

без врахування напівпроходних і річкових риб: донних – 45 видів, придонно-пелагічних – 16, пелагічних – 41.

Наявність в ЕМ великої кількості різних за розмірами уламків каміння і поселень водоростей макрофітів створює умови для нересту донних і придонно-пелагічних риб з донною ікрою. Таку ікру мають 42 види, більшість із яких гніздові і охороняють кладки. Чотири види відкладають ікру на макрофіти і один вид розкидує ікру на піщаний ґрунт в екотонних зонах. Там же відбувається нерест 10 видів донних риб із пелагічною ікрою, яка розноситься із ЕМ течіями. Шість видів із родини Syngnathidae виношують ікру.

У відносно бідній на тверді субстрати ПЗЧМ роль кам'янистих ділянок мисів у вигляді невеликих анклавів біотопів перифіталі, як природних резерватів прибережної іхтіофауни, набуває особливого значення. Це підтверджується і тим фактом, що із 120 видів риб різних фауністичних комплексів і екологічних груп, знайдених там, 75 внесені з різних причин у вітчизняні і міжнародні червоні списки. Враховуючи наведену інформацію, ми вважаємо, що екосистеми мисів потребують спеціальної охорони.

УДК: (502/504:582.232):615

**ОЦІНКА КОРИГУЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ
МІКРОВОДОРОСТЕЙ ЩОДО ЗАБРУДНЕННЯ
СЕРЕДОВИЩА ПЕСТИЦИДАМИ**

Горин О. І., Колесницький Р. В., Боднар О. І.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: horynoi@tnpu.edu.ua

Проблема зменшення токсичного ефекту від забруднення та утилізації надлишкових кількостей різноманітних сполук сільськогосподарського призначення, які зберігалися на складах та у сховищах, є надзвичайно актуальною. Одну з найбільших небезпек становлять пестициди та їх метаболіти через свою здатність накопичуватися та зберігатися у природному середовищі протягом десятиліть, навіть при внесенні їх у дозованих кількостях відповідно до правил застосування. [2].

Серед усіх відомих способів дезактивації токсичних органічних сполук найбільш перспективними є біотехнологічні методи. Переваги таких способів дезактивації пояснюються різноманітністю ензимних систем мікроорганізмів, лабільністю їх метаболізму та швидкою адаптацією до несприятливих чинників довкілля, що дозволяє розкласти широкий спектр хімічно стійких сполук.

Тому метою авторів стало розроблення способу оцінки коригуючої здатності мікробіодоростей щодо забруднення середовища пестицидами на основі визначення мінімального набору показників ушкодження біомолекул у гепатоцитах коропових риб. На підставі інтегрального аналізу було обрано мінімальний набір показників, які є визначальними для специфічної ідентифікації стану молекулярних систем організму [1, 3].

Поставлена задача вирішується тим, що на основі визначення показників ушкодження біомолекул у тканинах смугастого даніо *Danio rerio* у порівнянні з контролем (виражених у відсотках від контрольних показників) за токсичного впливу навколишнього середовища оцінюють коригуючий потенціал мікробіодоростей щодо пошкоджень, завданих пестицидами нецільовим водним організмам. Результати визначення показників пошкоджень уніфікують обраховуючи відхилення від контрольних значень та інтегрують за формулою: ПУБ (інтегральний індекс ушкодження біомолекул) = (АФО + ОМП + 0,1*ТБК-АП + 0,1*фл ДНК) – ЗАА [4].

Отримані результати переносять на шкалу токсичності водного середовища та, порівнюючи з ПУБ для даного забруднювача, роблять висновок про коригуючу здатність мікробіодоростей: 0 – 50 – низька токсичність, 51 – 100 – середня, 101 – 150 – висока, 151 – 200 – критична.

Для визначення впливу пестицидів на дорослих особин даніо: *Danio rerio* експонували впродовж 14 діб у присутності пестицидів або зразків води з природних водойм забруднених стоками з полів та екстракту водоростей, паралельно закладаючи контрольну групу без жодних додаткових впливів. Після закінчення експозиції виділяли тканину печінки і готували 10% гомогенат для дослідження. У зразках тканин визначали вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів за рівнем ТБК-АП

(ТБК-АП), окисних модифікацій протеїнів (ОМП), утворення оксирадикалів (АФО), фрагментацію ланцюгів ДНК (фл ДНК) та загальну антиоксидантну активність (ЗАА) [4].

Реалізація моделі потенційної позитивної дії водоростей проілюстрована на прикладі оцінки здатності *Chlorella vulgaris* коригувати негативний вплив екологічно реальних концентрацій раундапу, хлорпірифосу та їх суміші на нецільові організми. Для оцінки коригуючої здатності мікрowodоростей до дослідних акваріумів вносили культуру штаму *Chlorella vulgaris* Beij. ССАР-211/11в з розрахунку 100 тис. кл/дм³. Для визначення необхідного об'єму суспензії (мл) підраховували кількість клітин *Ch. vulgaris* у вихідному розчині з використанням камери Горяєва.

Визначення індексу ушкодження біомолекул *D. rerio* відбувалося за впливу раундапу – 15 мкг/л (R), хлорпірифосу – 0,1 мкг/л (СІР) та їх суміші у концентраціях 15 мкг/л та 0,1 мкг/л відповідно (R+СІР). Концентрації чинників відповідали діапазону їх концентрацій у поверхневих водах або місцях скиду побутових стоків з полів. Вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів досліджували у 10 % гомогенаті печінки після 14 діб інкубації за рівнем ТБК-АП, окисних модифікацій протеїнів, утворення оксирадикалів, фрагментацію ланцюгів ДНК та загальної антиоксидантної активності. Одержані результати демонстрували, що ПУБ для групи R становило 70, СІР – 108, R+СІР – 85, що вказує на середню, високу і середню токсичність відповідно.

Паралельно з цим, визначення індексу ушкодження біомолекул *D. rerio* за впливу раундапу – 15 мкг/л, хлорпірифосу – 0,1 мкг/л, їх суміш у концентраціях 15 мкг/л та 0,1 мкг/л відповідно та у присутності *Ch. vulgaris* (близько 100 тис. кл/дм³) як коригуючого чинника показало наступні результати: у групі R+Ch ПУБ зменшився до 71, СІР+Ch – 95, R+СІР+Ch – 62.

Таким чином, одержані результати дозволяють зробити висновок, що внесення *Chlorella vulgaris* у кількості близько 100 тис. кл/дм³ у середовище не продемонструвало істотного коригуючого впливу на токсичність водного середовища, спричинену наявністю екологічно реальних концентрацій раундапу, хлорпірифосу та їх суміші. Проте за впливу хлорпірифосу така дія виявилася достатньою, щоб знизити

ступінь токсичності з високого на середній. Це підтверджує потенційний позитивний вплив водоростей на функціонування екосистеми загалом, водночас використання водоростей у процесах детоксикації потребує більш детального гідробіологічного аналізу.

Список літератури

1. Falfushynska H., Khatib I., Kasianchuk N., Lushchak O., Horyn O., Sokolova I.M. Toxic effects and mechanisms of common pesticides (Roundup and chlorpyrifos) and their mixtures in a zebrafish model (*Danio rerio*). *Sci Total Environ.* 2022 Apr 12;833:155236. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155236>
2. Khatib I., Rychter P., Falfushynska H. Pesticide Pollution: Detrimental Outcomes and Possible Mechanisms of Fish Exposure to Common Organophosphates and Triazines. *J. Xenobiot.* 2022, 12, pp 236-265. <https://doi.org/10.3390/jox12030018>
3. Боднар О. І., Хатіб І., Горин О. І., Сорока О. В., Німко Х. І., Чернік І. В., Ковальська Г. Б., Фальфушинська Г. І. Прояви окисного стресу та метаболічних порушень у *Danio rerio* за дії фосфоорганічних пестицидів. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.*, 2021, № 3-4 (82). С. 43-49. DOI: [10.25128/2078-2357.21.4.5](https://doi.org/10.25128/2078-2357.21.4.5)
4. Деклараційний патент на корисну модель (заявка № u2021 02664) C02F 3/00, C02F 1/00, C02F 3/34 Спосіб оцінки коригуючої здатності мікрowodоростей щодо забруднення середовища пестицидами / Горин О.І., Фальфушинська Г.І., Боднар О.І., Ковальська Г.Б., Хатіб І. №. UA 149979 U; заявл 05.05.2021; опубл. 22.12.2021. Бюл. № 51.

УДК 581.526.323:628.13](282.247.32)(477)

**КОНТУРНІ ВОДРОСТЕВІ УГРУПОВАННЯ РІЧКОВОЇ
ДЛЯНКИ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА (УКРАЇНА)**

Григор'єва Г. Є., Жорова А. В., Давидов О. А., Козійчук Е. Ш.

Інститут гідробіології Національної академії наук України, Київ
E-mail: annanika2930@gmail.com; annazhorova3417@gmail.com;
davydovoleg01@gmail.com; elina.koziychuk@gmail.com