4. Savenets, M., Osadchyi, V., Komisar, K., Zhemera, N., Oreshchenko, A. (2023) Remotely visible impacts on air quality after a year-round full-scale Russian invasion of Ukraine. *Atmos Pollut Res* 14(11):101912. https://doi.org/10.1016/j.apr.2023.101912

5. Copernicus Data Space Ecosystem. URL: https://dataspace.copernicus.eu/explore-data/data-collections/sentinel-data/sentinel-5p (Accessed: 09.09.2026)

ПОКАЗНИКИ ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ КОРОПОВИХ РИБ В УМОВАХ ТОКСИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Філоненко Д.А.

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка

mob8791@gmail.com

Адаптаційний потенціал риб є комплексною характеристикою функціональних можливостей організму, що визначає його здатність підтримувати гомеостаз, протидіяти впливу несприятливих чинників середовища та забезпечувати належний рівень метаболічної активності за умов екологічного навантаження. Особливого значення оцінювання адаптаційних можливостей набуває для представників родини Коропові (Cyprinidae), які є важливими компонентами прісноводних екосистем і широко використовуються в аквакультурі.

Одним із вагомих чинників ризику для риб є забруднення кормів мікотоксинами, зокрема афлатоксином B1 та T-2 токсином. Актуальність цієї проблеми підтверджується результатами глобального дослідження контамінації кормів для аквакультури, у якому встановлено поширеність одночасного забруднення кормової сировини декількома мікотоксинами [7]. Вплив таких сполук може проявлятися змінами продуктивності, гематологічного профілю та морфологічної структури печінки риб [6]. Таким чином, мікотоксичне навантаження необхідно розглядати як один із факторів, здатних обмежувати адаптаційні можливості гідробіонтів. Важливим компонентом оцінювання адаптаційного потенціалу коропових риб є аналіз гематологічних показників. Кількісні та якісні характеристики формених елементів крові, вміст гемоглобіну й гематокритне значення відображають стан киснево-транспортної системи, інтенсивність обмінних процесів і функціональну відповідь організму на дію стресорів. У дослідженні адаптивних змін показників крові коропа лускатого (*Cyprinus carpio*) за умов забруднення води встановлено значущість гематологічних характеристик для оцінювання фізіологічного стану риб [1]. Водночас інтерпретація таких змін має враховувати природу токсиканта, тривалість його впливу та загальний стан організму.

Іншим важливим напрямом дослідження є оцінювання інтенсивності перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) та функціонування антиоксидантної системи. За дії токсичних речовин утворення активних форм кисню може посилюватися, що спричиняє окиснювальну модифікацію мембранних ліпідів, зміну проникності біологічних мембран і порушення функціонування клітинних структур. Дослідження впливу Т-2 токсину на біохімічні показники гідробіонтів засвідчують важливість аналізу метаболічних реакцій для характеристики токсичної відповіді організму [8]. Подібні закономірності простежуються в роботах, присвячених оцінюванню інтенсивності ПОЛ у печінці коропа лускатого за дії токсикантів різної хімічної природи [3], а також у тканинах карася звичайного (*Carassius carassius*) за впливу афлатоксину В1 [4]. Отже, показники ПОЛ можуть використовуватися як чутливі біохімічні маркери окиснювального стресу та порушення клітинного гомеостазу. Важливе значення для характеристики адаптаційних процесів має стан нуклеїнового обміну. ДНК і РНК забезпечують збереження та реалізацію генетичної інформації, синтез білків і підтримання метаболічної активності клітин. Зміни їхнього вмісту можуть свідчити про перебудову синтетичних процесів, порушення функціонального стану тканин та інтенсивності клітинного метаболізму. У дослідженні впливу афлатоксину В1 на тканини карася звичайного встановлено зміни вмісту нуклеїнових кислот, що підтверджує перспективність використання цитологічних і біохімічних показників для оцінювання токсичного впливу на організм риб [5].

Не менш важливим критерієм є аналіз морфологічних характеристик, які відображають інтегральну відповідь організму на тривале токсичне навантаження. Зміни морфометричних показників, стану внутрішніх органів і гепатосоматичного індексу можуть бути пов'язані з порушеннями енергетичного та пластичного обміну. Зокрема, дослідження морфологічних показників коропа за дії Т-2 токсину демонструє доцільність використання таких характеристик для комплексного аналізу токсичної відповіді [9]. Додатковим підтвердженням ризиків мікотоксичного впливу є результати досліджень накопичення Т-2 токсину в м'язовій тканині коропа лускатого за умов споживання контамінованого корму [2].

