

## ДЕЯКІ ЦИТОМЕТРИЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ КАРАСЯ СРІБЛЯСТОГО (*CARASSIUS GIBELIO* BLOCH, 1782) Р. САМАРА ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**К. А. Машкова**, [Tonks1511@gmail.com](mailto:Tonks1511@gmail.com), Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро

**Т. С. Шарамок**, [sharamok@i.ua](mailto:sharamok@i.ua), Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро

**Мета.** Визначити наявність функціональних змін у цитометричних та біохімічних показниках крові карася сріблястого р. Самара в умовах антропогенного навантаження.

**Методика.** Об'єктом дослідження були шестирічні особини обох статей карася сріблястого (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)). Матеріал для дослідження збирали за допомогою зябрових сіток під час проведення науково-дослідних ловів у літньо-осінній період упродовж 2019 р. Кров відбирали з хвостової вени. Морфологічні дослідження еритроцитів проводились на мазках крові, які фарбували за Романовським-Гімзою. Мазки крові досліджували при збільшенні об'єктиву 40X з використанням мікрофотозйомки цифровою камерою «Sciencelab T500 5.17 M». На препаратах проглядали 150 полів зору. Біохімічні дослідження проводили на автоматичних аналізаторах «OLYMPUS» AU400 та AU480 фірми «BeckmanCoulter» (США), реагентами «BeckmanCoulter». Статистичне опрацювання отриманих даних здійснювали за загальноприйнятими методами із застосуванням програми «MS Excel 2010».

**Результати.** Було виявлено, що у шестирічок карася сріблястого (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)) р. Самара в умовах антропогенного навантаження виявлені високі показники вмісту глюкози (28,5–37,4 ммоль/л) та спостерігалось підвищення активності АЛТ (46,5–52,8 ОД/л) і АСТ (85,1–100,5 ОД/л) у крові, що є свідченням формування адаптації до шкідливих чинників середовища. Максимальними ці показники спостерігались у риб, виловлених поблизу м. Новомосковська. Цитометричний аналіз показав статистично достовірне збільшення ядерної маси, розмірів еритроцитів та збільшення ядерно-плазматичного відношення клітин червоної крові карася сріблястого, виловленого поблизу с. Хащове та м. Новомосковська, що вказує на пригнічення функціональної активності еритроцитів. Значення альбумін-глобулінового коефіцієнта (0,6) та коефіцієнта де Рітца (1,8–1,9) у карася сріблястого в усіх дослідних точках р. Самара вказують на початок формування патологічних процесів в печінці та серці.

**Наукова новизна.** Дослідження цитометричних та біохімічних показників крові карася сріблястого р. Самара Дніпропетровської області, зважаючи на значне антропогенне навантаження на річку у даному регіоні, проводиться вперше.

**Практична значимість.** Отримані дані можуть бути використані для проведення гідроекологічного моніторингу природних водойм, а також визначення рівня впливу антропогенних чинників на стан здоров'я промислових видів прісноводних риб.

**Ключові слова:** карась сріблястий, цитометричні показники, біохімія крові, патології еритроцитів, ядерно-цитоплазматичне відношення.



## SOME CYTOMETRIC AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF THE BLOOD OF PRUSSIAN CARP (*CARASSIUS GIBELIO* BLOCH, 1782) OF THE SAMARA RIVER, DNEPROPETROVSK REGION

**K. Mashkova**, [Tonks1511@gmail.com](mailto:Tonks1511@gmail.com), Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Dnipro

**T. Sharamok**, [sharamok@i.ua](mailto:sharamok@i.ua), Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Dnipro

**Purpose.** To determine the presence of functional changes in the cytometric and biochemical parameters of the blood of Prussian carp of the Samara River under conditions of human impact.

**Methodology.** The object of the study was age-6 Prussian carp (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)) of both sexes. The material for the study was collected with the use of gill nets during scientific fishing in the summer-autumn period in 2019. Blood was collected from the caudal vein. Morphological studies of erythrocytes were carried out on blood smears, which were stained according to Romanovsky-Giemsa. Blood smears were studied at 40X magnification using a photomicrograph with a Sciencelab T500 5.17 M digital camera. On the preparations, 150 visual fields were examined. Biochemical studies were carried out on automatic analyzers OLYMPUS AU400 and AU480 from BeckmanCoulter (USA), using BeckmanCoulter reagents. Statistical processing of the data obtained was carried out according to generally accepted methods in MS Excel 2010.

**Findings.** Age-6 Prussian carp (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)) of the Samara river, under conditions of anthropogenic impact, were found to have an increase in their glucose content (28.5 - 37.4 mmol/l), as well as an increase in ALT (46.5 - 52.8 U/L) and AST (85.1 - 100.5 U/L) activities in blood that may indicate the formation of certain protective mechanisms for adaptation to the effects of harmful environmental factors. These parameters were highest in specimens caught near Novomoskovsk. Cytometric analysis showed a statistically significant increase in the nuclear weight, the size of erythrocytes and an increase in the nuclear-plasma ratio of red blood cells of fish caught near the village Khashchove and Novomoskovsk. It can indicate the inhibition of the functional activity of erythrocytes. The value of the albumin-globulin coefficient (0.6) and the de Ritis coefficient (1.8 - 1.9) of Prussian carp at all experimental points of the Samara river indicates the beginning of the formation of certain pathological processes in their liver and heart.

**Originality.** The study of cytometric and biochemical parameters of the blood of Prussian carp of the Samara river of the Dnepropetrovsk region subjected to the significant human impact was performed for the first time

**Practical value.** The data obtained can be used to conduct hydroecological monitoring of natural water bodies and to determine the degree of the effect of various anthropogenic factors on the health and productivity of commercial freshwater fish species.

**Key words:** Prussian carp, cytometric parameters, blood biochemistry, pathology of erythrocytes, nuclear-cytoplasmic ratio.

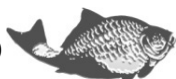
---

## НЕКОТОРЫЕ ЦИТОМЕТРИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КАРАСЯ СЕРЕБРЯНОГО (*CARASSIUS GIBELIO* BLOCH, 1782) Р. САМАРА ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**К. А. Машкова**, [Tonks1511@gmail.com](mailto:Tonks1511@gmail.com), Днепропетровский национальный университет им. Олесь Гончара, г. Днепр

**Т. С. Шарамок**, [sharamok@i.ua](mailto:sharamok@i.ua), Днепропетровский национальный университет им. Олесь Гончара, г. Днепр

**Цель.** Определить присутствие функциональных изменений в цитометрических и биохимических показателях крови карася серебряного р. Самара в условиях антропогенного воздействия.



