

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ГІПЕРТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ САЛАТУ ТА ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ НА РОСТОВІ ПОКАЗНИКИ ПРОРОСТКІВ**Л. М. Черняк, О. М. Міхеєв, С. М. Маджд, Т. І., Дмитруха, О. В. Лапань**

Національний авіаційний університет

ORCID: 0000-0003-4192-3955; 0000-0003-4069-3625; 0000-0003-2857-894X; 0000-0001-5195-9519; 0000-0001-6509-4456

Роботу присвячено встановленню впливу гіпертермічної обробки насіння салату та хімічного забруднення у ґрунті на ростові показники проростків. Зокрема, визначено рівень впливу декількох факторів на ростові характеристики салату, що використовується для біотестування ґрунту, забрудненого нафтопродуктами. У роботі досліджено вплив гіпертермічної обробки насіння салату та хімічного забруднення ґрунту на ростові показники проростків. У якості хімічного забруднення використано авіаційний керосин у різній концентрації по відношенню до орієнтовно допустимої концентрації вмісту нафтопродуктів у ґрунті.

У результаті аналізу отриманих нами експериментальних даних встановлено, що для мінімальної концентрації нафтопродукту у ґрунті, що використовувалась при дослідженні (1 ОДК для авіаційного керосину), можлива сенсифікуюча дія додаткового впливу іншого за своєю природою фактору – гіпертермії. А також, виявлено стимулюючу дія нафтопродукту на ростові характеристики біотесту, за певних концентрацій у ґрунті. Ця обставина потребує вдосконалення практики визначення ОДК, оскільки в реальних умовах об'єкти піддаються дії комплексу факторів, негативна дія яких може взаємопідсилюватись.

Ключові слова: біотестування, ґрунти, нафтопродукти, хімічне забруднення, тест-системи, адаптація

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Удосконалення системи екологічного управління та достовірної оцінки якості складових довкілля на сьогодні є однією з пріоритетних задач в стратегії розвитку державної екополітики України. Питанням нормування забруднюючих речовин в атмосфері та гідросфері приділена належна увага, вітчизняними і закордонними вченими [1–2]. Питання ж нормування вмісту забруднюючих речовин в ґрунтах техногенно навантажених регіонів на сьогодні потребує більш детального вивчення і доопрацювання [3–6]. Принципи нормування вмісту небезпечних речовин у ґрунтах значно відрізняється від принципів нормування вмісту даних речовин у атмосферному повітрі, водних об'єктах та у продуктах харчування. Це стосується і вмісту одного із найбільш поширених забруднювачів компонентів навколишнього середовища – нафтопродуктів, які є домінуючими забруднювачами, що утворюються в процесі промислового виробництва.

Вивчаючи систему екологічного нормування слід зазначити, що у природних умовах на кількісний вміст та поведінку хімічних речовин, в тому числі і у ґрунті, суттєвий вплив здійснюють абіотичні фактори, до яких належать: тип ґрунту, вологість, температура та інші. Врахувати усі фактори, які впливають на акумуляцію нафтових вуглеводнів ґрунтовим покривом різних ґрунтово-кліматичних зон, практично неможливо [1]. Тому, автори [1] рекомендують виконувати дослідження по нормуванню вмісту хімічних речовин, зокрема нафтопродуктів, у експериментальних умовах, відтворюючи «найгірші» (екстремальні) ґрунтови та метеорологічні умови, що забезпечують максимальний перехід речовини у контактні середовища (атмосферне повітря, воду, рослини). Якщо вважати, що термообробка моделює дію певних абіотичних факторів, або комплекс дії певних факторів, то це вказує на необхідність врахування цієї обставини, як при проведенні досліджень щодо встановлення вмісту граничнодопустимих концентрацій нафтопродуктів у ґрунтах,

