

УДК 574.24:591.1[57.02+57.04](597)

О.С. ПОТРОХОВ, д. б. н., ст. наук. співроб., зав. відділу,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна,
e-mail: apotrokhov@gmail.com
ORCID 0000-0002-8274-6898

О.Г. ЗІНЬКОВСЬКИЙ, к. б. н., ст. наук. співроб., пров. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: olzinkovskyi@gmail.com
ORCID 0000-0003-4135-5839

Ю.М. ХУДІЯШ, к. б. н., ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: yurahud@ukr.net,
ORCID 0000-0002-8588-0371

К. КОФОНОВ, доктор філософії, мол. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: kirillkofonov16@gmail.com
ORCID 0000-0002-7859-5193

Л.В. ФЕДОРЕНКО, к. б. н., ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: Fedorenko.L@nas.gov.ua,
ORCID 0000-0002-7241-0282

Ю.В. КУНОВСЬКИЙ, к. с-г. наук, доцент, мол. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: juriikunovskii@gmail.com
ORCID 0000-0003-2720-3927

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ В РІЧКАХ ЗА БІОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ КРОВІ ПЛІТКИ ЗВИЧАЙНОЇ ТА КАРАСЯ СРІБЛЯСТОГО

Вплив антропогенних чинників, зокрема військових дій, на якість води та біохімічні показники риб є актуальною проблемою екологічного моніторингу. У цьому дослідженні проведено оцінку впливу забруднення води на рівень кортизолу, ти-

Ц и т у в а н н я: Потрохов О.С., [Зіньковський О.Г.], Худіяш Ю.М., Кофонов К., Федоренко Л.В., Куновський Ю.В. Оцінка якості води в річках за біохімічними показниками крові плітки звичайної та карася сріблястого. *Гідробіол. журн.* 2025. Т. 61, № 6. С. 62—70.

роксину та глюкози у плазмі крові двох видів риб: плітки звичайної (*Rutilus rutilus* L.) та карася сріблястого (*Carassius gibelio* Bloch). Дослідження здійснювали у річках Десна, Дунай і Рось, які зазнали різного рівня антропогенного навантаження внаслідок військових дій. Відмічено, що при погіршенні якості води переважно збільшується вміст кортизолу і тироксину, а також зменшується вміст глюкози у плазмі крові плітки та карася сріблястого, як прояви розвитку у них стрес-реакцій. Плітка звичайна є більш чутливим біомаркером забруднення, тоді як карась сріблястий демонструє вищу толерантність. Отримані результати вказують на суттєві зміни у фізіологічному стані риб, що підтверджує доцільність використання біохімічних показників як індикаторів екологічного стану водного середовища.

Ключові слова: хімічні показники води, кортизол, тироксин, глюкоза, плазма крові, прісноводні риби.

Відомо, що фізіологічні та біохімічні реакції організму на зміни оточуючого середовища можна використовувати для біологічної оцінки якості води [26]. Більшість із розроблених методів можливо використовувати для епізодичних або базових обстежень. Лише деякі підходять для рутинного моніторингу та оцінки, оскільки вони розробляються для конкретних водойм, є доволі дорогими та складними у використанні. Отриманні включають тести, такі як визначення рівня глюкози, вмісту гормонів у крові риб або вимірювання активності специфічних ферментів у тканинах водних організмів, які є біомаркерами стресу.

Риба є найбільш чутливим до забруднення води гідробіонтом порівняно з безхребетними, тому її рекомендують як індикатор умов водного середовища [2]. Надходження та накопичення поллютантів в організмі риби може вплинути на її основні фізіологічні процеси [6, 17]. Стрес у риб відбувається за дії різних факторів зовнішнього середовища або зовнішньою стимуляцією [12]. Одним із найкращих показників, який можна використовувати для визначення рівня стресу, є рівень глюкози в крові [7].

Глюкоза в крові використовується для забезпечення енергією і є ефективним показником якості водного середовища [18]. Підвищення рівня глюкози в крові відбувається як відповідь, коли риба перебуває в стані стресу [15, 20]. Погіршення стану водного середовища часто викликає підвищення концентрації глюкози у крові риб.

