

РЕЦЕНЗІЯ

доцента кафедри екології агросфери та екологічного контролю
Національного університету біоресурсів і природокористування України,
кандидата сільськогосподарських наук, доцента **ЛАДИКИ Марини Миколаївни**
на дисертацію **НЕСТЕРОВОЇ Катерини Андріївни** на тему:
**«Вдосконалення методів аналітичного контролю ксенобіотиків
у водних екосистемах та продукції рослинництва»**,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
зі спеціальності 102 «Хімія»
галузі знань 10 «Природничі науки»

Актуальність теми дисертаційного дослідження. Дисертація К. Нестерової присвячена актуальній проблемі аналітичного контролю забруднення навколишнього середовища ксенобіотиками. Зокрема, вона спрямована на визначення фізико-хімічних параметрів аналізу продукції рослинництва та водних об'єктів. Дослідження має значне теоретичне й практичне значення, оскільки забруднення токсичними речовинами становить серйозну загрозу для екологічної безпеки та здоров'я людини.

Актуальність теми дослідження не викликає сумнівів. В умовах посилення антропогенного навантаження на природне середовище, важкі метали та ксенобіотики є одними з найбільш поширених та стійких забруднювачів, які накопичуються у водних об'єктах і продукції рослинництва. Це вимагає розроблення нових підходів до контролю та оцінки їх концентрації з урахуванням сучасних аналітичних методів та вимог європейського законодавства.

Наукова новизна роботи полягає у вдосконаленні методів хроматографічного аналізу для визначення залишкових кількостей ксенобіотиків, розробленні оптимізованих підходів до пробопідготовки та дослідженні впливу фізико-хімічних властивостей забруднювачів на процеси екстракції та ідентифікації. Одержані результати мають значну практичну цінність, оскільки дозволяють підвищити точність ідентифікації токсичних сполук, що сприяє ефективнішому моніторингу забруднення довкілля.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій сформульованих у дисертації. Методологічна база дослідження є комплексною і включає сучасні аналітичні методи, такі як атомно-емісійна спектрометрія, газова і рідинна хроматографія, що забезпечує високу точність отриманих результатів. Авторка провела ґрунтовний аналіз вмісту ксенобіотиків, розробила нові підходи до екстракції ксенобіотиків та оптимізувала методи пробопідготовки, що є важливим внеском у розвиток лабораторного контролю екологічної безпеки.

Структура дисертації логічно побудована, матеріал викладено чітко, з використанням актуальної літератури та власних експериментальних досліджень. Результати наукових досліджень апробовано на міжнародних конференціях та опубліковано у наукових виданнях, що підтверджує їх достовірність та наукову значущість.

Аналіз структури і змісту дисертації. Дисертація включає: анотацію, вступ, огляд літератури, матеріали та методи виконання роботи, результати власних досліджень, висновки, список використаних джерел. Робота ілюстрована 35 таблицями та 17 рисунками. Список літератури містить 106 джерел.

У **вступі** дисертаційного дослідження висвітлено значущість теми, зумовлену прогресуючим забрудненням довкілля небезпечними сполуками, серед яких особливе місце займають ксенобіотики та важкі метали. Акцент зроблено на тому, що ці речовини мають здатність накопичуватися у водних екосистемах, ґрунтах і продукції сільськогосподарського виробництва, що, у свою чергу, впливає на безпечність харчових продуктів та може створювати ризики для здоров'я населення. Сформульовано мету й основні завдання дослідження, представлено короткий огляд застосованих методів. Окремо висвітлено наукову новизну, рівень апробації отриманих результатів та відомості про опубліковані наукові праці.

Перший розділ дисертації присвячено аналізу сучасного стану проблеми забруднення агроекосистем та водних ресурсів ксенобіотиками та важкими металами, їхнього впливу на довкілля та продовольчу безпеку. Розглянуто основні джерела надходження токсичних речовин у екосистеми, їхню міграцію між середовищами та потенційні ризики для здоров'я людини й біорізноманіття. Особливу увагу приділено сучасним підходам до моніторингу забруднень, методам ідентифікації та оцінки концентрацій небезпечних сполук у воді та продукції рослинництва. На основі аналізу науково-технічної літератури окреслено необхідність удосконалення методів визначення ксенобіотиків, що є основою подальших досліджень у дисертації.

