

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Сторощук Уляни Зіновіївни**  
*«Субстрати на основі органовмісних відходів для рекультивациі та  
ремедіації полігонів твердих побутових відходів»,*  
подану до захисту на здобуття наукового ступеня **доктора філософії**  
з галузі знань 10 *«Природничі науки»*  
та спеціальності 101 *«Екологія»*

### **1. Актуальність теми роботи.**

На сьогоднішній день неконтрольоване утворення та накопичення твердих побутових відходів (ТПВ) та відсутність дієвих механізмів їх утилізації є однією з найголовніших екологічних проблем сучасного суспільства, яка потребує вирішення. Накопичуючись в місцях тимчасового зберігання (полігони ТПВ) та в місцях несанкціонованого зберігання (стихійні сміттєзвалища) ці відходи негативно впливають на стан навколишнього середовища (забруднення ґрунтів та підземних вод важкими металами, виділення парникових газів, можливість самозаймання внаслідок розкладу органічних відходів, виділення під звалища значних територій) та несуть загрозу здоров'ю людей. Особливу увагу привертають органовмісні відходи, які складають приблизно 50-60 %. До таких відходів належать: побутові і промислові органовмісні відходи (папір, картон, текстиль, пакувальні матеріали); біомаса надлишкового мулу та сирого осаду очисних споруд; некондиційні залишки сільського й комунального господарств, харчової та переробної промисловостей; вторинні продукти переробки деревини (тирса, стружка, листя), торфу, сапропелі (річкові й озерні).

Тому вилучення цієї частини відходів із місць складування суттєво зменшить екологічне навантаження на фактично діючі та потенційно заплановані полігони ТПВ. Перспективним та ефективним напрямом утилізації органовмісних відходів є застосування біотехнологічних методів утилізації із отриманням корисних продуктів – компосту та біогазу. У зв'язку з цим органовмісні відходи розглядаються, як потенційні ресурси, які можна використовувати для забезпечення потреб людства поживними речовинами. Тому таке поводження з відходами є раціональним та ресурсоекономним, що стає важливим для стійкої економіки, збереження екосистеми, а також для зменшення залежності від кінцевих природних ресурсів. Біотехнологічні

процеси, з точки зору екологічної доцільності, не мають конкурентів, оскільки є природними, легко піддаються контролю, мало залежать від погодних умов, не вимагають великих земельних ділянок, найменше забруднюють навколишнє середовище відходами і побічними продуктами, які часто неможливо прогнозувати при розробленні природоохоронних технологій у випадку застосування хімічних, фізичних або фізико-хімічних заходів.

## **2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому і оформлення.**

Дисертація складається з вступу, п'ятьох розділів, висновків, списку використаних джерел і 7-ми додатків. Загальний обсяг роботи складає 163 сторінок друкованого тексту: 123 сторінок основного тексту, 51 рисунки, 14 таблиць, списку використаних джерел із 170 найменувань.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, визначено мету і основні завдання дисертаційного дослідження, визначено наукову новизну роботи і практичне значення отриманих результатів, описано методи, які були використані у дослідженнях і особистий внесок здобувача.

У **першому розділі** на основі літературних даних розглянуто світові досягнення в утилізації органічних відходів, базуючись на концепції сталого розвитку. Особливу увагу приділено переробці осадів стічних вод. Показано здобутки і проблеми у сфері поводження та управління відходами в Україні та світі. Проаналізовано особливості процесу компостування органічних відходів. Окреслено задачі дослідження.

У **другому розділі** приведено методологію, основні підходи та об'єкти досліджень, які проводились із використанням системного підходу. Здійснено опис експериментальних установок та методик, які використовувались для досліджень.

**Третій розділ** спрямований на дослідження процесу аеробного біокомпостування органічних сумішей у лабораторних умовах. Результати досліджень довели перспективність використання осадів стічних вод в складі сировинної композиції, а також засвідчили, що додавання деревної тріски та активного компосту стимулює засвоєння аміаку, нітрифікацію мікробів, покращує структуру, пористість компостуючої суміші та вільний повітряний простір, що впливає на покращення вентиляції та перетворення поживних речовин. Доведено, що обраний склад сумішей для біокомпостування, а також застосовані режими процесу компостування забезпечують значне зниження

чисельності бактерій групи кишкової палички, бактерій роду *Salmonella* та фітопатогенних бактерій у зразках «свіжовідібраних» і «старих» осадах стічних вод. Як кінцевий продукт переробки, отримано органо-мінеральне добриво високої якості.

