

До разової спеціалізованої ради PhD 9905
Тернопільського національного педагогічного
університету імені Володимира Гнатюка
(46027, м. Тернопіль, вул. М. Кривоноса 2)

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Вовчек Наталії Олександрівни** на тему
**«Морфологічні та біохімічні показники прісноводних риб за дії іонів
кобальту»**, представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії у
галузі 09 Біологія за спеціальністю 091 Біологія

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Забруднення довкілля важкими металами є значною екологічною проблемою, що постійно загострюється. Ці речовини, потрапляючи у водні системи як з природних, так і з антропогенних джерел (зокрема, промисловість та сільське господарство), проявляють токсичність та мають здатність до накопичення і біоаккумуляції у водних організмах, що становить значну загрозу для гідробіонтів, навіть якщо метали є есенціальними, оскільки їх підвищені концентрації можуть бути небезпечними.

Одним з прикладів таких металів є кобальт. Зазвичай у прісноводних водоймах він зустрічається в низьких концентраціях (0,02–1 мкМ), але в місцях видобутку корисних копалин, виробництв сушильних агентів, пігментів та каталізаторів вміст цього металу у водному середовищі зростає. Попри важливість моніторингу кобальту, як одного з важких металів, існують значні виклики у визначенні фактичних рівнів забруднень цим елементом, оскільки бракує чітких нормативних документів, в тому числі у розвинених країнах. Тому дослідження і розробка нових методів моніторингу кобальту в гідроекосистемах України є надзвичайно актуальними.

Одним з найбільш ефективних підходів для оцінки впливу металів на водні екосистеми є застосування біологічних індикаторів. Цей метод дозволяє

точно виявляти зміни в живих організмах під впливом певних поллютантів, прогнозувати наслідки таких ефектів і є більш економічним, ніж традиційні фізико-хімічні аналізи води. Через постійний контакт з водою, значну тривалість життя, здатність накопичувати хімічні речовини та чутливість до складу середовища, риби є зручними біоіндикаторами, а зміни їх морфологічних, фізіологічних та біохімічних параметрів можуть слугувати маркерами токсичного впливу металів.

Тому дослідження змін окремих морфологічних і біохімічних показників організму риб (карася та щуки) за дії підвищених концентрацій іонів Co^{2+} у воді та вдосконалення методів оцінки токсичності водного середовища є важливим завданням сьогодення.

Наукова новизна та зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Наукові положення дисертаційної роботи обґрунтовані результатами експериментальних досліджень, проведених у Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка протягом 2021-2025 років. Дослідження включали аналіз морфологічних та біохімічних показників, а також активності низки ферментів у прісноводних риб (карася сріблястого та щуки звичайної) за дії сублетальних концентрацій іонів кобальту (0,1 та 0,25 мг/дм³).

Встановлено, що вплив кобальту незначно змінює розмірні характеристики риб, проте варіації основних індексів у поєднанні з біохімічними показниками можуть використовуватися для оцінки стану організму. Спостерігалися видоспецифічні зміни, наприклад, погіршення вгодованості у карася та зміни розмірів голови й плавців у щуки.

Зміни у гематологічних показниках були видоспецифічними та залежали від концентрації іонів металу. Хоча накопичення кобальту в крові відмічено не

було, зростання еритроцитів, гемоглобіну та гематокриту спостерігалось при різних концентраціях як у карася, так і у щуки.

Окрім того, підвищені концентрації кобальту викликали гіперглікемію в обох видів. Зміни рівнів лактату та пірувату також були видоспецифічними, а прямий зв'язок між співвідношенням лактат / піруват та активністю лактатдегідрогенази свідчить про посилення гліколітичних процесів. Вплив кобальту на білковий склад крові риб також був видоспецифічним: загальний вміст білків зростав у карася, але знижувався у щуки. Також були зафіксовані зміни у фракційному складі білків.

Дослідження показали вищу резистентність карася порівняно зі щукою до сублетальних концентрацій іонів кобальту, що проявлялося у накопиченні продуктів перекисного окиснення ліпідів у крові щуки, але не у карася. Нижчі концентрації кобальту могли мати антиоксидантний ефект. Зміни активності ферментів, таких як каталаза, супероксиддисмутаза, аспартатамінотрансфераза, аланінамінотрансфераза, лактатдегідрогеназа та сукцинатдегідрогеназа, були залежними від концентрації металу та видоспецифічними, демонструючи перебудову амінокислотного та білкового метаболізму для адаптації до стресу.

Важливим результатом роботи є те, що на підставі застосування факторного аналізу авторкою запропоновано мінімальний набір біомаркерів у крові риб, який може бути використаний для оцінки їх стану, а також рівня забруднення водного середовища кобальтом.

Робота виконувалась у межах держтематики «Дослідження токсикорезистентності прісноводних риб до дії чинників водного середовища» Державний реєстраційний номер 0122U001543. Науковий керівник проф. Курант В. З.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній праці.