Другий розділ дисертації присвячено методологічним аспектам дослідження, зокрема пробопідготовці та проведенню хроматографічного аналізу для вдосконалення методів визначення пестицидів у водних об'єктах. У роботі детально описано перелік досліджуваних сполук та методи їх ідентифікації. Окрему увагу приділено створенню модельних систем із використанням лабораторних проб для оптимізації умов пробопідготовки. Відібрані зразки відповідали міжнародним стандартам, а для фізико-хімічного аналізу застосовували високоякісні розчинники та реактиви. Розділ містить обґрунтування вибору методів дослідження та експериментальної процедури, що забезпечує високу точність і відтворюваність результатів.

Третій розділ дисертації присвячено вивченню екстракції ксенобіотиків із рослинної продукції та оцінці екологічного навантаження на водні об'єкти центральної частини України. Досліджено вплив коефіцієнта розподілу (K_{ow}) на ефективність екстракції різних пестицидів, встановлено особливості підбору екстрагентів залежно від гідрофільності або ліпофільності сполук. Проаналізовано вплив матричних компонентів рослинної продукції

(вміст води, жирів, білків, вуглеводів) на процес екстракції та розроблено адаптовані методи підготовки проб для продукції різного складу. Окрему увагу приділено застосуванню методу QuEChERS та твердофазної екстракції (ТФЕ), що дозволило підвищити селективність аналізу та видалити коекстрактивні речовини. Крім того, у розділі наведено результати дослідження елементного складу водних об'єктів, що дозволило оцінити рівень екологічного навантаження у регіоні. Аналіз концентрацій важких металів (кобальту, кадмію, свинцю, нікелю, хрому, міді, арсену) показав, що їхні рівні не перевищують допустимих норм, що свідчить про відносно стабільний стан водних ресурсів Київської області. Представлені результати є важливими для розроблення ефективних методів моніторингу та контролю забруднень у довкіллі.

У **четвертому розділі** обґрунтовано прикладне значення результатів дослідження, запропоновано шляхи впровадження модифікованих методик у практику екологічного моніторингу та лабораторного аналізу.

Висновки є обґрунтованими, структурованими та повністю відображають отримані результати дослідження. Їхня достовірність підтверджується багаторазовою перевіркою результатів та використанням сучасних методів статистичного аналізу, що забезпечує їхню надійність і наукову цінність.

Таким чином, дисертація є завершеним науковим дослідженням, яке має теоретичну та практичну цінність, відповідає сучасним вимогам до наукових праць і заслуговує на високу оцінку. Авторка продемонструвала високий рівень компетентності у проведенні досліджень та внесла вагомий вклад у розвиток удосконалення методів екологічного моніторингу забруднень.

Значення одержаних результатів для науки й практики та рекомендацій щодо їх можливого використання. Результати дослідження мають вагоме значення як для фундаментальної науки, так і для практичної діяльності в галузі хімії, екології та агрохімії.

З наукової точки зору, розроблені методичні підходи до лабораторного контролю фізико-хімічних властивостей ксенобіотиків сприяють глибшому розумінню їхньої поведінки у складних рослинних матрицях та природних середовищах. Удосконалення хроматографічних методів контролю пестицидів розширює можливості аналітичної хімії, підвищуючи точність ідентифікації залишкових кількостей шкідливих речовин. Оптимізація пробопідготовки та методів екстракції ксенобіотиків підсилює ефективність контролю забруднень, що є важливим для екологічного моніторингу та безпеки харчової продукції.

Практичне застосування результатів включає впровадження розроблених методик у лабораторну практику з екологічного моніторингу, агрохімічного аналізу та харчової безпеки. Високочутливі хроматографічні методи можуть використовуватися державними

та приватними лабораторіями для підвищення ефективності контролю пестицидів у воді та продукції рослинного походження. Запропоновані підходи до вилучення ксенобіотиків сприятимуть вдосконаленню екологічного моніторингу, зниженню рівня хімічного забруднення довкілля та розробленню регуляторних стандартів.

