

До разової спеціалізованої вченої ради PhD 13309
Тернопільського національного педагогічного
університету імені Володимира Гнатюка
(46027, м. Тернопіль, вул. Максима Кривоноса, 2)

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента на дисертаційну роботу Юнко Катерини Богданівни
на тему: “Порівняльне дослідження системи окисно-відновного
гомеостазу двостулкових молюсків *Unio tumidus* та *Mytilus galloprovincialis*
за впливу на організм психоактивних препаратів та мікропластику
водного середовища” представлена на здобуття наукового ступеня доктора
філософії в галузі знань 09 “Біологія” за спеціальністю 091 “Біологія”

Проблема охорони та комплексного використання природних водних ресурсів є однією з найбільш актуальних в умовах інтенсивного розвитку продуктивних сил. Як прісноводні, так і морські водойми на урбанізованих територіях зазнають прогресуючого антропогенного впливу. Це призводить до зниження їх самоочисної здатності та біопродуктивності, а також збіднення видового складу фауни і флори.

В останні десятиліття особливу увагу набуває зростання виробництва та надходження у водне середовище лікарських засобів та пластикових матеріалів, що призвело до того, що забруднення цими компонентами визнано серйозною екологічною проблемою.

Різноманіття та комплексний вплив новітніх пошкоджуючих чинників середовища вимагає оновлення методологічних підходів до оцінки їх впливу на живі організми. Як відомо, визнаними біоіндикаторами стану водойм є двостулкові молюски, які поглинають забруднювачі завдяки фільтруючому способу харчування, ведуть осілий спосіб життя та володіють чутливою здатністю реагувати на стрес. Слід також відмітити, що молюскам властиві різноманітні філогенетично-сформовані механізми пристосування до абіотичних чинників середовища їх існування, які є універсальними у тваринному світі.

Двостулкові молюски є класичними біоіндикаторами, які здатні ефективно акумулювати ксенобіотики з водного середовища. Як ектотермні організми, вони чутливо реагують на зміну режиму їх існування. На субклітинному рівні відзначаються такі їх реакції як окисний стрес, активація біотрансформації ксенобіотиків та ознаки цитотоксичності. Зазначені адаптивно-компенсаторні пристосування супроводжуються фізіолого-біохімічними змінами в їх організмі.

Зважаючи на все вищесказане, дисертаційна робота Юнко К.Б. має як теоретичне, так і практичне значення для обґрунтування молекулярних основ екотоксичності водного середовища та визначення способів його покращення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалася в межах міжнародної наукової співпраці з Університетом Мессіни (Італія) та держбюджетної теми МОН України (номер держреєстрації №024U003217) та з Центром природних досліджень у Вільнюсі (Литва).

Метою роботи, як зазначено авторкою, було дослідження видових особливостей біохімічних реакцій прісноводного та морського видів двостулкових молюсків на субхронічний вплив психоактивних препаратів та мікропластику за умов їх окремої та комбінованої дії.

Наукова новизна одержаних результатів. Дисертанткою вперше здійснено порівняльний аналіз реакцій систем окисно-відновного гомеостазу за детоксикації ксенобіотиків морського та прісноводного двостулкового молюска та встановлено в розливі систем антиоксидантного захисту та біотрансформації до екстремально низьких концентрацій психоактивних фармацевтичних препаратів та мікропластику водного середовища. Авторкою також доведено, що комбінований вплив досліджених чинників спричиняє ефекти взаємокомпенсації та нівелювання індивідуальних токсичних проявів, а також активацію апоптозу, що підтверджує роль мікропластику як вектора, який докорінно змінює біодоступність та токсикокінетику ксенобіотиків.

Практичне значення одержаних результатів. Дисертанткою запропонований новий методологічний підхід для біомоніторингу водних екосистем за глобального забруднення новітніми мікрополіюантами. Також розроблений комплекс високочутливих біомаркерів травної залози молюсків, що відображає специфіку токсичності та ранньої метаболічної відповіді на мультистресове навантаження.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. У дисертації ґрунтовно висвітлена література із досліджуваної тематики. Наукові положення та висновки дисертантки підтверджується великим обсягом експериментального матеріалу, його глибоким аналізом, застосуванням сучасних методів біохімічних досліджень.

