

ФІТОТОКСИЧНА ОЦІНКА ҐРУНТІВ ЗАБРУДНЕНИХ ОБ'ЄКТАМИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

М. В. САВЧУК, кандидат сільськогосподарських наук,
старший викладач кафедри екології та безпеки життєдіяльності
<https://orcid.org/0000-0001-9129-0717>

О. Л. СОРОЧИНСЬКА, кандидат історичних наук,
доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності
<https://orcid.org/0000-0003-2477-1275>

А. М. ЦІКО, студент кафедри екології та безпеки життєдіяльності

О. Я. ПИЛИПЧУК, доктор біологічних наук,
завідувач кафедри екології та безпеки життєдіяльності, професор
<https://orcid.org/0000-0002-8178-3347>

Державний університет інфраструктури та транспорту,
м. Київ, Україна

E-mail: savchuk_mv@gsuite.duit.edu.ua, sorochynska_ol@gsuite.duit.edu.ua,
tsiko_am@gsuite.duit.edu.ua, olegpilipchuk47@gmail.com

Анотація. У роботі представлено результати дослідження рівня фітотоксичності ґрунтів, які забруднені внаслідок функціонування залізниці. Актуальність роботи визначається зростанням техногенного навантаження на навколишнє середовище з боку залізничного транспорту. Метою представленої роботи була оцінка фітотоксичності ґрунтів поблизу залізничних колій за допомогою біотесту на крес-салат для визначення рівня їх антропогенного забруднення. Об'єктом вивчення були зразки ґрунту відібрані на території, що прилягає до колій на ділянці залізничного сполучення Бахмач-Гребінка поблизу станції міста Пирятин. Відбір проб ґрунту здійснювався згідно ДСТУ ISO 10381–1:2004. Оцінку рівня забруднення ґрунтів оцінювали методом біоіндикації за допомогою тесту на крес-салат. За результатами проведених досліджень встановлено, що енергія проростання, схожість насіння та ростові показники рослин крес-салат зменшувалися в пробах ґрунту відібраних ближче уточничи, що значить ближче? Відстань має бути до залізничних колій. Слабкий рівень забруднення відмічено на ґрунтах, відібраних на відстані 5 метрів від залізниці, енергія проростання та схожість насіння становила – 58 та 77% відповідно, решта проб не проявляла значного впливу на посівні якості насіння крес-салату.

Встановлено, що у рослин вирощених на пробі 4 (100 метрів від залізничних колій) довжина кореневої системи становила 46 мм, тоді як у пробах 1, 2, 3 показник зменшився на 50, 32 та 9% відповідно. Надземна частина рослин крес-салату вирощених на 4 пробі становила 42 мм, тоді як у пробах 1,2,3, показник зменшувався на 43, 9 та 2% відповідно. Отже, можна стверджувати, що досліджувані зразки ґрунту відносяться до слабо-забруднених, що свідчить про незначний вплив залізничного транспорту на прилеглі ґрунти на ділянці залізничного сполучення Бахмач-Гребінка поблизу м. Пирятин.

Ключові слова: біоіндикація, крес-салат, залізниця, ґрунт, фітотоксичність

Вступ.

З кожним роком стрімко зростають масштаби техногенного впливу людини на навколишнє середовище, що спричинює порушення функціонування стану екологічних систем, природних комплексів і природних ресурсів. Одним з елементів глобальної техносфери є залізниця, яка в Україні займає одне з провідних місць серед наземних видів транспорту. Залізничному транспорту за кількістю вантажних перевезень належить перше місце серед інших видів транспорту, а за кількістю перевезення пасажирів -друге, після автомобільного [1(посилання не у відповідності до вимог, далі по тексту те ж саме)].

Залізничний транспорт є активним і постійним джерелом комплексного впливу шкідливих речовин на навколишнє середовище [2], рівень дії може лежати знаходитися в допустимих рівноважних і кризових межах [3]. Вплив залізниці на довкілля розглядають за такими напрямками критеріями: зміна природного ландшафту, забруднення повітря і ґрунту, шумове, вібраційне та біологічне забруднення [4, 5]. Серед різноманіття забруднюючих речовин, що впливають на природне середовище під час експлуатації залізничного транспорту відмічено найбільш масштабні, що систематично

надходять в навколишнє середовище: нафта і нафтопродукти, іони важких металів, а також оксиди азоту, сірки, вуглецю і газоподібних вуглеводнів[2].

