

Можна припустити, що секреторна активність хромафінних клітин могла б охопити всі ділянки інтерстицію. Але зосередження клітин з «адреналіновою», тобто комірчастою цитоплазмою спостерігалися лише локально. Отже, у даному випадку присутній розвиток клітинної адаптації у вигляді стабілізації гормонального фону, що в подальшому закінчується нормалізацією фізіологічного статусу організму.

Таким чином, тепловий стрес породжує у риб активізацію клітинної проліферації та регенерації гіпофізарно-хромафінної системи, що свідчить про розвиток адаптації особин до термічного стрес-фактора. Отримані дані дозволяють характеризувати екологічну ситуацію, що склалася на акваторії Азово-Чорноморського басейну, як несприятливу для відтворення видів, що мають підвищену резистентність до змін параметрів навколишнього середовища.

Продовження досліджень у цьому напрямку має бути спрямоване на поглиблення та розширення уявлень про природу впливу стрес-факторів, що, у свою чергу, дає можливість своєчасно виявляти ступінь патології.

ЛІТЕРАТУРА

1. Козий М. С. Гистоморфологические особенности ихтиофауны Юга Украины : монография. Херсон : Олди-плюс, 2011. 180 с.
2. Alfonso S., Gesto M., Sadoul B. Temperature increase and its effects on fish stress physiology in the context of global warming // J. Fish Biol. 2020. Vol. 98(6). P. 1496—1508. <https://doi.org/10.1111/jfb.14599>.
3. Development of the embryonic heat shock response and the impact of repeated thermal stress in early stage lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) embryos / Whitehouse L. M. et al. // J. Therm Biol. 2017. Vol. 69. P. 294—301. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.08.013>.
4. Martin B. T. The biophysical basis of thermal tolerance in fish // Proc. Biol. Sci. 2020. Vol. 287. P. 15—50.
5. López-Olmeda J. F., Sánchez-Vázquez F. J. Thermal biology of zebrafish (*Danio rerio*) // J. Therm Biol. 2011. Vol. 36(2). P. 91—104. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2010.12.005>.
6. Heat induces multiomic and phenotypic stress propagation in zebrafish embryos / Lauric F. et al. // PNAS Nexus. 2023. Vol. 2(5). pgad137. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgad137>.
7. Thermal stress induces a positive phenotypic and molecular feedback loop in zebrafish embryos / Feugere L. et al. // J. Therm. Biol. 2021. Vol. 102. 103114. <https://doi.org/10.1101/2021.04.07.438623>.

УДК [639.371.2:597-11]:[639.3.043:582.263]

СТАН СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІЗМУ МОЛОДІ ОСЕТРА ЗА ЗГОДОВУВАННЯ ХЛОРЕЛИ

М. З. Кориляк, stasiv8@gmail.com, Львівська дослідна станція Інституту рибного господарства Національної академії аграрних наук України, смт Великий Любінь
О. П. Добрянська, olya_dobryanska@ukr.net, Львівська дослідна станція Інституту рибного господарства Національної академії аграрних наук України, смт Великий Любінь

О. М. Бернакевич, frishtakolena@gmail.com, Львівська дослідна станція Інституту рибного господарства Національної академії аграрних наук України, смт Великий Любінь

С. В. Юрчак, suzannayurchak6@gmail.com, Львівська дослідна станція Інституту рибного господарства Національної академії аграрних наук України, смт Великий Любінь

При проведенні превентивних заходів для підтримання природної резистентності організму осетрових риб часто використовують пробіотики, пребіотики, фітопрепарати, а також мікроводорості, які є хорошими функціональними кормовими добавками завдяки високому вмісту біоактивних речовин, а також виявляють імуностимулювальні та антиоксидантні властивості [1, 2].

Під час перебігу фізіологічних процесів в організмі підвищується внутрішньоклітинний рівень активних форм кисню (АФК), пов'язаний з оксидативним стресом, який безпосередньо впливає на деструкцію білків і руйнування ліпідів [3]. Регуляція процесів перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) забезпечується антиоксидантними ферментами ферментативної та неферментної природи. До ферментативних належать супероксиддисмутаза (СОД), каталаза та пероксидази, а до неферментних — вітаміни, β -каротин, селен, флавоноїди тощо. Ці елементи системи антиоксидантного захисту (АОЗ) здатні забезпечувати баланс між утворенням та видаленням АФК за нормальних фізіологічних умов [4].

З метою визначення впливу введення до раціону осетрів 3,0 і 5,0% суспензії хлорели (Дослід І) та (Дослід ІІ) на активність антиоксидантної системи (АОС) та вміст продуктів ПОЛ, відібрано зразки печінки експериментальних груп риб.