Авторкою глибоко проаналізовані основні завдання, які були поставлені в меті роботи. Дисертація Юнко К.Б. є самостійною, завершеною науковою працею, в якій вирішуються актуальна конкретна проблема щодо впливу пошкоджуючих чинників водного середовища на прісноводного та морського молюсків.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація викладена на 179 сторінках комп'ютерного набору і складається із вступу, огляду літератури, описку

матеріалів і методів досліджень, результатів роботи та їх обговорення, аналізу та узагальнення результатів, висновків та переліку використаних літературних джерел, який включає 358 найменувань (і з них 357 латиною). Робота ілюстрована 33 рисунками та 4 таблицями.

В огляді літератури наведені загальні принципи розуміння проблеми психоактивних речовин у водних екосистемах та їх вплив на гідробіонтів, а також роль мікропластику у модуляції токсичності ксенобіотиків та екотоксикологічні ризики їх сумісної дії.

Літературний огляд достатньо інформативний і побудований таким чином, що з нього логічно витікають завдання дослідження.

Розділ “Матеріали і методи дослідження” є досить деталізованим і добре інтерпретує всі практичні процедури з постановки експериментів та лабораторного аналізу. Дисертанткою застосовані перевірені класичні методи біохімічного, токсикологічного та статистичного аналізу.

Експериментальні результати та їх обговорення подані у розділі III. В підрозділі 3.1 вивчається окисно-відновний гомеостаз та видоспецифічні особливості антиоксидантної відповіді у двостулкових молюсків. Авторкою встановлено, що за умов впливу досліджуваних чинників система антиоксидантного захисту перлівниці є більш вразливою та демонструє більший діапазон відхилень від контролю порівняно з такою ж у мідії. Найпотужнішим чинником окисного стресу для обох видів молюсків є хлорпромазин. За поєднаної дії чинників відзначено послаблення реакції окисного стресу у перлівниці, або нівелювання у мідій.

Також доведено, що низькомолекулярні тіолові сполуки є ключовою ланкою підтримання окисно-відновного гомеостазу за впливу токсичного навантаження у обох видів молюсків, проте діапазон реактивності вищий у прісноводного виду.

В підрозділі 3.2 вивчались особливості системи біотрансформації у досліджуваних видів молюсків. Було показано, що зазначені системи біотрансформації ксенобіотиків характеризуються вираженою специфічністю залежно від природи токсиканта та виду організму. Також встановлено, що зазначена система функціонує значно ефективніше у мідії ніж у перлівниці. У відповідь на дію хлорпромазину у мідії відбувається одночасна індукція ензимів першої та другої фаз. Натомість у перлівниці лише кофеїн індукуює цей процес, а всі інші чинники пригнічують його.

В підрозділі 3.3 дисертантка досліджує стан клітинної життєдіяльності у двостулкових молюсків. Показано, що універсальним проявом цитотоксичності для обох видів молюсків є пошкодження лізосомальних мембран. Апоптоз, викликаний впливом окремих чинників, є видоспецифічним. Так у перлівниці

пригнічення ефективності каспази-3 провокується дією хлорпромазину, а у мідії - кофеїну. Дія сумішей зазначених реагентів у обох видів молюсків активує каспазу-3, що сприяє вилученню ушкоджених клітин та супроводжується зменшенням вмісту окисних модифікацій протеїнів у тканині.

В розділі IV роботи одержані дисертанткою дані ґрунтовно проаналізовані та узагальнені. В підрозділі 4.1 розглянуті біохімічні стратегії адаптації перлівниці та мідії на ізольовану та комбіновану дію мікропластику, кофеїну та хлорпромазину.

За сукупністю ознак та за допомогою диференційного аналізу авторкою доведено, що присутність мікропластику у модельних дво- та трьохкомпонентних сумішах несприятливих чинників викликає у обох видів молюсків неадитивну реакцію систем окисного стресу та детоксикації ксенобіотиків із вираженим редуційним зміщенням, пригніченням ензимів біотрансформації та активацією апоптозу.

