

**Катерина ЮНКО**

*Здобувачка третього освітньо-наукового рівня вищої освіти  
Тернопільського національного педагогічного університету  
імені Володимира Гнатюка,  
Тернопіль, Україна  
yunkokateryna@tntu.edu.ua*

## **ВИМОГИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ НАУКОВОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ЗГІДНО КОНЦЕПЦІЇ ЕКОЕКСПОСОМИ НА ПРИКЛАДІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДВОСТУЛКОВИХ МОЛЮСКІВ**

Кожен організм протягом свого життя піддається впливу різноманітних чинників довкілля, в тому числі забруднення токсичними речовинами. Хімічні речовини, які постійно потрапляють в навколишнє середовище, є причиною для занепокоєння. У останні декілька десятиліть особлива увага надається новітнім органічним забруднювачам. До таких речовин належать мікропластик, що утворюється в наслідок деградації пластикових відходів, агрохімікати, фармацевтичні засоби та інші забруднювачі [4]. Необхідність краще розпізнавати ці чинники та їх вплив на здоров'я організмів обумовила розвиток новітніх концепцій, а саме експосоми та екоекспосоми. Концепція екоекспосоми висуває ідею сукупного впливу екзогенних та ендогенних стресових факторів на організми, що є результатом глобального забруднення довкілля. Вплив ксенобіотиків, які знаходяться у водному середовищі є комбінованим, оскільки вони вступають у взаємодію з іншими забруднювачами довкілля та можуть змінювати їх біологічну дію. Відомі випадки синергічної, антагоністичної дії або ефекту, що не є схожим на вплив індивідуальних компонентів суміші. Тому є необхідність вивчати комбіновані впливи ксенобіотиків, що реалізуються у природі, оскільки їх ефект на організм складно передбачити [2]. Екоекспосома також включає у дослідження ендогенні метаболіти, маркери адаптивних клітинних стресових реакцій. Тобто сполуки, які утворюються в організмі внаслідок запалення, оксидативного стресу, перекисного окиснення ліпідів, інфекцій та інших процесів. Основною особливістю екоекспосомного підходу є проведення всебічної оцінки впливу кількох стресорів на організми екосистем [2].

Для з'ясування впливу довкілля та дослідження адаптивних реакцій організмів на стресові чинники навколишнього середовища в якості модельних організмів найчастіше використовують двостулкових молюсків. Оскільки за способом життя ці водні організми є активними біофільтраторами, можуть накопичувати різні токсичні речовини в тканинах. Їх використовують в якості біоіндикаторів для визначення

забруднення довкілля, а оскільки у трофічних ланцюгах екосистем молюски займають нижні ланки, то їх здоров'я і розвиток можуть відображати стан екосистеми в цілому [3, 5].

Метою даної роботи стало застосувати екоекспосомний підхід у дослідженні впливу ксенобіотиків на організм двостулкових молюсків *Unio tumidus* в екологічно реальних умовах. Для цього ми порівнювали реакцію молюсків з двох різних біотопів на вплив типових побутових забруднювачів. Очікувалось, що особливості адаптації у певному біотопі можуть впливати на здатність організму реагувати на додатковий пошкоджуючий чинник.

Під час проведення досліду використовували спектрофотометричні, статистичні та аналітичні (аналіз вітчизняних та іноземних джерел) методи дослідження.

Для експерименту були відібрані особини двостулкового молюска *Unio tumidus* з двох місцевостей. Ділянка р. Случ кваліфікована як умовно чиста, ділянка р. Нічлава - умовно забруднена згідно результатів, отриманих у лабораторії у попередніх дослідженнях. Серед вибраних молюсків було сформовано 4 групи з кожної популяції: контрольна, та з додаванням у воду мікропластику (у концентрації 1 мг/л, та розміром 0,1-0,5мм), ібупрофену (концентрація 8 мкг/л (3,9 нМ)), та їх суміші. Експозиція тривала 14 діб.

Серед переліку біомаркерів, що вивчались на прикладі двостулкових молюсків, на особливу увагу заслуговує дослідження металотіонеїнів, що є чутливими маркерами на забруднення середовища у безхребетних і хребетних організмів. [1, 3].

