



Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції
«Екологія. Людина. Суспільство» (5 червня 2024 р., м. Київ, Україна)

Handbook of the XXIV International Science Conference
«Ecology. Human. Society» (June 5, 2024, Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

<https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.304029>

ОЦІНКА ФІТОТОКСИЧНОГО ЕФЕКТУ ПРИ ОЧИЩЕННІ ҐРУНТІВ ВУГЛЕЦЕВИМИ СОРБЕНТАМИ

Юлія НОСАЧОВА, Валерія ВЕМБЕР, Богдан ГАВРИЛЬЧЕНКО

Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського

пр. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна

e-mail: ykr.net67@gmail.com

Анотація

У роботі проведено дослідження різних параметрів фітотоксичної дії при забрудненні ґрунту сировою нафтою, а також оцінена можливість зниження токсичності нафтозабруднених ґрунтів за рахунок застосування сорбентів. За сорбенти використовували активоване вугілля та терморозширений графіт. Отримані результати свідчать про перспективність застосування сорбційного методу при ревіталізації нафтозабруднених територій. При використанні в якості сорбенту терморозширеного графіту фітотоксичний ефект не перевищував 20%.

Ключові слова: ґрунт, фітотоксична дія, нафта, сорбція.

На сьогодні, забруднення ґрунтів нафтою є серйозною екологічною проблемою в багатьох регіонах світу. Технологічні процеси видобутку та виробництва нафтопродуктів, їх зберігання та транспортування майже завжди пов'язане з втратами. Недосконалість систем збирання та транспорту нафти; несправність обладнання свердловин та перекачувальних насосів; низький ступінь герметизації сировинних та товарних резервуарів та багато інших факторів призводять до потрапляння сирової нафти у ґрунтовий покрив. В Україні внаслідок бойових дій ризику забруднення нафтою значно зростають.

Токсична дія вуглеводнів нафти негативно впливає на ґрунтовий покрив, змінює його структуру фізичні та хімічні властивості ґрунтів. Різні фракції нафти, багаті парафінами, смолами та асфальтенами, закорковують пори та канали ґрунту, в результаті чого створюються анаеробні умови, що призводить до порушення вологообміну та окислювально-відновних процесів у ґрунтових прошарках з різноманітною глибиною залягання.

В лабораторних умовах значне зниження швидкості поглинання вологи повітряно-сухим ґрунтом виявлено при дозах нафти вище 10 см³/кг [1].

Оперативну інформацію про фітотоксичність забрудненого ґрунту можна отримати, використовуючи тест-об'єкти (насіння і проростки рослин) і різноманітні тест-показники (динаміка проростання насіння, відсоток схожості, довжина головного і бічних коренів, висота пагона тощо). Проведення експериментів з впливу різних техногенних субстратів на рослинні об'єкти в контрольованих умовах дозволяє вирішувати багато завдань: встановити причини різної стійкості рослин і тенденції пристосування до токсикантів, виявити вплив конкретного фактора середовища, виключити дію інших чинників, з'ясувати летальну дозу полютанту тощо [1–4].

Розуміння того, як рослини реагують на нафтове забруднення та чи можуть вони використовуватися в очищенні забруднених ґрунтів, може мати важливі практичні наслідки для відновлення екологічної стійкості постраждалих територій.

Метою роботи є оцінка методом фітоіндикаційного тестування можливого стабілізаційного ефекту на забруднений сировою нафтою ґрунт після використання сорбентів: терморозширеного графіту (ТРГ) та активованого вугілля (АВ).

В якості тест-об'єкту було обрано крес-салат (*Lepidium sativum L.*) – однорічну трав'янисту рослину родини Капустяних або Хрестоцвітих (*Brassicaceae*). Крес-салат є культурою, дуже чутливою до забруднення навколишнього середовища різноманітними поллютантами. Дана тест-культура інформативна в разі забруднення ґрунтів важкими металами, нафтопродуктами, радіоактивними речовинами та при комплексному забрудненні [5]. Під впливом забруднювачів можуть змінюватися корені та пагони цієї рослини, порушується схожість насіння. Через простоту вирощування та високу швидкість ростових процесів крес-салат може виступати дуже зручним об'єктом біоіндикації та біомоніторингу.

Для розрахунку фітотоксичного ефекту на рослини крес-салату використовували наступну формулу:

$$ФЕ = \frac{L_0 - L_x}{L_0} \times 100\% \quad (1)$$

де L_0 – середня схожість рослини, вирощеної на контрольному середовищі,
 L_x – середня схожість рослини, вирощеної під впливом токсичного фактора.

