

УДК 504.054:614.843.8

**Sergii S. Poroshenko**, student  
*e-mail*: ldubzh.lviv@dsns.gov.ua

Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine

## THE ANALYSIS OF METHODS OF INVESTIGATION OF NEGATIVE IMPACT ON MESOFAUNA AND MICROBIOLOGY OF SOILS OF CONTAMINATED SOLUTIONS FOR FOAM MAKERS

**Abstract.** Nowadays the problem of fires is becoming more widespread and global in scale. According to statistics published by the Ukrainian Research Institute of Civil Protection obtained as a result of analysis of the fire registration cards of the SES of Ukraine – for 11 months of 2019 the number of fires in Ukraine increased by 23.1% compared to the same period last year. The most common extinguishing agent being used by fire and rescue units today is a foam. The main component of different foaming agents are surfactants. Their excessive emission into the environment leads to pollution of the surrounding areas. The constant increasing of the land areas affected by the effects of firefighting influence both the state of the environment in the region as a whole and the level of soil fertility. Microbiological indicators and the content of harmful substances in crops are increasing and thus the negative impact on public health grows. The analysis of microbiological monitoring methods with the aim of the contaminated solutions foam makers impact on the nearby territories' soils estimation has been carried out. The pros and cons of modern physical and chemical methods of soils quality estimation have been defined. The necessity of microbiological methods usage which allow to get full and sufficient information not only about the pollution volume, but also to rate the results of such pollution has been justified. It is determined that in order to obtain the most complete and objective information about the microbiological condition of soils contaminated with foaming agents for fire extinguishing, a complex of bioindication methods should be used. It should include a growth test and a chromosome aberration test, with the use of test organisms that are most sensitive to the chemical composition of the test solution for firefighting.

**Key words:** foaming solutions; surfactants; environmental assessment; microbiological of soils monitoring; phytotoxicity

**С.С. Порошенко**

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів, Україна

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА МЕЗОФАУНУ ТА МІКРОБІОЛОГІЮ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ РОЗЧИНАМИ ПІНОУТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ

**Анотація.** На сьогоднішній день проблема виникнення пожеж стає все більш поширеною та глобальною за своїми масштабами. Відповідно до оприлюднених Українським науково-дослідним інститутом цивільного захисту статистичних даних, отриманих в результаті проведення аналізу масиву карток обліку пожеж ДСНС України, за 11 місяців 2019 року кількість пожеж в Україні зросла на 23.1% порівняно з аналогічним періодом попереднього року.

© С.С. Порошенко, 2020

Найпоширенішою вогнегасною речовиною у використанні пожежно-рятувальних підрозділів на сьогоднішній день залишається піна. Головним компонентом піноутворювачів різних категорій є поверхнево-активні речовини, потрапляння яких у надмірних концентраціях в навколишнє середовище призводить до забруднення прилеглих територій. Постійне збільшення площ земель, уражених наслідками пожежогасіння, впливає як на стан навколишнього середовища регіону загалом, так і на рівень родючості ґрунтів. Збільшуються мікробіологічні показники та вміст шкідливих речовин в сільськогосподарських культурах, а відтак і негативний вплив на здоров'я населення. На даному етапі спостереження і контроль за станом ґрунтів проводяться, як правило, лише за допомогою фізико-хімічних аналізів, які визначають вміст окремих забруднювачів. Однак ці аналізи не дають змогу оцінити вплив забруднювачів на живі організми, в тому числі людину. На сьогодні альтернативними при дослідженні стану ґрунтів, уражених пожежними піноутворювачами, є методи мікробіологічного моніторингу. Проведено аналіз методів мікробіологічного моніторингу з метою оцінки впливу розчинів піноутворювачів для гасіння пожеж на стан ґрунтів прилеглих територій. Визначено переваги та недоліки сучасних фізико-хімічних методів оцінки якості ґрунтів. Обґрунтовано необхідність застосування методів мікробіологічного моніторингу, які дають змогу отримати повну та достатню інформацію не лише про об'єми забруднення, а й оцінити результати впливу такого забруднення. Визначено, що для отримання найбільш повної та об'єктивної інформації про мікробіологічний стан ґрунтів, забруднених розчинами піноутворювачів для гасіння пожеж, слід застосовувати комплекс біоіндикаційних методів оцінки шкідливості, який повинен включати ростовий тест та тест «Аберантність хромосом», при цьому обов'язковим є використання комплексу тест-організмів, найбільш чутливих до хімічного складу досліджуваного розчину для пожежогасіння.

