

УДК 597.551.2:612.11:574.64:621.039.58

**ПОКАЗНИКИ ПЕРИФЕРИЧНОЇ КРОВІ ОКУНЯ
ЗВИЧАЙНОГО (*PERCA FLUVIATILIS L.*) У ЗАЛИШКОВИХ
ОЗЕРАХ КОЛИШНЬОЇ АКВАТОРІЇ ВОДОЙМИ-
ОХОЛОДЖУВАЧА ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС**

Поморцева Н. А., Гудков Д. І., Каглян О. Є., Беляєв В. В.

Інститут гідробіології НАН України

E-mail: natapomorceva@gmail.com

Впродовж активної фази аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) 1986 р. водойма-охолоджувач (ВО), яка використовувалася для водозабезпечення систем охолодження станції на протязі її експлуатації, зазнала інтенсивного радіонуклідного забруднення.

Після припинення експлуатації останнього діючого енергоблоку ЧАЕС у 2000 р. існування ВО, рівень води в якій штучно підтримували на 6,5–7 м вищим за рівень р. Прип'ять, було визнано недоцільним. Наприкінці 2014 р. постачання води до ВО було зупинено і відбулося поступове (впродовж 2015–2017 рр.) зниження її рівня переважно за рахунок фільтрації води крізь тіло огорожувальної дамби. Зниження рівня води призвело до кардинальних змін морфометрії ВО та екосистемних перетворень у залишкових озерах, що утворились у межах колишньої акваторії. Такі суттєві гідрологічні та екологічні трансформації супроводжувалися змінами гідрохімічного режиму залишкових озер та перерозподілом радіонуклідів у донних відкладах і на осушених прибережних ділянках, що призвело до зростання питомої активності радіонуклідів у воді (передусім ^{90}Sr), їх накопичення біотою і, відповідно, до збільшення потужності поглиненої дози (ППД) для водних організмів, зокрема риб. Таким чином, припускається, що тривале радіаційне опромінення могло поєднатися з потужним екологічним стресом та відобразитися на функціонуванні кровотворної системи риб з відповідними якісними та кількісними змінами складу клітин периферичної крові. Дослідження таких процесів є важливими для розуміння механізмів адаптації гідробіонтів до тривалого радіаційного впливу, який міг посилитися значними екологічними перетвореннями.

Досліджували риб, що населяють північно-західну (ПЗЧ) та північно-східну частини (ПСЧ) колишньої акваторії ВО. Аналізували лейкоцитарну формулу та абсолютну кількість лейкоцитів у окуня за різних рівнів ППД. У контрольній групі цей показник становив 0,05 мкГр/год, у риб з ВО до зниження рівня води – близько 7,4 мкГр/год. У вибірках 2019–2025 рр. з ПСЧ після зниження рівня води ППД зросла до 18,7 мкГр/год. У 2009–2014 рр. у лейкограмі окуня відзначено підвищений вміст нейтрофілів і бластних клітин із максимальними значеннями у 2009 р. – 10,4% і 2,5% відповідно. Зростання частки бластних форм із низькою функціональною активністю може свідчити про порушення функціонального стану крові за умов тривалого радіонуклідного забруднення [1]. Абсолютна кількість лейкоцитів досягала $86,0 \times 10^9/\text{л}$, що у 1,3 рази перевищувало контрольні значення ($68,9 \times 10^9/\text{л}$). У 2016–2025 рр. у риб ПЗЧ за зростання ППД з 10,9 до 11,4 мкГр/год загальна кількість лейкоцитів варіювала в межах $52,0\text{--}75,5 \times 10^9/\text{л}$. Незважаючи на загальне зниження лейкоцитів, рівень гранулоцитів залишався підвищеним відносно контролю ($5,3 \times 10^9/\text{л}$ проти $4,0 \times 10^9/\text{л}$), що свідчить про реалізацію компенсаторно-адаптивних реакцій гемопоєзу. Перерозподіл лейкоцитарних популяцій клітин характеризувався зниженням частки лімфоцитів до 74,9–90,0% (у середньому 85,4%) та збільшенням гранулоцитарної фракції, насамперед нейтрофілів (12,6–22,1%) у 2016–2017 рр., що відображає дисрегуляцію мієлопоєзу за дії радіаційного чинника [2].

У новоутвореній ПСЧ (ППД 18,7 мкГр/год) у 2016–2025 рр. відзначено поступове зниження загальної кількості лейкоцитів з 76,5 до $52,7 \times 10^9/\text{л}$; мінімальне значення зареєстровано у 2024 р., що у 1,3 рази нижче за контрольний рівень. Водночас кількість гранулоцитів у 2017–2025 рр. перевищувала показники попереднього періоду у 1,3 рази і була утричі вищою за контроль. У лейкограмі окуня відзначено зниження частки лімфоцитів з 91,0% до 79,8% за рахунок зростання гранулоцитарних клітин, зокрема нейтрофілів – до 17,7%. Також у 2017 і 2024 рр. реєстрували поодинокі піністі клітини (0,9–2 %).