Оцінку фітотоксичності нафтозабруднених ґрунтів проводили за шкалою рівнів токсичності, наведеній у таблиці 1.

Таблиця 1 - Шкала рівнів токсичності ґрунтів

Рівні пригнічення Процесів схожості (фітотоксичний ефект), %	Рівень токсичності
0 – 20	Відсутність або слабкий рівень токсичності
20,1 – 40	Середній рівень
40,1 – 60	Вище середнього рівня
60,1 – 80	Високий рівень
80,1 – 100	Максимальний рівень

На першому етапі проводили лабораторні дослідження для вивчення різноманітних параметрів фітотоксичного ефекту при забрудненні ґрунту сировою нафтою. У ємності, що містили по 500 г ґрунтової суміші вносили сирову нафту у концентраціях 0; 10; 30 та 40 см³/кг. На штучно забрудненому ґрунті висівали дослідні рослини, спостерігаючи за схожістю, показниками росту і розвитку на ранніх фазах вегетації. Контрольну групу склали проростки, вирощені на чистому ґрунті. Реакція рослин на забруднення ґрунту нафтою оцінювалася візуально у процесі вегетації, фіксували наступні параметри: відсоток схожості (%), довжину всієї рослини (см), довжину кореня (см), довжину листка (см), довжину листової пластини (см), кількість бічних корінців. В кожен ємність висаджували по 10 насінин. Значення кожного параметра обчислювали як середнє арифметичне серед відповідних показників пророслих насінин.

Результати досліджень щодо впливу концентрації нафти у чорноземному ґрунті на схожість та морфологічні показники крес-салату представлено на рис. 1, 2. Вже за концентрації сирової

нафти 10 см³/кг в зразках ґрунту спостерігався фітотоксичний ефект на рівні 20 %, а при збільшенні вмісту нафти до 40 см³/кг він досягав 60 %, що відповідає високому рівню токсичності (табл. 1).

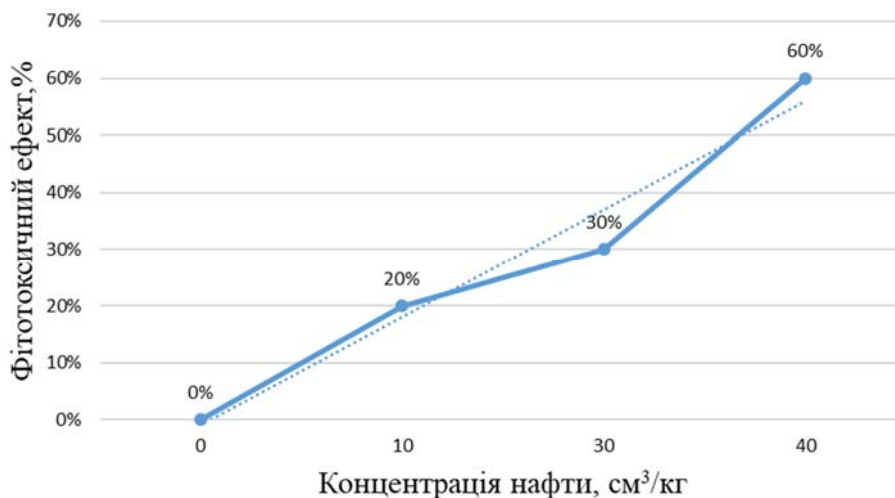


Рис. 1. Залежність фітотоксичного ефекту від концентрації сирої нафти у ґрунті

Внесення у ґрунт 10 см³/кг нафти призводило до зниження життєздатності рослин крес-салату, що супроводжувалося зниженням усіх досліджених морфологічних показників майже в 2 рази порівняно з контролем. Підвищення концентрації нафти у ґрунті до рівня 30 та 40 см³/кг викликало різноспрямовані зміни ростових процесів крес-салату та демонструвало відсутність лінійної залежності між дозою внесеної у ґрунт нафти і більшістю досліджених морфологічних показників. Найбільш стабільним показником, який зазнавав найменших змін при забрудненні ґрунту сирою нафтою виявилась довжина кореня крес-салату, а найбільш чутливим – кількість бічних корінців, які майже зникали при внесенні в ґрунт найвищої дози нафти з дослідженого концентраційного діапазону (рис. 2).

