

різноманіття відбувається за рахунок лімнофілів, зокрема цій ділянці були відмічена присутність інвазійних видів.

Таким чином, на дослідженій ділянці р. Уж можна зазначити зміну біотопів з перекату до плеса, що підтверджується не тільки зміною умов середовища, а й складом іхтіофауни на цих ділянках: на перекаті переважають реофільні види, а при переході в зоні екотону на плесо відбувається зміна складу рибних угруповань у бік лімнофільних видів.

### Список літератури

1. Мовчан Ю. В. Риби України (визначник-довідник). К.: Золоті Ворота, 2011. 444 с.
2. Червона книга України. Тваринний світ (III вид.). К.: Глобалконсалтинг, 2009. 600 с.
3. Наказ Міндовкілля № 29 від 19.01.2021 (набрав чинності 12.03.2021) Про затвердження переліків видів тварин, що заносяться до Червоної книги України (тваринний світ), та видів тварин, що виключені з Червоної книги України (тваринний світ). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0260-21#Text> (дата звернення: 15.03.2024).
4. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. (ETS No. 104). URL: <https://www.coe.int/en/web/conventions/full-list/-/conventions/treaty/104> (дата звернення: 13.03.2024).

**УДК 57.081 : 574.64 / 574.522**

### **МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ЩОДО ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕНДОКРИННИХ РУЙНІВНИКІВ НА ПРЕСНОВОДНИЙ ЗООПЛАНКТОН (НА ПРИКЛАДІ DAPHNIDAE)**

**Кудрявцева Д. О., Коновець І. М.**

Інститут гідробиології НАН України

E-mail: [kudriavtseva90@gmail.com](mailto:kudriavtseva90@gmail.com)

В останні десятиліття значно зросла стурбованість наукової спільноти стосовно проблеми потрапляння у водні екосистеми забруднювачів, що впливають на роботу ендокринної системи гідробіонтів і людини шляхом порушення синтезу, вивільнення,

транспорту, зв'язування та виведення гормонів. Ця група охоплює широкий спектр речовин, включаючи промислові хімічні речовини, фармацевтичні препарати, пестициди та сполуки природного походження, які були виявлені у різних компонентах водного середовища.

Гіллястовусі ракоподібні мають певні переваги при їхньому використанні як модельних організмів в екотоксикологічних дослідженнях, включаючи оцінку впливу фармацевтичних препаратів та засобів особистої гігієни. Висока чутливість дафній до хімічних речовин різних класів, короткий час статевого дозрівання та швидке розмноження роблять їх зручним тест-об'єктом для виявлення гострої дії та особливостей хронічного впливу. Прозорий екзоскелет дозволяє виявляти морфологічні зміни і фізіологічні реакції, полегшує вивчення сублетальних ефектів, механізмів токсичності на клітинному та молекулярному рівнях. Наявність різних стратегій розмноження представників родини *Daphniidae* дозволяє проводити стандартизовані випробування токсичності хімічних речовин та оцінювати наслідки їхньої дії на популяційному рівні. Оскільки гіллястовусі ракоподібні є одним з ключових компонентів прісноводних екосистем завдяки їхній важливій трофічній ролі, вивчення впливу речовин на ці організми дає уявлення про їхній потенційний вплив на харчові ланцюги та функціонування екосистем [1].

Оцінка впливу потенційних «ендокринних руйнівників» на водні організми потребує розробки та впровадження надійних методів. Традиційні методи включають: 1) дослідження репродуктивних порушень, які виникають внаслідок впливу на гормональні сигнальні шляхи, що призводить до зниження плодючості та/або переключення стратегій розмноження; 2) визначення затримки розвитку ювенільних стадій та статевого дозрівання, що позначається на зниженні швидкості росту популяції; 3) опис морфологічних аномалій (деформації антенул, придатків, карапакса та репродуктивних органів, що може порушувати пересування, харчування та розмноження; 4) дослідження періодичності линяння, яка пов'язана з продукуванням та вивільненням гормонів линьки; 5) реєстрацію виживання та смертності на різних життєвих стадіях; 6)

дослідження поведінкових змін, зокрема поведінку при пошуку їжі та стратегії уникнення хижаків [2]. Організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) надає кілька методик з оцінки хімічної токсичності для водних організмів, у тому числі рекомендації ОЕСР 211 (Випробування на розмноження *Daphnia magna*), де описано процедуру оцінки впливу речовин на розмноження та виживання протягом 21-денного періоду; рекомендації ОЕСР 202 (*Daphnia sp.* Тест на гостру іммобілізацію), де описано процедуру короткострокового аналізу токсичності речовин на основі іммобілізації); рекомендації ОЕСР 230 (21-денний аналіз риби: короткостроковий скринінг естрогенної та андрогенної активності та інгібування ароматази), аналіз оцінює ендокринну активність речовин для риб, доповнюючи дані, отримані під час досліджень на безхребетних [3].