**Ключові слова:** розчини піноутворювачів; поверхнево-активні речовини; екологічна оцінка; мікробіологічний моніторинг ґрунтів; фітотоксичність

## Постановка проблеми

На сьогоднішній день проблема виникнення пожеж стає все більш поширеною та глобальною за своїми масштабами. Відповідно до оприлюднених Українським науково-дослідним інститутом цивільного захисту статистичних даних, отриманих в результаті проведення аналізу масиву карток обліку пожеж ДСНС України, за 11 місяців 2019 року кількість пожеж в Україні зросла на 23.1% порівняно з аналогічним періодом попереднього року [1]. Найбільш ефективним способом локалізації та гасіння пожеж на початкових стадіях визнано метод ізоляції, при якому застосовуються різноманітні вогнегасні речовини ізолюючої дії. Найпоширенішою вогнегасною речовиною у використанні пожежно-рятувальних підрозділів на сьогоднішній день залишається піна [2].

Розчином піноутворювача для гасіння пожеж називають речовину, що в результаті змішування з водою утворює певний робочий розчин, який генерує піну, та змочувальний розчин. Головним компонентом піноутворювачів різних категорій є поверхнево-активні речовини (ПАР), потрапляння яких у надмірних концентраціях в навколишнє середовище призводить до забруднення прилеглих територій [3].

Особливої уваги потребує все ж проблема забруднення ґрунтів піноутворювальними засобами гасіння пожеж, оскільки постійне збільшення площ земель, уражених наслідками пожежогасіння, впливає як на стан навколишнього середовища регіону загалом, так і на рівень родючості ґрунтів, їх мікробіологічні показники та вміст шкідливих речовин в сільськогосподарських культурах, що вирощуються на них, а відтак і на здоров'я населення.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Питанням визначення оцінки забруднення ґрунтів антропогенними забрудниками займалось багато провідних вчених, серед них Васенко О.Г., Рибалова О.В., Артем'єв С.Р., Горбань Н.С., Козловська О.В., Горова А.І., Губачов О.І., Маячкіна Н.В., Чугунова М.В. та інші.

Проте слід зазначити, що в сучасній літературі немає універсального методу, який би визначав екологічний стан ґрунтів, забруднених наслідками пожежогасіння, і тому питання дослідження екологічної безпеки даних територій потребують подальших наукових розробок.

### Виділення невирішених раніше частин проблеми

На даному етапі спостереження і контроль за станом ґрунтів проводиться, як правило, лише за допомогою фізико-хімічних аналізів, які визначають вміст окремих забруднювачів. Переваги та недоліки основних сучасних фізико-хімічних методів оцінки якості ґрунтів наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Переваги та недоліки сучасних фізико-хімічних методів оцінки якості ґрунтів

Назва методу	Переваги	Недоліки
Гравіметричний метод	- Висока точність; - Абсолютний метод, не потребує порівняння отриманого результату з еталонами.	- Довготривалість дослідження; - Можливість визначення лише деяких хімічних компонентів.
Потенціометричний метод	- Можливість проведення аналізу в польових умовах; - Метод є неструктурним, тобто аналізуюча проба в ході аналізу не витрачається і не змінює свої властивості; - Висока відтворюваність методу.	- Довготривалість дослідження, включаючи складну підготовку проб ґрунту; - Можливість визначення лише деяких хімічних компонентів; - Потреба у кваліфікованих спеціалістах; - Високі матеріальні затрати.
Оптичний метод	- Висока точність; - Висока відтворюваність методу.	- Довготривалість дослідження, включаючи складну підготовку проб ґрунту; - Можливість дослідження вмісту лише попередньо визначених хімічних компонентів; - Потреба у висококваліфікованих спеціалістах.

