вище зазначену патологію. Найбільшу частку прояву фіксували у самок восени – $45\pm 0,5$ %. Також влітку у риб обох статей з нижньої ділянки було виявлено кістозні новоутворення – $15\pm 0,3$ % проб (рис. 2 Б). Виражена різноманітність виявлених типів гістологічних порушень, зазвичай, свідчить про хронічну негативну дію комплексу несприятливих факторів середовища на організм риб [4].

У нирці під дією забруднюючих речовин може розвиватися гіперемія і дистрофічні зміни в епітелії каналців та капсул, часто ускладнені некробіозом в боуменових капсулах й епітелії звивистих каналців [5]. Взагалі, у нирках риб виділяють наступні типові адаптивні реакції: зміни в каналцевому епітелії, атипова форма каналців, збільшення діаметра каналців як компенсація зменшеної фільтрації в клубочках, зміна судин системи кровопостачання і особливо потовщення їх стінок, збільшення (гіпертрофія) розмірів і зміна їх форми одних клубочків і дисфункціонування інших [8].

Деякі вчені виявили пряму залежність різноманіття виявлених у риб типів гістопатологій нирок від рівня впливу несприятливих факторів навколишнього середовища на окремих особин та їх популяції в цілому у водоймі з високим рівнем антропогенного забруднення. Чим сильніший прес на риб негативних факторів, тим більше виражено різноманіття виявлених гістопатологій і тим вище у популяціях окремих видів риб доля особин з тим чи іншим типом патології. Однак, наявність найбільш масових типів ниркових гістопатологій, як у випадку з патологіями інших внутрішніх органів, не залежить від видової належності особин, що є доказом неспецифічності цих порушень [4].

Отже, гістологічні патології у органах карася сріблястого свідчать про несприятливі умови існування цього виду. Їх прояв та інтенсивність може свідчити про хронічну дію забруднюючих речовин у воді. За результатами нашого дослідження виявлено, що у карася сріблястого з Самарської затоки прояв гістологічних змін як у зябрах так і у нирках є вищим, що може бути пов'язане з більш інтенсивним антропогенним навантаженням.

Висновки

При дослідженні гістологічної структури зябер карася сріблястого Запорізького (Дніпровського) водосховища виявлені гістологічні зміни, що проявляються у вигляді некрозу, гіперплазії, злиття та потовщення терміналей ламел. При гістологічному дослідженні нефронів карася сріблястого Самарської затоки було виявлено, що просвіт дистального звивистого каналця був відсутній або звужений, спостерігався набряк епітелію. Також у просвітах було видно включення протеїнів, виявлено наступні патології: некроз, інфільтрація клітин крові у тканину нирки, кістозні новоутворення.

Враховуючи отримані дані, карася сріблястого можна застосовувати як біоіндикатора стану водного середовища, а його органи – як біомаркер стану організму. Отримані дані необхідні для моніторингу фізіологічного стану популяції дослідного виду.

1. Лукина Ю. Н. Проблемы здоровья рыб в водных экосистемах европейско-сибирской области Палеарктики: автореф. дисс. ... канд. биол. наук.: 03.02.06. Петрозаводск, 2014. 51 с.
2. Матей В. Е. Жабры пресноводных костистых рыб. СПб: Наука, 1996. 204 с.
3. Микодина Е. В., Седова М. А., Чмилевский Д. А. и др. Гистология для ихтиологов: опыт и советы. М. : ВНИРО, 2009. 112 с.
4. Минеев А. К. Гистопатологии почек у рыб из загрязненного участка р. Позимь (Удмуртская республика). *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2015. Т. 17. № 4. С. 215–221.