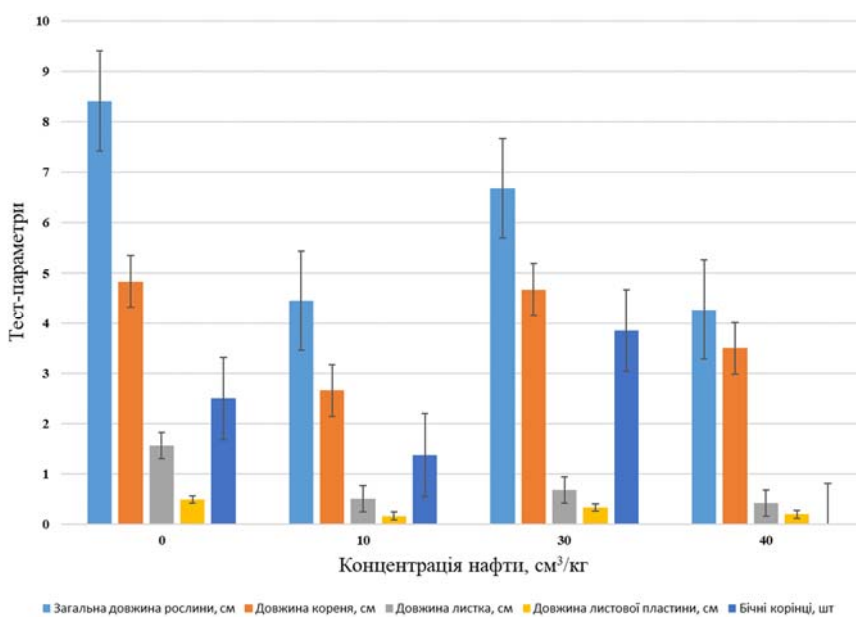


Рис. 2. Реакція рослин на забруднення ґрунту сирою нафтою

На наступному етапі досліджень оцінювали можливість зниження токсичності забруднених нафтою ґрунтів за рахунок використання сорбентів. Можливості видалення нафти із забруднених територій шляхом адсорбції представлені широким асортиментом природних органічних, неорганічних та синтетичних сорбентів. Високим потенціалом відрізняються сорбенти на основі вуглецевих матеріалів, оскільки вони мають велику площу питомої поверхні, низьку щільність, відмінні механічні властивості, гарну хімічну стабільність, екологічність, великий об'єм пор та гідрофобні властивості.

Для подальших досліджень були відібрані 2 типи вуглецевих сорбентів: активоване вугілля (АВ) та терморозширений графіт (ТРГ), які додавали до ґрунтів, забруднених найвищою із досліджених доз сирої нафти. У посудини з 500 г ґрунту вносили сиру нафту у кількості 40 см³/кг та додавали сорбенти у кількості 20, 40, 80 мг/кг.

Результати сорбційного очищення нафтозабрудненого ґрунту за допомогою активованого вугілля (АВ) представлені на рис. 3, 4.

Як можна побачити з наведеного графіка (рис. 3), внесення в ґрунт активованого вугілля дозволяло знизити токсичність нафтозабруднених ґрунтів з 60 % (рис. 1) до 20–30 %, що відповідає середньому рівню токсичності. При цьому майже всі досліджені тест-параметри поверталися до контрольних рівнів, а найбільш чутливі – зазнавали незначної стимуляції (рис. 4).

