

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U001382

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 06-05-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Юнко Катерина Богданівна

2. Kateryna B. Yunko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 091

Назва наукової спеціальності: Біологія

Галузь / галузі знань: біологія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Біологія

Дата захисту: 23-06-2026

Спеціальність за освітою: Середня освіта

Місце роботи здобувача: Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

Код за ЄДРПОУ: 02125544

Місцезнаходження: вул. М. Кривоноса, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46027, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 13309

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

Код за ЄДРПОУ: 02125544

Місцезнаходження: вул. М. Кривоноса, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46027, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

Код за ЄДРПОУ: 02125544

Місцезнаходження: вул. М. Кривоноса, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46027, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 34.27.24, 69.25, 69.25.03

Тема дисертації:

1. «Порівняльне дослідження системи окисно-відновного гомеостазу двостулкових молюсків *Unio tumidus* та *Mytilus galloprovincialis* за впливу на організм психоактивних препаратів та мікропластику водного середовища»

2. Comparative study of the redox homeostasis system in bivalve molluscs *Unio tumidus* and *Mytilus galloprovincialis* under exposure to waterborne psychoactive substances and microplastics

Реферат/анотація:

1. Актуальність дослідження зумовлена глобальною ескалацією виробництва синтетичних полімерів та неконтрольованим надходженням фармацевтичних препаратів у довкілля, серед них особливе занепокоєння викликають речовини психоактивної дії. Одним з найуживаніших психостимуляторів у світі вважається кофеїн, що є універсальним глобальним маркером антропогенного забруднення водойм. Хлорпромазин є класичний нейролептик із широким спектром клінічного застосування, стабільно надходить у гідросферу через комунальні та госпітальні стоки. Оскільки ці препарати взаємодіють з еволюційно консервативними молекулярними мішенями, вони здатні провокувати виражені метаболічні порушення у нецільових

організмів навіть за екологічно релевантних концентрацій. Ситуація критично ускладнюється повсюдною присутністю мікропластику у водоймах, що може діяти не лише як самостійний стресор, але й як потужний сорбент і вектор для інших забруднювачів. Як наслідок, у реальних екологічних умовах гідробіонти піддаються впливу не окремих токсикантів, а їхніх складних багатокомпонентних сумішей. Цей мультистресовий ефект індукує нелінійні біохімічні реакції, які неможливо спрогнозувати за допомогою класичних монотоксикологічних тестів, що визначає затребуваність розробки нових підходів до оцінки екологічних ризиків. Розширення спектру стратегій біохімічної відповіді молюсків на антропогенне навантаження є ключовим етапом у вдосконаленні програм біомоніторингу водних екосистем. У якості експериментальних моделей обрано двостулкових молюсків (*Unio tumidus* та *Mytilus galloprovincialis*), які є універсальними біоіндикаторами. З урахуванням еволюційної детермінованості адаптивних механізмів, передбачено існування видоспецифічних відмінностей у стратегіях захисту прісноводних та морських видів. Це визначило мету роботи: дослідити видові особливості біохімічних реакцій прісноводного та морського видів двостулкових молюсків на субхронічний вплив психоактивних препаратів та мікропластику за умов їх окремої та комбінованої дії. Наукова новизна та теоретичне значення дослідження полягають у тому, що вперше: - здійснено комплексний порівняльний аналіз реакцій систем окисно-відновного гомеостазу та детоксикації ксенобіотиків морського (*M. galloprovincialis*) та прісноводного (*U. tumidus*) видів двостулкових молюсків; - встановлено вразливість систем антиоксидантного захисту та біотрансформації навіть до наднизьких концентрацій кофеїну та хлорпромазину; - обґрунтовано варіативність видоспецифічних стратегій забезпечення метаболічної резистентності та встановлено подібність; - доведено, що комбінований вплив чинників спричиняє ефекти взаємокомпенсації та нівелювання індивідуальних токсичних проявів, що підтверджує роль мікропластику як вектора, який докорінно змінює біодоступність та токсикокінетику ксенобіотиків. Практичне значення полягає у тому, що розроблено прогностичний комплекс біомаркерів для ранньої діагностики стану водних екосистем. Пріоритетними експрес-індикаторами визначено дестабілізацію лізосомальних мембран та зниження індексу Zn/Cu. Отримані дані щодо індукції EROD та каспазного каскаду дозволяють використовувати двостулкових молюсків як релевантні модельні об'єкти у фармакологічних та екотоксикологічних тестуваннях. Таким чином, встановлено видоспецифічний характер відгуку молюсків, де прісноводний вид виявляє вищу вразливість до окисного стресу, тоді як морський демонструє збалансовану редокс-реакцію. Визначено, що хлорпромазин є найбільш потужним прооксидантом для обох видів через специфічне інгібування каталази. З'ясовано, що чутливою ланкою адаптації є система низькомолекулярних тіолів (глутатіон, металотіонеїни), залучена у метаболізм цинку, де у перлівниці переважає деметалізація, а у мідії — стабілізація металонасичених форм. Доведено вищу ефективність системи біотрансформації ксенобіотиків у морського виду, що забезпечується синергічною індукцією ензимів I та II фаз. Універсальним маркером цитотоксичності визначено дестабілізацію лізосомальних мембран, тоді як реакція апоптотичного каскаду виявилася селективною: пригнічення каспази-3 у перлівниці зумовлене впливом хлорпромазину, а у мідії — впливом кофеїну. Математично обґрунтовано, що присутність мікропластику в сумішах індукує неадитивні реакції із редуційним зміщенням редокс-статусу та активацією елімінації пошкоджених клітин. Виокремлено комплекс пріоритетних біомаркерів (стабільність лізосомальних мембран, мобілізація тіолової ланки антиоксидантного захисту, співвідношення Zn/Cu), а виявлена аналогія реакцій молюсків із відповідями вищих хребетних підтверджує перспективність їх використання як тест-систем у фармако-токсикології. Результати дослідження підтвердили гіпотезу про те, комбінована дія чинників модифікує токсикокінетику індивідуальних впливів психоактивних речовин, ініціюючи неадитивні біохімічні реакції. Рівень адаптації та характер метаболічного відгуку гідробіонтів визначаються як специфікою діючих речовин, так і еволюційно обумовленими особливостями виду.