**Методика.** Объектом исследования были шестилетки особей обоих полов карася серебряного (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)). Материал для исследований собирали с помощью жаберных сеток во время проведения научно-исследовательских ловов в летне-осенний период в течение 2019 г. Кровь отбирали из хвостовой вены. Морфологические исследования эритроцитов проводились на мазках крови, которые окрашивали по Романовскому-Гимзе. Мазки крови изучали при увеличении объектива 40X с использованием микрофотоъемки цифровой камерой «Sciencelab T500 5.17 M». На препаратах просматривали 150 полей зрения. Биохимические исследования проводили на автоматических анализаторах «OLYMPUS» AU400 и AU480 фирмы «BeckmanCoulter» (США), реагентами «BeckmanCoulter». Статистическая обработка полученных данных проводилась по общепринятым методам с использованием программы «MS Excel 2010».

**Результаты.** Выявлено, что у шестилеток карася серебряного (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)) р. Самара в условиях антропогенного воздействия возрастали показатели содержания глюкозы (28,5–37,4 ммоль/л), а также наблюдалось повышение активности АЛТ (46,5–52,8 ОД/л) и АСТ (85,1–100,5 ОД/л) в крови, что может свидетельствовать о формировании определенных защитных механизмов для адаптации к воздействию вредных факторов среды. Максимальными эти показатели были у рыб, выловленных вблизи г. Новомосковска. Цитометрический анализ показал статистически достоверное повышение ядерной массы, размеров эритроцитов и увеличение ядерно-плазматического соотношения клеток красной крови карася серебряного, выловленного возле с. Хащевое и г. Новомосковска, что указывает на угнетение функциональной активности эритроцитов. Значение альбумин-глобулинового коэффициента (0,6) и коэффициента де Ритуса (1,8–1,9) у карася серебряного на всех опытных точках р. Самара указывает на начало формирования определенных патологических процессов в печени и сердце.

**Научная новизна.** Исследование цитометрических и биохимических показателей крови карася серебряного р. Самара Днепропетровской области, ввиду значительной антропогенной нагрузки на реки в данном регионе, проводится впервые.

**Практическое значение.** Полученные данные могут быть использованы для проведения гидроэкологического мониторинга естественных водоемов, а также определения степени влияния различных антропогенных факторов на состояние здоровья и продуктивность промысловых видов пресноводных рыб.

**Ключевые слова:** серебряный карась, цитометрические показатели, биохимия крови, патологии эритроцитов, ядерно-цитоплазматическое отношение.

---

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Згідно з останніми даними, потреба населення України у продукції рибогосподарської галузі поступово зростає. На території Дніпропетровської області на сьогодні є 5 основних промислових видів риби, серед яких пріоритетним є карась сріблястий (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)) [8].

У той же час, Дніпропетровщина має могутній промисловий потенціал, зумовлений розвитком металургійної, гірничо-добувної, хімічної та інших галузей [24]. Цей факт значною мірою впливає на гідрохімічний стан річок регіону, і, відповідно, на продуктивність промислових видів риби.

Слід зазначити, що до природних водойм регіону потрапляє велика кількість промислових стоків, завислих речовин як органічного (хімічні, біологічні, бактеріальні), так і неорганічного походження. Джерелом такого забруднення є заводи, підприємства АПК, як великі, так і малі фермерські господарства, тваринницькі ферми [18]. Розміщення даних господарств уздовж річок сприяє



тому, що відходи від їх виробництва надходять у водну екосистему, змінюючи температурний та гідрохімічний режим.

Важливим при цьому є використання методів дослідження, які дозволять виявити на ранніх стадіях зміни фізіологічного стану риби, пов'язані з іншим харчуванням, хімічними параметрами води, наявністю чи відсутністю інфекційних захворювань. Дослідження гематологічних параметрів є важливим інструментом діагностики не лише забруднення навколишнього середовища, а й рівня захворюваності. У поєднанні з іншими методами дослідження характеризують толерантність організму риб, а, отже, і швидкість їх росту та продуктивність [2].

Кровоносна система риб є надзвичайно чутливою до вмісту у воді забруднювальних речовин. Зростання рівня ксенобіотиків, важких металів та гербіцидів у водоймі значною мірою впливає на біохімічні та цитометричні показники крові, оскільки ці речовини мають властивість до накопичення в організмі. На жаль, більшість поллютантів, на відміну від важких металів, не мають чітко визначених нормативів вмісту, незважаючи на те, що впливають на продуктивність риб [9, 21].

Гематологічні дослідження дозволяють визначити рівень адаптації риб в умовах досліджуваних водойм. Аналіз картини крові також може бути використано у якості еталону еколого-фізіологічного стану риб в умовах значного антропогенного навантаження на водойму [19]. Проте, вивчення цитометричних та біохімічних показників крові риб для визначення екологічного стану водойм та їх придатності для рибогосподарської діяльності використовується мало [21].

## ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Річка Самара є джерелом водопостачання для промислових та сільськогосподарських підприємств області. Екологічне навантаження на басейн р. Самара є одним з найбільш напружених в Україні. Розвиток хімічної та важкої промисловості, сільського господарства та висока щільність населення, поряд із застарілою природоохоронною інфраструктурою, надають особливої гостроти водоохоронній проблемі в цьому регіоні. Надмірне техногенне навантаження протягом останніх десятиріч призвело до катастрофічного виснаження та забруднення водних ресурсів басейну р. Самари [23, 25].

У зв'язку із збільшенням впливу людини на водні екосистеми, порушенням гідрохімічного режиму та надходженням у водойми значної кількості поллютантів, необхідно виявити зв'язок між екологічними параметрами середовища існування та показниками крові риб, оскільки знання діапазонів їх змін має діагностичну цінність при оцінках ступеня забруднення водного середовища [22].

На сьогодні інформація щодо патологічних процесів на клітинному та системному рівні, які викликані впливом негативних чинників середовища на фізіологічний стан риби р. Самара, досить обмежена і стосується лише Самарської затоки Запорізького водосховища [19, 21–23].

Метою нашої роботи було визначення наявності функціональних змін у цитометричних та біохімічних показниках крові карася сріблястого р. Самара в умовах антропогенного навантаження.



## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Річка Самара — це ліва притока р. Дніпро. На території України бере свій початок на західних схилах Донецького кряжу. Далі її русло проходить Придніпровською низовиною і в межах м. Дніпро річка впадає у Запорізьке (Дніпровське) водосховище. Довжина р. Самара складає 311 км, площа басейну — 22660 км<sup>2</sup>. Похил річки — 0,33 м/км. Ширина річки зростає від 2,5 до 12,0 км. Пригирлова ділянка р. Самари затоплена водами Самарської затоки.