Аналіз останніх досліджень.

Контроль за роботою мережі залізничного транспорту в Україні є необхідною ланкою моніторингу стану навколишнього середовища, оскільки вона по за щільністю залізниць і вантажонапруженістю перевищує багато інших країн Європи [5]. Електропоїзди, які переважають за чисельністю на залізниці, вважають екологічно-безпечним видом транспорту порівняно з тепловозами, які залишаються головним перевізником лісових, земельних і мінеральних ресурсів, хоча водночас за викидами нафтопродуктів є загрозою для екологічного стану навколишнього середовища [6].

В працях Клименко Л.П. відмічено, що при забрудненні ґрунту залізничним транспортом враховується відстань 1 км, при цьому на 1 км шляху за рік скидається 200 м³ стічних вод, 12 тонн сухого сміття, 3,5 тонни сажі [7]. За результатами досліджень іноземних та вітчизняних вчених, доведено, що концентрація важких металів (Pb, Cd, Cu, Zn, Fe, Cr, Hg тощо) у ґрунті біля залізниці може

бути в кілька разів вищою, ніж на чистих контрольних ділянках поза дослідженням. Забруднюючі речовини, що накопичуються в ґрунті, можуть змінити його рН які саме з перерахованих раніше?, тим самим руйнуючи його природний хімічний, фізичний та біологічний баланс. Фізико-хімічні зміни навколишнього середовища можуть призвести до перерозподілу накопичених забруднюючих речовин на поверхні ґрунту. Частина з них мігрує до більш глибоких ґрунтових горизонтів, а при надходженні у підземні води забруднюючі речовини мають тенденцію накопичуватися. [8-11].

В Україні, за даними наукових робіт [5], близько 20% території забруднено важкими металами, що в свою чергу призводить до утворення кислої або лужної реакції ґрунтового середовища, зниження обмінної ємності катіонів, втрати поживних речовин, до зміни щільності, пористості, відбивної вбирної здатності, до розвитку ерозії, дефляції, до скорочення видового складу рослинності, її пригнічення або до повної загибелі. Таким чином метою даної роботи було оцінити фітотоксичність ґрунтів поблизу залізничних колій за допомогою біотест-об'єкту на крес-салат для визначення рівня їх антропогенного забруднення.

Матеріали і методи досліджень.

Об'єктом вивчення були зразки ґрунту відібрані на території, що прилягає до колій на ділянці залізничного сполучення Бахмач-Гребінка поблизу станції м. Пирятин. Відбір проб ґрунту здійснювався згідно ДСТУ ISO 10381-1:2004 [12]. Для проведення біотестування було відібрано 4 проби: проба №1 - на відстані 5 метрів, проба №2 -

10 метрів, проба №3 - 20 метрів, проба №4 - 100 метрів від залізничних колій.

Оцінку рівня забруднення ґрунтів здійснювали методом біоіндикації за допомогою тесту на крес-салат. Висаджували по 40 насінин *Lepidium sativum* L. у чашки Петрі, періодично здійснювали полив однаковими кількостями води. У ході дослідження фіксували енергію проростання та схожість насіння крес-салату, а через 10 діб рослини були вибрані з субстрату і здійснено виміри міліметровою лінійкою довжини надземної і кореневої системи проростків паростків [13-17].

Рівні забруднення субстрату оцінювали за шкалою [14]: 1) забруднення відсутнє – схожість 90-100%, паростки однорідні, щільні, міцні, рівні; 2) забруднення слабе – схожість 60-90%, паростки майже однакової довжини, міцні, рівні; 3) забруднення середнє – схожість 20-60%, паростки тонкі та короткі порівняно з контролем, деякі можуть мати морфологічні порушення; 4) забруднення значне – схожість дуже низька (до 20%) паростки дрібні та морфологічно спотворені. Дослідження проводилося в 3-ох кратній повторюваності.

Результати дослідження та їх обговорення.