Продовження таблиці 1

Назва методу	Переваги	Недоліки
Молекулярно-абсорбційна спектроскопія	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Висока точність;</li> <li>- Висока відтворюваність методу.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Високі матеріальні затрати;</li> <li>- Довготривалість дослідження;</li> <li>- Можливість дослідження вмісту лише попередньо визначених хімічних компонентів;</li> <li>- Потреба у висококваліфікованих спеціалістах;</li> <li>- Потреба великої кількості хімічних реактивів.</li> </ul>
Полум'яно-емісійна спектрометрія	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Прості та дешеві прилади;</li> <li>- Висока чутливість визначення лужних елементів.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Довготривалість дослідження;</li> <li>- Значне накладання один на одну сусідніх ліній спектру різних хімічних елементів, що призводить до не завжди високої точності та селективності аналізу;</li> <li>- Визначається тільки вміст лужних елементів.</li> </ul>

Джерела: [4-6]

Однак ці аналізи не дають змогу оцінити вплив забруднювачів на живі організми, в тому числі людину [7]. Сьогодні альтернативними при дослідженні стану ґрунтів, уражених пожежними піноутворювачами, є методи мікробіологічного моніторингу.

**Мета роботи** – проведення аналізу методів мікробіологічного моніторингу з метою оцінки впливу розчинів піноутворювачів на мезофауну та мікробіологію уражених ґрунтів.

### Виклад основного матеріалу

Методи мікробіологічної оцінки здатні давати достовірну інформацію про якість ґрунтів досліджуваних територій. Суть таких методів полягає у визначенні впливу дослідних речовин на спеціально обрані тест-організми в природних умовах з фіксацією різних тест-реакцій (поведінкових, фізіологічних чи біохімічних). Тест-реакцію, або тест-функцію, визначають як закономірно виникаючу реакцію відповіді тест-системи на дію комплексу зовнішніх факторів [8, 9].

Наявні в розчинах піноутворювачів для пожежогасіння ПАР можуть здійснювати істотний вплив на рослинні клітини, їх фізіолого-біохімічні процеси, хімічний склад, що може призвести до зниження продуктивності та порушення мікробіологічного стану ґрунтів [10-12].

Мікробіота ґрунтів – це складна відкрита біологічна система з ієрархічною структурою організації. Для кожного ієрархічного рівня існують чутливі біодіагностичні показники. Існує декілька різних методик проведення мікробіологічної оцінки ґрунтів. Кожна з цих методик має свої переваги, недоліки та обмеження (табл. 2).

Таблиця 2 – Порівняльні характеристики методів мікробіологічного дослідження ґрунтів