На підставі аналізу результатів експериментальних досліджень, спостерігається зниження вмісту первинної та вторинної ланок продуктів ПОЛ у Досліді ІІ, а саме: дієнових кон'югантів — на 20,0% та ТБК-продуктів на 9,1% відносно Контролю. При цьому відмічено статистично значуще ($p < 0,5$) підвищення активності СОД як важливого антиоксидантного маркера у Досліді ІІ — на 20,1% відносно контрольної групи риб. Щодо активності каталази, то суттєвої різниці між показниками контрольної і дослідних груп не встановлено. Показники активності ферментів АОС та вмісту продуктів ПОЛ у Досліді І і в Контролі практично не відрізнялися.

Таким чином, отримані дані свідчать про хоч і незначний, проте позитивний вплив введення до раціону осетрів 5,0% суспензії хлорели.

ЛІТЕРАТУРА

1. Applications of microalga *Chlorella vulgaris* in aquaculture / Ahmad M. T. et al. // Reviews in aquaculture. 2020. Vol. 12(1). P. 328—346. <https://doi.org/10.1111/raq.12320>.
2. Dietary *Chlorella vulgaris* effectively alleviates oxidative stress, immunosuppression, and enhances the resistance to *Streptococcus agalactiae* infection in cadmium-intoxicated Nile tilapia fingerlings / Abdel-Tawwab M. et al. // Fish and Shellfish Immunology. 2023. Vol. 136. 108717. <https://doi.org/10.1016/J.FSI.2023.108717>.
3. Schieber M., Chande N. S. ROS function in redox signaling and oxidative stress review // Curr. Biol. 2014. Vol. 24(10). R453—R462. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.03.034>.

4. Bjelenichev I. F., Levyc'kyj Je. L., Kovalenko S. I. Antyoksydantna systema zahystu organizmu (ogljad) // Sovremennue problemu toksykologyy. 2002. Vol. 3. P. 29—31.
-

УДК 597.5:577.15:504.4:574.5

ВМІСТ БІЛІРУБІНУ ТА АКТИВНІСТЬ ТРАНСАМІНАЗ ЯК МАРКЕРИ ВІДНОВЛЕННЯ ПЕЧІНКИ У КАРАСЯ СРІБЛЯСТОГО (*CARASSIUS GIBELIO* BLOCH, 1782) ПІСЛЯ ХРОНІЧНОГО АЗОТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

К. Кофонов, Kofonov.K@nas.gov.ua, Інститут гідробіології НАН України, м. Київ
О. С. Потрохов, apotrokhov@gmail.com, Інститут гідробіології НАН України, м. Київ
Ю. М. Худіяш, yurahud@ukr.net, Інститут гідробіології НАН України, м. Київ
Ю. В. Куновський, juriikunovskii@gmail.com, Інститут гідробіології НАН України, м. Київ; Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква

Антропогенна діяльність є ключовим чинником деградації водних екосистем, оскільки порушує їхню структурно-функціональну організацію та підриває екологічну стабільність. Її наростання зумовлюють збільшення чисельності населення, урбанізація, промисловий розвиток, інтенсивне ведення сільського господарства і кліматичні трансформації. Серед наслідків найнебезпечнішими є хімічні забруднення — від важких металів, нафтопродуктів і пестицидів до фармацевтичних домішок та надлишку біогенів, зокрема сполук азоту та фосфору [1, 2].

У водоймах домінують три неорганічні форми азоту: амоній (NH_4^+), нітрити (NO_2^-) і нітрати (NO_3^-), що надходять із комунально-промисловими стоками, поверхневим зливом із сільськогосподарських угідь та атмосферними опадами. Підвищені рівні концентрації цих форм індукують у гідробіонтів фізіологічний стрес, метаболічні дисфункції, зниження імунної реактивності та летальні наслідки [3, 4]. Хронічний вплив $\text{NH}_4^+\text{-N}$ у риб спричиняє глибокі порушення фізіологічних та біохімічних функцій, пригнічує репродукцію, зменшує чисельність популяцій та зумовлює заміщення чутливих видів толерантними до змінених умов середовища [5, 6].

Нітрити належать до найтоксичніших неорганічних форм азоту: завдяки високій розчинності та проникненню через хлоридні канали зябрового епітелію вони потрапляють до еритроцитів, де окиснюють Fe^{2+} гемоглобіну до Fe^{3+} , утворюючи метгемоглобін — форму, що не транспортує O_2 [7]. Такі зміни індукують тканинну гіпоксію, що підсилює гемоліз і збільшує приплив гему до печінки. У печінці гем перетворюється на білірубін, який далі кон'югується й екскретується з жовчю. Паралельно нітрито-індукований оксидативний стрес уражає гепатоцити, зокрема мітохондрії, тому активність АсАТ змінюється виразніше, ніж АлАТ [8]. Співвідношення активності АсАТ/АлАТ (коефіцієнт де Рітіса) слугує інтегральним індикатором балансу мітохондріальних і цитозольних процесів.

У такому контексті нагальною є не лише оцінка механізмів адаптації риб до хронічного токсичного навантаження, а й їхньої реадaptaції після усунення стресора. Динаміка фізіологічних і біохімічних маркерів дозволяє кількісно оцінити потенціал відновлення гомеостазу та глибину адаптаційних перебудов, сформованих протягом багатьох поколінь.