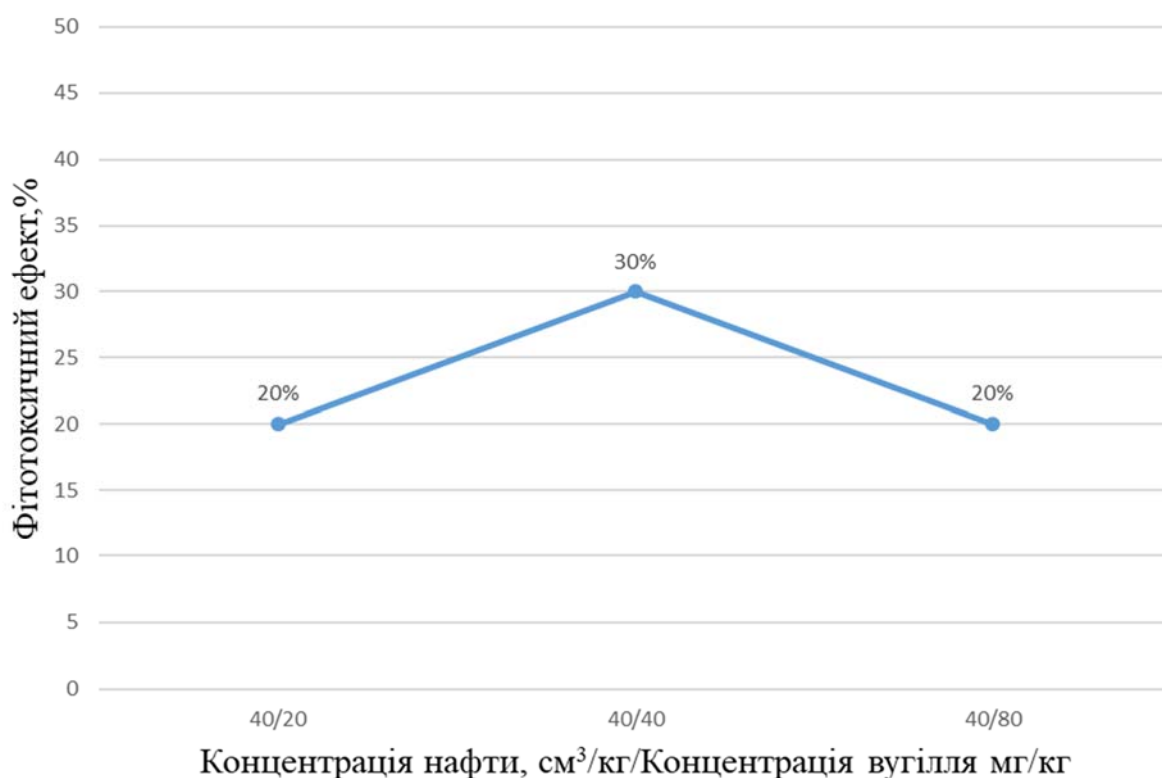


Рис. 3. Залежність фітотоксичного ефекту при забрудненні ґрунтів сирою нафтою в концентрації 40 см³/кг від концентрації активованого вугілля

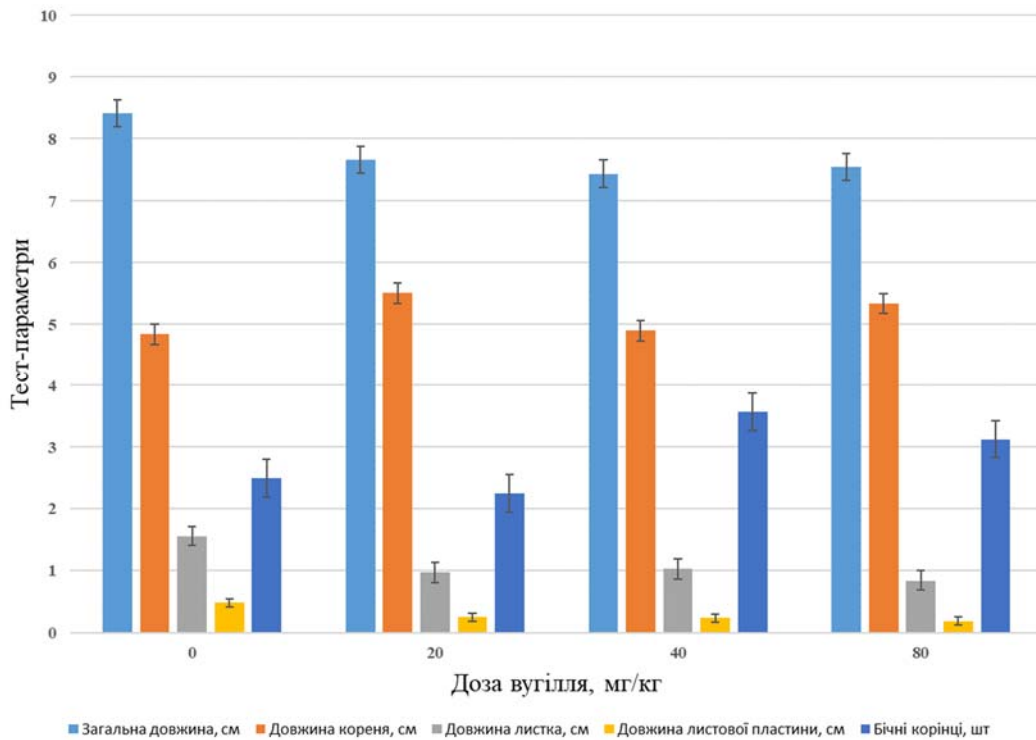


Рис. 4. Реакція рослин на забруднення ґрунту сировою нафтою (40 см³/кг) в присутності активованого вугілля в різних концентраціях

При використанні в якості сорбента терморозширеного графіта фітотоксичний ефект вдалося знизити до 0%, якщо концентрація сорбента вдвійчі перевищувала концентрацію внесеної у ґрунт нафти (рис. 5).