Серед різних біомаркерів реакцій на стрес кортизол є надійним індикатором стресу по відношенню до органічних забруднювачів у риб [14, 27], з практичним застосуванням у біомоніторингу. Цей гормон широко використовується для оцінки стресових ефектів у риб за дії хімічних забруднювачів [10, 13, 21], температури води та фотоперіоду [1, 11, 19, 22, 25] та інших.

Тиреоїдні гормони у риб беруть участь у контролі осморегуляції, метаболізму, соматичного росту, пігментації шкіри, розвитку, відтворення, постнатального метаморфозу та поведінки [23].

Порушення функції щитовидної залози може серйозно знизити пристосованість та виживання риб [23]. Дослідження показали, що вплив численних забруднюючих речовин змінює рівень як тироксину (Т4), так і

трийодтироніну (Т3) у плазмі різних видів риб як після гострого [24], так і внаслідок хронічного впливу [8, 16].

З огляду на вищезазначене, у роботі ми використовували саме ці показники біохімічного стану риб за впливу різних чинників середовища, за якими можна встановити якість води у водоймах. Крім того, ми виходили з припущення, що за ведення військових дій різного характеру істотно погіршується якість води і це повинно позначатися на вмісті гормонів та глюкози у крові риб.

Метою роботи було встановити як впливає погіршення якості води через ведення військових дій на деякі біохімічні показники крові плітки звичайної та карася сріблястого.

Матеріал і методика досліджень

Об'єкт та район дослідження. Дослідження проводили в серпні — вересні 2024 р. Об'єктом дослідження були статевозрілі особини плітки звичайної та карася сріблястого, які виловлювали у водоймах гачковим методом. Після відлову риб відразу відбирали їхню кров гепаринованим шприцом із серця, потім у лабораторних умовах отримували плазму крові, яку зберігали у морозильній камері при температурі $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Лов риби здійснювали у р. Десна (с. Беремицьке — с. Поліське) на початку надходження органічного забруднення з р. Сейм після проведення військових операцій біля неї. Крім того біологічний матеріал отримували у Кілійському гирлі р. Дунай (м. Вилкове) під час та після ураження припортових споруд дронами камікадзе. Як контрольну водойму було обрано р. Рось (м. Біла Церква біля дендрологічного парку «Олександрія»).

Гідрохімічні методи. Концентрацію амонійного, нітритного, нітратного азоту та фосфору фосфатів встановлювали за допомогою фотометра Exact iDip 570 та відповідних реагентів. Вміст розчинених нафтопродуктів визначали стандартним методом за допомогою аналізатора Флюорат 02-3 М [5].

Біохімічні дослідження. У плазмі крові визначали вміст глюкози (ммоль/дм^3) глюкозооксидазним методом [4]. У 4 мл субстратно-буферного розчину, який містив 4.4 U пероксидази, 36 U β , D-глюкозооксидази, 0,22 мг 4-амінофеназону, 0,38 мг фенолу та 2 мл 0,1 М фосфорного буферу (рН 7,2—7,4), додавали 0,04 мг гомогенату (дослідна проба) або 0,04 мл дистильованої води (холоста проба). Потім витримували зразки протягом 20 хв при температурі $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Після цього вимірювали оптичну щільність при 530 нм.

Вміст кортизолу та тироксину досліджували ІФА методом за допомогою ІФА-аналізатора Rayto RT-2100C із використанням наборів реагентів «Кортизол-ІФА» та «Т4-ІФА» (Хема, Україна).

Статистичні методи. Дані обробляли статистично з використанням програм Statistica 10, програм Excel із пакету Microsoft Office. Достовірність між досліджуваними групами оцінювали за допомогою U-критерію Манна-Уїтні за рівня ймовірності $p < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Як показали результати досліджень, на обраній ділянці р. Десни у воді містилася значна кількість амонійного азоту та фосфору фосфатів, концентрації яких значно перевищували гранично допустимі рівні. Крім того, за даними Державного агентства водних ресурсів України, під час проведення досліджень спостерігалось підвищення кількості завислих речовин до 10,0 мг/дм³ та БСК5 — 3,60 мг О₂/дм³ (табл. 1).

