

Селівон, М. В., Мехед, О. Б., & Третяк, О. П. (2012, 12 березня). *Вплив похідних імідазоазепінію на біологічні показники Drosophila melanogaster*. [Тези доповіді на конференції]. Хімічна та екологічна освіта: стан і перспективи розвитку, Київ, Україна.

Солодовник, П. В., Мехед, О. Б., & Третяк, О. П. (2011, 17 травня). *Вплив гетероциклічних сполук імідазоазепінію на деякі біохімічні показники імаго Drosophila melanogaster*. [Тези доповіді на конференції]. Фальцфейнівські читання, Херсон, Україна.

Терновська, Т. (2010). *Генетичний аналіз. Навчальний посібник з курсу «Загальна генетика»*. Видавничий дім «Києво-Могилянська академія».

Yaschenko, A., Yachna, M., Mekhed, O., & Tretiak, O. (2023). Influence of nanoparticles (Ti, Ni, Si) on indicators of induced mutations of *Drosophila melanogaster*. *BHT: Biota. Human. Technology*, 1, 34–40.

Токсичний вплив поверхнево-активних речовин та солей важких металів на організм риб

Сергій Матюшко

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка, Чернігів, Україна, msn@grandwis.com.ua

Ключові слова: поверхнево-активні речовини, важкі метали, риби, гідробіонти

Евтрофікація водного середовища токсичними речовинами залишається однією з найважливіших проблем сучасної гідроекології, оскільки вона значно обмежує функціонування водних екосистем і їхню біопродуктивність (Папка та ін., 2019). Ксенобіотики є основними забруднювачами, які, накопичуючись у тканинах і органах риб, можуть тривалий час впливати на життєво важливі процеси в організмі гідробіонтів. Шляхи, форми та швидкість трансформації токсичних речовин у водному середовищі визначають їхнє потрапляння до організмів гідробіонтів і включення у процеси метаболізму, що визначає рівень їхнього впливу (Аравін та ін., 2021). На відміну від органічних забруднювачів, потрапляння токсичних речовин у водойми зазвичай викликає сильний стресовий вплив, що веде до погіршення стану екосистем і переходу до екстремальних умов.

Фосфати, фосфонати та лаурилсульфат належать до найбільш поширених ПАР, які активно використовуються у побуті, що робить дослідження їхнього впливу на адаптацію гідробіонтів до токсикозу надзвичайно актуальним (Yakovenko et al, 2018). Гідробіонти у процесі еволюції розвинули механізми біохімічної адаптації, здатні протистояти різноманітним хімічним чинникам (Грубінко, 2011). Це визначає важливість нашого дослідження.

Мета роботи: дослідити особливості впливу ксенобіотиків на організм коропа лускатого.

Матеріали та методи. Робота виконана в умовах навчально-дослідних лабораторій Національного університету «Чернігівський колегіум» ім. Т. Г. Шевченка та Клініки чернігівської державної лікарні ветеринарної медицини

(м.Чернігів). Оскільки, короп – досить відома біоіндикаційна модель для дослідження токсичності водного середовища, то об'єктом дослідження було обрано коропа лускатого (*Cyprinus carpio L.*), 2-річного віку, масою до 500 г. з Чернігівського риборозплідника ПрАТ «Чернігіврибгосп». Для досліду було сформовано 3 групи по 5 риб у кожній та групу з 7 рибин. Досліди проводили в 200-літрових акваріумах зі стоячою водопровідною водою. Період адаптації складав 3 доби, експериментальний період 2 тижні, температура води була близька до природної, постійно підтримувався повітряний режим води, рибу під час досліду годували кожну добу, вода змінювалась через добу. Дослідження проводили восени 2023 року.

Основні результати. За інтоксикацій будь-якими важкими металами у риб на зябрах і шкірі утворюється товста оболонка з коагуляційного слизу, що покриває зябра і все тіло. Біла слизова оболонка утворюється в результаті хімічної реакції між секретом слизу та іонами металів.

