



Матеріали XXV Міжнародної науково-практичної конференції
«Екологія. Людина. Суспільство»
пам'яті д-ра Дмитра СТЕФАНІШИНА
(12 червня 2025 р., м. Київ, Україна)

Proceedings of the XXV International Science Conference
«Ecology. Human. Society»
dedicated to the memory of Dr. Dmytro STEFANYSHYN
(June 12 2025, Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

<https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2025.331656>

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ ЗАБРУДНЕНИХ АВІАЦІЙНИМ ПАЛИВОМ

Лариса ЧЕРНЯК¹, Тетяна ДМИТРУХА¹, Дар'я ЗАБОЛОТНА¹,
Ольга ГРАМА¹, Ілона МИХАЛЬЧУК¹,
Томаш МАНЄЦКІ², Радослав ЧЕШЕЛЬСЬКІ²

¹Державний університет «Київський авіаційний інститут»
проспект Любомира Гузара, 1, м. Київ, Україна

²Лодзинський технічний університет
Stefana Żeromskiego 116, 90-924 Łódź, Польща
e-mail: specially@ukr.net

Анотація

Проаналізовано перспективність використання мінеральних добрив при відновленні ґрунтів, забруднених нафтопродуктами. Представлено результати експериментального дослідження впливу мінеральних добрив на процеси відновлення ґрунтів, забруднених авіаційним паливом марки ТС-І. Аналіз можливостей самоочищення ґрунту досліджувалась за зміною поліфенолоксидазної активності, як важливого ферментативного індикатора біохімічного стану ґрунту. Експериментальні дослідження виконано з використання штучно забруднених авіаційним паливом проб ґрунту (у різних концентраціях 10 орієнтовно допустимих концентрацій (ОДК) та 100 ОДК) та подальшим внесенням мінеральних добрив у різних співвідношеннях елементів N:P:K (20:20:20; 6:18:36; 13:40:13; 1,5:0,5:1). На основі отриманих експериментальних даних встановлено, що мінеральні добрива можуть бути ефективним засобом біостимуляції під час ремедіації ґрунтів, забруднених авіаційним паливом, а поліфенолоксидазна активність – інформативним показником оцінки ефективності такого впливу.

Ключові слова: нафтопродукти, відновлення ґрунтів, техногенно навантажені території, екологічна безпека, авіаційні палива.

У роботі представлено результати експериментального дослідження процесів відновлення ґрунтів, забруднених авіаційним паливом, шляхом застосування мінеральних добрив з різним співвідношенням елементів живлення (азот: фосфор: калій – N : P : K). Основна увага приділена аналізу змін поліфенолоксидазної активності ґрунту (ПФО) як одного з важливих біохімічних індикаторів його екологічного стану та здатності до самовідновлення. Дослідження має актуальне значення у контексті екологічної безпеки, оскільки забруднення авіаційним паливом належить до одного з найбільш токсичних видів антропогенного навантаження, здатного суттєво змінювати мікробіологічну та ензиматичну активність ґрунтів [1].

Експериментальні дослідження передбачали штучне забруднення досліджуваних проб ґрунту авіаційним паливом марки ТС-1, з подальшим внесенням мінеральних добрив у різних концентраціях і співвідношеннях N:P:K (20:20:20; 6:18:36; 13:40:13; 1,5:0,5:1). Контрольна проба ґрунту не зазнавала жодного впливу палива чи мінеральних добрив. Зміну поліфенолоксидазної активності ґрунту визначали за стандартною методикою ґрунту за стандартною методикою (ДСТУ 7928:2015 Якість ґрунту. Визначення активності ґрунтового ферменту поліфенолоксидази фотоелектроколориметричним методом) на початку дослідження, на десяту та на двадцяту добу дослідження. Результати дослідження представлені на рис.1.

Результати показали, що внесення мінеральних добрив сприяє помітному відновленню ферментативної активності у забруднених зразках ґрунту, штучно забруднених авіаційним паливом, порівняно з необробленим варіантом. Найбільшу стимулюючу дію на активність ПФО виявлено на десяту добу дослідження при співвідношенні N:P:K = 13:40:13, що свідчить про важливу роль фосфору у підтримці мікробіологічної активності під час ремедіації. Водночас надлишкове внесення азоту чи калію не забезпечувало такого ж ефекту (зокрема на двадцяту добу дослід), а в деяких випадках навіть гальмувало відновлення ферментативної активності. Така залежність, імовірно, зумовлена специфікою біохімічного обміну в умовах нафтового забруднення ґрунту.