Уздовж свого русла має багато населених пунктів та закладів рекреації, тому активно використовується для міського та промислового водопостачання, а також потреб сільського господарства [12]. Для всіх створів р. Самара характерне високе забруднення води завислими речовинами, залізом, нафтопродуктами, ХСК. У більшості створів річки вміст марганцю, нікелю, кобальту та кадмію перевищує нормативи рибогосподарських ГДК. В деяких точках р. Самари відмічається підвищений вміст нітритів та амонію [24]. Мінералізація води р. Самари досить висока — від 1750 до 2447 мг/дм<sup>3</sup>.

Наші дослідження проводилися на трьох ділянках, що мають різне антропогенне навантаження, вздовж акваторії р. Самара — с. Хащове, м. Новомосковськ та с. Новоселівка (рис. 1).

Поряд з точкою поблизу с. Хащове, на правому березі р. Самара, розташовані три бази відпочинку та фермерське господарство. Новомосковськ — це місто обласного підпорядкування, адміністративний центр Новомосковського району. Розташоване на правому березі р. Самари. Окрім цього, вздовж річки розміщені численні бази відпочинку та дитячі табори. Стічні води міської каналізації також надходять у р. Самару. Вздовж русла річки поблизу точки с. Новоселівка, на лівому березі р. Самара, знаходяться бази відпочинку та туристичний комплекс.

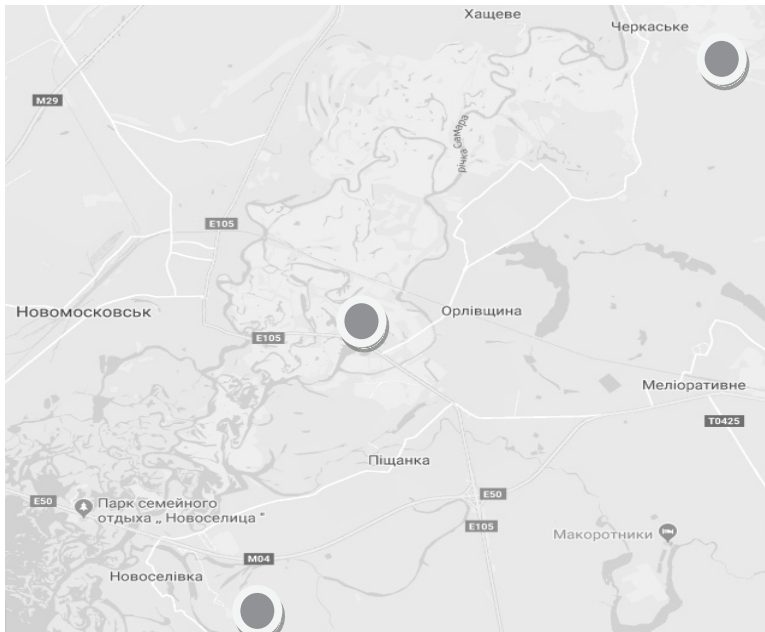


Рис. 1. Контрольні точки відбору проб на р. Самара

Fig. 1. Sampling points on the Samara river



Об'єктом дослідження були шестирічні особини обох статей карася сріблястого (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)). Матеріал для дослідження збирали за допомогою зябрових сіток. Було здійснено три науково-дослідні лови у літньо-осінній період упродовж 2019 р. В кожному лові було відібрано по 100 шестирічних особин карася сріблястого. Кров відбирали з хвостової вени. Морфологічні дослідження еритроцитів проводили на мазках крові, які фарбували за Романовським-Гімзою. Мазки крові досліджували при збільшенні об'єктива 40X з використанням мікрофотозйомки цифровою камерою «Sciencelab T500 5.17 М». На препаратах проглядали 150 полів зору. При цьому визначали наступні показники: великий повздовжній (D) та малий поперечний (d) діаметри зрілих еритроцитів, площу еритроцита (S), площу ядра еритроцита (s), ядерно-цитоплазматичне співвідношення (s/S), периметр еритроцита (P).

Біохімічні дослідження проводили на автоматичних аналізаторах «OLYMPUS» AU400 та AU480 фірми «BeckmanCoulter» (США), реагентами «BeckmanCoulter». Методи визначення активності аланінамінотрансферази (АЛТ), аспартатамінотрансферази (АСТ) та вмісту загального білка, альбуміну, глобуліну, сечовини та креатиніну засновані на рекомендаціях Міжнародної Федерації Клінічної Хімії (IFCC).

Статистичне опрацювання отриманих даних здійснювали за загальноприйнятими методами із застосуванням програми «MS Excel 2010».

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

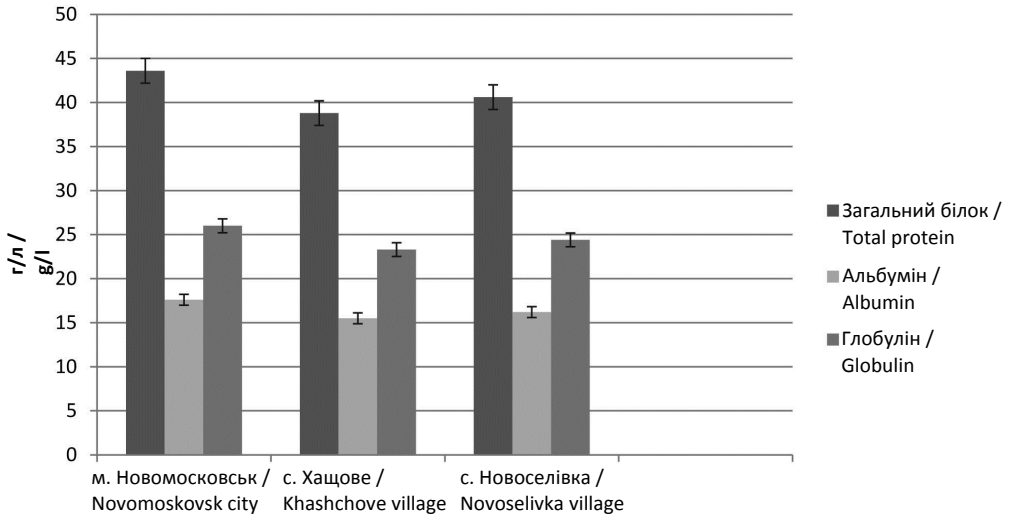
За біохімічними показниками крові риб можливо отримати інформацію про стан водної екосистеми. Кровоносна система швидко реагує на дію несприятливих чинників та може слугувати одним і ранніх показників погіршення здоров'я риб за умов забруднення навколишнього середовища. Це дозволяє не лише оцінювати та прогнозувати екологічні наслідки порушення якості водного середовища, але й розробляти методи оптимізації якості рибної продукції у водоймах [3].

