



ФІТОРЕМЕДІАЦІЙНЕ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ НАФТОПРОДУКТАМИ

Лариса ЧЕРНЯК¹, Оксана ПРОСКУРНЯ¹, Олександр МІХЄЄВ¹,
Тетяна ДМИТРУХА, Томаш МАНЄЦКІ²

¹Національний авіаційний університет

Любомира Гузара, 1, м. Київ 0305, Україна

²Технічний університет м. Лодзь

Stefana Żeromskiego 116, 90-924 Łódź, Польща

e-mail: specially@ukr.net

Сучасний стан техногенного навантаження на довкілля призводить до інтенсивного хімічного забруднення ґрунтів нафтопродуктами. Тому, важливим науково-практичним завданням є удосконалення технологій відновлення якості порушених ґрунтів, з використанням доступних та ефективних методів, що враховують особливості забруднення техногенно навантажених територій відповідно до характеру діяльності. Зокрема, важливим завданням є відновлення екологічного стану ґрунтів, на територіях транспортних підприємств. Серед відомих методів відновлення якості ґрунту, використання фітореємедіації, визнане перспективним методом відновлення властивостей та екологічної функціональності ґрунту [1-2]. Цей напрям постійно розвивається та поєднує у собі різноманітні методи. Один з таких методів – фітостабілізація, що передбачає іммобілізацію забруднювачів за допомогою коренів рослин, часточок ґрунту чи осадження в прикореневій зоні. Це сприяє перетворенню політантів у нерозчинні, малорухомі форми та їх утриманню в цьому стані завдяки сполукам, виділеним кореневою системою рослин. Цей процес запобігає переміщенню забруднювачів в ґрунт, ґрунтові води чи повітря, сприяє зменшенню ерозії, виносу та вилуговування, а також сприяє відновленню екосистем та біорозмаїття [3]. Інший метод, фітоекстракція, включає поглинання забруднювачів кореневою системою рослин та їх транспортування у надземні органи. Надземні частини рослин після завершення вегетації піддаються переробці. Цей метод застосовується для очищення ґрунтів і водойм, забруднених важкими металами та радіонуклідами [7]. До інших методів фітореємедіації входять фітостимуляція, фітодеградація, фітотрансформація, фітовипаровування, ризофільтрація та ризодеградація. Вони всі спрямовані на розкладання та ефективне вилучення забруднювачів з ґрунту [4, 11]. З самого початку, концепція фітореємедіації, як засобу для очищення, виникла з метою ліквідації забруднення важкими металами. Дослідження показали, що різні види рослин мають не лише здатність витримувати наявність важких металів, таких як свинець, цинк, ртуть, але й можуть поглинати та нагромаджувати значну кількість їхніх іонів [1]. Ще однією перспективною дослідницькою діяльністю, яка вже показала свою ефективність та має великий потенціал розвитку, є використання рослин для очищення вуглеводневих забруднень, таких як нафта та нафтопродукти [8]. На даний момент технології фітореємедіації можуть базуватися на різних методологічних підходах. Ефективність процесу очищення зазвичай досягається, коли

рослина поєднує здатність до фітовипару та фітодеградації [1]. Це дозволяє виводити у повітря лише безпечні продукти розкладу нафтопродуктів. Особливу вагомість має здатність рослин до ризодеградації, коли вони сприяють розкладанню забруднюючих вуглеводнів не самотійно, а за участю мікроорганізмів, що живуть навколо кореневої системи, або в ризосфері [5]. Коріння служить мікроорганізмам як площа для прикріплення та підвищує концентрацію органічних речовин у ризосфері. Це призводить до потрапляння у ґрунт складної суміші органічних кислот, цукрів, вітамінів, пуринів, амінокислот, нуклеозидів, ферментів та інших речовин завдяки корневим виділенням рослин [3]. На сьогодні проблеми фіторе mediaції забруднених нафтою територій активно обговорюються вченими. Деякі дослідники рекомендують використовувати трав'янисті рослини, зокрема з роду злаків [1, 6]. Вони вказують на значну волокнисту кореневу систему трав, яка порівняно з іншими видами має велику площу поверхні кореня та може проникати у ґрунт на глибину до 3-х метрів [5].