так і у практиці біотестування сенсифікованих об'єктів. Особливо це є актуальним для біотестування ґрунтів забруднених нафтопродуктами та іншими хімічними забрудненнями на території сучасних промислових зон та авіапідприємств, зокрема аеропортів [7–10]. На сьогодні гостро постала проблема моніторингу стану ґрунтів аеропортів та прилеглих до них територіях [11–15], оскільки рівень їх техногенного навантаження є надзвичайно високий. Діяльність сучасних аеропортів та забезпечення авіатранспортних процесів супроводжується постійним негативним впливом на стан всіх компонентів навколишнього середовища. Щодо ґрунтів, то особливість їх забруднення зводиться до здатності накопичувати хімічні забруднювачі з подальшою можливістю їх міграції до ґрунтових вод. Що є вкрай небажаним, оскільки дані води використовуються людьми для питних потреб (води з криниць), а понаднормативний вміст в них нафтопродуктів завдає непоправної шкоди їх здоров'ю. Тому, вкрай актуальним є питання розробки методів та засобів оцінювання стану ґрунтів на територіях аеропортів та на прилеглих до них територіях. Зокрема, через розробку нових, або удосконалення існуючих методів біотестування, що враховуватимуть специфічні особливості впливу на ґрунти на даних, техногенно навантажених територіях і тим самим дозволять удосконалити систему екологічного управління техногенно забрудненими грантами.

Мета дослідження – встановлення впливу гіпертермічної обробки насіння салату та забруднення ґрунту нафтопродуктами у ґрунті на ростові показники проростків.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Відповідно до встановленої мети дослідження насіння салату попередньо було термооброблене за температури 60°C. Час обробки – 5 хв.

З цієї метою, необхідна кількість насіння салату (210 шт.) була загорнута у фільтрувальний папір у вигляді конверту. Далі його занурювали у нагріту до температури 60°C воду на певний проміжок часу.

Після завершення термообробки конверти з насінням просушували за кімнатної температури (у розгорнутому вигляді) протягом 1 доби. Далі насіння салату висівали в ростильні розміром 213×124×32 мм, заповнені ґрунтом у об'ємі 250 см³ у кількості 210 шт. (рис. 1).

Було використано 8 ростильень з висіяним насінням (4 для висівання насіння без термообробки та 4-ри для висівання насіння з термообробкою), які представляли 8 варіантів досліду, з різним рівнем забруднення авіаційним керосином марки ТС-1, а саме:

- 1 – контроль без термообробки;
- 2 – 1 ОДК;
- 3 – 10 ОДК;
- 4 – 100 ОДК;
- 5 – контроль з термообробкою;
- 6 – 1 ОДК з термообробкою;
- 7 – 10 ОДК з термообробкою;
- 8 – 100 ОДК з термообробкою.



Рисунок 1 – Ростильні з підготовленим до пророщування насінням салату

Ростильні розміщували у поліетиленових пакетах для збереження необхідного рівня вологості, а потім розміщені у термостат за температури 22°C (рис. 1, 2).



Рисунок 2 – Термостатування досліджуваних зразків

Попередньо було проведено дослідження для вибору інгібуючої та гормезисної дії термообробки (часу термообробки). З цієї метою було здійснено обробку насіння салату за різних температур на протязі різного періоду часу. Отримані нами результати досліджень дали можливість встановити інгі-

буючу та гормезисну дію термообробки насіння салату на його ростові характеристики проростків салату. Саме ці час та тривалість термообробки були нами обрані для дослідження у даній роботі.

Результати представлені на рис. 3, 4.

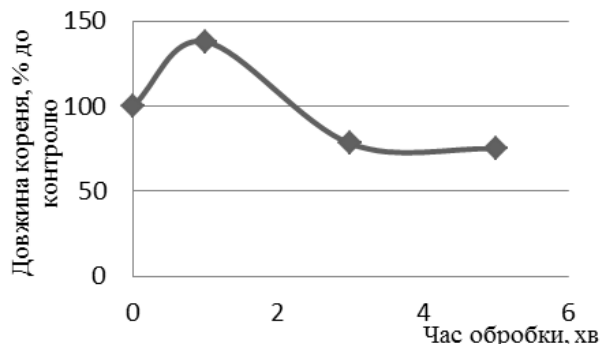


Рисунок 3 – Залежність довжини кореня проростків салату на 5-ту добу спостереження від часу термообробки