5. Моисеенко Т. И., Лукин А. А. Патологии рыб в загрязняемых водоёмах Субарктики и их диагностика. *Вопр. икhtiологии*. 1999. Том 39. № 4. С. 535–547.
6. Немова Н. Н., Высоцкая Р. У. Биохимическая индикация состояния рыб. М. : Наука, 2004. 215 с.
7. Олійник О. Б., Козій М. С., Матвієнко Н. М., Мандигра М. Зміни у печінці та селезінці коропів, уражених збудниками крустацеозів, під дією препаратів «жавель-клейд» та «діамант». *Ветеринарна медицина*. Вип. 103. 2017. С. 370–372.
8. Романов А. А., Лепилина И. Н., Романов А. А. Морфофункциональные нарушения почек осетровых и костистых рыб Волго-Каспия в современных условиях. *Цитология*. 2006. Том 48. № 1. С. 5–8.
9. Шарамок Т., Федоненко О., Курченко В., Николенко Ю. Гідроекологічна оцінка Запорізького водосховища. *Питання біоіндикації та екології*. 2019. Вип. 24, № 22. С. 137–149. <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2019-242-12>.
10. Diniz M., Pereira R., Freitas A. Evaluation of the sub-lethal toxicity of bleached kraft pulp mill effluent to *Carassius auratus* and *Dicentrarchus labrax*. *Water, Air, Soil Pollut.* 2011. Vol. 217. P. 35–45.
11. Golovanova I. Effects of heavy metals on the physiological and biochemical status of fishes and aquatic invertebrates. *Inland Water Biology*. 2008. Vol. 1. P. 93–101. <https://doi.org/10.1007/s12212-008-1014-1>.
12. Hagger J. A., Jones M. B., Leonard D. P., Owen R., Galloway T. S. Biomarkers and integrated environmental risk assessment: are there more questions that answer? *Integrated Environmental Assessment and Management*. 2006. Vol. 2. № 4. P. 312–329. <https://doi.org/10.1002/ieam.5630020403>.
13. Mary C., Bhuvanewari D., Anandan R. Biochemical and histopathological studies on lead nitrate induced toxicity in fresh water fish grass carp (*Ctenopharyngodon Idella*). *European Journal of Experimental Biology*. 2015. Vol. 5. P. 24–30.
14. Mary S. C., Bhuvanewari D., Anandan R. Biochemical and histopathological studies on lead nitrate induced toxicity in fresh water fish grass carp (*Ctenopharyngodon Idella*). *European Journal of Experimental Biology*. 2015. Vol. 5. P. 24–30.
15. Mohamed Fatma A. Histopatological Studies on *Tilapia zillii* and *Solea vulgaris* from Lake Qarum, Egypt. *World journal of Fish and Marine Sciences*. 2009. 1 (1). P. 29–39.
16. Obayemi O. E. Histopathological changes in the gills, fillet and liver of *Parachanna obscura* in an Abandoned Gold Mine reservoir of Igun and Opa reservoir. *American Journal of Biology and Life Sciences*. 2019. 7 (1). P. 1–8.
17. Ortiz Juan B., Gonzalez de Canales M. Luiza, Sarasquete C. Histopathological changes induced by lindane (γ -HCH) in various organs of fishes. *Scientia Marina*. 2003. Vol. 67. № 1. P. 53–61.
18. Sehar A., Shafaqat A., Uzma S., Mujahid F., Saima A., Fakhir H., Rehan A. Effect of different heavy metal pollution on fish. *Research Journal of Chemical and Environmental Sciences*. 2014. Vol. 21. P. 74–79.

References

1. Lukina Iu. N. Fish health problems in aquatic ecosystems of the European-Siberian region of the Palaearctic: avtoref. diss. kand. biol. nauk.: 03.02.06. Petrozavodsk, 2014. 51 s. [in Russian]
2. Matey V. E. Freshwater teleost fish gills. SPb: Nauka, 1996. 204 s. [in Russian]
3. Mikodina E. V., Sedova M. A., Chmylevskiy D. A. i dr. Histology for ichthyologists: experience and advice. М. : VNIRO, 2009. 112 s. [in Russian]
4. Mineev A. K. Kidney histopathology in fish from the contaminated site of the r. Take (Udmurt Republic). *Izvestia Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 2015. T. 17. No 4. S. 215–221. [in Russian]
5. Moiseenko T. I., Lukin A. A. Pathologies of fish in polluted water bodies of the Subarctic and their diagnostics. *Vopr. ikhtiologii*. 1999. Tom 39. No 4. S. 535–547. [in Russian]
6. Nemova N. N., Vysotskaia R. U. Biochemical indication of the state of fish. М. : Nauka, 2004. 215 s. [in Russian]
7. Oliynyk O. B., Kozii M. S., Matviienko N. M., Mandyhra M. Winks at the peppers and seedlings of the barks, who were defeated by the beetles of the crustaceoses, for the preparation of the preparation "javel-clay" and "diamond" *Veterynarna medytsyna*. Vyp. 103. 2017. S. 370–372. [in Ukrainian]
8. Romanov A. A., Lepilina I. N., Romanov A. A. Morphofunctional disorders of the kidneys of sturgeon and teleost fishes of the Volga-Caspian Sea in modern conditions. *Tsitologiya*. 2006. Tom 48. No 1. S. 5–8. [in Russian]
9. Sharamok T., Fedonenko O., Kurchenko V., Nykolenko Yu. Hydroecological assessment of the Zaporizhia reservoir. *Pytannia bioindykatsii ta ekolohii*. 2019. Vyp. 24, No 22. S. 137–149. [in Ukrainian]
10. Diniz M., Pereira R., Freitas A. Evaluation of the sub-lethal toxicity of bleached kraft pulp mill effluent to *Carassius auratus* and *Dicentrarchus labrax*. *Water, Air, Soil Pollut.* 2011. Vol. 217. P. 35–45.
11. Golovanova I. Effects of heavy metals on the physiological and biochemical status of fishes and aquatic invertebrates. *Inland Water Biology*. 2008. Vol. 1. P. 93–101. <https://doi.org/10.1007/s12212-008-1014-1>.