На досліджуваній ділянці Кілійського гирла (р. Дунай) під час лову рибу у воді було зареєстровано перевищення допустимої норми іонів амонію та розчинених нафтопродуктів. Це свідчить про тимчасове забруднення води внаслідок ураження прилеглих території ворожими дронами, оскільки раніше нами не спостерігалися такі рівні забруднюючих речовин.

Не помічено істотного антропогенного впливу в контрольній вододоймі (р. Рось) за показниками вмісту біогенних сполук та розчинених нафтопродуктів.

За цих умов у плітки розвивалися стрес-реакції, які проявлялися в істотному зростанні вмісту кортизолу у плазмі крові (рис. 1). У рибу з р. Десни вміст цього гормону підвищився у 2,0 рази, а з р. Дунай — на 23 %. Це свідчить про те, що через різноманітні наслідки проведення військових дій істотно змінюється фізіологічний стан риби, що є відображенням погіршення якості води. Особливо це було помітно у р. Десні, коли при посиленні надходження органічного забруднення у воду та внаслідок розвитку гіпоксії спостерігалася масова загибель риби.

На відміну від плітки, у карася сріблястого не помічено істотного підвищення вмісту кортизолу. Цей вид характеризується значною витривалістю до умов середовища, зокрема до гіпоксичних умов. Дещо, але невірогідно, підвищився вміст кортизолу у крові риби з р. Дунай (на 22 %) порівняно до контролю. Характерним є те, що вміст гормону у крові карася між різними особинами має широкий діапазон варіювання, тобто адаптаційні можливості до дії негативних чинників у карася мають більш широкі межі.

Таблиця 1

Хімічні показники води у річках під час проведення лову риби

Річки	Амонійний азот, мг N/дм ³	Нітрити, мг N/дм ³	Нітрати, мг N/дм ³	Фосфати, мг P/дм ³	Розчинені нафтопродукти, мг/дм ³
р. Десна	<u>1,00—2,06*</u>	0,03—0,05*	0,45—0,50 *	<u>0,51—1,58 *</u>	—
р. Дунай	<u>1,73—2,08</u>	<0,021	<0,81	<0,29	<u>0,068—0,102</u>
р. Рось	0,12—0,29	0,02—0,06	0,94—1,58	<0,29	<0,029

Примітка. Підкреслення — перевищення ГДК; * — за даними Державного агентства водних ресурсів України [9], «—» — дані відсутні.

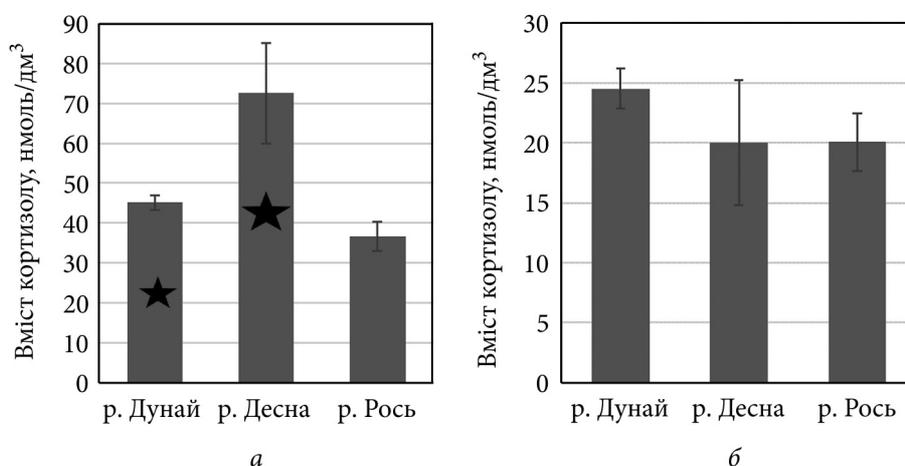


Рис. 1. Вміст кортизолу у плазмі крові плітки (а) та карася сріблястого (б) за різних умов існування риб, $n = 10$, $M \pm m$. Тут і на рис. 2, 3: зірочкою позначено вірогідність $< 0,05$