Концентрація білка та його фракцій в сироватці крові часто використовується в якості надійного індикатора здоров'я риби. На основі аналізу вмісту білка у крові можливо зробити висновок, що на коливання його рівня значною мірою впливає інтенсивність і характер живлення, а також процеси метаболізму в організмі риби. Високий рівень вмісту загального білка в межах фізіологічної норми є позитивним показником, оскільки різке зменшення його кількості впливає на життєздатність риби і може призвести до її загибелі. В свою чергу, занижений рівень білка вказує на виснаження, наявність інфекційних захворювань та патологічних процесів в нирках [5].

За результатами досліджень, найвищий рівень загального білка в сироватці крові карася сріблястого виявлений в районі м. Новомосковськ — 43,6 г/л, а мінімальний — в районі с. Хащове — 38,8 г/л.

Слід зазначити, що показники вмісту загального білка в особин, відібраних з уловів на дослідних точках, не виходили за межі фізіологічної норми (27,0–56,0 г/л), проте були досить високими [13]. У риб з різних досліджуваних ділянок частка альбуміну від загального білка складала 40% при нормі 55%, а частка глобуліну становила 60% від загального білка за норми 45%.





Примітка. \* — різниця між показниками статистично достовірна при  $P \leq 0,05$

Notes. \* — the difference between the indicators is statistically significant when  $P \leq 0,05$

**Рис. 2. Вміст загального білка в сироватці крові карася сріблястого**

**Fig. 2. The content of protein in the Prussian carps blood serum**

Згідно з літературними даними, зменшення вмісту альбумінової і збільшення — глобулінової фракції пов'язують як із наявністю запальних процесів, так і з дією паразитів на організм риби [27].

Для характеристики білкового метаболізму при аналізі отриманих результатів було використано альбумін-глобуліновий коефіцієнт, що є комплексним показником для визначення активності процесів катаболізму та анаболізму. Значення даного коефіцієнта в нормі коливається в межах 1,2–2,2. В діагностиці найбільше значення має зменшення А/Гк. Це можливо при зменшенні вмісту альбумінів, підвищенні вмісту глобулінів крові або одночасно обох цих явищ за умови переважання якогось одного.

Оскільки альбуміни синтезуються гепатоцитами печінки, зниження їх рівня може бути наслідком порушення білоксинтетичної функції печінки або хвороби нирок. Під час запалення інфекційної природи спостерігається підвищення рівня глобулінів. Отже, зниження А/Гк можливе за патологічних станів або тривалого голодування [11].

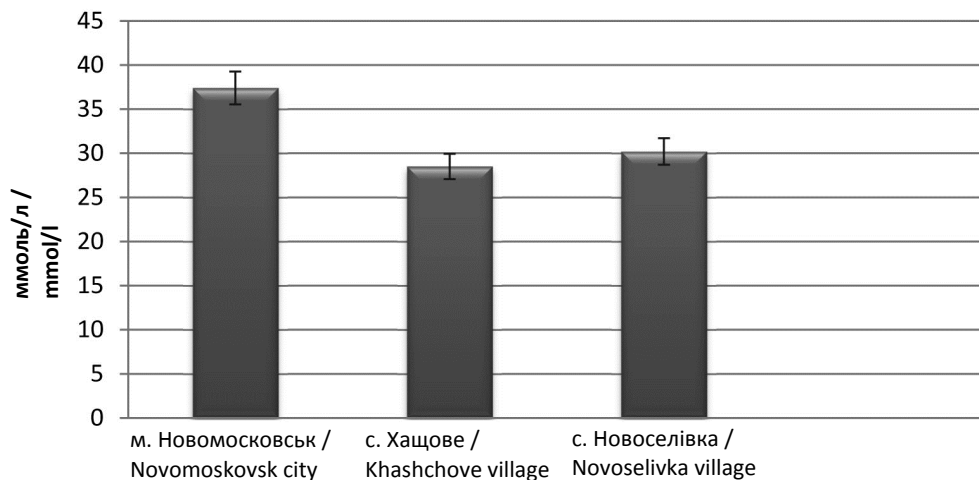
Альбумін-глобуліновий коефіцієнт у карася сріблястого в усіх дослідних точках знаходився на рівні 0,6, що свідчить про наявність патологічних процесів печінки або нирок.

Концентрація у крові глюкози та загального білка характеризує рівень вуглеводного та білкового обміну [7]. За даними деяких авторів [5], вміст даних речовин на рівні 27,0–56,0 г/л для загального білка та 1,5–4,0 ммоль/л для глюкози вказує на нормальний перебіг процесів метаболізму, а також на високу неспецифічну резистентність організму риби.

Рівень глюкози в крові карася сріблястого р. Самара був майже вдвічі вищим порівняно з нашими попередніми дослідженнями [20]. Різке перевищення



глюкозою рівня фізіологічної норми свідчить про стан гострого або хронічного стресу у риби [5]. Максимальний вміст глюкози спостерігався у сироватці крові карася, виловленого в районі м. Новомосковська та був достовірно вищим порівняно з рибами, виловленими поблизу с. Новоселівка та с. Хащове — на 23,8 та 31,2% відповідно (рис. 3).



Примітка. \* — різниця між показниками статистично достовірна при  $P \leq 0,05$   
Notes. \* — the difference between the indicators is statistically significant when  $P \leq 0,05$

Рис. 3. Вміст глюкози в сироватці крові карася сріблястого

Fig. 3. The content of glucose in the Prussian carps blood serum

Креатинін — важлива речовина, що бере участь у процесах скорочення м'язів, вивільнюється і з током крові транспортується до нирок, звідки виводиться разом з сечовиною. У нормі креатинін повністю виводиться з сечею з організму, тому збільшення його концентрації в сироватці крові свідчить про зниження фільтраційної функції нирок. Підвищений рівень креатиніну також спостерігається в крові риб, які піддаються впливу нітратів [4].