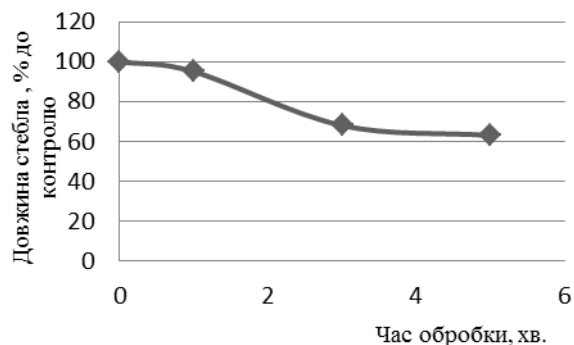


Рисунок 4 – Залежність довжини стебла проростків салату на 5-ту добу спостереження від часу термообробки

На п'яту, сьому та дев'яту добу (рис. 5–7) після пророщування було визначено: схожість, масу сирової речовини пророщених паростків салату, довжину їх стебла та кореня.

Масу сирової речовини визначали зважуванням очищених від ґрунту проростків салату на електронних вагах.

Довжину пророщених проростків салату, а саме, довжину кореня та довжину стебла, визначали за допомогою вимірювання лінійкою.



Рисунок 5 – Ростильні на 5-ту добу пророщування насіння салату



Рисунок 6 – Ростильні на 7-ту добу пророщування насіння салату



Рисунок 7 – Ростильні на 9-ту добу пророщування насіння салату

Результати вимірювання ростових характеристик проростків салату представлені на рис. 8–10.

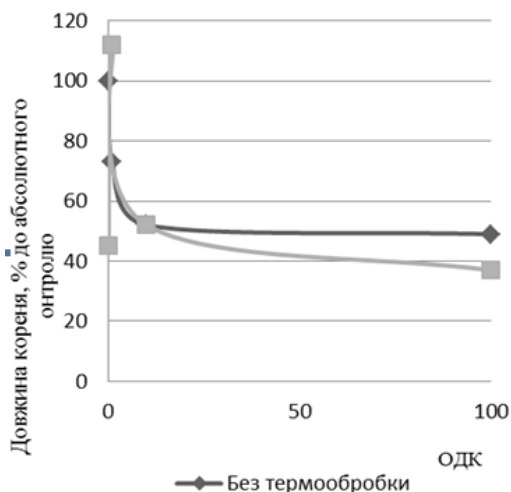


Рисунок 8 – Динаміка довжини кореня проростків салату в залежності від концентрації нафтопродукту на п'яту добу пророщування

Аналізуючи отримані дані для кореня на п'яту добу дослідження (рис. 8) ми бачимо, що не дивлячись на те, що сама термообробка здійснює негативний вплив на ростові характеристики кореня, то 1 ОДК здійснює стимулюючу дію у варіанті з термообробкою.

Інші концентрації нафтопродукту суттєво не впливають на ростові характеристики термообробленого насіння салату.

Для стебла проростків салату на 5 добу спостереження (рис. 9) спостерігається інгібуюча дія. Видно, що сенсibiliзація (додаткова термообробка) посилює пошкоджуючу дію хімічного забруднення. Це видно виключно для концентрацій 10 ОДК та 100 ОДК, коли ефект термообробки не проявляється на фоні інгібуючої дії тільки забруднювача.

Для 1 ОДК інгібувannya стебла є, ймовірно, результатом стимуляції ростової активності кореневої системи, а для 10 ОДК та 100 ОДК, скоріш за все, спостерігається пряма дія забруднювача.

На сьому добу (рис. 10) посилюється стимулююча дія 1 ОДК на ростову активність кореня. Для більш високих концентрацій керосину (10 і 100 ОДК) спостерігається відновлення ростової активності органу до контрольних значень.

В певній мірі спостерігається також зменшення інгібуючої дії термообробки (до рівня 50 % від контролю на 7 добу у порівнянні з 40 % на 5 добу).