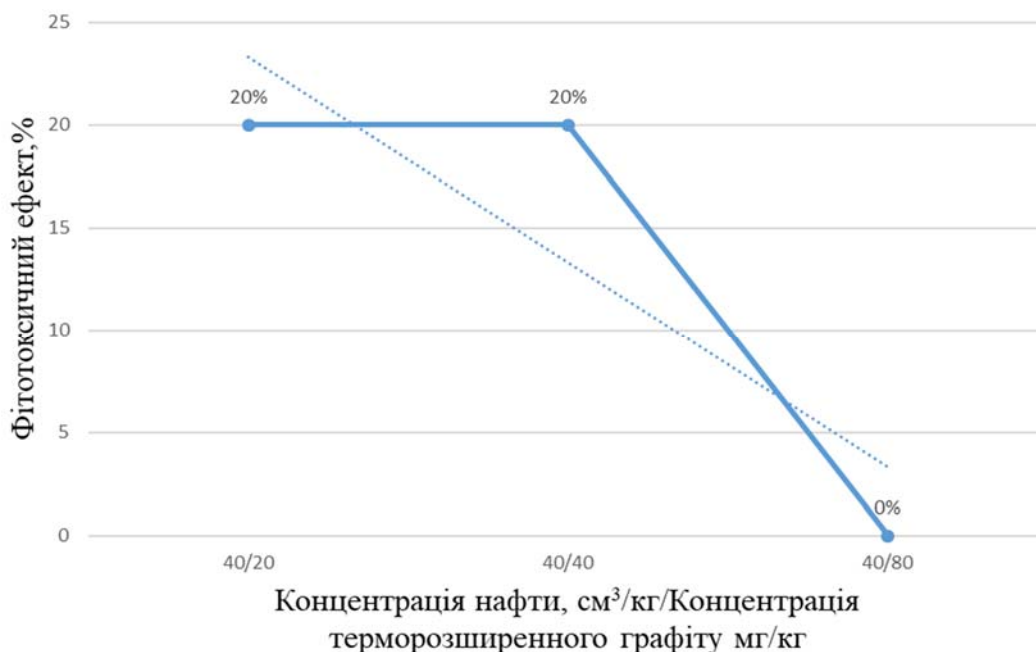


Рис. 5. Залежність фітотоксичного ефекту при забрудненні ґрунтів сировою нафтою в концентрації 40 см³/кг від концентрації терморозширеного графіту