Назва методу	Ієрархічний рівень	Опис методу	Переваги	Недоліки
1	2	3	4	5
Ростовий тест (методика Берестецького О.А.)	Популяційний	Проби ґрунту вагою 50 г поміщають в чашки Петрі, вирівнюють поверхню та наносять на неї шар сухого піску товщиною 0,5 см, після чого зволожують однаковим (10 мл) об'ємом дистильованої води. Чашки закривають і витримують одну добу за кімнатної температури для дифундування токсичних речовин у пісок, після чого висівають насіння. Вологість субстратів має бути в межах 70-80%. Контролем слугує пісок, зволожений до 70-80% від повної вологості. Насіння пророщують при 23-25°C в темряві протягом 7 діб. Тест-параметрами є схожість насіння та параметри проростків. На основі отриманих результатів розраховують фітотоксичний ефект та роблять висновки про токсичність ґрунту.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Можливість оцінити реакцію живих організмів на присутні поллютанти; Доступність проведення експериментів (не потрібні спеціальні лабораторії і висока кваліфікація персоналу);</li> <li>• Невеликі затрати праці;</li> <li>• Відносна дешевизна.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Необхідність великої кількості повторювань для розрахунку більш точного фітотоксичного ефекту;</li> <li>• Досліджується рівень організації організмів, що має відносно невисоку чутливість і точність, порівняно з дослідженнями на клітинному рівні.</li> </ul>
Ростовий тест (методика Горової А.І.)	Популяційний	Просушені зразки ґрунту просіюють через сито з маленькими отворами. Біотестування проводять в чашках Петрі, на фільтрувальний папір поміщають 1 г ґрунту та 30 штук насіння тест-культури. Ґрунт і насіння розподіляють по площині чашки Петрі, заливають 5-7 мл вистояної кип'яченої води. Для кожної точки відбору роблять три повтори. Через 96 годин проводять виміри довжини кореневої системи, стебла, визначають вологу та суху масу проростків. Обробка отриманих даних проводиться методом дисперсійного аналізу та визначається фітотоксичний ефект ґрунту.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Можливість оцінити реакцію живих організмів на присутні поллютанти;</li> <li>• Доступність проведення експериментів (не потрібні спеціальні лабораторії і висока кваліфікація персоналу);</li> <li>• Невеликі затрати праці;</li> <li>• Відносна дешевизна.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Необхідність великої кількості повторювань для розрахунку більш точного фітотоксичного ефекту;</li> <li>• Досліджується рівень організації організмів, що має відносно невисоку чутливість і точність, порівняно з дослідженнями на клітинному рівні.</li> </ul>

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5
<p>Оцінка стану ґрунтів за зміною видового біорізноманіття безхребетних тварин</p>	<p>Популяційний</p>	<p>Розміри обраної пробної ділянки залежать від ступеня зволоженості ґрунту (найчастіше 0,5x 0,5 м). Відстань між розкопками 5-10 м. Глибина розкопок – 30-50 см. Розкопки проводять наступним чином: визначають розміри майданчика, забивають по кутах кілочки, натягують між ними мотузку. Поруч з майданчиком поміщають спеціальну тканину або плівку, на яку викладають вибраний з розкопки ґрунт. Перед початком з майданчика потрібно зняти опади та інші рослинні залишки, які ретельно вручну перебирають, враховуючи всіх знайдених при цьому тварин, а траву вищипують для того, щоб полегшити розбірку ґрунту з верхнього шару. Тварин, знайдених на поверхні ґрунту, враховують окремо від тих, яких вибирають безпосередньо з нього. За отриманими даними розраховується показник Сімпсона, відносний показник видового біорізноманіття та робиться висновок про екологічний стан досліджуваного ґрунту.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Матеріальна економічність;</li> <li>• Доступність проведення експериментів.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Висока трудоемкість, використання методу призводить до порушення ґрунтового покриву;</li> <li>• Недоцільно для вивчення сезонного коливання складу ґрунтової мезофауни;</li> <li>• При розкопках рухливі види фауни реагують на порушення та швидко зникають в інше місце (збільшення помилки результатів дослідження).</li> </ul>
<p>Токсичність водних витяжок ґрунтів</p>	<p>Популяційний</p>	<p>Для приготування водної витяжки необхідно 100 г повітряно-сухої проби ґрунту зважити і з використанням лійки перенести ґрунт у склянку об'ємом 750-1000 мл, потім додати 500 мл дистильованої води. Склянку закрити корком і добре перемішувати протягом 5 хв. щоб водорозчинні солі та органічні речовини перейшли у розчин або утворили суспензію. Отриманий розчин профільтрувати крізь складчастий фільтр у суху колбу. Фільтрують обережно, переливаючи</p>	<p>Дистильована вода, по суті, імітує дію на ґрунт атмосферних опадів, отже, певною мірою відтворюється природна ситуація;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Метод можна застосовувати на будь-яких ґрунтах і не вимагає спеціальної підготовки ґрунту;</li> <li>• Водну витяжку можна отримати навіть з ґрунтів, що мають польову вологість.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Порівняно низька достовірність визначення токсичності ґрунтів (деякі забрудники нерозчинні у воді);</li> <li>• Відносно високі матеріальні затрати;</li> <li>• Додаткова витрата часу для приготування витяжки.</li> </ul>