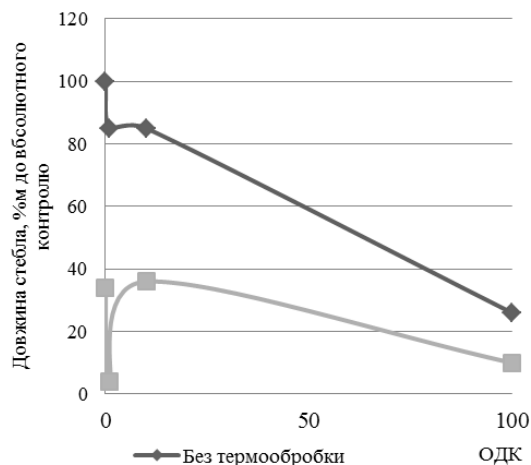


Рисунок 9 – Динаміка довжини стебла проростків салату в залежності від концентрації нафтопродукту на п'яту добу пророщування

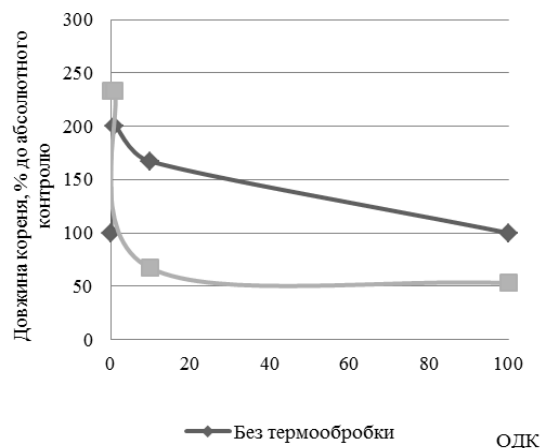


Рисунок 10 – Динаміка довжини кореня проростків салату в залежності від концентрації нафтопродукту на сьому добу пророщування

На сьому добу спостережень (рис. 11) ми спостерігали стимуляцію ростової активності стебла для концентрацій 1 та 10 ОДК, що, ймовірно, є резуль-

татом прямої дії забруднювача, оскільки вона відбувається на фоні стимуляції ростової активності кореня.

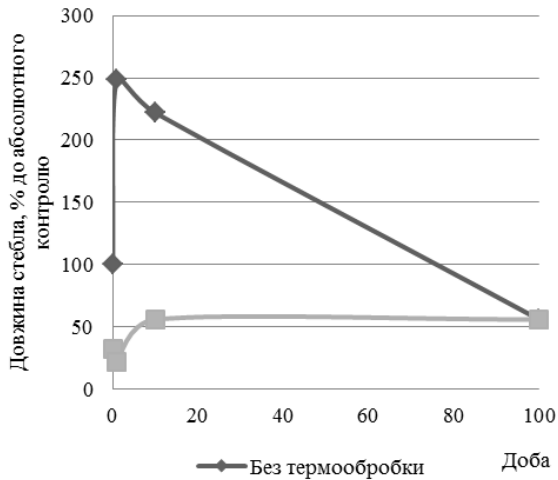


Рисунок 11 – Динаміка довжини стебла проростків салату в залежності від концентрації нафтопродукту на сьому добу пророщування

На дев'яту добу спостереження ми (рис. 12) бачимо явну сенсibiliзуючу дію термообробки для 1 ОДК. Для концентрацій вищих за 1 ОДК ефекту сенсibiliзації не спостерігається, оскільки сам по собі токсикант проявляє інгiбуючу дію на органи в максимально можливому ступені.

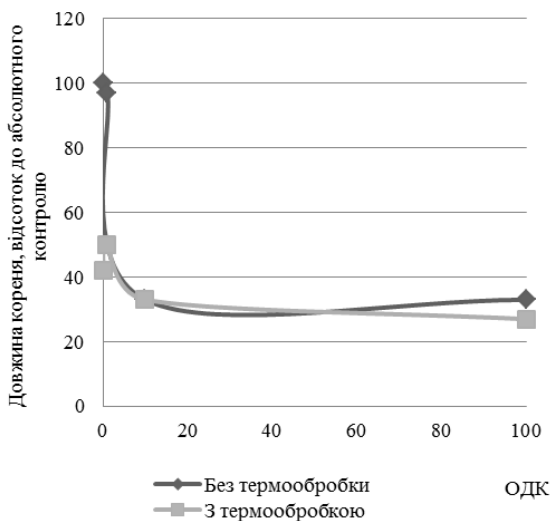


Рисунок 12 – Динаміка довжини кореня проростків салату в залежності від концентрації нафтопродукту на дев'яту добу пророщування

Таким чином, для кореня 9-ти добових проростків салату термообробка посилює інгiбуючий ефект токсиканта, застосованого в мінімальній концентрації.

