

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
Національного університету
"Львівська політехніка"

Демидов Іван Васильович



АНОТОВАНИЙ ЗВІТ
про виконану роботу у 2021 році в рамках реалізації проєкту
із виконання наукових досліджень і розробок

Розробка комплексної технології отримання та використання субстратів на основі
органовмісних відходів і природних сорбентів для потреб біологічної рекультивациі та
ремедіації техногенно порушених земель
(назва Проєкту)

Назва конкурсу: Підтримка досліджень провідних та молодих вчених
Реєстраційний номер Проєкту: 2020.02/0177

Підстава для реалізації Проєкту з виконання наукових досліджень і розробок (реєстраційний номер та назва Проєкту) 2020.02/0177 "Розробка комплексної технології отримання та використання субстратів на основі органовмісних відходів і природних сорбентів для потреб біологічної рекультивациі та ремедіації техногенно порушених земель"

Рішення наукової ради Національного фонду досліджень України щодо визначення переможця конкурсу "Підтримка досліджень провідних та молодих вчених" (назва конкурсу) протокол від «16-17» вересня 2020 року № 21

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПРОЄКТ

Загальна тривалість виконання проєкту 2020 рік – 2022 рік

Тривалість виконання Проєкту у 2021 році

Початок – 06 травня 2021 р. (дата укладання Договору про виконання наукових досліджень і розробок);

Закінчення – 15 грудня 2021 року.

Загальна вартість Проєкту, грн. 7 540 000 сім мільйонів п'ятсот сорок тисяч гривень

Вартість Проєкту по роках, грн.:

1-й рік	<u>774 000</u>
2-й рік	<u>3 241 000</u>
3-й рік	<u>3 525 000</u>

2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ

до виконання Проєкту залучено 7 виконавців, з них:

доктори наук	2;
кандидати наук	5;
інші працівники	0.

3. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ГРАНТООТРИМУВАЧА ТА ОРГАНІЗАЦІЮ(Ї) СУБВИКОНАВЦЯ(ІВ) ПРОЄКТУ

Повна назва Грантоотримувача – Національний університет «Львівська політехніка», код за ЄДРПОУ - 02071010, код за КВЕД - 85.42 Вища освіта.

4. ОПИС ПРОЄКТУ

4.1. Мета Проєкту (до 200 знаків)

Метою проєкту є розроблення комплексної технології отримання та використання субстратів на основі органовмісних відходів та природних сорбентів для потреб біологічної рекультивації та ремедіації техногенно порушених земель

4.2. Основні завдання Проєкту (до 400 знаків)

Дослідити якісний склад осадових стічних вод (ОСВ) та органовмісних відходів, визначити оптимальні параметри біокомпостування та комбінування із природними сорбентами для забезпечення необхідних характеристик композицій для потреб біологічної рекультивації та ремедіації. Апробувати процеси отримання та застосування субстратів в лабораторних та в польових умовах. Розробити рекомендації для практичного впровадження отриманих результатів.

4.3. Детальний зміст Проєкту:

- Сучасний стан проблеми (до 400 знаків)

В Україні щороку утворюється близько 50 млн. м³ ОСВ вологістю 97%. Великі об'єми утворюваних і накопичуваних ОСВ становлять загрозу для довкілля. Ефективною технологією в умовах України є метод аеробного біокомпостування ОСВ із отриманням органо-мінеральної суміші. Підвищений вміст у ОСВ забруднень обмежує застосування компосту у агротехнологіях але є перспективним для вирішення проблем рекультивації територій сміттєзвалищ і техногенно порушених земель.

- Новизна Проєкту (до 400 знаків)

На 1 етапі встановлюється склад ОСВ та органовмісних відходів на вміст поживних макро- та мікроелементів, доступних форм біогенних елементів, вмісту важких металів та небезпечних сполук, криптоспорицій, патогенної для людини та фітопатогенної мікробіоти, які допускаються для проведення біологічної рекультивації. На 2 етапі аналізуються оптимальні умови компостування На 3 етапі апробуються створені субстрати в лабораторних та польових умовах.