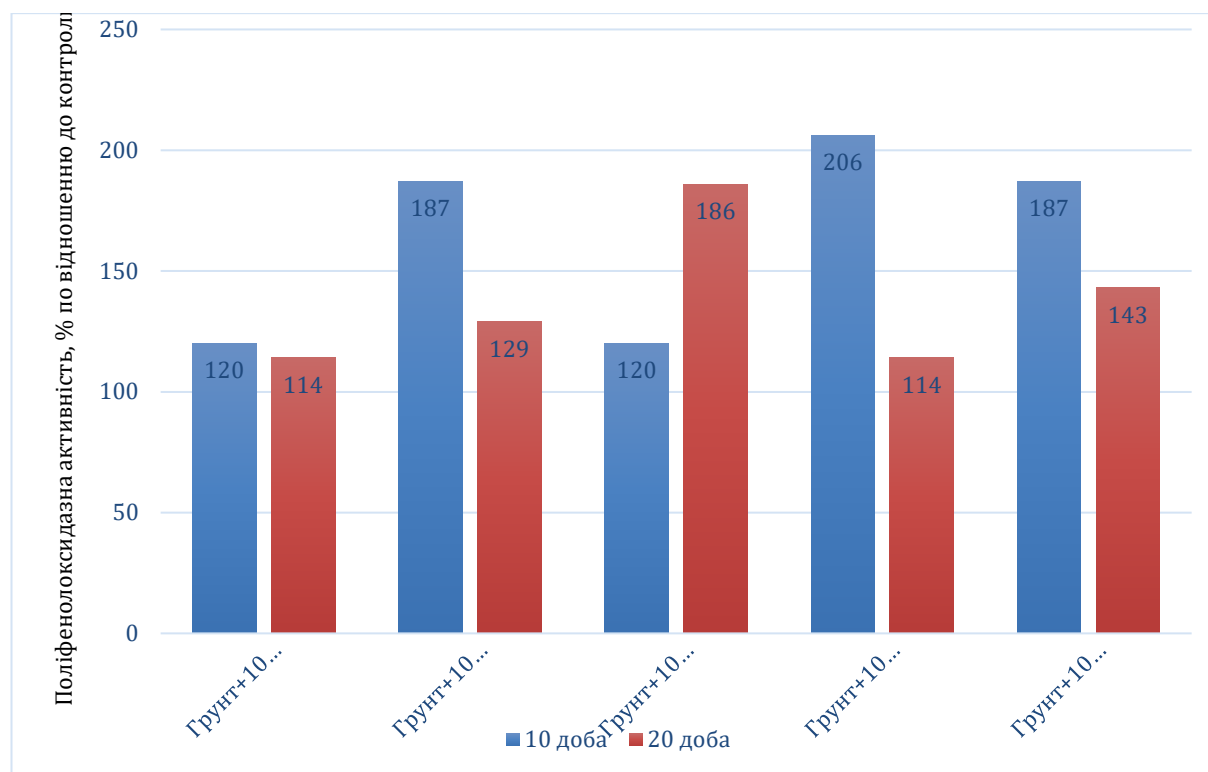


Рис. 1. Залежність поліфенолоксидазної активності ґрунту (% по відношенню до контролю) від рівних співвідношень NPK та часу відновлення ґрунту

У результаті аналізу експериментальних даних встановлено, що перші десять днів після забруднення характеризуються різким зростанням ферментативної активності, що вказує на активацію мікробних консорціумів, здатних до деградації вуглеводнів. Подальше відновлення

ферментативної активності спостерігалось лише для NPK 6:18:36 та для інших зразків спостерігалось зниженням активності ПФО залежало від типу внесених добрив, що свідчить про зростання токсичного впливу авіаційного пального на ґрунтову мікробіоту у період дослідження. Подальше відновлення ферментативної активності залежало від типу внесених добрив. Для проби ґрунту без додавання мінеральних спостерігалось незначне зниження ПФО на двадцять добу дослідження. Натомість у зразках із внесенням добрив відзначено зростання ферментативної активності на десять добу дослідження, що вказує на активацію мікробних консорціумів, здатних до деградації вуглеводнів та поступове зниження на двадцять добу дослідження.