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5
		<p>розчин на фільтр по скляній палиці. Фільтрувати необхідно до моменту, коли фільтрат стане цілком прозорий. Після фільтрації всього розчину, отримують необхідну водну витяжку. Далі для визначення токсичності використовують тест-об'єкти <i>Daphnia magna</i>. У дослідну та контрольну посудини вміщують по 10 тест-об'єктів віком до 24 годин. Результати фіксують через 1, 2, 24 і 48 годин. Методика визначення токсичності ґрунтів за допомогою водної витяжки ґрунтується на встановленні різниці між кількістю загиблих дафній у пробах, що тестувались, та у контролі.</p>		
<p>Тест «Аберантність хромосом»</p>	<p>Клітинний</p>	<p>В чашку Петрі кладуть аркуш фільтрувального паперу, на який насилають 1 г ґрунту і рівномірно розподіляють по чашці. Далі ґрунт зволожують 5 мл дистильованої води і на нього висаджують по 50 насінин індикаторної рослини. При появі корінців довжиною 7-9 мм, їх фіксують в ацетоалкоголі протягом 1 год, а потім переносять у етанол 70<sup>0</sup> концентрації для зберігання. Фіксатор готують змішуванням 96<sup>0</sup> етилового спирту і оцтової кислоти. Корінці фарбують реактивом Шиффа за Фельгеном з попереднім гідролізом у розчині 0,1 н соляної кислоти при температурі 60<sup>0</sup>С. Пофарбовані корінці зберігають у етиловому спирті. Цитологічні препарати готують із 1 мм кінчиків корінців, поміщених у краплю 45% оцтової кислоти. Препарат накривають накривним склом, краї заливають розплавленим</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Досліджується рівень організації клітини, що дозволяє забезпечити високу точність і чутливість до поллютантів (дозволяє визначити навіть незначні концентрації поллютантів);</li> <li>• Швидкість проведення.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Потреба у спеціально навчених спеціалістах;</li> <li>• Необхідність лабораторії обладнання; та</li> <li>• Матеріальні витрати.</li> </ul>

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5
		парафіном. Препарат використовують для мікроскопічного аналізу на мікроскопі («Біолам» Р-14) зі збільшенням 15х60. На основі досліджених даних знаходять мітотичний індекс, загальну аберантність хромосом та визначають середній інтегральний умовний показник ушкодженості ґрунту.		
Діагностика ґрунтів за ферментативною активністю (за методичними розробками Лисак Л.В.)	Позаклітинний	ґрунт насичують антисептиком (толуолом), додають буферний розчин із визначеним рН і певну кількість субстрату. Реакційну суміш витримують в термостаті і після цього проводять кількісний облік продуктів реакції. Активність ферментів виражають в кількостях переробленого субстрату або утвореного продукту реакції протягом визначеного проміжку часу і розраховують на одиницю маси ґрунту. Для корегування результатів ставлять наступні контролю: 1) ґрунт, стерилізований сухим жаром при 180 <sup>o</sup> С протягом 3 год; 2) нестерильний ґрунт без субстрату (Н <sub>2</sub> О); 3) субстрат без ґрунту з усіма реактивами.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дослідження активності ґрунтових ферментів відображає проходження біохімічних процесів у едафотопі та є одним із інтегральних показників його біотичної активності.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Потреба у кваліфікованих спеціалістах;</li> <li>• Необхідність лабораторії та обладнання;</li> <li>• Матеріальні затрати.</li> </ul>

Джерела: [13-19].