- Методологія дослідження (до 400 знаків)

Методика та методологія досліджень включає відомі у світовій практиці методи, адаптовані для умов використання в Україні та такі засоби дослідження: загальнонаукові; фізико-хімічні; аналітико-синтетичні методи; лабораторні; польові; статистичні. Базою для досліджень є визначення складу органовмісних відходів, які в залежності від якісного складу будуть використовуватись для створення різних поживних середовищ в цілях рекультивації та ремедіації.

5. ОТРИМАНІ НАУКОВІ АБО НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ (до 2 сторінок) в поточному році/ в рамках реалізації Проєкту, зокрема:

5.1. Опис наукових або науково-технічних результатів, отриманих в рамках виконання Проєкту (із зазначенням їх якісних та кількісних (технічних) характеристик)

У відповідності із календарним планом договору встановлено види природних сорбентів, які найбільш раціонально використовувати для ремедіації в складі субстратів. Досліджено оптимальні умови комбінування складу сировини із природними сорбентами для забезпечення необхідних характеристик відповідних композицій. Встановлено механізми та кінетику сорбції токсичних забруднень природними сорбентами для забезпечення ефективної ремедіації, розроблено математичну модель процесу ремедіації субстратом, в склад якого входять природні сорбенти. Здійснена лабораторна апробація технологічного процесу отримання субстратів та уточнені оптимальні умови реалізації процесу. Виконані лабораторні дослідження, що моделюють процеси

біологічної рекультивації та процеси ремедіації. Визначена чисельність фітопатогенних мікроорганізмів за різних параметрів процесу біокомпостування та рецептур сировини.

Проведений аналіз природних сорбентів, які можна використовувати в складі субстратів показав, що використання природних видів сорбентів для ремедіації, дозволяє досягти намічених цілей ремедіації за мінімальних вартісних показників і дозволяє застосовувати широкий спектр сорбентів.

Проведені дослідження оптимальних умов комбінування складу сировини з природними сорбентами показали можливість створення субстратів на основі свіжих стічних вод в поєднанні з природними сорбентами. Частка використання осадів стічних вод прямо корелює з часткою використання природних сорбентів (щоправда до певної межі, а саме 10 %, після даної межі загалом спостерігається зниження розвитку рослин біоіндикаторів). За показником середньої кількості рослин, які проросли на досліджуваних субстратах і не загинули під час вегетації можна стверджувати, що оптимальним є вміст в субстратах 10% природних сорбентів. Підсумовуючи можна зробити висновок, що недоцільно вносити в склад субстрату частку осадів >40% якщо не передбачається добавка природних сорбентів. За результатами досліджень найбільш перспективними субстратами для росту і розвитку рослин можна вважати варіанти з вмістом осадів стічних вод в межах 40-50% та вмістом сорбентів 5-10%

Проведені дослідження встановлення механізму та кінетики сорбції токсичних забруднень природними сорбентами для забезпечення ефективної ремедіації дозволило розробити фізичну та математичну модель процесу сорбції поллютантів природними сорбентами, які внесені у склад субстрату для рекультивації та ремедіації. Отже, як впливає із результатів розрахунків, максимальне значення необхідного часу адсорбційного очищення від іонів важких металів в процесах ремедіації не перевищує доби, що є цілком допустимим для практичного впровадження і дозволяє рекомендувати застосовуваний спосіб для реального впровадження.

За результатами представленого елементного складу можна зробити висновок, що елементний склад у всіх субстратах і вирощених на них рослинах в основному дуже схожий і в ньому переважають такі елементи як кремній (Si), фосфор (P), сірка (S), хлор (Cl), калій (K), марганець (Mn), кальцій (Ca) і залізо (Fe). Відносно розподілу важких металів у досліджуваних субстратів не відмічено прямої закономірності вмісту важких металів від вмісту у субстраті осадів стічних вод чи природних сорбентів. Відсотковий вміст свинцю (Pb) представлений майже у всіх досліджуваних субстратах та на контролі, проте його вміст надзвичайно низький і складає максимум 0,594 %, що не може загрожувати для росту і розвитку рослин. Схожа ситуація відмічена і з іншими небезпечними елементами. Проте відносно розподілу важких металів у рослинах відмічено тенденцію до зниження вмісту важких металів в них із збільшенням частки у субстраті природних сорбентів.