Вміст тироксину у крові плітки змінюється подібним чином, як і кортизол, залежно від умов середовища (рис. 2, а). За дії швидкого та доволі нетривалого надходження органічного забруднення та погіршення кисневих умов у р. Десні вміст Т4 збільшився у 1,6 раза. Це свідчить про активізацію енергетичного обміну у риб, спричинену погіршенням умов існування та спробою адаптації до діючих чинників, що призводить до значних витрат енергетичних ресурсів. Але значні енергетичні витрати не можуть бути тривалими, вони неминуче призводять до загибелі риб, яка спостерігалася пізніше. В той же час у плітки з р. Дунай помічено зменшення вмісту Т4 у крові, риби переходять на ресурсозберігаючу адаптацію до негативних чинників. Риби доволі успішно витримують погіршення умов існування при такому рівні забрудненості річки.

У карася погіршення екологічних умов викликає тенденцію до збільшення вмісту Т4 у плазмі крові, хоча відсутні вірогідні відмінності між цими показниками (рис. 2, б). У р. Дунай вміст гормону збільшився на 33 % порівняно до контролю, а у р. Десні — на 23 %. Вочевидь, це свідчить про посилення енергозабезпечення пристосувальних реакцій до дії несприятливих чинників.

На противагу дослідженням інших авторів [15, 20] в нашому випадку вміст глюкози у крові зменшувався за умов погіршення якості води та у відповідь на стресові чинники (рис. 3). При чому зменшення або тенденцію до зниження вмісту глюкози у крові відмічено як для плітки, так і для карася. Найменший вміст глюкози спостерігався у р. Дунай, дещо вищий — у р. Десні, а найбільший — у р. Рось. Так її вміст у плітки знижувався на 15 і 7 % відповідно у р. Дунай та р. Десні порівняно до контролю (дані не мають статистичної вірогідності), а у карася — на 40 і 24 % відповідно (дані статистично вірогідні). Безумовно в процесі пристосу-

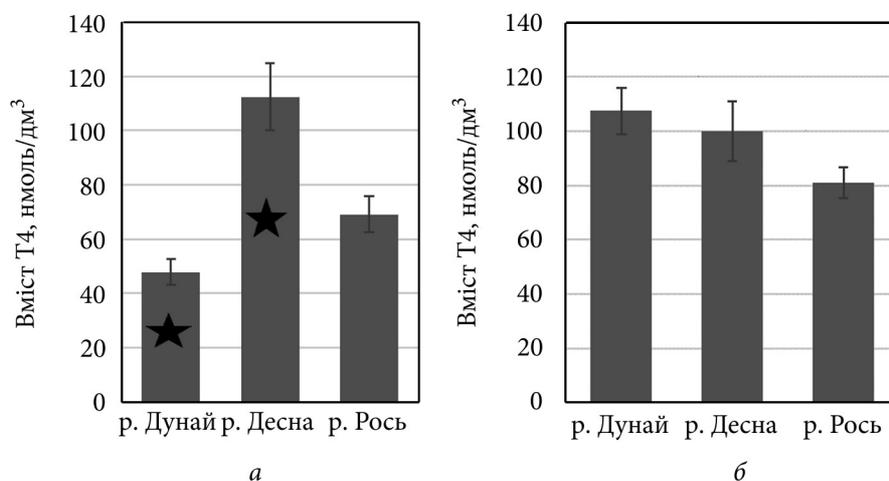


Рис. 2. Вміст тироксину у плазмі крові плітки (а) та карася сріблястого (б) за різних умов існування риб, $n = 10$, $M \pm m$