Гістологічні дослідження зябер та інших тканин отруєних риб вказують на сильне руйнування респіраторного епітелію. Це проявляється у вигляді збільшення і зморщування клітин епітелію і некротичного розпаду зябрової тканини. Подібні явища спостерігаються в епідермісі.

Таким чином, солі важких металів, що характеризуються сильною локальним дією, в першу чергу руйнують органи дихання риб. Деякі солі важких металів в малих концентраціях володіють резорбтивною дією.

Розчини солей важких металів спочатку підвищують інтенсивність дихання риб, потім різко пригнічують газообмін. Фізіологічні процеси в організмі риб під впливом солей важких металів спочатку пригнічуються, потім у них настає параліч і смерть. Слід пам'ятати про здатність солей важких металів акумулюватися у водоймі в дуже великих концентраціях і викликати вторинне забруднення води.

Печінка риб є функціональним сховищем ряду важких металів і перш за все міді. У великих концентраціях солі міді мають подразнюючий, в'язучий і ефект, а в малих – блокують активність дихальних ферментів. Токсичність міді зростає при зменшенні температури води, жорсткості та вмісту кисню. При гострому отруєнні риби дуже збудженні та активні. Тіло вкривається коагульованим слизом блакитного кольору. В зябрових тканинах та шкірі відзначаються дистрофія, гіперемія, некробіоз, в печінці та нирках – деструкція еритроцитів і зерниста дистрофія. При хронічному впливі сульфату міді кількість слизу зменшується, шкірні покриви стають блідими, шорсткими, порушується цілісність плавників, риби виснажуються (Симонова та ін., 2019).

Останні дослідження свідчать, що фосфати, потрапляючи у водне середовище, негативно впливають не тільки на окремі види біоти, але й на всю гідроекосистему. Хоча найнебезпечнішим наслідком є евтрофікація, у невеликих кількостях вона може позитивно впливати на біологічні показники водойм, зокрема збільшуючи рибопродуктивність. Однак забруднення водойм поверхнево-активними речовинами та фосфатами зазвичай призводить до зниження біологічної продуктивності, погіршення життєдіяльності організмів,

руйнування трофічних ланцюгів і, зрештою, загибелі екосистем (Яковенко та ін., 2015). Незважаючи на численні дослідження процесів адаптації риб до екологічних стресорів (Symonova et al, 2018), механізми формування адаптивних процесів під впливом більшості екологічних факторів залишаються маловивченими. Особливий інтерес наразі викликає комплексна реакція риб на зміни у водному середовищі, яка враховує не лише окремі фактори, але й загальну ситуацію у водоймі.

Висновки. Антропогенне забруднення набуває більших масштабів в екосистемах, в тому числі гідроекосистемах, робить актуальним вивчення механізмів впливу важких металів та інших токсикантів на організми. Важким металам властиві: висока біологічна активність, здатність до акумуляції в організмі без зменшення токсичності, легкість біоперенесення в навколишньому середовищі. Біохімічний статус водних організмів залежить від концентрації ксенобіотика, часу впливу та природи речовини, що впливає на організм, що визначає специфічність його дії, динаміку акумуляції та перерозподілу в організмі. За різних розведень певних ксенобіотиків і в залежності від органу, виявляються різні реакції, зокрема в активності досліджуваних ферментів.

Література

Аравін, П. А., Ячна, М. Г., Мехед, О. Б. & Третяк, О. П. (2021, 18 вересня). *Зміни кількісного вмісту загальних ліпідів в деяких тканинах коропа лускатого за комбінованого впливу гербіцидів та солей важких металів*. [Тези доповіді на конференції]. Актуальні питання біологічної науки, Київ, Україна.

Грубінко В. В. (2011). Роль металів в адаптації гідробіонтів: еволюційно-екологічні аспекти. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені В. Гнатюка. Серія : Біологія. 3*, 237–262.