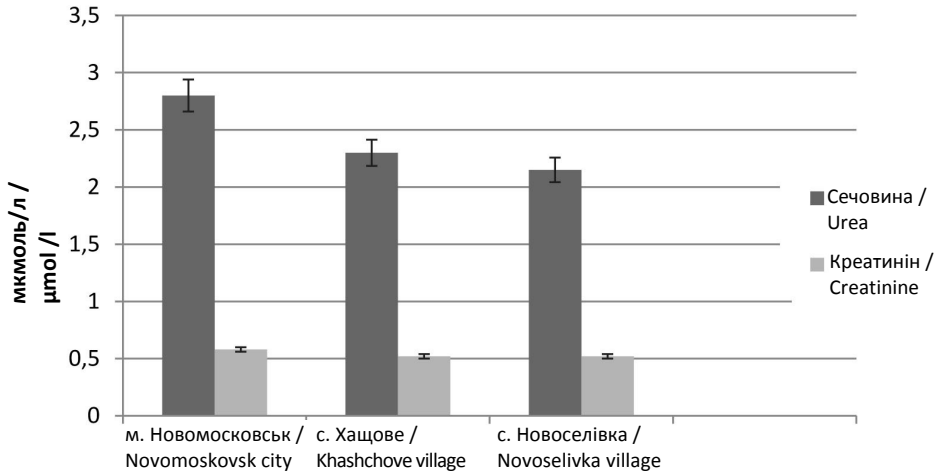
Вміст креатиніну у сироватці крові карася сріблястого р. Самара достовірно не відрізнявся в точках відбору проб та коливався від 0,52 до 0,58 мкмоль/л (рис. 4).

Підвищення рівня сечовини у крові риб може бути наслідком патологій печінки, дисфункції нирок або зябер. Концентрація сечовини у сироватці крові коропових риб не повинна перевищувати 1,83–6,2 мкмоль/л. Збільшення вказаного показника свідчить про недостатню видільну здатність нирок і порушення їх фільтрації [1].

Рівень вмісту сечовини в сироватці крові карася сріблястого з усіх досліджуваних ділянок знаходився у межах норми. Слід зазначити, що максимальним цей показник був у крові карася, виловленого поблизу м. Новомосковськ — 2,8 мкмоль/л, а найменшим — поблизу с. Новоселівка — 2,15 мкмоль/л. Різниця була достовірною та складала 21,8–30,2% між вмістом сечовини у риб з різних ділянок р. Самара.







Примітка. \* — різниця між показниками статистично достовірна при  $P \leq 0,05$

Notes. \* — the difference between the indicators is statistically significant when  $P \leq 0,05$

**Рис. 4. Рівень вмісту сечовини та креатиніну в сироватці крові карася сріблястого**

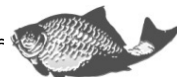
**Figure 4. Content level of urea and creatinine in the Prussian carps blood serum**

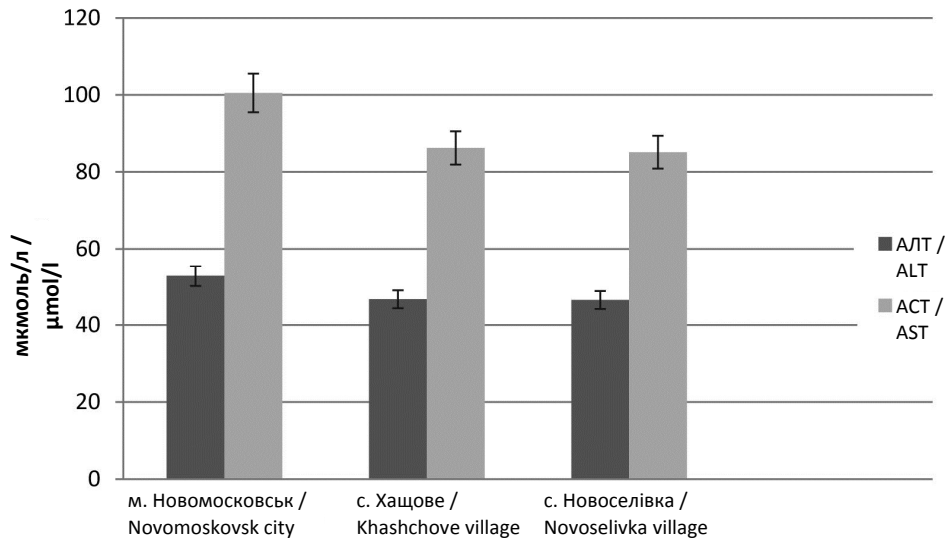
АЛТ і АСТ — ензими печінки, що беруть участь не лише в амінокислотному обміні. Вони є маркерами, що свідчать про порушення роботи печінки та інших внутрішніх органів. Загалом, підвищення активності амінотрансфераз в сироватці крові свідчить про ушкодження гепатоцитів. Це явище спостерігається у риб під час значного забруднення водного середовища, а також під дією окремих токсикантів у лабораторних умовах [17].

Активність АСТ у сироватці крові карася сріблястого по всіх досліджуваних точках була досить високою. Найбільшим цей показник був у районі м. Новомосковськ, складаючи 100,5 Од/л. У карася, вилученого поблизу с. Хащове та с. Новоселівка цей показник був нижчим на 14,5–15,3% (рис. 5). Подібна тенденція спостерігалась і за вмістом АЛТ в крові карася р. Самара. Активність аланінамінотрансферази у риб, виловлених поблизу с. Хащове та с. Новоселівка, була меншою на 11 та 12% порівняно з одновіковими особинами, виловленими в районі м. Новомосковськ. Підвищення активності АЛТ і АСТ у крові карася сріблястого, вилученого поблизу м. Новомосковськ, може бути свідченням формування певних захисних адаптацій до шкідливих чинників середовища.

Для визначення можливого рівня ушкодження печінки використовували коефіцієнт де Рітиса — відношення аспартатамінотрансферази до аланінамінотрансферази. В умовах інтенсивного фізичного навантаження коефіцієнт де Рітиса характеризує активацію глюконеогенезу із використанням АЛТ [6].

За відношенням АСТ/АЛТ (коефіцієнт де Рітиса) можна робити висновок про рівень ураження органів. У нормі коефіцієнт де Рітиса дорівнює 1,30–1,75. Збільшення його значень свідчить про ураження серця (ушкодження міокарда), а зниження — про ураження печінки, зменшення її функціональної активності [9].





Примітка. \* — різниця між показниками статистично достовірна при  $P \leq 0,05$

Notes. \* — the difference between the indicators is statistically significant when  $P \leq 0,05$

Рис. 5. Активність АЛТ та АСТ в сироватці крові карася сріблястого

**Fig. 5. Activity of alanine-aminotransferase (ALT) and aspartate-aminotransferase (AST) in the Prussian carp blood serum**

Значення цього коефіцієнта було найбільшим у карася, виловленого в районі м. Новомосковськ, складаючи 1,9. У с. Хащове та с. Новоселівка він був однаковим і становив 1,8. Такі дані вказують на початок формування патологічних процесів в серці риб.

Відомо, що еритроцити риб дуже чутливі до стану навколишнього середовища і реагують на зміну його екологічного стану морфофункціональними змінами. Ця властивість може бути використана у якості біоіндикації рівня токсичності водойми [10].