Крес-салат (*Lepidium sativum* L.) – однорічна рослина з сімейства хрестоцвітих, яка використовується для здійснення біотестування. Цей біоіндикатор відрізняється швидким проростанням насіння і майже стовідсотковою схожістю, яка помітно зменшується за впливу токсичних сполук. Крім того, пагони і корені цієї рослини під дією забруднювачів піддаються помітним морфологічним змінам, затримка росту і викривлення пагонів, зменшення дов-

Таблиця 1. Рівні забруднення ґрунтів поблизу залізничних колій за даними проростання насіння крес-салату

Проби	Енергія проростання насіння, %	Схожість насіння, %	Рівень забруднення
1. (5 метрів)	58,33±0,65	76,67±0,65	слабкий
2. (10 метрів)	63,33±0,65	83,33±0,43	-
3. (20 метрів)	73,33±0,73	91,67±0,65	-
4. (100 метрів)	75,00±1,13	93,33±1,23	-

$P \leq 0,05$

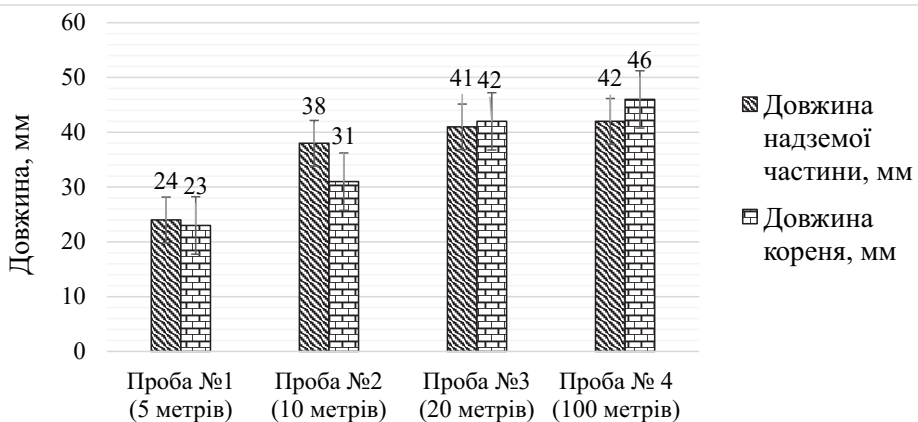
жини і маси коренів, а також кількості і маси насіння. Крес-салат як біоіндикатор зручний тим, що дію стресів можна вивчати одночасно на великій кількості рослин при невеликій площі робочого місця. Привабливі також і короткі терміни експерименту, насіння крес-салату проростають вже на третій день, оцінити вплив токсичних речовин можна протягом 10-15 діб [18, 19, 20].

Згідно проведеного біотестування на посівні якості насіння крес-салату, спостерігалось зниження показників енергії проростання та схожості насіння на пробах ґрунту відібраних ближче до залізничних колій. Слабкий рівень забруднення було відмічено на ґрунтах, які було відібрано на відстані

5 метрів від залізничних колій, енергія проростання та схожість насіння становила – 58 та 77% відповідно. На решті відібраних проб енергія проростання коливалася в межах 63-75%, а схожість – 83-93%, що свідчить про відсутність значного забруднення згідно вище наведеної методики.

На рисунку 1. представлено дані ростових показників рослин крес-салату на різних пробах ґрунту. Відмічено зменшення надземної і підземної частини проростків на пробах ґрунту відібраних ближче до залізничних колій.

У рослин вирощених на пробі 4 (100 метрів від залізничних колій) довжина кореневої системи становила 46 мм, тоді як у пробах 1,2,3, показник



$P \leq 0,05$

Рис.1. Усереднені показники росту крес-салату та його коренів на ґрунтах поблизу залізничних колій

зменшився на 50, 32 та 9% відповідно.

Надземна частина рослин крес-салату вирощених на 4 пробі становила 42 мм, тоді як у пробах 1,2,3, показник зменшився на 43, 9 та 2% відповідно (рис.1.).

Таким чином, можна стверджувати, що зразки ґрунту відібрані на території, що прилягає до колій на ділянці залізничного сполучення Бахмач-Гребінка поблизу станції м. Пирятин відносяться до слабо-забруднених.

Висновки і перспективи подальших досліджень.