Проведений аналіз наведених методик мікробіологічного дослідження стану ґрунтів свідчить про те, що найбільш доступним методом є ростовий тест, який дає змогу відносно швидко та без особливих грошових витрат визначити фітотоксичний ефект ґрунту. Це є великою перевагою, що дає змогу систематичного проведення моніторингу стану ґрунтів, уражених внаслідок пожежогасіння піноутворюючими розчинами.

З іншого боку, найбільш точним методом є тест «Аберантність хромосом», який проводиться на клітинному рівні, що дозволяє забезпечити високу точність і визначити навіть незначні перевищення концентрацій поллютантів. Це є дуже важливою характеристикою при дослідженнях впливу розчинів піноутворювачів для гасіння пожеж на ґрунти, оскільки зазвичай території виникнення пожеж використовуються населенням для ведення господарської діяльності.



Враховуючи вищенаведене, для оцінки токсичності ґрунтів, забруднених розчинами піноутворювачів для гасіння пожеж, запропоновано використовувати ростовий тест в комплексі з тестом «Аберантність хромосом». При цьому, для отримання більш точної і об'єктивної оцінки, варто застосовувати декілька різних тест-об'єктів. Запропонований комплексний підхід дасть змогу визначати мікробіологічний стан ґрунтів, ступінь токсичного впливу на родючість ґрунтів, прилеглих до територій, що піддавалися забрудненню хімічними компонентами в складі розчинів для пожежогасіння, та ступінь впливу даних забрудників на мезофауну ґрунтів.

## Висновки та пропозиції

Визначено, що для отримання найбільш повної та об'єктивної інформації про мікробіологічний стан ґрунтів, забруднених розчинами піноутворювачів для гасіння пожеж, слід застосовувати комплекс біоіндикаційних методів оцінки шкідливості, який повинен включати ростовий тест та тест «Аберантність хромосом», при цьому обов'язковим є використання комплексу тест-організмів, найбільш чутливих до хімічного складу досліджуваного розчину для пожежогасіння.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Український науково-дослідний інститут цивільного захисту (УкрНДІЦЗ). Статистика пожеж, 2019. URL: <https://undicz.dsns.gov.ua/ua/STATISTIKA-POZHEZH.html>.
2. Лісняк А.А., Тригуб В.В., Сенчихін Ю.М., Сировой В.В. Звіт про науково-дослідну роботу написання та підготовка до друку навчального посібника "Пожежна тактика", 2016. URL: [https://www.dsns.gov.ua/files/2017/4/25/zvit\\_ოსვita\\_i\\_nauka/7\\_Пожежна%20тактика.pdf](https://www.dsns.gov.ua/files/2017/4/25/zvit_ოსვita_i_nauka/7_Пожежна%20тактика.pdf).
3. Боровиков В. Проблемні питання застосування піноутворювачів для гасіння пожеж. *Бизнес и безопасность*. 2003. №4. С. 75–78.
4. Громовик А.И. Современные инструментальные методы в почвоведении. Теория и практика. Воронеж, 2010. 60 с.
5. Васенко О.Г., Рибалова О.В., Артем'єв С.Р., Горбань Н.С., Коробкова Г.В., Полозенцева В.О., Козловська О.В., Мацак А.О., Савічев А.А. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія. Харків, 2015. 419 с.
6. Мороз О.А. Фізико-хімічні методи аналізу ґрунтів. *Студентський вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2015. №2. С. 54–57.
7. Горова А. Оцінка токсичності ґрунтів Червоноградського гірничопромислового району за допомогою ростового тесту. *Вісник Львівського університету*. 2008. №48. С. 189–194.
8. Миленька М.М. Біоіндикаційна оцінка екологічного стану Бурштинської урбоекосистеми : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : 03.00.16, Дніпропетровськ, 2009. 16 с.
9. Бубнов А.Г., Буймова С.А., Гуцин А.А., Извекова Т.В. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды. Иваново, 2007. 112 с.
10. Азарова С.В. Опыт применения методов биотестирования для оценки токсичности отходов горнодобывающих предприятий. *IX Международная биогеохимическая школа*. 2011. С. 36–39.