Можна передбачати, що у реальних умовах, коли об'єкти піддаються негативному впливу хімічного забруднення, додатковий вплив температури посилить його негативний ефект.

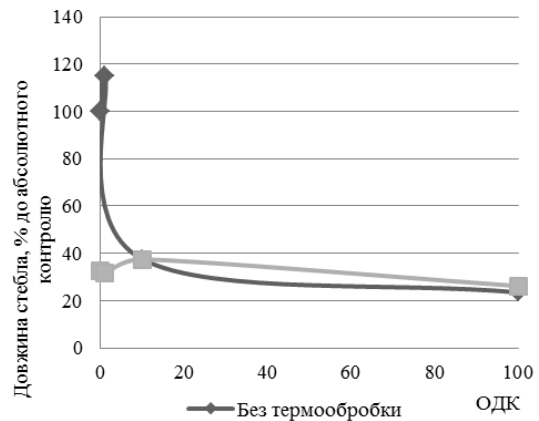


Рисунок 13 – Динаміка довжини стебла проростків салату в залежності від концентрації нафтопродукту на дев'яту добу пророщування

На 9-ту добу спостереження (рис. 13) зміна ростових характеристик стебла подібна до аналогічної кореня, тобто спостерігається, по-перше, пряма дія застосованих факторів, і, по-друге, також можна спостерігати сенсibiliзуючу дію додаткової термообробки насіння для концентрації 1 ОДК.

ВИСНОВКИ. Таким чином, результати аналізу отриманих експериментальних даних доводять вплив гіпертермічної обробки насіння салату та забруднення нафтопродуктами ґрунту на ростові показники проростків і вказують на те, що для мінімальної з використаних концентрацій забруднювача (1 ОДК для керосину) можлива сенсibiliзуюча дія додаткового впливу іншого за своєю природою фактору – гіпертермії. Також, експериментально визначено, що за концентрацій значно вищих за 1 ОДК ефекту сенсibiliзації не спостерігається, оскільки сам по собі токсикант проявляє інгiбуючу дію на органи в максимально можливому ступені. Ці факти потребують вдосконалення практики визначення ОДК, оскільки в реальних умовах об'єкти піддаються дії комплексу факторів, негативна дія яких є взаємоумовлена і може взаємопідсилюватись.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гончарук В. И. Санитарная охрана почвы от загрязнения химическими веществами. Киев : Здоров'я, 1977. 158 с.
2. Моніторинг довкілля : підручник. / під ред. В. М. Боголюбова. 2-е вид., перероб. і доп. Вінниця : ВНТУ, 2010. 232 с.
3. Гроза В. А., Маджд С. М., Франчук Г. М. Екологічний стан ґрунтового покриву в зоні експлуатації і ремонту авіаційної техніки. *Екологічна безпека та природокористування*. 2010. Вип. 5. С. 56–66.
4. Маджд С. М., Франчук Г. М. Біологічні методи оцінки екологічного стану ґрунтів біля авіапідприємств. *Екологічна безпека та природокористування*. 2012. Вип. 11. С. 49–52.
5. Маджд С. М. Оцінка рівня забруднення ґрунтових вод нафтопродуктами поблизу підприємств цивільної авіації. *Вісник НАУ*. 2015. № 1 (62). С. 80–84.

6. Cherniak L. The Enhancement of Environmental Safety of Airports Fuel Service. *Symposium on Sustainable Aviation*. (2018, 9–11 July, Roma, Italy). P. 32.

7. Маджд С. М. Удосконалення контролю технічної сфери сучасними біологічними методами. *Екологічна безпека та природокористування* : зб. наук. праць. 2015. Вип. 19. С. 19–26.

8. Маджд С. М., Черняк Л. М., Міхеєв О. М. Використання рослин для індикації стану ґрунтів техногенно-навантажених територій. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2020. Вип №1 (120). С. 68–73.