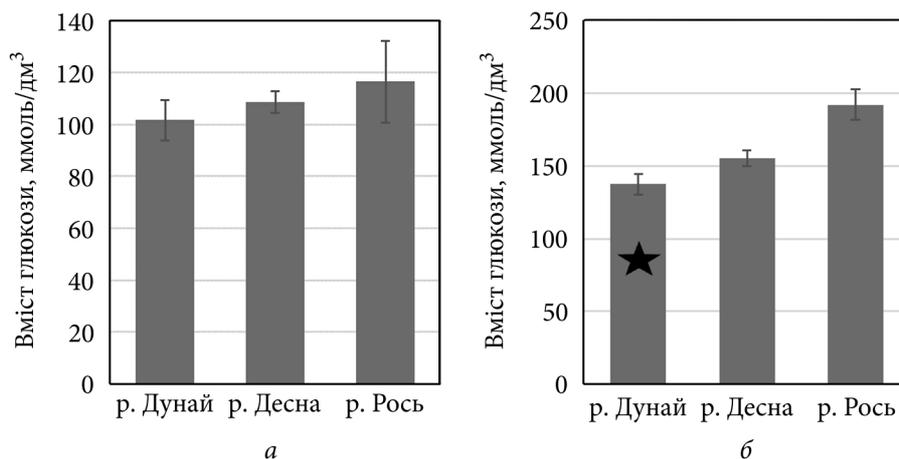


Рис. 3. Вміст глюкози у плазмі крові плітки (а) та карася сріблястого (б) за різних умов існування риб, $n = 10$, $M \pm m$

вання риб до несприятливих умов існування потрібна значна кількість енергії, яка утворюється саме із глюкози. Тому ступінь надходження глюкози переважно з печінки риб та ступінь її утилізації не може призводити до значного зростання її концентрації у крові.

Висновки

Дослідження показали значне перевищення концентрацій амонійного азоту, фосфатів та розчинених нафтопродуктів у річках Десна та Дунай, що корелює з підвищеним рівнем кортизолу у плітки. У карася сріблястого подібних змін не виявлено, що свідчить про його більшу стійкість до забруднення.

У плітки з р. Десни рівень кортизолу збільшився у 2,0 рази, а в р. Дунай — на 23 % порівняно з контрольною водоймою (р. Рось). Це свідчить про високий рівень стресу, пов'язаний із погіршенням якості води.

Вміст тироксину (Т4) у плітки та карася сріблястого також підвищувався у відповідь на забруднення, що вказує на активацію енергетичного обміну. Проте у плітки з р. Дунай спостерігалася протилежна тенденція — зниження рівня тироксину, що підтверджує його адаптаційну стратегію енергозбереження.

Всупереч очікуваному підвищенню рівня глюкози у крові у відповідь на стрес, у риб з забруднених водойм її концентрація знижувалася. Це може бути пов'язано з інтенсивною її утилізацією для підтримки адаптаційних механізмів.

Отримані дані підтверджують доцільність використання рівнів кортизолу, тироксину та глюкози у плазмі крові риб як маркерів екологічного стану водного середовища. Плітка звичайна є більш чутливим біомаркером забруднення, тоді як карась сріблястий демонструє вищу толерантність.

Список використаної літератури

1. Alfonso S., Houdelet C., Bessa E. et al. Water temperature explains part of the variation in basal plasma cortisol level within and between fish species. *J. Fish Biol.* 2023. Vol. 103, N 4. P. 1—11. doi: 10.1111/jfb.15342.
2. Authman M.M.N., Zaki M.S., Khallaf E.A., Abbas H.H. Use of fish as bioindicator of the effects of heavy metals pollution. *J. Aquaculture Resour. & Develop.* 2015. Vol. 6, N 4. P. 1—13. DOI: 10.4172/2155-9546.1000328.
3. Brown S.B., Evans R.E., Vandenbyllardt L. et al. Altered thyroid status in lake trout (*Salvelinus namaycush*) exposed to co-planar 3,3',4,4',5-pentachlorobiphenyl. *Aquat. Toxicol.* 2004. Vol. 67, N 1. P. 75—85. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2003.12.002>.
4. Christensen N.J. Notes on the glucose oxidase method. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 1967. Vol. 19, N 4. P. 379—384. <https://doi.org/10.3109/00365516709090653>.
5. Ehrhardt M., Klungsøyr J., Law, R.J. Hydrocarbons: Review of methods for analysis in sea water, biota, and sediments. *ICES Techniques in Marine Environmental Sciences*. 1991. N 12. 47 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-249>.
6. El-Sappah A.H.A., Shawky A.S.H., Mahassen S. et al. Nile tilapia as bio indicator to estimate the contamination of water using sds-page and rapdpqr techniques. *Egypt J. Genet. Cytol.* 2012. Vol. 41. P. 209—227. DOI: 10.21608/ejgc.2012.10536.
7. Evans D.H., Claiborne J.B. *Physiology of Fishes*. CRC Press. Tylor and Francis Group. 2016. <https://doi.org/10.1080/17451000.2016.1169299>.
8. Hontela A., Daniel C., Ricard A.C. Effects of acute and subacute exposures to cadmium on the interrenal and thyroid function in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquat. Toxicol.* 1996. Vol. 35, N 3—4. P. 171—182. [https://doi.org/10.1016/0166-445X\(96\)00012-4](https://doi.org/10.1016/0166-445X(96)00012-4).
9. <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>.
10. Iwanowicz L.R., Blazer V.S., McCormick S.D. et al. Aroclor 1248 exposure leads to immunomodulation, decreased disease resistance and endocrine disruption in the Brown Bullhead, *Ameiurus nebulosus*. *Aquat. Toxicol.* 2009. Vol. 93. P. 70—82. doi: 10.1016/j.aquatox.2009.03.008.
11. Kitagawa A.T., Costa L.S., Paulino R.R. et al. Feeding behavior and the effect of photoperiod on the performance and hematological parameters of the Pacamã Catfish (*Lophiosilurus alexandri*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2015. Vol. 171. P. 211—218. doi: 10.1016/j.applanim.2015.08.025.