11. Мазницька В.О., Труш В. Є., Новохатько О. В., Красковська М. А. Біотестування гірничої маси з відвалів Малокохнівського кар'єру. *Наукові технології*. 2013. №1. С. 127–130.
12. Азарова С.В. Отходы предприятий и комплексная оценка их опасности для окружающей среды (на примере объектов республики Хакасия) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геол.-мін. наук : 25.00.36, Томск, 2005. 21 с.
13. Бешлей З.М., Бешлей С. В., Баранов В. І., Терек О. І. Використання рослинних тест-систем для оцінки токсичності техногенно забруднених субстратів. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2014. №1. С. 97–102.
14. Губачов О.І. Особливості використання рослин для біотестування ґрунтів з метою визначення рівня екологічної безпеки промислових територій. *Науковий вісник КУЕИТУ*. 2010. С. 164–171.
15. Гонгальский К.Б. Почвенные беспозвоночные как биоиндикаторы промышленного воздействия в лесных экосистемах центра европейской России : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : 03.00.16, Москва, 2004. 18 с.
16. Пінчук М.О. Дослідження ґрунту. *Національний еколого-натуралістичний центр учнівської молоді*. 2018. С. 32.
17. Горова А.І., Риженко С.А., Скворцова Т.В. Методичні рекомендації «Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів». Донецьк, 2007. 25 с.
18. Мелехова О.П., Егорова Е.И., Евсеева Т.И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. Москва, 2007. 288 с.
19. Левик В.І. Ферментативна активність ґрунтів техногенних територій Немирівського родовища сірки. *Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди*. 2009. №11. С. 131–136.

*Стаття надійшла до редакції 23.01.2020 і прийнята до друку після рецензування 02.04.2020*

## REFERENCES

1. Ukrainian Civil Protection Research Institute (2019). Statystyka pozhezh. Retrieved from <https://undicz.dsns.gov.ua/ua/STATISTIKA-POZHEZH.html>.
2. Lisniak, A.A., Tryhub, V.V., Senchykhin, Yu.M., & Syrovoi, V.V. (2016). Zvit pro naukovo-doslidnu robotu napysannia ta pidhotovka do druku navchalnoho posibnyka "Pozhezhna taktyka". Retrieved from [https://www.dsns.gov.ua/files/2017/4/25/zvit\\_osvita\\_i\\_nauka/7\\_Pozhezhna%20taktyka.pdf](https://www.dsns.gov.ua/files/2017/4/25/zvit_osvita_i_nauka/7_Pozhezhna%20taktyka.pdf).
3. Borovykov, V. (2003). Problemni pytannia zastosuvannia pinoutvoriuvachiv dlia hasinnia pozhezh. [Problematic issues of application of foaming agents for fire fighting]. *Byznes y bezopasnost*, 4, 75-78.
4. Hromovyk, A.Y. (2010). *Sovremennye instrumentalnye metody v pochvededenyy. Teoriya y praktyka. [Modern instrumental methods in soil science. Theory and practice]*. Voronezh.
5. Vasenko, O.H., Rybalova, O.V., Artemiev, S.R., Horban, N.S., Korobkova, H.V., Polozentsieva, V.O., Kozlovska, O.V., Matsak, A.O., & Savichiev, A.A. (2015). *Intehralni ta kompleksni otsinky stanu navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha: monohrafiia. [Integral and complex environmental assessments: a monograph]*. Kharkiv.
6. Moroz, O.A. (2015). Fyzyko-khimichni metody analizu hruntiv. [Physico-chemical methods of soil analysis]. *Studentskyi visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia*, 1, 54-57.
7. Horova, A. (2008). Otsinka toksychnosti hruntiv Chervonohradskoho hirnychopromyslovoho raionu za dopomohoiu rostovoho testu. [Soil toxicity assessment of Chervonohrad mining district with the help of growth test.] *Visnyk Lvivskoho universytetu*, 48, 189-194.