За результатами фітотоксичної оцінки забруднення ґрунтів на ділянці залізничного сполучення Бахмач-Гребінка поблизу станції м. Пирятин встановлено, що енергія проростання, схожість насіння та ростові показники біоіндикатора крес-салат зменшувалися на пробах ґрунту відібраних ближче до залізничних колій. Слабкий рівень забруднення відмічено на ґрунтах, відібраних на відстані 5 метрів від залізничних колій, енергія проростання та схожість насіння становила – 58 та 77% відповідно, решта проб не проявляла значного впливу на посівні якості насіння крес-салату. Встановлено, що у рослин вирощених на пробі 4 довжина кореневої системи становила 46 мм, тоді як у пробах 1, 2, 3 показник зменшився на 50, 32 та 9% відповідно. Надземна частина рослин крес-салату вирощених на 4 пробі становила 42 мм, тоді як у пробах 1,2,3, показник зменшився на 43, 9 та 2% відповідно. Отже, можна стверджувати, що досліджувані зразки ґрунту відносяться до слабо-забруднених, що свідчить про незначний вплив залізничного транспорту на прилеглі ґрунти на ділянці залізничного сполучення Бахмач-Гребінка поблизу м. Пирятин.

Список використаних джерел

1. Protsko, Ya. I. (2009). Problema vplyvu zaliznychnoho transportu na ekolohiiu [The problem of the impact of railway transport on the environment.]. Visnyk of Poltava State Agrarian Academy, (3), 168-170.
2. Pylypchuk, O. Ya., Vysotska, T. I., & Pichkur, T. V. (2020). Suchasni shliakhy znyzhenia vplyvu zaliznychnoho transportu na navkolyshnie seredovyshche: problema ochyshchennia ґрунту vid naftoproduktiv [Modern ways to reduce the impact of rail transport on the environment: the problem of cleaning the soil from petroleum products]. Theoretical ecology, 3(30), 113-118. doi: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.19>
3. Loza, V. H., Kukhlyivskyi, S. V., Kosenko, B. Ya., & Pidskrebaiev, O. M. (2008). Sposoby zakhystu navkolyshnoho seredovyshcha na zaliznychnomu transporti Ukrainy [Ways to protect the environment on the railway transport of Ukraine.]. Visn. Dnipropetrovsk. nat. University of Iron. transp them. acad. V. Lazaryan. Dnipropetrovsk, 25, 92–96. doi: 10.15802/stp2008/14393.
4. Plakhotnik, V. N., Yaryshkina, L. A., & Sirakov, V. I. (2001). Pryrodookhrannaia deiatelnost na zheleznodorozhnom transporte Ukrainy: problemy y resheniya [Environmental activities on the railway transport of Ukraine: problems and solutions]. K.: Transport of Ukraine, 156-235.
5. Chaika, O. H., Petrushka, I. M., Mazur, O. M., Hamkalo, Kh. R., Naumova, Yu. B., & Stokaliuk, O. V. (2016). Doslidzhennia vplyvu zaliznychnoho transportu na ґруnty u misti Lvovi [Study of the impact of railway transport on soils in the city of Lviv]. A young scientist, (12), 66-69.
6. Vaiškūnaitė, R., & Jasiūnienė, V. (2020). The analysis of heavy metal pollutants emitted by railway transport. Transport, 35(2), 213-223. doi: <https://doi.org/10.3846/transport.2020.12751>

7. Klymenko, L. P. (2000). Tekhnoekologhiia: posibnyk [Technoecology: a guide]. O. Tavrii, 544.
8. Blake, L., Goulding, K. W. T. (2002). Effects of atmospheric depo-sition, soil pH and acidification on heavy metal contents in soils and vegetation of semi-natural ecosystems at Rothamsted experimental station, UK, Plant and Soil 240(2): 235–251. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1015731530498>
9. Šeda, M., Šíma, J.; Volavka, T., Vondruška, J. (2017). Contamination of soils with Cu, Na and Hg due to the highway and railway transport, Eurasian Journal of Soil Science 6(1), 59–64. doi: <https://doi.org/10.18393/ejss.284266>
10. Wierzbicka, M., Bemowska-Kalabun, O., Gworek, B. (2015). Multidimensional evaluation of soil pollution from railway tracks, Ecotoxicology, 24(4), 805–822. doi:10.1007/s10646-015-1426-8
11. Zhang H., Wang, Z., Zhang, Y., Hu, Z. (2012). The effects of the Qinghai–Tibet railway on heavy metals enrichment in soils. Science of the Total Environment 439, 240–248. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.09.027>
12. Soil quality. Sampling. Part 1: Guidance on the design of sampling programmes (ISO 10381-1: 2002, IDT): DSTU ISO 10381-1: 2004. [Effective from 2006-04-01]. Kyiv, State Consumer Standard of Ukraine, 2006. 13.
13. Rabosh I. O., Kofanova O. V. (2019). Otsinka fitotoksichnosti miskykh gruntiv, zabrudnennykh ob'ektamy avtotransportnoi infrastruktury [Assessment of phytotoxicity of urban soils contaminated by road infrastructure]. Scientific reports of NULES of Ukraine, № 1 (77). doi: <https://doi.org/10.31548/dopovid2019.01.003>
14. Klymenko M. O. (2020). Metodichni vказivky dlia vykonannya laboratornykh robót z navchalnoi dysypliny «Stiiki orhanichni zabrudniuvaly v ahrosferi» [Methodical instructions for laboratory work in the discipline «Sustainable organic pollutants in the agrosphere»]. Rivne: NUVGP, 38.
15. DSTU ISO 11269-1:2004 Soil quality. Determination of the effect of pollutants on soil flora. Part 1. Method for determining the inhibitory effect on root growth. Kyiv, State Consumer Standard of Ukraine, 2005. — 23.
16. DSTU ISO 11269-2:2002 Soil quality. Determination of the effect of pollutants on soil flora. Part 2: The effect of chemicals on the germination and growth of higher plants. Kyiv, State Consumer Standard of Ukraine, 2004. — 22.
17. DSTU 4138: 2002. Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality / M. Kindruk, O. Slyusarenko, V. Getchu [etc.] (developed) Ofits. view. Valid from 28.12.2002. Kyiv, State Consumer Standard of Ukraine, 2003. — 170.
18. DSTU ISO 17126: 2007. Soil quality. Determination of mineralization of the influence of pollutants on the soil flora. Observational experiment on the germination of lettuce seeds (*Lactuca sativa* L.) (ISO 17126: 2005, IDT) [Effective from 07.01.2009]. Kyiv, State Consumer Standard of Ukraine, 2012. — 6.
19. Zeifert, D. V., Oparyna, F. R., Tukumbetova, N. R., Kniazeva, O. A., Urazaeva, A. Y., & Konkyna, Y. H. (2012). Otsenka fytotoksichnosti hliukonatov y khloridov riada d-elementov s yspolzovaniem kress-salata (*Lepidium sativum*) [Evaluation of phytotoxicity of gluconates and chlorides of a number of d-elements using watercress (*Lepidium sativum*)] Bashkir Chemical Journal, 19 (4), 20–23.
20. Melekhova O. P., Sarapultseva E. Y., Evseva T. Y. (2008). Byolohicheskyi kontrol okruzhaiushchei sredy: byoindykatsiya y byotestirovaniye [Biological control of the environment: bioindication and biotesting]. Moscow. Academy, 288.

**Maryna Savchuk, Olena Sorochinska, Artem Tsiko, Oleg Pilipchuk, (2021).
PHYTOTOXIC ASSESSMENT OF SOILS CONTAMINATED BY RAILWAY TRANSPORT
FACILITIES. BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 12(3): 34-40.
<https://doi.org/10.31548/biologiya2021.03.004>.**

Abstract. The paper presents results of the study phytotoxicity level of soil that are contaminated due to the operation of the railway. The urgency of the work is determined by the growth of man-made load on the environment by rail. The aim of the presented work was to assess the phytotoxicity of soils near railway tracks using a bioassay for watercress to determine the level of their anthropogenic pollution. The object of the study were soil samples taken in the area adjacent to the tracks on the section of the railway Bakhmach-Hrebinka near the station of the city Pyriatyn. Soil sampling was carried out in accordance with DSTU ISO 10381-1: 2004. Assessment of soil contamination was assessed by bioindication using watercress test. According to the results of the research, it was found that the germination energy, seed germination and growth rates of watercress plants decreased on soil samples taken closer to the railway tracks. Weak levels of contamination were observed on soils selected at a distance of 5 meters from the railway, germination energy and seed germination were - 58 and 77%, respectively, the remaining samples did not show a significant effect on the sowing quality of watercress seeds. It was found that in plants grown on sample 4 (100 meters from the railway tracks) the length of the root system was 46 mm, while in samples 1, 2, 3 the indicator decreased by 50, 32 and 9%, respectively. The aerial part of watercress plants grown on 4 samples was 42 mm, while in samples 1,2,3, the figure decreased by 43, 9 and 2%, respectively. Thus, it can be argued that the studied soil samples are low-contaminated, which indicates a slight impact of railway transport on the adjacent soils in the section of the railway Bakhmach-Hrebinka near Pyriatyn city.

Keywords: bioindication, watercress, railway, soil, phytotoxicity.