12. Kubilay A., Ulukoy G. The effects of acute stress on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish J. Zool.* 2002. Vol. 26. P. 249—254.
13. Laflamme J.-S., Couillard Y., Campbell P.G., Hontela A. Interrenal metallothionein and cortisol secretion in relation to Cd, Cu, and Zn exposure in Yellow Perch, *Perca flavescens*, from Abitibi Lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 2000. Vol. 57. P. 1692—1700. doi: 10.1139/f00-118.
14. Lemos L.S., Angarica L.M., Hauser-Davis R.A., Quinete N. Cortisol as a stress indicator in fish: sampling methods, analytical techniques, and organic pollutant exposure assessments. *Intern. J. Environ. Res. Public. Health.* 2023. Vol. 20, N 13. P. 6237. doi: 10.3390/ijerph20136237.
15. Malini D.M., Madihah M., Apriliandri A.F., Arista S. Increased blood glucose level on pelagic fish as response to environmental disturbances at East Coast Pangandaran, West Java. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2018. Vol. 166. 012011. DOI 10.1088/1755-1315/166/1/012011.
16. Nugegoda D., Kibria G. Effects of environmental chemicals on fish thyroid function: Implications for fisheries and aquaculture in Australia. *General and Comparative Endocrinology.* 2017. Vol. 244. P. 40—53. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2016.02.021>.
17. Ogundiran M.A., Fawole O.O. Toxic effects of water pollution on two bio-indicators of aquatic resources of Asa river, Nigeria. *J. Fish. Sci.* 2018. Vol. 12, N 2. P. 20—27. DOI: 10.21767/1307-234X.1000148.
18. Osman A.G.M., Abd El Baset K.Y., El Reheem M.A. et al. Blood biomarkers in Nile tilapia *Oreochromis niloticus niloticus* and African catfish *Clarias gariepinus* to evaluate water quality of the river Nile. *Ibid.* 2018. Vol. 12, N 1. P. 1—15. DOI: 10.21767/1307-234X.1000141.
19. Pavlidis M., Greenwood L., Paalavuo M. et al. The Effect of photoperiod on diel rhythms in serum melatonin, cortisol, glucose, and electrolytes in the Common Dentex, *Dentex dentex*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 1999. Vol. 113. P. 240—250. doi: 10.1006/gcen.1998.7190.
20. Renitasari D.P., Kurniawan A., Kurniaji A. Blood glucose of tilapia fish *Oreochromis mossambica* as a water bioindicator in the downstream of Brantas Waters, East Java. *AACL Bioflux.* 2021. Vol. 14, N 4. P. 2040—2049.
21. Robertson L., Thomas P., Arnold C.R., Trant J.M. Plasma cortisol and secondary stress responses of red drum to handling, transport, rearing density, and a disease outbreak. *Progress. Fish-Culturist.* 1987. Vol. 49. P. 1—12. doi: 10.1577/1548-8640(1987)49<1:PCASSR>2.0.CO;2.
22. Sánchez-Vázquez F.J., López-Olmeda J.F., Vera L.M. et al. Environmental cycles, melatonin, and circadian control of stress response in fish. *Front. Endocrinol.* 2019. Vol. 10. P. 279. doi: 10.3389/fendo.2019.00279.
23. Scott G.R., Sloman K.A. The effects of environmental pollutants on complex fish behaviour: integrating behavioural and physiological indicators of toxicity. *Aquat. Toxicol.* 2004. Vol. 68, N 4. P. 369—392. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2004.03.016>.
24. Sinha N., Lal B., Singh T.P. Effect of endosulfan on thyroid physiology in the freshwater catfish, *Clarias batrachus*. *Toxicology.* 1991. Vol. 67, N 2. P. 187—197. [https://doi.org/10.1016/0300-483X\(91\)90142-N](https://doi.org/10.1016/0300-483X(91)90142-N).
25. Strange R.J. Acclimation temperature influences cortisol and glucose concentrations in stressed Channel Catfish. *Trans. Am. Fish. Soc.* 1980. Vol. 109. P. 298—303. doi: 10.1577/1548-8659(1980)109<298:ATICAG>2.0.CO;2.
26. Water Quality Assessments — A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. Second Edition / Ed. by D. Chapman. Printed in Great Britain at the University Press, Cambridge. Published by E&FN Spon, an imprint of Chapman & Hall. 1996. 651 p.
27. Zimmer K.E., Montaña M., Olsaker I. et al. In vitro steroidogenic effects of mixtures of persistent organic pollutants (POPs) extracted from Burbot (*Lota Lota*) caught in