2. The study's relevance stems from the global escalation of synthetic polymer production and the uncontrolled release of pharmaceuticals into the environment, with psychotropic substances causing particular concern. Caffeine, the world's most widely used psychostimulant, is a universal global marker of anthropogenic water pollution. Chlorpromazine is a classic neuroleptic with a wide range of clinical applications that consistently enters

the hydrosphere through municipal and hospital waste. As these drugs interact with evolutionarily conserved molecular targets, they can cause significant metabolic disturbances in non-target organisms even at ecologically relevant concentrations. Widespread microplastics exacerbate this by acting as independent stressors and powerful sorbents and vectors for other pollutants. Consequently, hydrobiota face complex, multicomponent mixtures rather than individual toxins. This multistressor effect induces nonlinear biochemical reactions that cannot be predicted using classic monotoxicological tests, highlighting the need for new approaches to assessing ecological risks. Expanding the understanding of molluscan biochemical responses to anthropogenic stressors is crucial for improving aquatic biomonitoring programs. Two universal bioindicator mussel species (*Unio tumidus* and *Mytilus galloprovincialis*) were selected as experimental models. Given the inherent plasticity of adaptive mechanisms, distinct species-specific variations in protective strategies are anticipated. The objective of the study was to examine the biochemical reactions of the aquatic and marine environment, focusing on the chronic and combined effects of these active substances. The novelty and theoretical significance of the study lie in the following: - A comprehensive comparative analysis of redox homeostasis and xenobiotic detoxification systems was conducted for marine (*M. galloprovincialis*) and freshwater (*U. tumidus*) bivalve species; - The vulnerability of antioxidant defense and biotransformation systems to even ultra-low concentrations of caffeine and chlorpromazine was established; - The variability of species-specific strategies for metabolic resistance was substantiated, and their fundamental similarities were identified; - It was proven that combined exposure induces effects of mutual compensation and the leveling of individual toxic manifestations, confirming the role of microplastics as a vector that radically alters the bioavailability and toxicokinetics of xenobiotics. The practical significance lies in the development of a predictive complex of biomarkers for the early diagnosis of aquatic ecosystems. Destabilization of lysosomal membranes and a decrease in the Zn/Cu index were identified as priority rapid indicators. The data obtained regarding EROD induction and the apoptotic cascade allow for the use of bivalve mollusks as relevant model objects in pharmacological and ecotoxicological testing. Thus, a species-specific response was established, where the freshwater species exhibits higher vulnerability to oxidative stress, while the marine species demonstrates a balanced redox reaction. Chlorpromazine was identified as the most potent pro-oxidant for both species due to the specific inhibition of catalase. The low-molecular-weight thiol system (glutathione, metallothioneins) involved in zinc metabolism was found to be a sensitive adaptation link, characterized by predominant demetallization in the freshwater mussel and the stabilization of metal-saturated forms in the marine mussel. The higher efficiency of the xenobiotic biotransformation system in the marine species was proven, facilitated by the synergistic induction of Phase I and II enzymes. Lysosomal membrane destabilization was identified as a universal marker of cytotoxicity, whereas the apoptotic cascade response proved to be selective: caspase-3 inhibition was driven by chlorpromazine in the freshwater mussel and by caffeine in the marine mussel. It was mathematically substantiated that the presence of microplastics in mixtures induces non-additive reactions, resulting in a reductive shift of the redox status and the activation of damaged cell elimination. A complex of priority biomarkers was isolated (lysosomal membrane stability, mobilization of the thiol antioxidant link, Zn/Cu ratio), and the observed analogy between molluscan reactions and higher vertebrate responses confirms their potential as test systems in pharmaco-toxicology. The study results confirmed the hypothesis that the combined action of factors modifies the toxicokinetics of individual psychoactive substances, initiating non-additive biochemical reactions. The level of adaptation and the nature of the metabolic response in hydrobionts are determined by both the specificity of the active substances and the evolutionarily determined characteristics of the species.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Раціональне природокористування

