

УДК: 577.29:564.38:57.014

ІНТЕГРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ АДАПТАЦІЇ ДВОСТУЛКОВИХ МОЛЮСКІВ ДО ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАГРОЗ

**Юнко К.Б.¹, Хома В.В.¹, Мартинюк В.В.¹, Гнатишина Л.Л.²,
Гарасимів О.І.¹, Сахно А.І.¹, Столяр О.Б.¹**

¹Тернопільський національний педагогічний
університет ім. В. Гнатюка

²Тернопільський національний медичний університет
ім. І. Горбачевського

E-mail: Oksana.Stolyar@tnpu.edu.ua

Сучасні проблеми навколишнього середовища мають складний характер і включають в себе комбінований вплив ксенобіотиків у низьких мікро-, наномолярних концентраціях, аномальні коливання температури тощо [3, 4]. Тому розробляються нові підходи до оцінки впливу навколишнього середовища на організм, які базуються на інтегральні оцінці множини несприятливих наслідків впливу [1]. Прісноводні молюски широко поширені як у природних, так і штучних водоймах. Вони можуть слугувати біоіндикаторами забруднення різними ксенобіотиками у водних середовищах, оскільки чутливі до стресорних впливів [2].

Метою даного дослідження є застосування інтегрованого індексу біомаркерів (IBR), розробленого Белієффом та Берджеотом (2002) [1], для оцінки стану здоров'я нативних двостулкових молюсків з річкових ділянок з різною інтенсивністю потоку води та забрудненням хімічної та теплової природи. Ці ділянки розміщені біля гідроелектростанцій різної потужності, міні-ГЕС «Касперівці» та мікро-ГЕС «Іванчик» у басейні середнього Дністра, Україна.

Молюски *Unio tumidus* були відібрані з міні – ГЕС (резервуар (Ku) і нижче за течією від греблі (Kd)) у двох сезонах (літо та осінь) і мікро-ГЕС (вгору по течії (Ju) і вниз по течії від греблі (Jd)). Нами досліджено такі показники як активність супероксиддисмутази, каталази, глутатіон-S-трансферази, катепсину D та каспази-3. Концентрації глутатіону (GSH і GSSG),

Фізіолого-біохімічні, генетико-біотехнологічні та екологічні аспекти адаптації організмів до факторів середовища

металотіонеїнів (MT-SH), продуктів перекисного окислення ліпідів і окисні модифікації білків, вміст лактату і пірувату, рівень лужно-лабільних фосфатів (ЛЛФ, що відповідає концентрації віталогеніну) і стабільності лізосомальних мембран також були проаналізовані.

Загалом ми визначили 11 показників (n) влітку та 13 - восени в тканинах травної залози, статевих залоз (ЛЛФ) та гемоцитах (лізосомальної цілісності). Влітку, молюски з резервуара (Ku) демонстрували типові ознаки токсичного впливу: пригнічення активності холінестерази, зменшення вмісту глутатіону, найвищий рівень глутатіон-S-трансферазної активності, зниження концентрації катепсину D та вивільнення його з лізосом в порівнянні з іншими групами. У зразків з мікро-ГЕС спостерігали найвищі рівні глутатіону (GSH/GSSG) і продуктів перекисного окислення ліпідів (ПОЛ), зменшення активностей Cu-, Zn-SOD (Ju) в порівнянні з іншими групами. Отримані результати є ознаками стресових умов [3] у групах з мікро-ГЕС та можуть бути наслідком регулярних коливань у режимах потоку води та її температури. Восени, молюски з групи Ku показали низький рівень активності холінестерази, каталази, каспази-3 і зменшення концентрації металотіонеїну, але підвищення вмісту окисленого глутатіону і окисних модифікацій білків, в порівнянні зі зразками групи Kd. Концентрації лактату, пірувату та ЛЛФ, активність супероксиддисмутази та глутатіон-S-трансферази, рівень продуктів перекисного окислення ліпідів були подібними для обох груп у цьому сезоні. Для обох ГЕС реакції груп молюсків вище та нижче за течією відрізняються. Обчислений IBR/n становив 4,17; 3,85; 3,12 та 0,26 для груп Ku, Kd, Ju, Jd відповідно влітку та 2,17 та 0,29 у групах Ku та Kd відповідно восени. Важливо, що клітинні тіоли, а саме металотіонеїни та глутатіон, були одними з найбільш чутливих показників для відображення міжмісцевих відмінностей. Очікувано, що найбільш негативного впливу молюски зазнали вище за течією греблі міні-ГЕС, оскільки ця ділянка розташована в нижчій частині річки, в зоні інтенсивного сільського господарювання та рекреаційної діяльності і постійно має низькі потік води. Однак, тільки обчислення IBR дало кількісну основу

Фізіолого-біохімічні, генетико-біотехнологічні та екологічні аспекти адаптації організмів до факторів середовища

для диференціації впливу на навколишнє середовище.

Ми вважаємо, що використання інтегрального біомаркерного індексу на основі біохімічних відповідей двостулкових молюсків є важливим на ранньому етапі оцінки комбінованого впливу екологічних загроз.

Ця робота фінансувалася грантом Міністерства освіти і науки України для Оксани Столяр (проекти М/35-2018 та 132В).

Список літератури

1. Beliaeff B., Burgeot T. Integrated biomarker response: a useful tool for ecological risk assessment. *Environ Toxicol Chem.* 2002. Vol. 21(6). P. 1316-22.
2. Bhagat J., Ingole B.S., Singh N. Glutathione S-transferase, catalase, superoxide dismutase, glutathione peroxidase, and lipid peroxidation as biomarkers of oxidative stress in snails: a review. *Invertebr Surviv J.* 2016. Vol. 13. P. 336–349.
3. Gnatyshyna L., Khoma V., Mishchuk O., Martinyuk V., Sprinġe G., Stoliar O. Multimarker study of the responses of the *Unio tumidus* from the areas of small and micro hydropower plants at the Dniester River Basin, Ukraine. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2020. DOI:<https://doi.org/10.1007/s11356-020-07698-4>
4. Holmstrup M., Bindesbol A.M., Oostingh G.J. et al. Interactions between effects of environmental chemicals and natural stressors: a review. *Sci Total Environ.* 2010. Vol. 408(18). P. 3746-3762. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.10.067>