**Четвертий розділ** присвячений оцінці можливостей використання сумішей компостованих осадів стічних вод та природних сорбентів для біологічної рекультивації полігонів ТПВ.

У **п'ятому розділі** досліджується перспектива введення природних сорбентів в склад субстратів для забезпечення ремедіації в процесах біологічної рекультивації порушених земель.

**Висновки** за результатами виконання дисертаційної роботи підкреслюють наукову новизну та практичну цінність проведених досліджень.

**Список використаних джерел** свідчить про те, що під час роботи було проаналізовано сучасні результати наукових досліджень.

Дисертація є завершеною науковою працею, а її оформлення відповідає встановленим вимогам МОН України.

### **3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку кафедри «Екологія та збалансоване природокористування» Національного університету «Львівська політехніка» «Природоохоронні технології з використанням природних дисперсних сорбентів та мінеральних добрив пролонгованої дії» та виконувались згідно із тематикою науково-дослідної роботи кафедри «Науково-теоретичні основи створення засобів біологічної рекультивації із використанням техногенних відходів» № державної реєстрації 0119U101394. Дослідження виконувалися за підтримки Національного фонду досліджень України (проект 2020.02/0177 «Розробка комплексної технології отримання та використання субстратів на основі органічних відходів і природних сорбентів для потреб біологічної рекультивації та рекультивації промислово порушених земель»), № державної реєстрації 0121U111216.

### **4. Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків.**

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій базується на застосуванні системного аналізу процесів виникнення екологічної небезпеки і проводилися з використанням загальнонаукових

методів пізнання. Методи дослідження включають: лабораторні, аналітико-синтетичні, статистичні методи, та відомі методики із визначення вмісту компонентів: титриметрію, адсорбцію, метод визначення якості ростового субстрату. Обробка експериментальних даних та математичне узагальнення результатів виконувалась за допомогою програми Microsoft Office Excel.

Достовірність отриманих результатів забезпечується:

- результатами виконаних автором низки експериментальних досліджень;
- публікацією статей в провідних фахових виданнях України і за кордоном;
- апробацією отриманих наукових результатів на міжнародних наукових конференціях;
- впровадженням отриманих результатів в навчальний процес кафедри Екології та збалансованого природокористування Національного університету «Львівська політехніка»;
- результати досліджень передані для використання ТзОВ «Компанія «Центр ЛТД»».

#### **5. Основні наукові результати, одержані автором, та їх новизна.**

Основні наукові результати та висновки дисертації пройшли апробацію під час міжнародних наукових конференцій та знайшли відображення в публікаціях у фахових виданнях. За результатами дисертаційного дослідження опубліковано: 26 наукових праць, серед яких: 5 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у науковому періодичному виданні інших держав, що включене до міжнародної наукометричної бази даних (Scopus), 1 стаття в колективній монографії, виданій в Україні, 1 стаття в колективній монографії, виданій в країні Євросоюзу (Польща) та 18 тез доповідей на міжнародних науково-технічних конференціях та конгресах.

Дисертант отримав наступні наукові результати:

*вперше:*

- досліджено використання «свіжовідібраних» та «старих» осадів стічних вод як компонентів сировинних сумішей компостів для біологічної рекультивації та ремедіації порушених земель, що дозволило запропонувати оптимальні шляхи утилізації ОСВ;
- експериментально досліджено параметри реалізації процесу аеробного компостування сировинних сумішей що включають компоненти «осад

стічних вод : деревна тріска : рециркуляційно активний біокомпост», що дало можливість запропонувати екологічно безпечну технологію утилізації осадів стічних вод і отримати ефективний субстрат для біологічної рекультивації порушених земель;

- встановлено мікробіологічний склад біокомпостів, отриманих із сировинних сумішей на основі ОСВ різного складу, що дало можливість обґрунтовано рекомендувати цей компост для цілей біологічної рекультивації порушених земель;
- проведено біоіндикацію субстрату для вирощування рослин на основі компосту, отриманого із використанням осадів стічних вод та природних сорбентів, що дало можливість запропонувати екологічно безпечну технологію використання компосту в цілях біологічної рекультивації;
- розроблено математичну модель процесу сорбції поллютантів природними сорбентами, які внесені у склад субстрату для біологічної рекультивації, що дало можливість визначити необхідний час адсорбційного очищення від іонів важких металів в процесах ремедіації.