12. Hagger J. A., Jones M. B., Leonard D. P., Owen R., Galloway T. S. Biomarkers and integrated environmental risk assessment: are there more questions that answer? *Integrated Environmental Assessment and Management*. 2006. Vol. 2. № 4. P. 312–329.
13. Mary S., Bhuvanewari D., Anandan R. Biochemical and histopathological studies on lead nitrate induced toxicity in fresh water fish grass carp (*Ctenopharyngodon Idella*). *European Journal of Experimental Biology*. 2015. Vol. 5. P. 24–30.
14. Mary S. C., Bhuvanewari D., Anandan R. Biochemical and histopathological studies on lead nitrate induced toxicity in fresh water fish grass carp (*Ctenopharyngodon Idella*). *European Journal of Experimental Biology*. 2015. Vol. 5. P. 24–30.
15. Mohamed Fatma A. Histopathological Studies on Tilapia zillii and Solea vulgaris from Lake Qarum, Egypt. *World journal of Fish and Marine Sciences*. 2009. 1 (1). P. 29–39.
16. Obayemi O. E. Histopathological changes in the gills, fillet and liver of Parachanna obscura in an Abandoned Gold Mine reservoir of Igun and Opa reservoir. *American Journal of Biology and Life Sciences*. 2019. 7 (1). P. 1–8.
17. Ortiz Juan B., Gonzalez de Canales M. Luiza, Sarasquete C. Histopathological changes induced by lindane (γ -HCH) in various organs of fishes. *Scientia Marina*. 2003. Vol. 67. № 1. P. 53–61.
18. Sehar A., Shafaqat A., Uzma S., Mujahid F., Saima A., Fakhir H., Rehan A. Effect of different heavy metal pollution on fish. *Research Journal of Chemical and Environmental Sciences*. 2014. Vol. 21. P. 74–79.

V. O Kurchenko, T. S Sharamok, O. M. Marenkov
Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine

THE HISTOLOGICAL STRUCTURE OF GILLS AND KIDNEYS OF THE PRUSSIAN CARP FROM ZAPORIZHIAN (DNIPRO) RESERVOIR

In this article the histological structure of gills and kidneys of the Prussian carp is considered and researched. The research was conducted in the waters of the Zaporizhian (Dnipro) reservoir, namely in the Samara Bay and the lower part of the reservoir (near the village of Viiskove) during 2017–2019. Previous studies have revealed the excess of maximum permissible concentrations of heavy metals in the water of the Samara Bay compared to the lower part of the Zaporozhian reservoir. High levels of nickel and cadmium were observed in the Samara Bay. Statistically significant differences were found between the content of copper, zinc, nickel, lead and cadmium in the two areas of the reservoir ($p < 0.05$). Fish kidneys and gills for histological examination were obtained from fresh fish by anatomical dissection. Histological examinations were performed using generally accepted methods.

Histological examination revealed histological changes in the gills and kidneys, manifested in varying intensity. Examination of the Prussian carp gills revealed necrosis in fish from both areas. Moreover, the largest percentage of this pathology occurred in the fall in fish from the Samara Bay. Epithelial hyperplasia was also found in the Prussian carp from the Samara Bay. In the Prussian carp from the lower part of the Zaporizhian Reservoir, the curvature of the lamellae and the thickening of the terminals of the respiratory lamellae were observed.

Histological examination of the kidneys demonstrated that the Prussian carp from the Samara Bay, the lumen of the distal convoluted tubule was absent or narrowed, there was swelling of the epithelium and necrosis. Also in fish from both sites there was a degeneration of renal tubules. Moreover, the largest percentage of manifestations occurred in females from the Samara Bay. In general, the most numerous pathology in the Prussian carp of the Samara Bay was the infiltration of blood cells into the kidney tissue. The above pathology was also less common in fish from the lower part. Cystic neoplasms were also found in fish from both sexes in the summer. The expressed variety of the revealed types of histologic disturbances, as a rule, testifies to the chronic negative effect of a complex of adverse environmental factors on an organism of fish.

The detected pathologies may indicate the negative impact of heavy metals, as previous researches have shown that the content of most heavy metals in the water of the Samara Bay exceeds the maximum allowable concentrations. Given the data obtained, the Prussian carp can be used as a bioindicator of the aquatic environment, and its organs as a biomarker of the body.

Keywords: kidneys, gills, histopathology, nephron, Prussian carp, fish, Zaporizhian (Dnipro) reservoir.

Надійшла 22.04.2021.