Одержані результати можуть бути використані державними установами та науковими організаціями для уточнення рівня забруднення водних ресурсів важкими металами, що є необхідним для розроблення екологічної політики та впровадження ефективних заходів з охорони довкілля.

Повнота викладення матеріалів дослідження в опублікованих працях. За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 10 наукових праць, з яких стаття у науковому виданні, включеному до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та/або Web of Science Core Collection, 5 статей у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 4 тези наукових доповідей.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. У наукових публікаціях та дисертації К. Нестерової не виявлено порушень академічної доброчесності.

Питання для дискусійного обговорення та недоліки дисертації щодо її змісту та оформлення. Оцінюючи позитивно дисертацію К. Нестерової, вважаємо за потрібне винести на обговорення наступні питання:

1. У розділі 2 «Умови та методика досліджень» авторка згадує стандарти ДСТУ ISO 5667-4: 2003 та ДСТУ ISO 5667-6: 2009, а саме тільки їх числовий ідентифікатор без назви й посилання у списку використаних джерел, що ускладнює аналіз представленого матеріалу.

2. У розділі 2 «Умови та методика досліджень» доцільно було б ширше представити характеристику місць відбору зразків як продукції рослинництва, так і проб води. А саме, назва господарства, його локація, використання пестицидів, зразки продукції рослинництва, яка була відібрана для подальшого аналізу. Пункти відбору проб води краще б було візуалізувати на карті.

3. На с. 60 авторка згадує про «...міжлабораторні випробування, які підтвердили високий рівень збіжностей результатів». Проте, не вказано, які саме лабораторії було залучено для підтвердження надійності отриманих результатів.

4. Опис методу QuEChERS виглядає повним, але варто додати більше деталей про його застосування в реальних умовах або обмеження, які можуть виникати при використанні цього методу для різних типів сировини.

5. У роботі згадується про необхідність гомогенізації зразків, але не пояснюється чому саме цей процес є важливим для дослідження ксенобіотиків у тих чи інших зразках. Варто зазначити, які саме аспекти вимагають гомогенізації.

6. Необхідність уточнення щодо впливу концентрації пестицидів на відсоток вилучення. Зазначено, що відсоток вилучення ксенобіотиків залишається високим, навіть коли концентрація ксенобіотиків дуже низька (0,01 мг/кг), але немає уточнення, чи не має це впливу на точність вимірювання при дуже низьких концентраціях. Чи змінюється чутливість при таких концентраціях?

7. У дослідженні використовувалися 10 паралельних зразків чорниці, однак не вказано, чи були виконані випробування на більших зразках або при різних умовах зберігання. Потрібно вказати, як ця методика працює на великих обсягах зразків і чи є які-небудь відмінності в результатах при більш масштабному тестуванні.

8. Для відображення переваг удосконалених методів аналітичного контролю ксенобіотиків у водних об'єктах і продукції рослинництва доцільно представити результати їх порівняння із існуючими стандартизованими методиками.

Озвучені зауваження та питання не применшують загальної позитивної оцінки роботи К. Нестерової і є радше побажаннями для майбутнього розвитку досліджень авторки.

Загальний висновок. Вважаю, що дисертація на тему: «Вдосконалення методів аналітичного контролю ксенобіотиків у водних екосистемах та продукції рослинництва» є завершеною науковою працею, яка містить низку нових, актуальних та достовірних результатів, що свідчать про її складність, систематичність та важливе значення для сфери природничих наук.

Дисертація є завершеним науковим дослідженням, яке містить важливі наукові та практичні результати, відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» і 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 № 44 від 12.01.2022 р., а Нестерова Катерина Андріївна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 102 «Хімія» галузі знань 10 «Природничі науки».

Рецензент доцент кафедри екології агросфери та екологічного контролю Національного університету біоресурсів і природокористування України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент Марина ЛАДИКА