*отримало подальший розвиток:*

- дослідження властивостей компосту, отриманого в результаті утилізації осадів стічних вод методом аеробного біокомпостування;
- дослідження біотехнологічних методів утилізації органомісних відходів для забезпечення екологічної безпеки звалищ ТПВ.

## **6. Практичне значення одержаних результатів.**

Цінність наукових результатів роботи полягає у тому, що в ній запропоновано рішення важливого наукового завдання - визначення оптимальних умов одержання та використання субстратів на основі компостованих осадів стічних вод із додаванням в їх склад природних сорбентів для проведення біологічної рекультивації та ремедіації техногенно порушених земель. Одержані результати досліджень можуть бути використані: органами державної та виконавчої влади, місцевого самоврядування та приватними підприємствами, які займаються утилізацією органомісних відходів та роботою по проведенню рекультивації порушених земель. Робота виконувалась у рамках договору про співдружність із ЛКП «Зелене місто», результати досліджень передані для використання ТзОВ «Компанія «Центр ЛТД»».

Наукові та практичні результати дисертаційної роботи використані у програмі лекційних курсів: «Основи розробки екобезпечних виробництв», оскільки отримані результати стосуються вторинного використання техногенних відходів; «Біомоніторинг навколишнього середовища», оскільки отримані результати стосуються методу визначення якості ґрунту; «Агроекологія» тема «Рекультивация ґрунтів», а також в програмі практичних занять цього курсу для студентів спеціальності 101-Екологія.

#### **7. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.**

За результатами аналізу дисертаційної роботи та публікацій автора порушення академічної доброчесності не виявлено. Елементи фальсифікації чи фабрикації тексту в роботі відсутні.

#### **8. Зауваження до дисертації.**

1. Усі біологічні дослідження яка правило передбачають використання контрольного зразку досліджень, чого немає у роботі. Доцільно було б обґрунтувати?
2. Не зрозуміло чому така різюча різниця вмісту вуглекислого газу в біореакторах 1-4 рис. 3.9.
3. В роботі слід обґрунтувати порядок коефіцієнту дифузії  $10^{-10}$ ,  $10^{-11}$  м<sup>2</sup>/с, який використано в розрахунках підрозділу 5.4.
4. Ступінь вилучення іонів  $\text{Cu}^{2+}$  становить 93,5% при наважці сорбенту 30 грам зовсім не інформативно у висновку 2 Розділ 5.

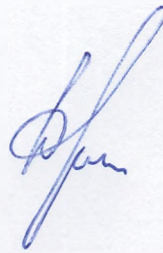
#### **Висновки щодо дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота Сторощук Уляни Зіновіївни є актуальною, завершеною науковою працею, що виконана на належному науково-теоретичному рівні з логічно- та доступновикладеним матеріалом. У роботі вирішено важливе наукове завдання, що полягає у визначенні оптимальних умов одержання та використання субстратів на основі компостованих осадів стічних вод із додаванням в їх склад природних сорбентів для проведення біологічної рекультивациі та ремедіациі техногенно порушених земель. Дисертаційна робота на тему «Субстрати на основі органовмісних відходів для рекультивациі та ремедіациі полігонів твердих побутових відходів» відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12.01.2017 р.

«Про затвердження вимог до оформлення дисертацій», постанові Кабінету Міністрів України №44 від 12.01.2022 р. «Порядок присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», зі змінами, внесеними згідно Постановою КМ №341 від 21.03.2022р., а її автор, Сторощук Уляна Зіновіївна, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 «Екологія» (галузь знань 10 «Природничі науки»).

Рецензент

Доктор технічних наук, професор  
кафедри екології та збалансованого  
природокористування



Дячок В.В.

Підпис д.т.н., професора Дячок В.В.

«ЗАСВІДЧУЮ»

Вчений секретар Національного університету  
«Львівська політехніка»



Брилинський Р.Б.