Подані в дисертації наукові положення, результати дослідження та висновки чіткі й обґрунтовані. Опрацьовано значний обсяг наукової літератури з даної тематики. Наукові положення та висновки дисертантки підтверджуються значним обсягом експериментального матеріалу, отриманого з застосуванням визнаних токсикологічних, біохімічних та морфологічних методів досліджень. Особливої уваги заслуговує рівень статистичної обробки даних.

Значення одержаних дисертантом результатів для науки й практики.

У результаті підготовки дисертації була проведена комплексна робота з дослідження впливу сублетальних концентрацій іонів кобальту на морфологічні та біохімічні показники в організмі прісноводних риб (*Carassius gibelio* Bloch. і *Esox Lucius* L.). За її результатами запропоновано мінімальний набір біомаркерів, що можуть бути використані для оцінки ступеня витривалості риб до впливу кобальту чи прогнозування змін у водних біоценозах, забруднених важкими металами.

Таким чином, дисертація надає важливі емпіричні дані та методологічні підходи, які можуть бути безпосередньо використані для покращення екологічного моніторингу та розробки ефективних заходів захисту прісноводних екосистем від забруднення важкими металами.

Повнота оприлюднення й викладення результатів в опублікованих працях.

Належною й переконливою вважаємо апробацію роботи. За матеріалами дисертаційного дослідження опубліковано 7 статей (в тому числі 2 у фаховому виданні, яке індексуються у наукометричній базі даних Scopus) та 6 матеріалів тез доповідей на з'їздах і конференціях.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертацію викладено на 157 сторінках комп'ютерного набору. Робота складається зі вступу, огляду літератури, опису матеріалів і методів досліджень, 4-х розділів отриманих результатів, аналізу та узагальнення результатів досліджень, висновків та списку використаних джерел; містить 45 рисунків, 4 таблиці. Бібліографічний список складає 243 джерела, з них 227 – латиницею.

У «Вступі» дисертантка показує актуальність роботи, стисло висвітлює сучасний стан вивченості теми, обґрунтовує необхідність виконання роботи, формулює мету та завдання досліджень, вказує наукову новизну, практичне значення і апробацію результатів, наведених у дисертації, її обсяг і структуру.

У Розділі 1 «Огляд літератури» здобувачка різносторонньо розглядає проблему забруднення водойм важкими металами, зокрема кобальтом. З використанням конкретних прикладів описує поширення кобальту у водоймах та форми його перебування та накопичення в середовищі. Характеризує сучасні методи аналізу та контролю кобальту в гідроекосистемах, відзначаючи їх переваги та недоліки. У 4-у та 5-у підпунктах розділу описує особливості біоаккумуляції і метаболізму кобальту в організмі риб та його токсичні ефекти для гідробіонтів. Вважаємо за необхідне відзначити опрацювання значної кількості наукової літератури, яка безпосередньо стосується досліджуваної теми, що вказує на високу обізнаність та наукову відповідальність дисертантки.

В розділі 2 «Матеріали та методи» авторка детально описує дизайн експерименту, умови утримання риб та проведення досліджень. Наведена вся необхідна інформація стосовно методів дослідження загальних показників крові, визначення продуктів перекисного окиснення ліпідів, активності ензимів антиоксидантного захисту, енергетичного обміну та переамінування, проведення біохімічних досліджень. Вичерпно охарактеризовано математичні методи, які застосовувалися для обробки одержаних даних.

У Розділі 3 «Вплив підвищених концентрацій іонів Co^{2+} на морфологічні показники риб» здобувачкою проаналізовано вплив сублетальних концентрацій

іонів кобальту на розмірні характеристики риб. На основі одержаних результатів встановлено, що зміни основних індексів, особливо печінково-соматичного та вгодованості, мають видові особливості та, у поєднанні з фізіолого-біохімічними показниками, можуть використовуватися для оцінки стану організму риб і рівня забруднення прісних гідроекосистем металами.

Розділ 4 «Зміни гематологічних показників риб за дії підвищених концентрацій іонів кобальту у воді» відображає коливання гематологічних показників залежно від концентрації металу у водному середовищі та особливостей конкретного виду риб. Насамперед це проявляється у вигляді фізіологічних змін, які відображаються на гематологічних параметрах, таких як, кількість еритроцитів, гематокрит, гемоглобін тощо. Дисертантка робить висновок, що аналіз крові риб є інформативним індикатором їхнього фізіологічного стану під впливом токсичних іонів важких металів.

У розділі 5 «Показники окисного стресу в крові риб як біомаркери інтоксикації іонами кобальту» на основі аналізу біохімічних параметрів риб продемонстровано, що йони кобальту впливали на накопичення продуктів ПОЛ у крові щуки, тоді як у карася вірогідних змін відмічено не було. Вища із досліджуваних концентрацій іонів металу ($0,25 \text{ мг/дм}^3$) індукувала ПОЛ у крові щуки, про що свідчило зростання рівня ТБК-активних продуктів, дієнових кон'югатів та гідропероксидів ліпідів. Натомість вплив меншої концентрації іонів кобальту (II) ($0,1 \text{ мг/дм}^3$) спричиняв зменшення вмісту малонового діальдегіду та дієнових кон'югатів, що може вказувати на антиоксидантний ефект низьких концентрацій цього металу.