9. Франчук Г. М., Антонов А. М., Маджд С. М., Загоруй Я. В. Екологічна оцінка впливу авіаційних транспортних процесів на якість компонентів довкілля. *Вісник НАУ*. 2006. №1. С. 184–190.

10. 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. Київ : Фітосоціоцентр, 2006. 60 с.

11. Евдокимов А. Ю., Фукс И. Г., Любинин И. А. Смазочные материалы в техносфере и биосфере:

экологический аспект : монография. Київ : Итэка-Н, 2012. 292 с.

12. Cherniak L. Mikhyeyev O., Madzhd S., Lapan O., Dmytrukha T., Petrusenko V. Determination of the dependence of plants growth characteristics on the concentration of petrochemicals in the soil. *Journal of Ecological Engineering*. 2021. Vol. 22. Iss. 2. P. 226–233.

13. 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. Volume 5. No. 2. P. 76–82.

14. Маджд С. М., Тагачинська О. В., Бовсуновський Є. О. Наукові методи щодо контролю якості ґрунтів як індикатора екологічної небезпеки на техногенно навантажених територіях. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2016. Вип. №2 (97). С. 115–121.

15. Cherniak L. Shtyka O., Bilyk T. Soil decontamination on airports territories: peculiarities and challenges. *International Symposium on Sustainable Aviation*. (2017, 10–13 September, Kyiv). P. 77.

STUDY OF THE INFLUENCE OF HYPERTHERMAL TREATMENT OF SALAD SEEDS AND CHEMICAL CONTAMINATION OF SOILS ON GROWTH INDICATORS OF SPROUTS

L. Cherniak, O. Mikhyeyev, S. Madzhd, T. Dmytrukha, O. Lapan

National Aviation University

ORCID: 0000-0003-4192-3955; 0000-0003-4069-3625; 0000-0003-2857-894X; 0000-0001-5195-9519; 0000-0001-6509-4456

Purpose. Establishing the influence of hyperthermal treatment of lettuce seeds and chemical contamination in the soil on the growth rates of seedlings. **Methodology.** The paper determines the level of influence of two factors on the growth characteristics of lettuce used for biotesting of soil contaminated with petroleum products. In accordance with the purpose of the study, lettuce seeds were pre-heat treated at a temperature of 60 C. Processing time - 5 minutes. Previously, a study was conducted to select the inhibitory and hormesis action of heat treatment (heat treatment time). After heat treatment, the envelopes with the seeds were dried. Next, lettuce seeds were sown in the plant. **Originality.** If we consider that heat treatment simulates the action of certain factors, or the complex action of certain factors, it means that we must take this into account and use certain sensitized objects in the practice of biotesting.

Practical meaning. The effect of chemical soil contamination (aviation kerosene) on the sensitized plant object has been determined. Namely, lettuce used in the practice of biotesting of soil contaminated with petroleum products. The dependence of lettuce growth characteristics on the level of excess aviation fuel content in the soil is determined. **Conclusions.** As a result of the analysis of the received experimental data it is established that for the minimum of the used concentrations of pollutant (1 OAC for aviation kerosene) the sensitizing effect of additional influence of another factor - by nature - hyperthermia is possible. This fact requires the improvement of the practice of determining the OAC, because in real conditions, the objects are exposed to a set of factors, the negative effects of which may be mutually reinforcing.

Key words: biotesting, soils, oil products, pollution, test systems, airport.

REFERENCES

1. Goncharuk, V. I. (1977). Sanitarnaya ohrana pochvyi ot zagryazneniya himicheskimi veshchestvami. [Sanitary protection of soil from chemical pollution]. Kyiv, 158 p. [in Russian]

2. Bogolyubov, V. M., Klimenko, M. O., Mokin, V. B and others (2010). Monitorinyng dovkilliya [Environmental monitoring]. Vinnitsa, 232 p. [in Ukrainian]

3. Groza, V. A., Madzhd, S. M., Franchuk, G. M. (2010). Ekologichnyi stan gruntovoho pokryvu v zoni ekspluatatsii i remontu aviatsiinoi tekhniki [Ecological condition of soil cover in the zone of exploitation and maintenance of aviation technic]. *Ekologichna bezpeka ta pryrodokorystuvannya: Zbirnyk naukovih prac*. No.