Щоб виділити металотіонеїни використовували розподільчу хроматографію термостабільних протеїнів травної залози молюска *Unio tumidus*. В результаті були виділені дві фракції. Згідно об'єму елюції маркерів молекулярні маси фракцій термостабільних протеїнів становлять близько 66 та 8 кДа. Протеїни фракції з молекулярною масою близько 8 кДа мають порівняно високий специфічний показник світлопоглинання D254/D280. Це свідчить про наявність метал-тіолатних кластерів та відсутність в їх складі ароматичних груп. Наведені ознаки: термостабільність, низька молекулярна маса, особливості УФ-спектру, відповідають ознакам металотіонеїнів.

У молюсків із чистої місцевості кожен чинник викликав значне зменшення вмісту металотіонеїнів - більше як удвічі, тоді як у молюсків із забрудненої зони вірогідні зміни порівняно з контролем не відзначені. В обох популяціях дія на організм ібупрофену або суміші супроводжувалась

найнижчим вмістом металотіонеїнів у травній залозі серед всіх груп з популяції.

Іншим важливим завданням стало встановити вміст Цинку в складі металотіонеїнів. Цинк відіграє вирішальну роль у багатьох біохімічних реакціях, є обов'язковим компонентом близько 3000 протеїнів серед яких ензими та фактори транскрипції [3]. Аналіз вмісту Цинку у складі металотіонеїнів виявив відмінності між двома контролями, причому у цьому випадку, більше Цинку містилося у складі металотіонеїнів у популяції із забрудненої зони, а експозиції викликали у обох популяціях молюсків зростання вмісту Цинку у складі металотіонеїнів, проте такі зміни викликали різні чинники залежно від популяції. Лише ібупрофен у популяції з умовно чистої місцевості призвів до зменшення вмісту Цинку в складі металотіонеїнів.

Відтак, отримані результати свідчать, що молюски із забрудненої місцевості більше адаптовані до впливу побутових забруднювачів, таких як ібупрофен, у своєму біотопі, проте дія механічних частинок мікропластику виявляє вразливість їх фільтраційної функції. Запропонований підхід може бути використаний для селективної оцінки стану адаптивних та детоксикаційних систем водних організмів за впливу новітніх забруднювачів середовища.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Barka S., Pavillon J., Amiard J. Influence of different essential and non-essential metals on MTLP levels in the Copepod *Tigriopus brevicornis*. *Comparative biochemistry and physiology. Toxicology & pharmacology: CBP*. 2001. Vol. 128, no. 4. P. 479–493. [https://doi.org/10.1016/s1532-0456\(00\)00198-8](https://doi.org/10.1016/s1532-0456(00)00198-8)
2. Barouki R., Audouze K., Becker C., Blaha L., Coumoul X., Karakitsios S., Klanova J., Miller G. W., Price E. J., Sarigiannis D. The Exposome and Toxicology: A Win-Win Collaboration. *Toxicological sciences: an official journal of the Society of Toxicology*. 2022. Vol. 186, no. 1. P. 1–11. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfab149>
3. Martyniuk V., Gylytė B., Matskiv T., Khoma V., Tulaidan H., Gnatyshyna L., Orlova-Hudim K., Manusadžianas L., Stoliar O. Stress responses of bivalve mollusc *Unio tumidus* from two areas to ibuprofen, microplastic and their mixture. *Ecotoxicology*. 2022. Vol. 31, no. 9. P. 1369–1381. <https://doi.org/10.1007/s10646-022-02594-8>
4. Miller T. H., Bury N. R., Owen S. F., MacRae J. I., Barron L. P. A review of the pharmaceutical exposome in aquatic fauna. *Environmental pollution*. 2018. Vol. 239. P. 129–146. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.04.012>
5. Yap C. K., Sharifinia M., Cheng W. H., Al-Shami S. A., Wong K. W., Al-Mutairi K. A. A Commentary on the Use of Bivalve Mollusks in Monitoring Metal Pollution Levels. *International journal of environmental research and public health*. 2021. Vol. 18, no. 7. P. 3386. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073386>