Дослідження цитометричних показників карася сріблястого дозволило виявити наявність відмінностей майже за всіма показниками (табл. 1). Виявлено збільшення розмірів клітин червоної крові у карася, виловленого поблизу с. Хащове та м. Новомосковськ, порівняно з одновіковими особинами, що вилучені поблизу с. Новоселівка. Так, малий та великий діаметри ядра еритроцита були більшими на 24–31 та 16–22%, а площа та периметр ядра — на 38–50 і 18–26%. Збільшення ядерної маси є ознакою початку амітозу [22], який є одним з патоморфологічних станів клітин червоної крові, який може бути віднесено до проліферативних порушень клітини.

Різниця між площею еритроцитів та малим діаметром клітини карася сріблястого теж була достовірною на дослідних ділянках і складала 31–32 і 22–24% відповідно.

Площа поверхні еритроцитів характеризує інтенсивність обмінних процесів і загальний функціональний стан організму в певний період життя [16]. Зростання її може відбуватися за умов гіпоксії та інтоксикації організму.



Таблиця 1. Цитометричні показники клітин червоної крові карася сріблястого р. Самара

Table 1. Cytometric parameters of Prussian carps red blood cells from the Samara River

Показники / Indices		с. Хащове / Xashchove village	м. Новомосковськ / Novomoskovsk city	с. Новоселівка / Novoselivka village
Діаметр ядра, мкм / Diameter of the nucleus, $\mu\text{m}$	Малий, мкм / small, $\mu\text{m}$	3,65 $\pm$ 0,56*	3,34 $\pm$ 0,49*	2,53 $\pm$ 0,37*
	Великий, мкм / large, $\mu\text{m}$	5,24 $\pm$ 0,58*	4,82 $\pm$ 0,58*	4,07 $\pm$ 0,49*
Площа ядра, мкм <sup>2</sup> / Area of the nucleus, $\mu\text{m}^2$		17,65 $\pm$ 3,57*	14,23 $\pm$ 2,85*	8,78 $\pm$ 1,73*
Периметр ядра, мкм / Perimeter of the nucleus, $\mu\text{m}$		15,36 $\pm$ 2,13*	13,95 $\pm$ 1,93*	11,43 $\pm$ 1,16*
Діаметр еритроцита, мкм / Diameter of the erythrocyte, $\mu\text{m}$	Малий, мкм / small, $\mu\text{m}$	8,90 $\pm$ 0,71*	8,72 $\pm$ 1,00*	6,72 $\pm$ 0,54*
	Великий, мкм / large, $\mu\text{m}$	12,10 $\pm$ 0,88	12,97 $\pm$ 1,26	10,69 $\pm$ 0,86
Площа еритроцита, мкм <sup>2</sup> / Area of the erythrocyte, $\mu\text{m}^2$		90,98 $\pm$ 9,01*	89,24 $\pm$ 9,25*	61,48 $\pm$ 8,14*
Периметр еритроцита, мкм / Perimeter of the erythrocyte, $\mu\text{m}$		34,85 $\pm$ 1,77	34,94 $\pm$ 2,09	29,42 $\pm$ 2,14

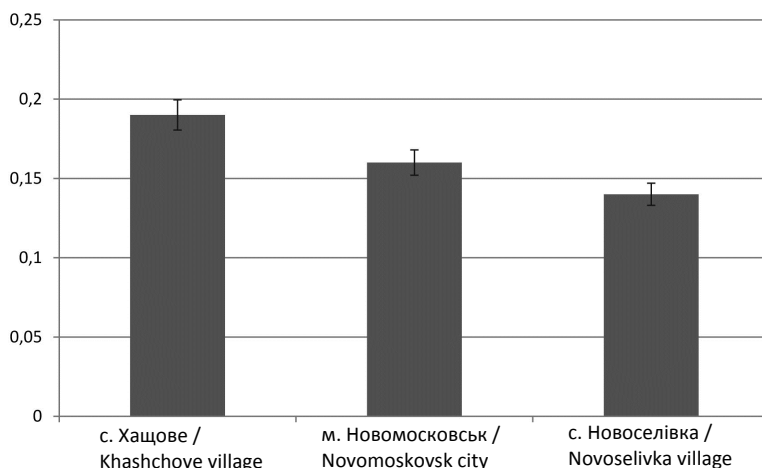
Примітка. \* — різниця між показниками статистично достовірна при  $P \leq 0,05$

Notes. \* — the difference between the indicators is statistically significant when  $P \leq 0,05$

Ядерно-цитоплазматичне відношення — важлива морфологічна характеристика, що дозволяє оцінити рівень метаболізму, виявити появу компенсаторних реакцій. Вимірювання відношення площі ядра до площі цитоплазми дозволяє виявити запальні процеси та наявність пухлин.

Ядерно-цитоплазматичне співвідношення еритроцитів карася варіювало від 0,14 до 0,19 (рис. 6). Максимальним цей показник був у риб, виловлених поблизу с. Хащове. В інших значення його було меншим на 16–26%. Збільшене ядерно-цитоплазматичне відношення клітин червоної крові може свідчити про зменшення функціональної площі еритроцита, а, отже, пригнічення окисно-відновних процесів в ньому, та вказує на порушення його діяльності [21]. Також збільшення даного показника характеризується зменшенням вмісту гемоглобіну в крові досліджуваної риби, а, отже, може призвести до кисневого голодування і патологій серцево-судинної системи [26].





Примітка. \* — різниця між показниками статистично достовірна при  $P \leq 0,05$

Notes. \* — the difference between the indicators is statistically significant when  $P \leq 0,05$

**Рис. 6. Ядерно-цитоплазматичне відношення еритроцитів карася сріблястого**

**Рис. 6. Nucleocytoplasmic late red of Prussian carps blood cells from the Samara River**

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

У шестирічних особин карася сріблястого (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)) р. Самара в умовах антропогенного навантаження виявлені ознаки патологічних процесів печінки та серця.

Показники вмісту загального білка у особин, відібраних з уловів на різних дослідних точках, знаходилися у верхніх межах фізіологічної норми. При цьому зменшення вмісту альбумінової і збільшення — глобулінової фракції вказує на наявність запальних процесів в організмі риб. Зниження альбумін-глобулінового коефіцієнта у карася сріблястого в усіх дослідних точках за межі норми також свідчить про наявність патологічних процесів печінки або нирок.

Високий рівень глюкози та підвищення активності АЛТ і АСТ в сироватці крові карася, виловленого в районі м. Новомосковська, свідчить про стан гострого або хронічного стресу та формування захисних механізмів адаптації до шкідливих чинників середовища.