5, pp. 56–66. [in Ukrainian]

4. Madzhd, S. M., Franchuk, G. M. (2012). Biologichni metody otsinky ekolohichnoho stanu gruntiv bilia aviapidprijemstv [Biological methods for assessing the condition of soils near airlines]. *Ekologichna bezpeka ta pryrodokorystuvannya: Zbirnyk naukovih prac*. No. 11, pp. 49–52. [in Ukrainian]

5. Madzhd, S. M. (2015). Biologichni metody otsinky ekolohichnoho stanu gruntiv bilia aviapidprijemstv [Assessment of the level of obstruction of ground waters with petrochemicals near the enterprises of civil aviation]. *Visnyk Natsionalnoho aviatsiinoho universytetu*. No. 1 (62), pp. 80–84. [in

Ukrainian]

6. Cherniak, L. (2018). The Enhancement of Environmental Safety of Airports Fuel Service. *International Symposium on Sustainable Aviation*, (9–11 July, Roma, Italy). pp. 32.

7. Madzhd, S. M. (2015). Udoskonalennia kontroliu tekhnosfery suchasnymi biolohichnymi metodami [Improving the control of the technosphere by modern biological methods]. *Ekologichna bezpeka ta pryrodokorystuvannya: Zbirnyk naukovih prac.* No. 19, pp. 19–26. [in Ukrainian]

8. Madzhd, S.M., Cherniak, L.M., Mikheev, O.M (2020). Vykorystannia roslin dlia indykatsii stanu gruntiv tekhnohenno-navantazhenykh terytorii [The use of plants to indicate the condition of soils of man-made areas]. *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University.* No. 1 (120), pp. 68–73. [in Ukrainian]

9. Franchuk, H. M., Antonov, A. M., Madzhd, S. M., Zahorui, Ya. V. (2006). Ekolohichna otsinka vplyvu aviatsiinykh transportnykh protsesiv na yakist komponentiv dovkillia [Ecological assessment of the impact of aviation transport processes on the quality of environmental components]. *Proceeding of the National Aviation University.* № 1, pp. 184–190. [in Ukrainian]

10. Grodzinsky, D. M, Shilina, Y. V, Kutsokon, N. K, Mikheev, O. M (2006). Zastosuvannya roslynnih test-system dlya ocinky kombinovanoyi diyi faktoriv riznoyi pryrody: metodychni rekomendaciyi po ocinci dopustymykh rivniv radionuklidnogo ta himichnogo zabrudnennya za yih kombinovanoyi diyi. [Application of plant test systems to assess the combined action of factors of different nature: guidelines for assessing the

permissible levels of radionuclide and chemical contamination by their combined action]. Kyiv, 60 p. [in Ukrainian]

11. Evdokimov, A. Yu., Fuks, I. G., Lyubinin, I. A. (2012). Smazochnye materialy v tekhnosfere i biosfere: ekologicheskij aspekt [Lubricants in the technosphere and biosphere: ecological aspect]. Moskva, 292 p. [in Russian]

12. Cherniak L. Mikhyeyev O., Madzhd S., Lapan O., Dmytrukha T., Petrusenko V. (2021). Determination of the dependence of plants growth characteristics on the concentration of petrochemicals in the soil. *Journal of Ecological Engineering.* Vol. 22. Iss. 2. P. 226–233.

13. Radoomska, 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. *Ekologichni problem*, Volume 5. No. 2, pp. 76–82.

14. Madzhd, S. M., Tagachynska, O. V., Bovsunovsky, Ye. O. (2016). Naukovi metody shchodo kontroliu yakosti gruntiv yak indykatora ekolohichnoi nebezpeky na tekhnohenno navantazhenykh terytoriiakh [Scientific methods for soil quality control as an indicator of environmental danger in technogenically loaded areas]. *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University.* No. 2 (97), pp. 115–121. [in Ukrainian]

15. Cherniak, L. Shtyka, O., Bilyk, T. (2017). Soil decontamination on airports territories: peculiarities and challengers. *International Symposium on Sustainable Aviation.* (10–13 September, Kyiv). pp. 77.

Стаття надійшла 17.09.2021