Позитивний вплив багаторічних трав пояснюється їхньою добре розвинутою кореневою системою, яка сприяє поліпшенню газоповітряного режиму забрудненого ґрунту та насиченню його біологічно активними сполуками, що виділяються кореневою системою під час життєдіяльності рослин. Це стимулює ріст мікроорганізмів та сприяє розкладанню нафти та нафтопродуктів. Численні дослідження [5, 3] підтверджують стійкість бобових до нафтового забруднення завдяки їхній здатності фіксувати азот з атмосфери та забезпечувати себе джерелом мінерального живлення в умовах нафтозабрудненого ґрунту [10]. Особливою рисою стійкості є властивості симбіотичних мікроорганізмів, які співпрацюють з бобовими, маючи здатність фіксувати азот та розкладати вуглеводні нафтопродуктів. Позитивні результати використання бобових та злакових рослин підтверджені численними зарубіжними дослідженнями [10]. Дослідження свідчить, що в корневих виділеннях злаків переважають органічні кислоти, тоді як кореневі виділення бобових багаті амінокислотами та іншими органічними сполуками [1]. Часто деякі дослідники пропонують застосовувати додаткові заходи для підсилення та прискорення ефекту фіторе mediaції, такі як внесення мінеральних добрив [9] або інокуляція рослин бактеріями [10], або навіть висадження дорослих рослин, які виявляють більшу стійкість до нафти порівняно з проростками [10]. Важливо враховувати, що рослини, які використовуються для фіторе mediaції, повинні бути пристосованими до конкретних кліматичних та ґрунтових умов забруднених ділянок і взагалі витримувати стресові умови. Загалом, для фіторе mediaції важливо використовувати місцеві рослини, зокрема ті, які ростуть на забруднених територіях, уникати використання іноземних чи генетично модифікованих видів. У результаті експериментальних досліджень нами було визначено ефективність використання вівса звичайного (*Avena sativa* L), представника злакових, у технологіях фіторе mediaції ґрунту, штучно забрудненого авіаційним керосином. Уміст нафтопродукту у досліджуваних пробах ґрунту було визначено з використанням гравіметричним методом за МВВ №081/12-0116-03 «Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки нафтопродуктів гравіметричним методом». У результаті порівняння вмісту нафтопродуктів у досліджуваних пробах ґрунту до пророщування вівса та після пророщування протягом 10 діб, було встановлено рівень очищення ґрунту від авіаційного палива. Рівень очищення забрудненої авіаційним керосином проби ґрунту становив 86%. Отже, можемо зробити висновок про перспективність використання вівса звичайного (*Avena sativa* L) для очищення ґрунтів, забруднених авіаційним керосином на територіях підприємств авіаційної галузі.

Література:

1. Брошак І.С., Венглінський М.О., Гаврилюк В.Б. Періодична доповідь про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України. Львів, 2015. 94 с.
2. Грабак Н.Х., Будикіна Ю.І. Техногенно забруднені землі та шляхи їх безпечного використання в агропромисловому виробництві. Наукові праці : наук.-метод. журнал. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2014. Т. 232. Вип. 220. Екологія. С. 83–87.
3. Джура Н.М., Подан І.Ю. Екологічні наслідки довготривалого нафтовидобутку на Старосамбірському родовищі. Вісник Львівського університету. Сер. біол. 2017. Вип. 76. С. 120–127.
4. Кулик М.І., Падалка В.В. Розвиток біоенергетики на основі рослинного енергетичного ресурсу (на прикладі Полтавської області). Управління стратегіями випереджаючого інноваційного розвитку : монографія / за ред. к.е.н., доц. Н. С. Ілляшенко. Суми : Триторія, 2020. С. 109–118.
5. Ласло О.О. Відновлення порушених земель сільськогосподарського призначення за допомогою біоремедіації. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування : зб. наук. пр. Рівне, 2014. С. 94–100.
6. Мандровська С.М., Петриченко С.М., Герасименко Г.С., Гончарук Г.С., Литвенюк В.В. Перспективи вирощування світчграсу як альтернативного джерела енергії в Україні. Цукрові буряки. 2011. С. 13–14.
7. Параняк Р.П., Васильцева Л.П., Макух Х.І. Шляхи надходження важких металів у довкілля та їх вплив на живі організми. Біологія тварин. 2007. С. 1–6.
8. Пацула О.І., Фецюх А.Б., Буньо Л.В. Використання *Salix viminalis* L. для фіторемедіації ґрунтів, забруднених важкими металами. Екологічні науки. 2018. Т. 2, № 20. С. 101–106.
9. Подан І.І., Джура Н.М. Вплив нафтового забруднення і гуматів на ріст рослин міскантусу. Екологічні науки. 2019. № 2 (25). С. 182–186.
10. Подан І.І., Джура Н.М. Діагностика і фіторемедіація нафтозабруднених природних і штучних наземних екосистем Старосамбірського нафтового родовища / Scientific developments of Ukraine and EU in the area of natural sciences : Collective monograph. Riga : Izdevniecība «Baltija Publishing», 2020. Р. 2. С. 541–556 .