Таким чином, комплексне оцінювання адаптаційного потенціалу коропових риб доцільно здійснювати на основі поєднання гематологічних показників (кількість еритроцитів і лейкоцитів, вміст гемоглобіну, гематокрит), біохімічних маркерів (продукти ПОЛ, активність антиоксидантних ферментів), цитологічних характеристик (вміст ДНК і РНК, співвідношення РНК/ДНК), а також морфологічних і токсикологічних показників. Такий підхід забезпечує можливість оцінювання реакцій організму на різних рівнях його структурно-

функціональної організації та дає змогу розмежовувати компенсаторно-пристосувальні реакції й прояви токсичного ушкодження.

Важливо враховувати, що зміни окремих біомаркерів не завжди свідчать про успішну адаптацію. Зокрема, підвищення активності антиоксидантних ферментів або зміни гематологічного профілю можуть бути проявами як мобілізації захисних механізмів, так і надмірного напруження фізіологічних систем. Тому для об'єктивної характеристики адаптаційного потенціалу необхідно зіставляти різноспрямовані зміни показників із природою, інтенсивністю та тривалістю дії токсичних чинників.

Отже, оцінювання адаптаційного потенціалу коропових риб потребує комплексного підходу, що поєднує гематологічні, біохімічні, цитологічні, морфологічні та токсикологічні дослідження. Використання системи взаємодоповнювальних біомаркерів дозволяє виявляти ранні прояви токсичного навантаження, характеризувати функціональний стан організму та визначати особливості його компенсаторно-пристосувальних реакцій. Такий підхід має перспективне значення для біоіндикаційної оцінки якості водного середовища, моніторингу стану популяцій коропових риб і вдосконалення системи екологічного контролю водних екосистем.

Список використаних джерел

1. Ніколаєнко Т., Іващенко М., Іващенко Н., Мехед О. Адаптивні зміни показників крові коропа лускатого (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) як відповідь на забруднення води. *Природні ресурси прикордонних територій в умовах зміни клімату*. Чернігів : Десна-Поліграф, 2023. С. 99–100.
2. Полотнянко Л., Мехед О. Накопичення мікотоксинів у м'язах коропа лускатого (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) при згодовуванні корму, контамінованого Т-2 токсином. *Природні ресурси прикордонних територій в умовах зміни клімату*. Чернігів : Десна-Поліграф, 2023. С. 105–106.
3. Симонова Н. А., Мехед О. Б. Вплив токсикантів різної хімічної природи на інтенсивність перекисного окиснення ліпідів у печінці коропа лускатого (*Cyprinus carpio*). *Природнича освіта і наука*. 2025. Вип. 4. С. 171–180.
4. Симонова Н. А., Мехед О. Б. Вплив афлатоксину В1 на інтенсивність перекисного окиснення ліпідів у тканинах карася звичайного (*Carassius carassius*). *Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки*. 2025. Вип. 2. С. 65–69. DOI: https://doi.org/10.32782/naturalspu/2025.2.8.
5. Філоненко Д., Мехед О. Біохімічна оцінка впливу афлатоксину В1 на рівень нуклеїнових кислот у тканинах карася звичайного (*Carassius carassius*). *Biota. Human. Technology*. 2025. № 3. С. 95–102. DOI: https://doi.org/10.58407/bht.3.25.9.
6. Fornari D. C., Peixoto S., Ksepka S. P., Bullard S. A., Rossi W., Nuzback D. E., Davis D. A. Effects of dietary mycotoxins and mycotoxin adsorbent additives on production performance, hematological parameters, and liver histology in juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Frontiers in Animal Science*. 2023. Vol. 4. Art. 1281722. DOI: https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1281722.
7. Gruber-Dorninger C., Müller A., Rosen R. Multi-Mycotoxin Contamination of Aquaculture Feed: A Global Survey. *Toxins*. 2025. Vol. 17, № 3. Art. 116. DOI: https://doi.org/10.3390/toxins17030116.

8. Mekhed O. Changes in the biochemical indicators of hydrobionts in response to the toxic effect of mycotoxin T2. *One World – One Health: I International Scientific and Practical Conference* (4–5 June 2024, Słupsk, Poland). 2024. P. 263–266.

9. Polotnianko L., Mekhed O. Changes in the morphological indicators of carp under the action of mycotoxin T2. *Biota. Human. Technology*. 2024. № 3. P. 69–76. DOI: https://doi.org/10.58407/bht.3.24.4.