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Impellitteri F., Yunko K., Martyniuk V., Matskiv T., Lechachenko S., Khoma V., Mudra A., Piccione G., Stoliar O., Faggio C. 2023. Physiological and biochemical responses to caffeine and microplastics in *Mytilus galloprovincialis*. *Science of The Total Environment*, Vol. 890, P. 164075
- Impellitteri F., Yunko K., Martyniuk V., Khoma V., Piccione G., Stoliar O., Faggio C. 2023. Cellular and oxidative stress responses of *Mytilus galloprovincialis* to chlorpromazine: implications of an antipsychotic drug exposure study. *Front Physiol.* Vol. 14. P. 1267953.
- Impellitteri F., Yunko K., Calabrese G., Porretti M., Martyniuk V., Gnatyshyna L., Nava V., Potorti A. G., Piccione G., Di Bella G., Stoliar O., Faggio C. 2023. Chlorpromazine's impact on *Mytilus galloprovincialis*: A multi-faceted investigation. *Chemosphere.* P. 141079.
- Impellitteri F., Briglia M., Porcino C., Stoliar O., Yunko K., Germanà A., Piccione G., Faggio C., Guerrera M. C. 2024. The odd couple: Caffeine and microplastics. Morphological and physiological changes in *Mytilus galloprovincialis*. *Microscopy research and technique*, Vol. 87, P. 1092–1110.
- Yunko K., Impellitteri F., Martyniuk V., Multisanti C. R., Zabolotna M., Khoma V., Matskiv T. 2024. The biochemical responses of bivalve molluscs to neuroleptic chlorpromazine are comparable with the responses of higher vertebrates. *Biotechnologia Acta.* 17 (2), 90–92.
- Yunko K., Impellitteri F., Martyniuk V., Multisanti C. R., Zabolotna M., Khoma V., Matskiv T. 2024. The biochemical responses of bivalve molluscs to neuroleptic chlorpromazine are comparable with the responses of higher vertebrates. *Biotechnologia Acta.* 17 (2), 90–92. Yunko K., Martyniuk V., Khoma V., Gnatyshyna L., Mykhalyuk O., Baranovskii V., Gladiuk M., Tulaidan H., Mudra A., Stoliar O. 2024. Vulnerability of freshwater mussel *Unio tumidus* to waterborne mixture of psychoactive substances and microplastic. *Scientific Issues Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University Series: Biology.* T. 84, № 3–4, P. 29.
- Yunko K., Martyniuk V., Gnatyshyna L., Khoma V., Matskiv T., Tulaidan H., Mykhalyuk O., Karitonas R., Glylte B., Manusadzianas L., Stoliar O. 2025. Alleviation of specific responses in the combined exposure of freshwater mussel *Unio tumidus* to psychoactive substances and microplastics. *Environmental toxicology and pharmacology.* P. 104682.

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Столяр Оксана Борисівна
2. Oksana B. Stoliar

Кваліфікація: д. б. н., професор, 03.00.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8579-2881

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

Код за ЄДРПОУ: 02125544

Місцезнаходження: вул. М. Кривоноса, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46027, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Божков Анатолій Іванович

2. Anatoly Bozhkov

Кваліфікація: д. б. н., професор, 03.00.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0007-0971-8763

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, Харків, Харківський р-н., 61022, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Байляк Марія Михайлівна

2. Mariia M. Bailiak

Кваліфікація: д. б. н., професор, 03.00.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6268-8910

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Карпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

- Курант Володимир Зеновійович
- Volodymyr Z. Kurant

Кваліфікація: д. б. н., професор, 03.00.10**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-3349-046X**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка**Код за ЄДРПОУ:** 02125544**Місцезнаходження:** вул. М. Кривоноса, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46027, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

- Хоменчук Володимир Олександрович
- Volodymyr O. Khomenchuk

Кваліфікація: к. б. н., доц., 03.00.04**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-0500-6754**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка**Код за ЄДРПОУ:** 02125544**Місцезнаходження:** вул. М. Кривоноса, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46027, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****VIII. Заключні відомості****Власне Прізвище Ім'я По-батькові**
голови ради

Боднар Оксана Ігорівна

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Боднар Оксана Ігорівна

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Любінецька Марія Ігорівна

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна