

DOI: 10.31319/2519-2884.43.2023.18

УДК 656.71:504.43.45

**Черняк Л.М.**,<sup>1</sup> к.т.н., доцент, ORCID: 0000-0003-4192-3955, e-mail: specially@ukr.net

**Міхєєв О.М.**,<sup>2</sup> д. б.н., с.н.с., ORCID: 0000-0003-4069-3625, e-mail: mikhalex7@yahoo.com

**Лапань О.В.**,<sup>1</sup> Phd з біології, ORCID: 0000-0001-6509-4456, e-mail: oksana.lapan@npp.nau.edu.ua

**Дмитруха Т.І.**,<sup>1</sup> к.т.н., доцент, ORCID: 0000-0001-5195-9519,

e-mail: tetiana.dmytrukha@npp.nau.edu.ua

**Маниєcki Т.**,<sup>3</sup> д.х.н., професор, e-mail: tmaniecki@p.lodz.pl

**Овсьянікова Л.Г.**,<sup>2</sup> м.н.с., e-mail: lovsianl@gmail.com

<sup>1</sup>Національний авіаційний університет, м. Київ

<sup>2</sup>Інститут клітинної біології та генетичної інженерії Національної академії наук України, м. Київ

<sup>3</sup>Institute of General and Ecological Chemistry Faculty of Chemistry, Lodz University of Technology, Poland

**Cherniak Larysa**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology

**Mikhyeyev Oleksandr**, Doctor of Biological Sciences, Senior Research Scientist of the Department of Biophysics and Radiobiology

**Lapan Oksana**, Ph.D., Assistant Professor of the Department of Ecology

**Dmytrukha Tetiana**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology

**Maniecki Tomasz**, Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Faculty of Chemistry

**Ovsiannikova Liudmyla**, Junior Researcher of the Department of Biophysics and Radiobiology

<sup>1</sup>National Aviation University, Kyiv

<sup>2</sup>Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, National Academy of Science of Ukraine, Kyiv

<sup>3</sup>Institute of General and Ecological Chemistry Faculty of Chemistry, Lodz University of Technology, Poland

## БИОТЕСТУВАННЯ СТАНУ ҐРУНТІВ НА ТЕРИТОРІЯХ, ПРИЛЕГЛИХ ДО АЕРОПОРТІВ

*У статті наведено результати фітотоксичності ґрунтового покриву на території, прилеглої до аеропорту. Відбір проб ґрунту здійснено на різній відстані від злітно-посадкової смуги аеропорту. Фітотоксичність відібраних проб ґрунту визначено за методикою «ростовий тест». У якості тест-об'єкту обрано Allium cepa L. Фітотоксичний ефект визначено у відсотках за довжиною кореню та стебла проростків. Додатково проведено цитологічний/гістологічний аналіз апікальної частини кореневої системи проростків з метою виявлення наявності цитологічних/гістологічних змін, що викликані техногенним навантаженням від діяльності аеропорту.*

**Ключові слова:** біотестування; фітотоксичність; ґрунтові умови; хімічне забруднення; аеропорт; техногенний вплив.

*The phytotoxicity assessment of soil cover at the territory adjacent to the airport was carried out. Soil sampling was carried out at different distances from the airport runway. The phytotoxicity of the selected soil samples was determined using the "growth test" method. Allium cepa L. was chosen as the test object. The phytotoxic effect was determined as a percentage of the length of the root and stem of the seedlings. In addition, a cytological/histological analysis of the apical part of the root system of the seedlings was carried out in order to detect the presence of cytological/histological changes caused by the man-made load from the airport. It was concluded that the soils at the territory adjacent to the airport are subject to the technogenic influence.*

**Keywords:** biotesting; phytotoxicity; soil conditions; chemical pollution; airport; technogenic influence.

### Постановка проблеми

Розвиток цивільної авіації супроводжується постійним зростанням техногенного навантаження на навколишнє середовище [1—3, 10—14] і, зокрема, на ґрунти [3—4]. Поточне нормування техногенного навантаження на елементи навколишнього середовища ґрунтується на санітарно-гігієнічних принципах та підходах, застосування яких дозволяє мінімізувати шкідливий вплив негативних факторів оточуючого середовища, насамперед, на людину. Проте, як зазначають автори [5], немає підстав однозначно стверджувати, що санітарно-гігієнічні нормативи, що встановлені для людини, забезпечують безпеку інших біотичних компонентів екосистем і екосистем в цілому. Застосування методів біоіндикації та біотестування антропогенних та техногенних впливів на компоненти екосистем є одним із можливих варіантів реалізації моніторингу за станом довкілля на територіях, що зазнають техногенного навантаження внаслідок діяльності екологічно небезпечних підприємств.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

На даний момент надзвичайно актуальними є дослідження рівня фітотоксичності ґрунтів з метою пошуку спеціальних тест-систем, які є чутливими до дії різних токсичних речовин, що дозволило б визначати комбіновану дію забруднень на довкілля [6]. Важливим є те, що у біотестуванні основним параметром оцінювання впливу забруднення є не концентрація забруднюючої речовини, а саме реакція та відповідь живого організму [7]. Серед важливих переваг використання методу біотестування для визначення рівня токсичності ґрунту є врахування синергічних та антоганістичних взаємодій забрудників та оцінка сумісної біологічної активності впливу різних фізико-хімічних факторів на біоту. Враховуючи той факт, що серед інших видів тест-організмів рослини у якості тест-об'єктів мають цілий ряд переваг [5—8], нами було використано проростки цибулі (*Allium cepa*), стан яких після експонування в певному середовищі оцінювали за так званим «ростовим тестом».

### Формулювання мети дослідження

Метою роботи було надати оцінку рівня забруднення зразків ґрунту на території, прилеглої до аеропорту, визначити фітотоксичний ефект та з'ясувати наявність гістологічних змін в апікальній частині кореневої системи рослин.

### Виклад основного матеріалу

Для дослідження рівня техногенного впливу діяльності Міжнародного аеропорту «Київ» імені І. Сікорського на стан ґрунту (а саме фітотоксичності), на території, прилеглої до аеропорту, з нижнього рівня на різній відстані від злітно-посадкової смуги аеропорту (від 5 м до 2 км) було відібрано проби ґрунту методом конверту. У якості контролю (умовно чистий ґрунт) було використано пробу ґрунту, що відбиралася на території Голосіївського парку (тип ґрунту: темно-сірі лісові ґрунти). Загалом, було проаналізовано шість зразків ґрунту (рис. 1, 2).

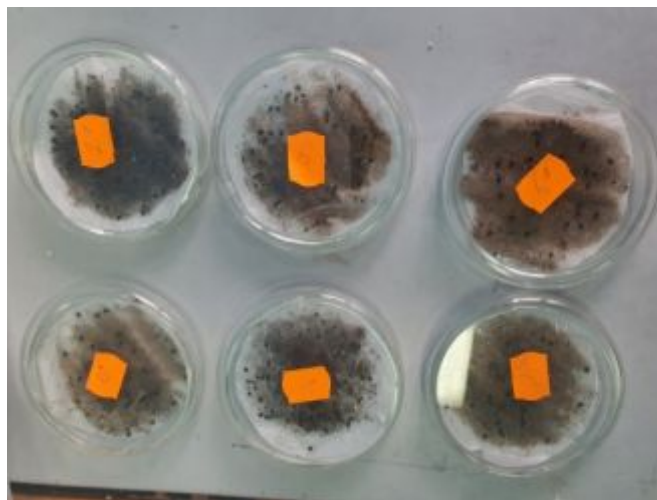


Рис. 1. Підготовлені для пророщування насіння *Allium cepa* проби ґрунту

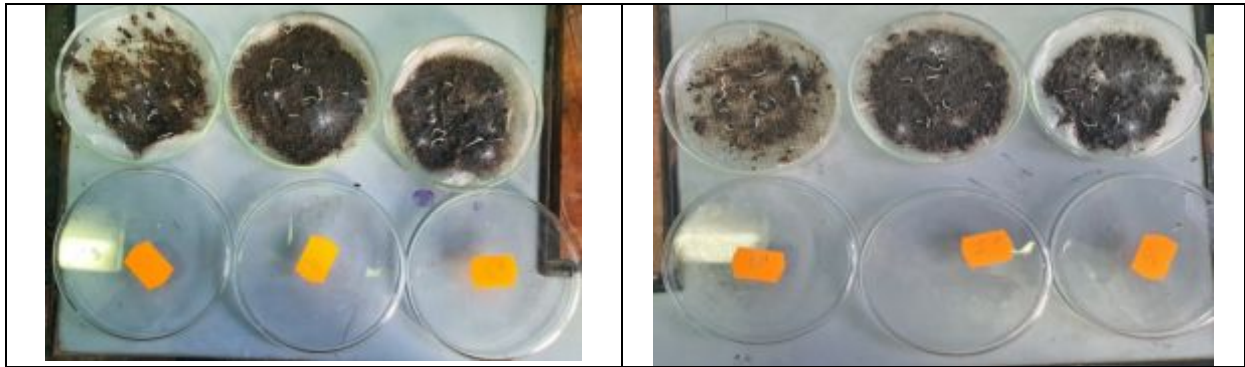


Рис. 2. Проби ґрунту з пророщеним насінням *Allium cepa* після 72 год. пророщування

На третю добу пророщування було визначено ростові характеристики проростків *Allium cepa*. Тест-параметри, що були використані для визначення фітотоксичного ефекту: відсоток схожості насіння, а саме енергія його проростання, довжина кореня та довжина стебла. Отримані результати представлені на рис. 3—5.

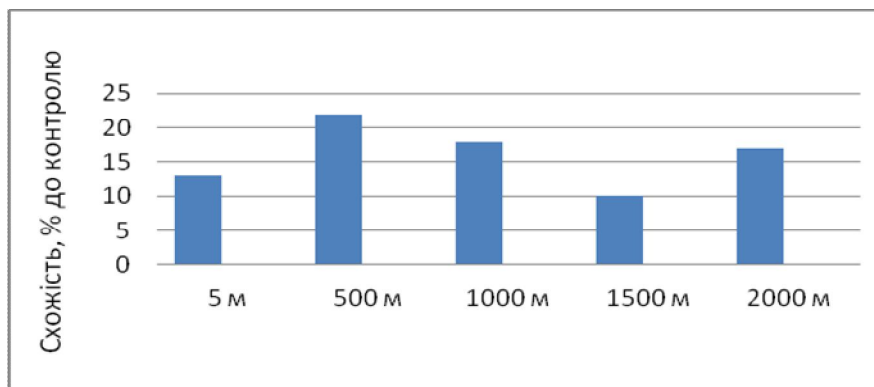


Рис. 3. Залежність схожості насіння *Allium cepa* від відстані до аеропорту

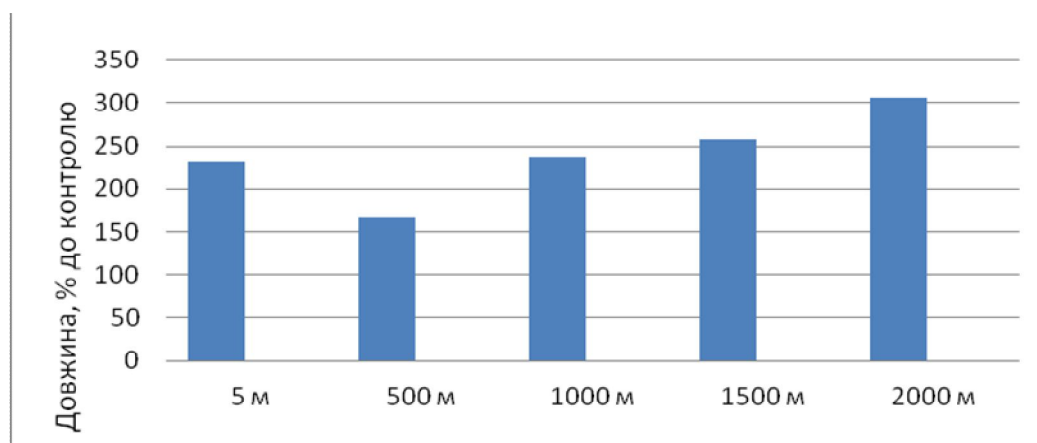


Рис. 4. Залежність довжини кореня *Allium cepa* від відстані до аеропорту після 72 год. спостережень

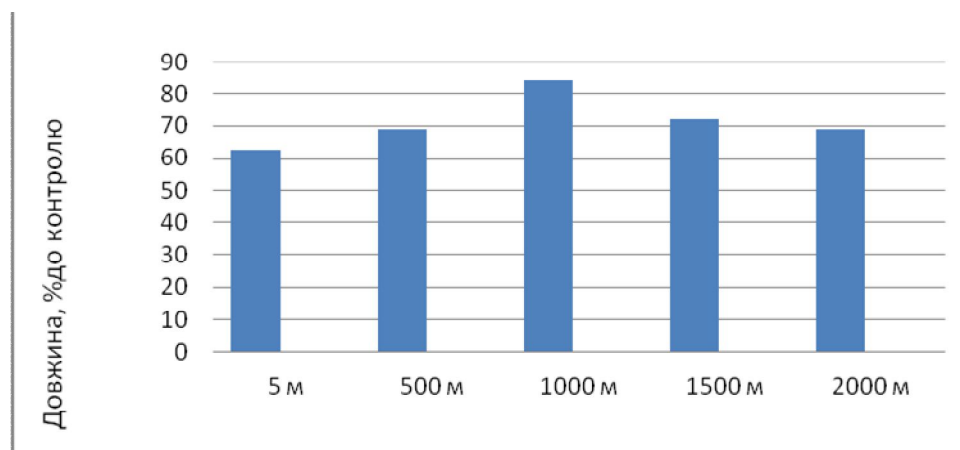


Рис. 5. Залежність довжини стебла *Allium cepa* від відстані до аеропорту після 72 год. спостережень

Наступним етапом роботи було проведення аналізу стану апікальної меристеми коренів проростків, що були використані в даному біотесті. Для приготування давлених препаратів меристеми відрізували кінчики корінців довжиною 2—3 мм і поміщали їх у фіксатор Кларка (співвідношення абсолютного або 96 % -ного етилового спирту та льодяної оцтової кислоти 3:1). Далі дослідження проводили за стандартною методикою [9]. Під мікроскопом досліджували клітини, які знаходяться на стадії поділу (анафази, метафази і телофази).

Аналіз отриманих даних щодо схожості насіння *Allium cepa* (рис. 3) показав, що найменшу схожість зафіксували для зразків ґрунту, що були відібрані на відстані 5 та 1500 м від злітно-посадкової смуги, що, вказує на підвищений рівень фітотоксичного впливу внаслідок діяльності аеропорту. Пояснити це можна тим, що на відстані 5 м розташована злітно-посадкова смуга (ЗПП). Щодо низького показника схожості насіння *Allium cepa* на відстані 1500 м від ЗПП, то це, ймовірно, пов'язане з впливом розташованої поблизу автомагістралі та накладанням впливу від руху авіаційного транспорту та впливом руху наземних транспортних засобів даною автодорогою.

Щодо фітотоксичного ефекту, визначеного за результатами аналізу ростових характеристик кореня (рис. 4), то можна бачити вплив всіх відібраних зразків ґрунту у порівнянні з контрольною пробою.

Найбільший фітотоксичний ефект для стебла проростків *Allium cepa*, спостерігали для проби ґрунту, розташованої на відстані 5 м від ЗПП. Для проб ґрунту, відібраних на відстані від 5 м до 1000 м, тобто з віддаленням від ЗПП аеропорту, спостерігається зниження рівня фітотоксичності ґрунту. І лише при наближенні до автомагістралі (на відстані від 1000 м до 2000 м) знову спостерігали підвищення фітотоксичності ґрунту.

Серед досліджених зразків меристемних тканин спостерігали наявність мітотичної активності клітин у меристемах зразків кінчиків кореня проростків цибулі, пророщених на пробах ґрунту, що були відібрані на відстані 5 м, 1500 м та 2000 м від аеропорту (рис. 6). Визначені мітотичні індекси (МІ) для даних проб ґрунту наступні: для проби ґрунту відібраної на відстані 5 м становив 2,9 %; для проби ґрунту, відібраної на відстані 1500 м становив 2,6 %; для проби ґрунту, відібраної на відстані 2000 м становив 2,6 %. Отже, одержані результати показали наявність мітотичних клітин лише у зразку кореневої меристеми проростків, що були вирощені на зразку ґрунту, відібраного на відстані 5 та 1500 м від аеропорту.

#### Висновки

Отримані результати свідчать про високий рівень забруднення зразків ґрунту на території, прилеглої до аеропорту, що підтверджують експериментальні дані, які вказують на пригнічений стан стеблової частини проростків цибулі. Цей факт підтверджує наявність техногенного впливу діяльності аеропорту на навколишнє середовище. Результати досліджень підтверджують

необхідність здійснення постійного моніторингу стану ґрунтів в зоні, прилеглий до аеропорту з метою підвищення рівня екологічної безпеки даних територій.

### Список використаної літератури

1. Франчук Г.М., Антонов А.М., Маджд С.М., Загоруй Я.В. Екологічна оцінка впливу авіаційних транспортних процесів на якість компонентів довкілля. *Вісник Національного авіаційного університету*, 2006. № 1. С. 184–190.
2. Sharmila Ray, Killare P.S., Ki-Hyun Kim. The Effect of Aircraft Traffic Emission on the Soil Surface Contamination Analysis around the International Airport in Delhi, India. *Asian Journal of Atmospheric Environment*, 2012. Vol. 6—2, P. 118–126.
3. Латишева О.В. Визначення негативного впливу діяльності аеропортів на довкілля та розробка заходів для його зниження. *Економічний аналіз*, 2014. Том 15. № 3. С. 57–63.
4. Cherniak L., Shtyka O., Bilyk T. Soil decontamination on airports territories: peculiarities and challengers. *International Symposium on Sustainable Aviation*, 2017. P. 77.
5. Горовая А.И., Павличенко А.В., Борисовская Е.А. Усовершенствование методов биотестирования качества объектов окружающей среды в для оценки экологической опасности промышленных отходов. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*, 2012. № 37. С. 290–298.
6. Григорчук І.Д. Використання рослинних біоіндикаторів для оцінки токсичності ґрунтів на території м. Кам'янець-Подільського. *Біологічні системи*, 2016. Т. 8. Вип. 2. С. 212–218.
7. Джура Н.М. Можливості використання рослинних тест систем для біомоніторингу нафтозабруднених ґрунтів. *Біологічні студії*, 2022, Т. 5. № 3. С. 183–196.
8. Петросян А.Г., Дятлов С.Є., Тарасенко А.О., Дятлова О.С. Біотестування, як метод експрес-оцінки токсичності ґрунтів. *Вісн. ОНУ*, 2002; № 7(1). С. 139–145.
9. *Застосування рослинних тест-систем для оцінки комбінованої дії факторів різної природи: Методичні рекомендації по оцінці допустимих рівнів радіонуклідного та хімічного забруднення за їх комбінованої дії / Гродзинський Д.М. та ін. Київ: Фітосоціоцентр, 2006. 60 с.*
10. Cherniak L., Madzhd S., Lapan O., Dmytrukha T., Korniienko I. Usage of plant test systems for determination of phytotoxicity of contaminated with petroleum products soil. *Journal of Ecological Engineering*, 2021. Vol. 22. Iss.6. P. 66–71.
11. Маджд С. М., Бовсуновський Є. О., Тагачинська О. В. Наукові методи контролю якості ґрунтів як індикатора екологічної небезпеки на техногенно навантажених територіях. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*, 2016. Випуск 2 (97). Част. 1. С. 115–121.
12. Banks M.K., Schultz R.E. Comparison of Plants for Germination Toxicity test in Petroleum-contaminated soils. *Water, air and soil pollution*, 2005. Volume 167. P. 211–219.
13. Trofimov I., Psvliukh L., Novakivska T., Bondarenko D. Essesment of Fitototic Toxicity of Mixed Aviation Fuels Using of Plant Testers. *International independent scientific journal*, 2020. № 11. С. 9–17
14. Radomska M.M., Madzhd S.M., Cherniak L.M., Mikhyeyev O.M. Environmental pollution in the airport impact area—case study of the Boryspil international airport. *Ecological Problems*, 2020. № 2 (5). С. 76–82.

### BIOTESTING OF SOIL CONDITIONS AT THE TERRITORIES ADJACENT TO AIRPORTS

#### Abstract

The development of civil aviation is accompanied by a constant increase in man-made load on the environment. The application of methods of bioindication and biotesting of anthropogenic and technogenic influences on the ecosystem components is one of the possible options for monitoring the state of the environment at territories subject to technogenic stress due to the activities of environmentally hazardous enterprises. To study the level of man-made impact of airport activities on the state of

the soil (namely, phytotoxicity), at the territory adjacent to the airport "Kyiv" named after I. Sikorskyi International Airport from the upper and lower levels at different distances from the airport runway (from 5 m to 2 km) soil samples were taken using the envelope method. As a control (conditionally clean soil), a soil sample collected at the territory of Holosiiv Park (soil type: dark gray forest soils) was used. In total, six soil samples were analyzed. On the third day of germination the growth characteristics of *Allium cepa* seedlings were determined. Test parameters that were used to determine the phytotoxic effect: the percentage of seed germination, namely the energy of its germination, the length of the root and the length of the stem. The analysis of the obtained data on the germination of *Allium cepa* seeds showed that the lowest germination was recorded for the soil samples that were taken at a distance of 5 and 1500 m from the runway, which indicates an increased level of phytotoxic impact due to the activities of the airport.

The greatest phytotoxic effect for the stem of *Allium cepa* seedlings was observed for the soil sample located at a distance of 5 m from the ZPS. For soil samples taken at a distance of 5 m to 1000 m, i.e. with distance from the runway of the airport, a decrease in the level of phytotoxicity of the soil is observed. Only when approaching the highway (at a distance of 1,000 m to 2,000 m) there was observed an increase in phytotoxicity of the soil again.

Among the investigated samples of meristem tissues, the presence of mitotic activity of cells was observed in the meristems of root tip samples of onion seedlings germinated on soil samples that were taken at a distance of 5 m, 1500 m and 2000 m from the airport. The determined mitotic indices (MI) for these soil samples are as following: for a soil sample taken at a distance of 5 m, it was 2.9 %; for a soil sample taken at a distance of 1500 m was 2.6 %; for a soil sample taken at a distance of 2000 m was 2.6 %. The research results confirm the need for constant monitoring of the soil condition at these technologically loaded territories, in order to increase the level of environmental safety of these territories.

### References

- [1] Franchuk, H.M., Antonov, A.M., Madzhd, S.M., Zahoruy, YA.V. (2006). Ekolohichna otsinka vplyvu aviatsiynykh transportnykh protsesiv na yakist' komponentiv dovkillya. [Environmental assessment of the impact of aviation transport processes on the quality of environmental components]. *Visnyk Natsionalnoho aviatsiinoho universytetu – Bulletin of the National Aviation University* № 1, 184–190. [in Ukrainian].
- [2] Sharmila Ray, P.S. Killare, Ki-Hyun Kim (2012). The Effect of Aircraft Traffic Emission on the Soil Surface Contamination Analysis around the International Airport in Delhi, India. *Asian Journal of Atmospheric Environment, Asian Journal of Air Pollution* 6–2, 118–126.
- [3] Latysheva O.V. (2014). Vyznachennya nehatyvnoho vplyvu diyal'nosti aeroportiv na dovkillya ta rozrobka zakhodiv dlya yoho znyzhennya. [Determining the negative impact of airport activity on the environment and developing measures to reduce it.]. *Ekonomichnyy analiz – Economic analysis*, 2014.15(3), 57–63 [in Ukrainian].
- [4] Cherniak L., Shtyka, O., Bilyk T. (2017). Soil decontamination on airports territories: peculiarities and challengers. *International Symposium on Sustainable Aviation*, 77.
- [5] Gorovaya A. I., Pavlichenko A. V., Borisovskaya Ye. A. (2012). Uovershenstvovaniye metodov biotestirovaniya kachestva obektov okruzhayushchey srody v dlya otsenki ekologicheskoy opasnosti promyshlennykh otkhodov. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho hirnychoho universytetu*, Improvement of methods of biotesting of the quality of environmental objects in order to assess the environmental hazard of industrial waste. *Collection of scientific works of the National Mining University* 37, 290–298 [in Ukrainian].
- [6] Hryhorchuk, I. D. (2016). Vykorystannya roslynnykh bioindykatoriv dlya otsinky toksychnosti gruntiv na terytoriyi m. Kam'yantsya-Podil's'koho. Biolohichni systemy. Use of plant bioindicators to assess soil toxicity in the territory of the city of Kamianets-Podilskyi. *Biological systems* 8 (2), 212–218 [in Ukrainian].
- [7] Dzhura N. M. (2022). Mozhlyvosti vykorystannya roslynnykh test system dlya biomonitorynhu nafto zabrudnenykh gruntiv. *Biolohichni studiyi*, Biological sciences Possibilities of using plant

- test systems for biomonitoring of oil-contaminated soils. *Biological studies* 5/3, 183–196 [in Ukrainian].
- [8] Petrosyan A. H., Dyatlov S. YE., Tarasenko A. O., Dyatlova O. S. (2002). Biotestuvannya, yak metod ekspres-otsinky toksychnosti hruntiv. *Visn. ONU, Bulletin ONU* Biotesting as a method of rapid assessment of soil toxicity. *Visn. ONU* 7(1), 139–45. [in Ukrainian].
- [9] *Zastosuvannya roslynnykh test-sytem dlya otsinky kombinovanoyi diyi faktoriv riznoyi pryrody* (2006): Metodychni rekomendatsiyi po otsintsi dopustymykh rivniv radionuklidnoho ta khimichnoho zabrudnennya za yikh kombinovanoyi diyi The use of plant test systems for the assessment of the combined effect of factors of different nature: *Methodological recommendations for the assessment of permissible levels of radionuclide and chemical pollution due to their combined effect* / Hrodzyns'kyi D.M. ta inshi. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 60 [in Ukrainian].
- [10] Cherniak L., Madzhd, S., Lapan, O., Dmytrukha, T., Korniienko, I. (2021). Usage of plant test systems for determination of phytotoxicity of contaminated with petroleum products soil. *Journal of Ecological Engineering*, 22(6), 66–71.
- [11] Madzhd S. M., Bovsunovs'kyi Ye. O., Tahachyns'ka O. V. (2016). Naukovi metody kontrolyu yakosti gruntiv yak indykatora ekolohichnoyi nebezpeky na tekhnohenno navantazhenykh terytoriyakh. *Visnyk KrNU imeni Mykhayla Ostrohrads'koho, Bulletin of the Kremenchug National University* Scientific methods of soil quality control as an indicator of ecological danger in technogenically loaded territories. *Bulletin of Mykhailo Ostrogradsky KrNU* 2(97), Chastyna 1, 115–121 [in Ukrainian].
- [12] Banks M. K., Schultz R. E. (2005). Comparison of Plants for Germination Toxicity test in Petroleum-contaminated soils. *Water, air and soil pollution*, 167, 211–219.
- [13] Trofimov I., Psvliukh L., Novakivska T., Bondarenko, D. (2020). Essesment of Fitototic Toxicity of Mixed Aviation Fuels Using of Plant Testers. *International independent scientific journal*, 11, 9–17.
- [14] Radomska M. M., Madzhd S. M., Cherniak L. M., Mikhyeyev O. M. (2020). Environmental pollution in the airport impact area—case study of the Boryspil international airport. *Ecological Problems*, 2 (5), 76–82.

Надійшла до редколегії 13.10.2023