Дисертантка також виокремила комплекс біомаркерів, які відображають ранню метаболічну відповідь молюсків на токсичний вплив. Універсальним неспецифічним індикатором стресу визначено дестабілізацію лізосомальних мембран та мобілізацію низькомолекулярних тіолів глутатіону та металотіонеїнів. Специфічними стосовно виду організму маркерами впливу несприятливих чинників визначено посилення перекисного окислення ліпідів у перлівниці та пригнічення каталази у мідії.

Відмічено також подібність реакцій двостулкових молюсків до відповідей аналогічних маркерів вищих тварин, що створює перспективу їх використання у тестуванні фармацевтичних препаратів.

Авторка надає 6 висновків. В них відображені основні постулати, які винесені на захист дисертації. Висновки дисертаційної роботи повністю відображають зміст отриманих експериментальних даних. Заслуговує також на увагу опрацювання значної кількості літератури, яка безпосередньо стосується досліджуваної тематики. Це свідчить про високу обізнаність, скурпульозність та наукову відповідальність авторки.

Разом з тим до роботи можна висловити окремі зауваження та запитання:

1. Автор зазначає, що протягом періоду адаптації до лабораторних умов молюски отримували корм, тоді як під час експозиції годівля припинялася. Чи не спровокував чинник голодування додатковий стрес, який міг впливати на досліджувані показники?
2. Чому автор використовує для опису стану молюсків поняття "редукційне зміщення", а не "редукційний стрес"?

3. Для оцінки стану редуційного зміщення у прісноводного виду та морського було використано різний обсяг біохімічних показників. Чим обґрунтована така вибірковість?
4. Аналіз представлених даних свідчить про те, що сумарний вміст цинкзв'язаної (Zn-MT) та апо-форми металотіонеїнів не завжди відповідає визначеному їх загальному вмісту у травній залозі молюсків. Чим зумовлена така розбіжність?
5. Традиційно металотіонеїни розглядаються як специфічні біомаркери забруднення середовища важкими металами. Чому при плануванні експерименту Ви очікували, що за впливу ксенобіотиків, таких як кофеїн та хлорпромазин, система металотіонеїнів буде задіяна як молекулярна мішень?
6. Чому Ви вважаєте за можливе використовувати молюсків як модель для дослідження фармацевтичних препаратів, розроблених для людини?

Проте зазначені зауваження не зменшують цінність дисертаційної роботи, а лише дають змогу провести цікаву дискусію із зазначеного напрямку дослідження.

Апробація роботи. За матеріалами дисертації опубліковано 14 праць, у тому числі 1 патент на корисну модель та 7 статей у фахових виданнях, з яких 5 входять до науково-метричної бази Scopus, а також 6 тез у матеріалах конференцій та конгресів.

Анотація у повній мірі відображає зміст роботи. Вона не містить тверджень чи ідей, які не наведені в основному тексті дисертації.

Дисертація написана змістовно, літературною мовою, стиль викладання матеріалу науковий, думки висвітлені логічно та послідовно.

Отже, дисертаційна робота Юнко Катерини Богданівни є самостійним, завершеним науковим дослідженням. Актуальність обраної теми дослідження, достовірність та наукова новизна одержаних результатів, обґрунтованість наукових положень та висновків, їх вірогідність та повнота викладу в опублікованих працях свідчать про глибоку наукову самостійність авторки, а також про сучасний рівень проведеного дослідження.

На основі всього вищепереліченого вважаю, що дисертаційна робота Юнко Катерини Богданівни на тему “Порівняльне дослідження системи окисно-відновного гомеостазу двостулкових молюсків *Unio tumidus* та *Mytilus galloprovincialis* за впливу на організм психоактивних препаратів та мікропластику водного середовища”, яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням відповідає вимогам “Порядку присудження ступеня доктора

філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р №44 та сучасним вимогам до оформлення дисертації, затвердженими наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р №40, а її авторка заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 09 "Біологія" за спеціальністю 091 "Біологія".

Рецензент

доктор біологічних наук, професор
кафедри хімії та методики її навчання
Тернопільського національного
педагогічного університету ім. В. Гнатюка



Володимир КУРАНТ

| | |
|--------------------------|-----------------|
| Підпис | <i>Курант</i> |
| З а с в і д ч у ю: | |
| Начальник відділу кадрів | <i>М. Копей</i> |