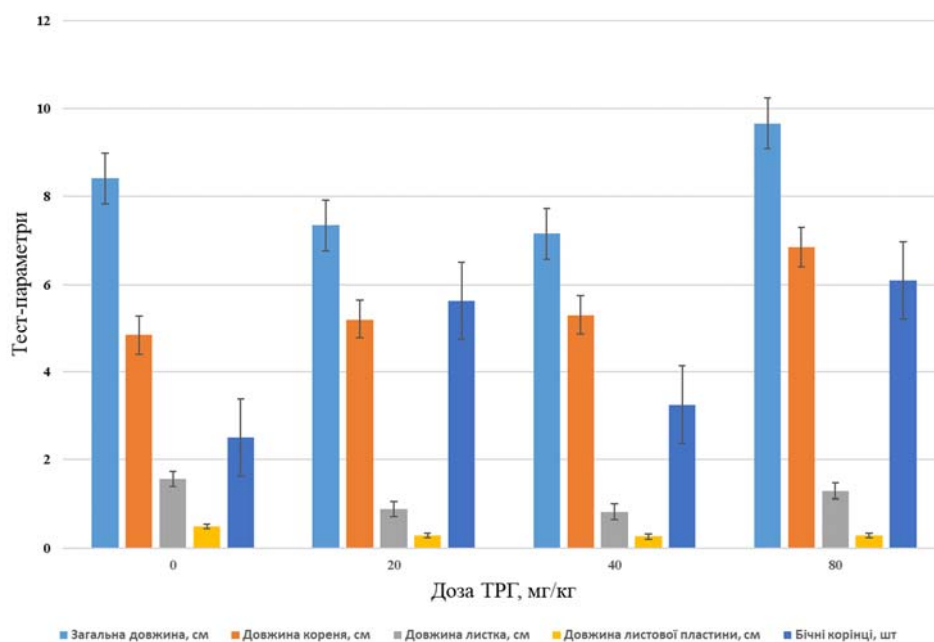


Рис. 6. Реакція рослин на забруднення ґрунту сировою нафтою (40 см³/кг) в присутності терморозширеного графіту в різних концентраціях

Висновки. Отримані результати були релевантними та добре описували вплив токсичних факторів на параметри рослин. При використанні в якості сорбційних матеріалів АВ та ТРГ слід відмітити, що ефективнішим себе показав терморозширений графіт, з ним нам вдалося досягти кращого рівня схожості рослин, ніж при використанні активованого вугілля в зразках ґрунту забруднених нафтою на рівні 40 см³/кг. Фітотоксичний ефект з активованим вугіллям спостерігався на рівні низько – середній, максимальний % фітотоксичного ефекту становив 30%. У зразках з терморозширеним графітом фітотоксичний ефект був не вище позначки 20 %, тобто слабкий рівень фітотоксичності, а в одному зразку з концентрацією ТРГ – 80 мг/кг вдалося досягти повної відсутності фітотоксичного ефекту. Середні значення тест-параметрів зразків з внесеним терморозширеним графітом вищі, ніж у зразках з внесеним активованим вугіллям, зокрема це такі параметри як загальна довжина рослини, довжина кореня, площа листової пластини та наявність бічних корінців.

Отримані результати свідчать про те, що сорбційний метод може бути перспективним при ревіталізації нафтозабруднених територій.

Література

1. Ваек, К.-Н., Kim, Н.-S., Oh, Н.-М., Yoon, В.-D., Kim, J., & Lee, I.-S. (2004). Effects of Crude Oil, Oil Components, and Bioremediation on Plant Growth. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 39 (9), 2465–2472. doi: 10.1081/ese-200026309
2. Горон М., Джура Н., Романюк О., Шевчик Л., Сенечин Н., Терек О. Фітотестування як експресметод оцінки токсичності нафтозабруднених ґрунтів // Вісн. Львів. ун-ту. Серія біологічна. – 2012. – Вип. 58. – С. 185–192.

3. Колеснікова Л. А., Галицька М. А., Піщаленко М. А., Бараболя О. В., Чубук Д. І., Литвишко О. А. Реакція сільськогосподарських рослин на забруднення ґрунту нафтою. No 4. 2019 Вісник Полтавської державної аграрної академії.

4. Shankar, S., Kansrajh, C., Dinesh, M. G., Satyan, R. S., Kiruthika, S., & Tharanipriya, A. (2013). Application of indigenous microbial consortia in bioremediation of oil-contaminated soils. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 11 (2), 367–376. doi: 10.1007/s13762-013-0366-1

5. Гринчишин Н. М., Бабаджанова О. Ф., Сосєдко К. С. Фітотоксичність нафтозабруднених ґрунтів на прикладі крес-салату (*Lepidium sativum* L.), 2014. – Вип. 24.10. – С. 81–86.

6. Бешлей З. М., Бешлей С. В., Баранов В. І., Терек О. І. Використання рослинних тест-систем для оцінки токсичності техногенно забруднених субстратів, 2014, вип. 1 (31), с. 97–102.

EVALUATION OF THE PHYTOTOXIC EFFECT DURING CLEANING OF SOILS WITH CARBON SORBENTS

Yuliia NOSACHOVA

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0001-6431-7128>

Valeriya VEMBER

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-0790-5350>

Bohdan HAVRYLCHENKO

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine

DOI: <https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.304029>

Keywords: *soil, phytotoxic effect, oil, sorption.*

Abstract

In this work, a study was conducted to study various parameters of the phytotoxic effect in case of soil contamination with crude oil, as well as the possibility of reducing the toxicity of oil-contaminated soils due to the use of sorbents was evaluated. Activated carbon and thermally expanded graphite were used as sorbents. The obtained results indicate that the sorption method can be promising in the revitalization of oil-polluted areas. When thermally expanded graphite was used as a sorbent, the phytotoxic effect did not exceed 20%.