O.S. Potrokhov, Dr. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Head of Department,
Institute of Hydrobiology of the NAS Ukraine
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, 04210, Ukraine, Kyiv
e-mail: apotrokhov@gmail.com
ORCID 0000-0002-8274-6898

O.G. Zinkovsky, PhD (Biol.), Senior Researcher, Senior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, 04210, Ukraine, Kyiv
e-mail: olzinkovsky@gmail.com,
ORCID 0000-0003-4135-5839

Yu.M. Khudiiash, PhD (Biol.), Senior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, 04210, Ukraine, Kyiv
e-mail: yurahud@ukr.net,
ORCID 0000-0002-8588-0371

K. Kofonov, PhD (Biol.), Junior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine,
e-mail: kirillkofonov16@gmail.com

L.V. Fedorenko, Senior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine,
e-mail: fedorenko.l@nas.gov.ua,
ORCID 0000-0002-7241-0282

Yu.V. Kunovsky, PhD (Agric.), Associate Professor, Junior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine,
e-mail: juriikunovskii@gmail.com
ORCID 0000-0003-2720-3927

ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN RIVERS BY BIOCHEMICAL INDICATORS OF BLOOD OF ROACH AND SILVER CRUCIAN CARP

The impact of anthropogenic factors, in particular military operations, on water quality and biochemical indicators of fish is a pressing problem of environmental monitoring. This study assessed the impact of water pollution on the levels of cortisol, thyroxine and glucose in the blood plasma of two fish species: common rudd (*Rutilus rutilus*) and silver crucian carp (*Carassius gibelio*). The studies were carried out in the Desna, Danube and Ros rivers, which were subjected to different levels of anthropogenic load as a result of military operations. It was noted that with deterioration of water quality, the content of cortisol and thyroxine mainly increases, and the content of glucose in the blood plasma of common rudd and silver crucian carp decreases, as manifestations of the development of stress reactions in them. Common rudd is a more sensitive biomarker of pollution, while silver crucian carp demonstrates higher tolerance. The results obtained indicate significant changes in the physiological state of fish, which confirms the feasibility of using biochemical indicators as indicators of the ecological state of the aquatic environment.

Keywords: water chemistry, cortisol, thyroxine, glucose, blood plasma, freshwater fish.