Іонізуюче випромінювання розглядається як важливий фактор, здатний впливати на процеси еритропоєзу у риб.

Хронічне радіаційне навантаження може порушувати проліферацію та диференціацію еритроїдних клітин у кровотворних органах, що відображається у змінах морфологічного і функціонального стану еритроцитів периферичної крові. У риб еритроцити є ядромісними клітинами з відносно тривалим терміном циркуляції у кровотоці, тому вони здатні акумулювати наслідки хронічного радіаційного впливу. У результаті можуть виникати різні морфологічні аномалії, що відображають порушення процесів еритропоезу та геномної стабільності клітин. У 2009–2014 рр. дослідження морфології еритроцитів окуня ВО показало, що середня частка клітин із морфологічними порушеннями становила 20,1%, тоді як порушення мітозу реєструвалися рідко – до 0,3%. У 2016–2025 рр. у риб ПЗЧ загальна частка порушень зменшилася у 1,4 рази порівняно з попереднім періодом (у середньому до 14,1%). Водночас зросла частка еритроцитів із мікроядрами (0,9–2,5%, у середньому 1,4%). У 2023–2025 рр. зареєстроване повторне збільшення сумарної частки порушень до 22,5%, що супроводжувалося підвищенням частоти цитолізу (5,8%), вакуолізації цитоплазми (4,8%) та деформації ядер клітин (2,7%). У риб ПСЧ у 2016–2024 рр., за умов підвищення ППД до 18,7 мкГр/год, частка морфологічних порушень еритроцитів становила 13,1–19,4% (у середньому 15,4%). Це у 1,3 раза менше, ніж у 2009–2014 рр., але приблизно у 1,8 рази перевищувало контрольний рівень. Частота клітин із мікроядрами була дещо вищою, ніж у ПЗЧ, і становила 1,7–1,9% (у середньому 1,8%). Найчастіше реєстрували пікноз, цитоліз, пристінкові ядра та вакуолізацію цитоплазми. Загалом у 2016–2025 рр. в обох частинах водойми спостерігалось зниження загальної частки морфологічних порушень еритроцитів у 1,4 раза (на 30,3%) порівняно з 2009–2014 рр., однак їх рівень залишався підвищеним відносно контролю (8,4%) приблизно у 1,7 раза.

Виявлені зміни у клітинному складі периферичної крові можуть мати функціональні наслідки для окуня як активного хижака. Перерозподіл клітин лейкоцитарної популяції і підвищення частоти морфологічних порушень еритроцитів можуть супроводжуватися зниженням ефективності кисневого транспорту, напруженням імунних реакцій та загальним

підвищенням енергетичних витрат на підтримання гомеостазу. Для хижих видів, зокрема *Perca fluviatilis*, це може проявлятися у зменшенні фізіологічної витривалості, зниженні темпів росту і репродуктивного потенціалу. У довготривалій перспективі такі зміни можуть впливати на трофічну роль окуня у водних екосистемах, структуру іхтіоценозів та угруповань гідробіонтів у межах Чорнобильської зони відчуження.

Роботу виконано за підтримки Національного фонду досліджень України (проект № 2023.03/0156), Національної академії наук України, а також у співробітництві з Державним спеціалізованим підприємством «Екоцентр» Державного агентства України з управління зоною відчуження.

Список літератури:

1. Pomortseva N.A., Rodionova N.K., Gudkov D.I., Kaglyan O.Ye. Quantitative and Qualitative Composition of the Peripheral Blood of Fish in the Gradient of Long-Term Radiation Exposure. *Hydrobiological Journal*. 2024; 60 (1):84–100.

2. Renčko M, Rybníkář A, Siroká Z, Jurajda P. Effect of gamma irradiation on differential leukocyte counts in fish (*Poecilia reticulata*). *Acta Vet Brno*. 2014; 83 (3):209–214.

УДК 597.551.2:577.1/5:539.1

ОСОБЛИВОСТІ ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНОГО СТАНУ РИБ В УМОВАХ ТРИВАЛОГО РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ

**Потрохов О. С., Гудков Д. І., Худіяш Ю. М., Беляєв В. В.,
Гупало О. О.**

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

Email: apotrokhov@gmail.com; digudkov@gmail.com

Біологічні наслідки забруднення радіонуклідами водних екосистем проявляються на біохімічних, фізіологічних та морфологічних показниках живих організмів. Використання саме біохімічних методів досліджень надає можливості щодо визначення меж адаптивних здатностей організму внаслідок тривалого впливу іонізуючого випромінювання.

Метою роботи було встановити зміни біохімічного стану риб з різних водойм Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) та їх