Проте сучасна оцінка впливу ендокринно-активних речовин на водні організми потребує комплексного підходу, що поєднує різні методології оцінки фізіологічних, поведінкових змін у поєднанні з хімічними (методи РХ/МС, ГХ/МС) та молекулярно-генетичними дослідженнями (дослідження гено- та цитотоксичності: пошкодження ДНК, утворення мікроядер тощо), вивчення імунологічних розладів (кількість гемокитів, фагоцитарна активність, активність лізоциму та експресія генів, пов'язаних з імунітетом). Прогрес сучасних молекулярних методів дозволяє використовувати у якості біомаркерів впливу фармацевтичних препаратів та ендокринних руйнівників в організмах гідробіонтів такі показники як зміни в експресії певних генів. На вплив ендокринних руйнівників можуть вказувати зміни у рівнях репродуктивних гормонів або гормонів стресу. Біомаркерами впливу фармацевтичних препаратів та ендокринних руйнівників також можуть бути зміни активності деяких ферментів, що беруть участь у їх детоксикації та метаболізмі (наприклад, цитохрому Р450 або глутатіон-S-трансфераз). Вплив фармацевтичних препаратів та ендокринних руйнівників може спричинити окислювальний стрес у водних організмів, що призводить до утворення активних форм кисню та пошкодження клітинних компонентів, таких як ліпіди, білки та ДНК. Біомаркери окисного стресу, такі як активність

антиоксидантних ферментів (наприклад, супероксиддисмутази, каталази) або рівні продуктів окисного пошкодження (наприклад, продуктів перекисного окиснення ліпідів), можна використовувати для оцінки реакції на окисний стрес [4].

Важливим також є дослідження продуктів трансформації та синергічних взаємодій цих речовин, оскільки метаболіти можуть бути стійкішими або токсичнішими, ніж вихідні сполуки. Методи аналізу експериментальних даних мають враховувати складну природу механізмів дії, включаючи непряму залежність між дозами речовин і тест-функціями [5].

Таким чином, одна з основних проблем при дослідженні впливу ендокринних руйнівників на гідробіонтів полягає у складності сумішей цих речовин, що утворюються у навколишньому середовищі в результаті антропогенної діяльності. Це ускладнює встановлення причинно-наслідкових зв'язків між ефектами, що спостерігаються, і наявністю певних хімічних речовин. Потрібно зазначити, що базові методи опрацювання побутових стічних вод, які використовуються на переважній більшості станцій очищення, не спроможні остаточно видаляти ці речовини. Отже у невеликих кількостях вони постійно потрапляють у водойми. Існує потреба у розробці чіткого регламенту (керівних документів та протоколів) для регулювання поводження з ендокринно-активними речовинами.

### Список літератури

1. Harris K.D., Bartlett N.J., Lloyd V.K. *Daphnia* as an emerging epigenetic model organism. *Genet Res Int*. 2012. Art. 147892.
2. Jemec A., Tišler T., Erjavec B., Pintar A. Antioxidant responses and whole-organism changes in *Daphnia magna* acutely and chronically exposed to endocrine disruptor bisphenol A. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2012. Vol. 86. P. 213–218.
3. OECD. Guidance document on good in vitro method practices. OECD Series on Testing and Assessment. 2018. No. 286. OECD Publishing, Paris.
4. Scholz S., Renner P., Belanger S.E. et al. Alternatives to in vivo tests to detect endocrine disrupting chemicals (EDCs) in fish and amphibians – screening for estrogen, androgen and thyroid hormone disruption. *Crit Rev Toxicol*. 2013 Vol. 43. P. 45–72.
5. Tijani J.O., Fatoba O.O., Petrik, L.F. A review of

pharmaceuticals and endocrine-disrupting compounds: sources, effects, removal, and detections. *Water Air Soil Pollut.* 2013. Vol. 224. P.1–29.

**УДК 581.526.323 (262.5)**

**ВИКОРИСТАННЯ АЛЬГОСИСТЕМИ «БАЗИФІТ-ЕПІФІТ»  
ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МОРСЬКИХ  
ПРИБЕРЕЖНИХ ЕКОСИСТЕМ**

**Калашнік К. С.**

ДУ «Інститут морської біології НАН України»

E-mail: [kalashnik.eka@gmail.com](mailto:kalashnik.eka@gmail.com)

Важливим етапом розвитку національного моніторингу морських прибережних екосистем є пошук нових біологічних індикаторів, уніфікація методів оцінки та підвищення точності прогнозування їхнього екологічного стану. Ратифікація Україною Водної рамкової директиви та Морської стратегії ЄС надала новий поштовх для розробки нових індикаторів водної рослинності для оцінки стану водних екосистем, їх ранжування і надання їм статусів залежно від їхнього екологічного стану.

Закріплені форми водної рослинності (фітобентос) не залежать від руху водних мас й інтегрально відображають динаміку умов у водному середовищі, що дає практичну перевагу при проведенні моніторингу, пов'язаного з оцінкою стану конкретної акваторії. Саме тому фітобентос відповідно до Європейських водних директив розглядається як біологічний елемент якості.

Для визначення стану водойм використовують макро- і мікрокомпоненти фітобентосу, кожен з яких реагує на евтрофування й антропогенне навантаження та є чутливим індикатором зміни екологічної ситуації у водоймі. Використовуючи структурні і функціональні показники макро- і мікрофітобентосу, розроблені індекси та індикатори, за допомогою яких визначається екологічний статус клас морських і прісноводних екосистем [3, 4]. Важливою складовою мікрофітобентосу є мікроепіфитон, якому належить провідна роль в індикації зміни якості води, оскільки він відрізняється високою