Розділ 6 «Особливості функціонування ферментних систем в організмі прісноводних риб за дії іонів кобальту» ілюструє, як досліджуваний метал впливає на активність ферментних систем тканинах риб. Авторка виокремлює основні механізми, які задіюються тваринами для трансформації ксенобіотиків. Озвучені тези підкріплені посиланнями на літературні джерела.

Розділ 7 «Аналіз та узагальнення результатів дослідження» є заключним, де Вовчек Н. О. підбиває підсумки дослідження та узагальнює одержані результати. На основі факторного аналізу вона пропонує набір біомаркерів, які з високим рівнем вірогідності дозволяють провести оцінку стану риб та встановити рівень забруднення водного середовища кобальтом. До мінімального набору входять показники активності лактатдегідрогенази, аланін- та аспартамінотрансферази, загальний вміст білка та концентрація пірувату. Проте авторка зазначає, що для більш детального аналізу важливим є також визначення показників окисного стресу: концентрації дієнових кон'югатів та малонового діальдегіду та активність супероксидисмутази.

Висновки сформульовані конкретно, логічно впливають зі всього змісту роботи та віддзеркалюють її суть.

Список використаних джерел оформлений згідно з чинними вимогами і включає 243 джерела, переважаючи більшість яких складають англomовні статті у рецензованих виданнях.

Рецензована робота написана змістовно, літературною мовою, стиль викладення матеріалу науковий, думки висловлені логічно та послідовно.

Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації.

Водночас рецензована дисертаційна робота має незначні недоліки, деякі зауваження та побажання:

1. Мета роботи в анотаціях українською та англійською мовою відрізняється від тієї, яка наведена у вступі;
2. Перший розділ переобтяжений детальними описами методів визначення вмісту металів у зразках навколишнього середовища, що не відповідає темі роботи та не реалізовувалося в процесі виконання дисертаційного дослідження;
3. Мають місце ряд некоректних формулювань: «Хоча необхідність визначення хімічних форм металів у природних водах була усвідомлена

вже давно (близько двох десятиліть тому), лише сучасні аналітичні методи зробили цю задачу практично здійсненою [158]» (ст. 32) – посилання на джерело 1984 року; «Міжнародний стандарт, що регламентує визначення ряду елементів, серед яких і кобальт, був порівняно недавно прийнятий в Україні на національному рівні [3]» (ст. 34) – посилання на джерело 2007 року.

У процесі рецензування дисертаційної роботи, виникли деякі питання:

1. У роботі сказано про зростання забруднення кобальтом водою і ґрунтів України в наслідок бойових дій. Які джерела його надходження і як змінилися концентрації цього металу, порівняно з довоєнним періодом?
2. Екологічно реальні концентрації кобальту в рази нижчі, ніж досліджувані. Чи будуть вони викликати аналогічні до продемонстрованих у роботі зміни в морфологічних та біохімічних показниках гідробіонтів?
3. Зараз МОН України та інших джерела фінансування наукової діяльності значний акцент роблять на практичну цінність результатів досліджень та спосіб їх монетизації. Які перспективи такого застосування має дана робота?

Проте відмічені вище зауваження не знижують позитивної оцінки дисертаційної роботи, а поставлені запитання носять уточнюючий та дискусійний характер. Сподіваємось, що висловлені оцінки та зауваження сприятимуть подальшому вдосконаленню знань дисертанта.

Відсутність (наявність) порушень академічної доброчесності.

Аналіз дисертацій та наукових публікацій Вовчек Н. О. свідчать про сумлінне та відповідальне ставлення здобувачки до виконання роботи та не дає підстав припускати, що в них мають місце порушення академічної доброчесності. Це підтверджується довідкою про перевірку тексту

дисертаційної роботи на плагіат. Використана інформація із зовнішніх джерел містить посилання на них відповідно до норм законодавства про авторське право й суміжні права.

Висновок.

Підсумовуючи вищесказане вважаємо, що дисертаційна робота Вовчек Н. О. «Морфологічні та біохімічні показники прісноводних риб за дії іонів кобальту» є завершеним самостійним науковим дослідженням, спрямованим на пошук шляхів вирішення конкретної наукової проблеми, що має практичне значення, і відповідає усім вимогам рівня наукової кваліфікації здобувачки, пунктам 9, 10, 11 «Порядку проведення експерименту з присудженням ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 06 березня 2019 р. № 167 (із змінами, внесеними згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022) та сучасним вимогам щодо оформлення затвердженим наказом Міністерства освіти та науки від 12 січня 2017 р. № 40 (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України № 759 від 31.05.2019) та може бути представлено у разовій спеціалізованій вченій раді для присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі 09 – Біологія (спеціальність 091 – Біологія).

Рецензент

доктор філософії (09 Біологія),
асистент кафедри хімії та методики її навчання
Тернопільського національного педагогічного
університету імені Володимира Гнатюка

 **Оксана ГОРИН**