Цитометричний аналіз дозволив виявити статистично достовірне збільшення ядерної маси, розмірів еритроцитів та збільшення ядерно-плазматичного відношення клітин червоної крові карася сріблястого, виловленого поблизу с. Хашчове та м. Новомосковська, що вказує на пригнічення функціональної активності еритроцитів.

Згідно з отриманими даними цитометричних та біохімічних досліджень крові риб, найбільш сприятливими для фізіологічного стану карася сріблястого є умови водного середовища р. Самари поблизу с. Новоселівка.



Перспективою подальших досліджень є можливість використання біохімічних та цитометричних показників крові карася сріблястого для проведення гідроекологічного моніторингу природних водойм, а також визначення рівня впливу різних антропогенних чинників на стан здоров'я і продуктивність промислових видів прісноводних риб.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Ali Alkaladi N. A. M., Nasr El-Deen Mohamed Afifi, Osama A. Abu Zinadah. Hematological and biochemical investigations on the effect of vitamin E and C on *Oreochromis niloticus* exposed to zinc oxiden an oparticles // Saudi Journal of Biological Sciences. 2015. Vol. 22(5). P. 556—563.
2. Fazio F. Fish hematology analysis as an important tool of aquaculture: A review // Aquaculture. 2019. Vol. 500. P. 237—242.
3. Comparative study of the biochemical and haematological parameters of four wild Tyrrhenian fishspecies / Fazio F. et al. // Veterinarni Medicina. 2013. Vol. 58. P. 576—581.
4. Raghavendra Kulkarni and Pruthviraj C. B. Blood Creatinine and some Enzyme Levels in Four Species of Indian Carp Fishes Collected from a Local Aquatic Body // International Letters of Natural Sciences. 2006. Vol. 60. P. 13—17.
5. Ахметова В. В., Васина С. Б. Оценка морфологической и биохимической картины крови карповых рыб, выращиваемых в ООО «Рыбхоз» Ульяновского района Ульяновской области // Физико-химическая биология. 2000. № 3. С. 53—58.
6. Вікуліна Г. В., Боровков С. Б. Діагностичне значення деяких біохімічних індексів крові та сечі // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. № 3. С. 118—121.
7. Воліченко Ю. М., Пентиліук С. І., Шерман І. М. Гематологічні показники крові цьоголіток корошових риб (*Cyprinidae*), вирощених за пасовищною технологією в умовах півдня України // Рибогосподарська наука України. 2017. № 4. С. 90—99.
8. Глебова Ю. А. Динаміка розвитку рибного господарства України у 2015–2018 роках // Рибогосподарська наука України. 2019. № 2. С. 5—20.
9. Гуліев Р. А., Мелякіна Э. И. Некоторые биохимические показатели крови рыб дельты Волги // Вестник АГТУ. 2014. № 2. С. 85—91. (Серия : Рыбное хозяйство).
10. Курченко В.О., Шарамок Т.С., Маренков О.М. Вдосконалення способу фарбування мазків крові для визначення цитометричних показників крові риб // Біологічні системи. 2019. Т. 11, вип. 1. С. 15—18.
11. Макаренко Т. М., Радченко О. М. Співвідношення біохімічних показників крові в медичній практиці: клініко-діагностичне значення // Практикуючий лікар. 2017. Т. 6, № 2. С. 49—53.
12. Машкова К. А., Шарамок Т. С. Морфометричні показники карася сріблястого р. Самара Дніпропетровської області в умовах антропогенного навантаження // Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології : XII іхтіол. наук.-практ. конф. : матер. Дніпро, 2019. С. 138—141.
13. Машкова К. А., Шарамок Т. С. Біохімічні показники карася сріблястого річки Самара // Актуальні проблеми підвищення якості та безпеки виробництва й переробки продукції тваринництва. 2020. С. 250—251.



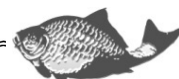
14. Пищенко Е. В. Гематология пресноводной рыбы : учебное пособие. Новосибирск : Новосиб. гос. аграр. ун-т, 2002. С. 16—17.
15. Маринич О. М. Географічна енциклопедія України : у 3 т. Київ : Українська Радянська Енциклопедія ім. М.П. Бажана, 1989—1993.
16. Сементина Е. В. Ихтиогематологические показатели как критерий условий выращивания и обитания рыб : дис. ... канд. биол. наук : спец. 03.02.06 «Ихтиология». Калининград, 2011. 241 с.
17. Сигачева Т. Б., Чеснокова И. И., Гаврюсева Т. В. Характеристика некоторых биохимических показателей печени трех донных видов рыб Черного моря // Журнал эволюционной биохимии и физиологии рыб. 2020. Т. 56, № 1. С. 55—61.
18. Біохімічні показники крові коропа за дії стоків тваринницьких підприємств / Тупицька О. М. та ін. // Ветеринарна медицина. 2016. Вип. 102. С. 343—345.
19. Федоненко О. В., Маренков О. М. Біологічні основи зарибнення Запорізького (Дніпровського) водосховища // Рибогосподарська наука України. 2017. № 4. С. 42—52.
20. Fedonenko Olena, Sharamok Tetyana, Ananieva Tamila. Biochemical parameters of blood in fish from Zaporozhian Reservoir // International Letters of Natural Sciences. 2016. Vol. 51. P. 43—50.
21. Шарамок Т. С., Єсіпова Н. Б., Колесник Н. Л. Патоморфологічні та цитометричні показники клітин червоної крові дволіток карася сріблястого (*Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782)) за умови інтоксикації іонами міді // Рибогосподарська наука України. 2017. № 2. С. 98—108.
22. Еколого-гематологічна характеристика плітки звичайної (*Rutilus Rutilus* Linnaeus, 1758) Запорізького водосховища / Шарамок Т. С. та ін. // Біологічний вісник МДПУ імені Богдана Хмельницького. 2016. Вип. 6 (2). С. 303—310.
23. Яцюк М. В. Оцінка прогнозування та оптимізація гідрохімічного режиму в умовах техногенезу (на прикладі басейну р. Самари) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук. Київ, 2001. 19 с.
24. Пахніц О. В. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2016 рік. Дніпропетровськ : Дніпропетровська обласна державна адміністрація, 2017. С. 19—36.
25. Пахніц О. В. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2017 рік. Дніпропетровськ : Дніпропетровська обласна державна адміністрація, 2018. С. 20—33.
26. Омельковець Я. Порівняльно-морфологічне дослідження еритроцитів форелі струмкової, ліна та сома звичайного // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. 2016. № 2. С. 64—71. (Біологічні науки).

## REFERENCES

1. Ali Alkaladi, Nasr A. M., NasrEl-Deen, Mohamed Afifi, & Osama, A. Abu Zinadah. (2015). Hematological and biochemical investigations on the effect of vitamin E and C on *Oreochromis niloticus* exposed to zinc oxiden an oparticles. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22(5), 556-563.
2. Fazio, F. (2019). Fish hematology analysis as an important tool of aquaculture: A review. *Aquaculture*, 500, 237-242.



3. Fazio, F., Marafioti, S., Arfuso, F., Piccione, G., & Faggio, C. (2013). Comparative study of the biochemical and haematological parameters of four wild Tyrrhenian fishspecies. *Veterinari Medicina*, 58, 576-581.
4. Raghavendra, Kulkarni, & Pruthviraj, C. B. (2016). Blood Creatinine and some Enzyme Levels in Four Species of Indian Carp Fishes Collected from a Local Aquatic Body. *International Letters of Natural Sciences*, 60, 13-17.
5. Akhmetova, V. V., & Vasina, S. B. (2000). Otsenka morfologicheskoy i biokhimicheskoy kartiny krovi karpovykh ryb, vyrashchivaemykh v OOO «Rybkhoz» Ul'yanovskogo rayona Ul'yanovskoy oblasti. *Fiziko-khimicheskaya biologiya*, 3, 53-58.
6. Vikulina, H. V., & Borovkov, S. B. (2017). Diahnostychnye znachennia deiakykh biokhimichnykh indeksiv krovi ta sechi. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 118-121.
7. Volichenko, Yu. M., Pentyliuk, S. I., & Sherman, I. M. (2017). Hematolohichni pokaznyky krovi tsoholitok koropovykh ryb (*Cyprinidae*), vyroshchennykh za pasovyshchnoiu tekhnolohiiu v umovakh pivdnia Ukrainy. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 4, 90-99.
8. Hliebova, Yu. A. (2019). Dynamika rozvytku rybnoho hospodarstva Ukrainy u 2015–2018 rokakh. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 2, 5-20.
9. Guliev, R.A., & Melyakina, E. I. (2014). Nekotorye biokhimicheskie pokazateli krovi ryb del'ty Volgi. *Vestnik AGTU. Seriya: Rybnoe khozyaystvo*, 2, 85-91.
10. Kurchenko, V. O., Sharamok, T. S., & Marenkov, O. M. (2019). Vdoskonalennia sposobu farbuвання mazkiv krovi dlia vyznachennia tsytometrychnykh pokaznykiv krovi ryb. *Biolohichni systemy*, 11, 1, 15-18.
11. Makarenko, T.M., & Radchenko, O.M. (2017). *Spivvidnoshennia biokhimichnykh pokaznykiv krovi v medychnii praktytsi: kliniko-diahnostychnye znachennia. Praktykuiuchy likar*, tom 6, №2. 2017. S 49 – 53.
12. Mashkova, K. A., & Sharamok, T. S. (2019). Morfometrychni pokaznyky karasia sribliastoho r. Samara Dnipropetrovskoi oblasti v umovakh antropohennoho navantazhennia. *Suchasni problemy teoretychnoi ta praktychnoi ikhtiologii: Materialy XII ikhtiologichnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Dnipro, 138-141.
13. Mashkova, K. A., & Sharamok, T. S. (2020). Biokhimichni pokaznyky karasia sribliastoho richky Samara. *Aktualni problemy pidvyschennia yakosti ta bezpeky vyrobnytstva y pererobky produktsii tvarynnytstva*, 250-251.
14. Pishchenko, E. V. (2002). *Gematologiya presnovodnoy ryby: uchebnoe posobie*. Novosibirsk: Novosib. gos. agrar. un-t, 16-17.
15. Marynych, O. M. (1989). Heohrafichna entsyklopediia Ukrainy. (Vol. 1-3). Kyiv: Ukrainska Radianska Entsyklopediia im. M.P.Bazhana, 1989-1993.
16. Sementina, E. V. (2011). Ikhtiogematologicheskie pokazateli kak kriteriy usloviy vyrashchivaniya i obitaniya ryb. *Candidate's thesis*. Kaliningrad.
17. Sigacheva, T. B., Chesnokova, I. I., & Gavryuseva, T. V. (2020). Kharakteristika nekotorykh biokhimicheskikh pokazateley pecheni trekh donnykh vidov ryb Chernogo morya. *Zhurnal evolyutsionnoy biokhimii i fiziologii ryb*, 56, 1, 55-61.
18. Tupytska, O. M., Klikh, L. V., Zakharenko, I. M., & Shabash, M. L. (2016). Biokhimichni pokaznyky krovi koropa za dii stokiv tvarynnytskykh pidpriemstv. *Veterynarna medytsyna*, 102, 343-345.
19. Fedonenko, O. V., & Marenkov, O. M. (2017). Biolohichni osnovy zarybnennia Zaporizkoho (Dniprovskoho) vodoskhovyscha. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 4, 42-52.



20. Fedonenko, Olena, Sharamok, Tetyana, Ananieva, Tamila (2016). Biochemical parameters of blood in fish from Zaporozhian Reservoir. *International Letters of Natural Sciences*, 51, 43-50.
21. Sharamok, T. S., Yesipova, N. B., & Kolesnyk, N. L. (2017). Patomorfologichni ta tsytometrychni pokaznyky klityn chervonoj krovi dvolitok karasia sribliastoho (*Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782)) za umovy intoksykatsii ionamy midi. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 2, 98-108.
22. Sharamok, T. S., Yesipova, N. B., Fedonenko, O. V., Biletska, O. V. (2016). Ekologo-hematologichna kharakterystyka plitky zvychnoi (*Rutilus Rutilus* Linnaeus, 1758) Zaporizkoho vodoskhovyshcha. *Biologichnyi visnyk MDPU imeni Bohdana Khmelnytskoho*, 6 (2), 303-310.
23. Iatsiuk, M. V. (2001). Otsinka prohnouzuvannia ta optymizatsiia hidrokhimichnoho rezhymu v umovakh tekhnohenezu (na prykladi baseinu r. Samary). *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv.
24. Pakhnits, O. V. (2017). *Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Dnipropetrovskii oblasti za 2016 rik*. Dnipropetrovsk: Dnipropetrovska oblasna derzhavna administratsiia, 19-36.
25. Pakhnits, O. V. (2018). *Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Dnipropetrovskii oblasti za 2017 rik*. Dnipropetrovsk: Dnipropetrovska oblasna derzhavna administratsiia, 20-33.
26. Omelkovets, Ya. (2016). Porivnialno-morfologichne doslidzhennia erytrotsytiv foreli strumkovoї, lyna ta soma zvychnoho. *Naukovyi visnyk Shhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky*, 2, 64-71.