Папка, А. М., Ступак, Ю. В., Янченко, О. В. & Мехед О. Б. (2019, 18 березня). Вплив забруднення водного середовища поллютантами на склад мікроміцетів поверхні шкіри та зябер коропа. [Тези доповіді на конференції]. Актуальні питання біологічної науки. Київ, Україна.

Симонова, Н. А., Блоха, А. К. & Мехед, О. Б. (2019, 16 червня). *Активність ферментів системи АОЗ крові коропа за комбінованого впливу важких металів та поверхнево-активних речовин*. [Тези доповіді на конференції]. VinSmartEco, Вінниця, Україна.

Яковенко, Б. В., Третяк, О. П., Мехед, О. Б. & Ленько О. В. (2015). Вплив натрій лаурилсульфату на деякі біохімічні показники крові коропа. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спецвипуск : Гідроекологія. 3–4 (64)*. 772-776.

Ячна, М. Г., Мехед, О. Б., Третяк, О. П. & Яковенко, Б. В. (2019). Вміст фосфоліпідів у тканинах коропа лускатого (*Syrpinus carpio* L.) за дії натрій лаурилсульфатвмісного та безфосфатного синтетичних миючих засобів. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. 2 (76)*. 48-52.

Symonova, N. A., Mekhed, O. B., Kupchyk, O. Y. & Tretyak, O. P. (2018). Toxicants in the degradation of lipids in the organism scaly carp. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (4). 6–10.

Yakovenko, B. V., Tretyak, O. P., Mekhed, O. B. & Iskevych, O.V. (2018). Effect of herbicides and surfactants on enzymes of energy metabolism of the *Cyprinus carpio*. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (1). 948–952.

Фрактальний аналіз в біоіндикації

Тетяна Морозова

Національний транспортний університет, Київ, Україна,

tetiana.morozova@ukr.net

Ключові слова: фрактальна розмірність, флуктуюча асиметрія, стабільність середовища

Оперативна оцінка екологічного стану є надзвичайно важливою для розуміння динамічних змін у середовищі та для прийняття ефективних управлінських рішень. Це особливо актуально в умовах постійних змін довкілля, де чинники, що впливають на екосистеми, можуть швидко змінюватися. Враховуючи складність екосистем і обмежену інформацію про їхні взаємодії, важливо враховувати як динаміку зовнішніх факторів, так і потенційні наслідки для екологічної стабільності територій. Ефективний моніторинг та аналіз якості компонентів довкілля є основою стратегії сталого розвитку, яка забезпечує своєчасне реагування на екологічні загрози та гармонійне співіснування людини з природою. Традиційні фізико-хімічні методи аналізу не завжди надають повне уявлення про вплив на біологічну складову екосистем, а їх складність може ускладнювати проведення експрес-оцінок на великих територіях. Методи статистичної та математичної обробки даних у поєднанні з геоінформаційними системами (ГІС) дозволяють відображати загальні тенденції просторової прив'язки екологічних даних, але не завжди забезпечують детальний аналіз.

Перспективний підхід до оцінки стану біоти передбачає використання фітоморфологічних показників асиметрії із застосуванням фрактального аналізу. Цей метод дозволяє досліджувати складні геометричні форми і структури, які демонструють самоподібність на різних масштабах (Muraleedharan et al., 2023). У контексті біоіндикації фрактальний аналіз є ефективним інструментом для вивчення структурної асиметрії в екосистемах, моделювання екологічних процесів та виявлення просторових асиметрій у розподілі забруднювачів або видових угрупованнях.

Фрактальний аналіз надає можливість оцінювати асиметрію в екологічних даних, таких як просторові патерни, структурні характеристики середовища та динаміка забруднення (Jahanmiri & Parker, 2022). Це особливо корисно для виявлення нерівномірного розподілу забруднювачів або асиметрії у видовому різноманітті та структурі рослинного покриву. Наприклад, аналіз асиметрії листків берези, що ґрунтується на вивченні їхньої геометричної структури,