Проведення лабораторних досліджень моделювання процесів біологічної рекультивації та отримання їх проміжних результатів дозволяють зробити висновок, що компостовані осади стічних вод можна використовувати як основу для створення ростового субстрату. На оброблені таким методом осади не настільки сильно впливає добавка природних сорбентів, відмічається як незначний позитивний вплив на ріст і розвиток рослин у варіантах K1, K2, так і негативний K4, або відносно нейтральний K3. Проте слід зазначити, що сумарна об'ємна частка осадів у цих субстратах складає у K1 – 1:4 свіжих осадів, у K2 – 1:3 свіжих осадів, у K3 – 1:3 суміші свіжих відстояних (1-3 роки) осадів у співвідношенні 50:50, а K4 – не містив осадів стічних вод і виконував функцію хімічного контролю.

В результаті досліджень адсорбційного очищення розчину від йонів хрому в непорушному шарі сорбенту встановлено, що найвищий ефективний об'єм при прокачуванні модельного розчину через шар сорбенту 15 г становить 30,34 см³, а при пропусканні розчину через сорбент 20 г - 41,4 см³; виявлено, що зі збільшенням початкової концентрації іонів хрому в межах експериментальних значень час появи першого сліду забруднювача на виході з колони збільшується, а час проскоку у всіх випадках швидко настає при концентрації забруднювача на виході із колони 70% від початкового. Виняток становить залежність від концентрації іонів хрому 0,5 г/дм³ - у цьому випадку збільшення концентрації на виході із колони є лінійним; ефективність адсорбції зростає із збільшенням шару адсорбенту, що можна пояснити розвитком активної сорбційної поверхні. Дослідження процесу адсорбції йонів хрому бентонітом в умовах

перемішування свідчать, що суттєвої різниці в рівні очищення у порівнянні із очищенням в фіксованому шарі не спостерігалось для жодного із методів; це значення коливається в межах 70 ÷ 87% і більше залежить від початкової концентрації іонів хрому. Що стосується тривалості процесу, можна зазначити, що час очищення однакових обсягів розчинів при низьких концентраціях майже вдвічі коротший за умов постійного перемішування, і того ж порядку за умов початкових концентрацій становить 1500 мг/дм³.

Обраний склад сумішей для біокомпостування та метаногенезу осадів стічних вод, а також застосовані режими даних процесів забезпечують значне зниження чисельності БГКП, бактерій роду *Salmonella* та фітопатогенних бактерій у зразках свіжовідібраних і 2-3 річних осадів стічних вод.

5.2. За наявності науково-технічної продукції обґрунтування її переваг у порівнянні з існуючими аналогами

У порівнянні із існуючими аналогами створена науково-технічна продукція дозволяє провести комплексну оцінку можливості застосування органомісних відходів в природоохоронних технологіях. Перевагою досліджень є те, що вони дозволяють зменшити кількість відходів забезпечуючи перетворення їх в доступну поживну основу, яка може використовуватись для біологічної рекультивациі та ремедіації техногенно порушених земель.

5.3. Практична цінність отриманих результатів реалізації Проекту для економіки та суспільства (стосується проєктів, що передбачають проведення прикладних наукових досліджень і науково-технічних розробок)

Практична цінність полягає у досягненні із використанням отриманих результатів подвійного природоохоронного ефекту: внаслідок зменшення кількості небезпечних для довкілля техногенних органомісних відходів та забезпечення процесу відновлення порушених земель. Основною перевагою запропонованого методу є підбір відповідних композицій на основі техногенних відходів, що містять органічну складову, різного генезису для отримання оптимальних параметрів проведення процесу біологічної рекультивациі та ремедіації, у складі композицій будуть застосовуватись природні сорбенти та, за необхідності, іонообмінні матеріали.

5.4. Опис шляхів та способів подальшого використання результатів виконання Проекту в суспільній практиці.

Результати виконання проекту можуть бути використані в суспільній практиці шляхом створення наукових основ використання органомісних техногенних відходів, різного генезису для рекультивациі та ремедіації порушених земель. В результаті реалізації проекту буде розроблено детальні рекомендації щодо оптимальних умов забезпечення процесу біологічної рекультивациі за допомогою використання техногенних відходів, що містять органічну складову.

Науковий керівник Проекту

Завідувач кафедри екології та збалансованого природокористування
Національного університету "Львівська політехніка"

(посада)

Мальований Мирослав Степанович

ПІБ

(підпис)