Висновки. Загалом результати дослідження підтверджують доцільність використання мінеральних добрив як одного з напрямів біостимуляції ґрунту при його відновленні після забруднення нафтопродуктами. Вибір оптимального співвідношення N:P:K має суттєве значення для ефективної ремедіації. Встановлена залежність активності ПФО до дії авіаційного палива за умов наявності мінеральних добрив у ґрунті свідчить про її інформативність як індикатора стану ґрунтової екосистеми. Проведене дослідження створює передумови для розробки адаптивних технологій біоремедіації, зокрема з урахуванням типу ґрунту, ступеня забруднення та доступності ресурсів для стимуляції мікробіологічних процесів.

Література

1. Lay J.-J., Huang Y.-T., Han C.-L., Zhong W.-Z. Functional microbiome and phytoremediation enhance soil diesel degradation via enzyme activity. *Journal of Environmental Management*, 2025, 373: 123604. DOI: 10.1016/j.jenvman.2024.123604.
2. Wu Z., Kang L., Man Q. та ін. Synergistic surfactant cleaning-bioaugmentation strategy enables deep remediation of heavily petroleum-contaminated soils: field validation and microbial mechanism. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 2025: 106079. DOI: 10.1016/j.ibiod.2025.106079.

**INVESTIGATION OF SOIL REMEDIATION PROCESSES
IN AREAS CONTAMINATED WITH JET FUEL**

Larysa CHERNIAK

State University «Kyiv aviation institute»
Lubomyra Huzara Avenue, 1, Kyiv, 03058, Ukraine
<http://orcid.org/0000-0003-4192-3955>

Tetiana DMYTRUKHA

State University «Kyiv aviation institute»
Lubomyra Huzara Avenue, 1, Kyiv, 03058, Ukraine
<http://orcid.org/0000-0001-5195-9519>

Daria ZABOLOTNA

State University «Kyiv aviation institute»
Lubomyra Huzara Avenue, 1, Kyiv, 03058, Ukraine
<http://orcid.org/0009-0000-9382-3329>

Olga HRAMA

State University «Kyiv aviation institute»
Lubomyra Huzara Avenue, 1, Kyiv, 03058, Ukraine
<http://orcid.org/0009-0000-38518647>

Ilona MYKHALCHUK

State University «Kyiv aviation institute»
Lubomyra Huzara Avenue, 1, Kyiv, 03058, Ukraine
<http://orcid.org/0009-0009-0020-0081>

Tomasz MANIECKI

Lodz University of Technology (LTU)
Stefana Zeromskiego 114, 90-543 Lodz, Poland
<https://orcid.org/0000-0002-7687-7250>

Radosław CIESIELSKI

Lodz University of Technology (LTU)
Stefana Zeromskiego 114, 90-543 Lodz, Poland
<https://orcid.org/0000-0002-0720-6875>

Abstract: The authors analyzed the prospects of using mineral fertilizers for the remediation of soils contaminated with petroleum products. The paper presents the results of an experimental study on the effects of mineral fertilizers on the remediation processes of soils polluted with TS-1 jet fuel. The potential for natural soil self-purification was assessed by monitoring changes in polyphenol oxidase activity, a key enzymatic indicator of the soil's biochemical state. The experiments were conducted using artificially contaminated soil samples exposed to varying concentrations of jet fuel (10 and 100 approximate permissible concentrations, APC), followed by the application of mineral fertilizers with different N:P:K ratios (20:20:20; 6:18:36; 13:40:13; 1.5:0.5:1). Based on the experimental data, it was found that mineral fertilizers can serve as effective biostimulants in the remediation of jet fuel-contaminated soils, while polyphenol oxidase activity can be considered an informative indicator for assessing the effectiveness of such interventions.

Keywords: petroleum products, soil restoration, man-made territories, environmental safety, aviation fuels.