8. Mylenka, M.M. (2009). Bioindykatsiina otsinka ekolohichnoho stanu Burshtynskoi urboekosystemy. [Bio-indication estimation of Burshtyn urban ecosystem]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Dnipropetrovsk.
9. Bubnov, A.H., Buimova, S.A., Hushchyn, A.A., & Yzvekova, T.V. (2007). Byotestovi analiz – intehralnyi metod otsenky kachestva obektov okruzhaiushchei srody. [Biotest analysis is an integral method of assessing the quality of environmental objects]. Ivanovo.
10. Azarova, S.V. (2011). Opyt pryimeneniya metodov byotestyrovaniya dlia otsenky toksychnosti otkhodov hornodobyvaiushchykh predpriyatiy. [Experience in applying biotesting methods to assess waste toxicity of mining enterprises]. In *IX Mezhdunarodnaia byoekhymycheskaia shkola*. p. 36-39.
11. Maznytska, V.O., Trush, V.Ye., Novokhatko, O.V., & Kraskovska, M.A. (2013). Biotestuvannia hirnychoi masy z vidvaliv Malokokhnyvskoho kariery [Biotesting of rock mass from the piles of the Malokokhnyvskiy quarry]. *Naukovi tekhnolohii*, 1, 127-130.
12. Azarova, S.V. (2005). Otkhody predpriyatiy y kompleksnaia otsenka ih opasnosti dlia okruzhaiushchei srody ( na primere ob'ektov respublyky Khakasya). [Waste of enterprises and complex assessment of their danger to the environment (on the example of objects of the Republic of Khakassia)]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Tomsk.
13. Beshlei, Z.M., Beshlei, S.V., Baranov, V.I., & Terek, O.I. (2014). Vykorystannia roslynnykh test-system dlia otsinky toksychnosti tekhnogenno zabrudnykh substrativ. [The use of plant test systems to evaluate the toxicity of technogenically contaminated substrates]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 1, 97-102.
14. Hubachov, O.I. (2010). Osoblyvosti vykorystannia roslyn dlia biotestuvannia hruntiv z metoiu vyznachennia rivnia ekolohichnoi bezpeky promyslovykh terytorii. [Features of using plants for soil biotesting to determine the level of environmental safety of industrial areas]. *Naukovyi visnyk KUEITU*, 164-171.
15. Honhalskiy, K.B. (2004). Pochvennye bezpozvonochnye kak byoindykatori promishlennogo vozdeistviya v lesnykh ekosystemakh tsentra evropeiskoi Rossyy. [Soil invertebrates as bioindicators of industrial impact in forest ecosystems of the center of European Russia]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moskva.
16. Pinchuk, M.O. (2018). Doslidzhennia hruntu. [Soil research]. *Natsionalnyi ekoloho-naturalistychnyi tsentr uchnivskoi molodi*, p. 32.
17. Horova, A.I., Ryzhenko, S.A., & Skvortsova, T.V. (2007). *Metodychni rekomendatsii «Obstezhennia ta raionuvannia terytorii za stupenem vplyvu antropohennykh chynnykiv na stan ob'ektiv dovkillia z vykorystanniam tsytohenetychnykh metodiv»*. [Methodological recommendations "Survey and zoning of the territory by the degree of influence of anthropogenic factors on the state of environmental objects using cytogenetic methods"]. Donetsk.
18. Melekhova, O.P., Ehorova, E.Y., & Evseeva, T.Y. (2007). *Byolohycheskyi kontrol okruzhaiushej srody: byoindykatsiya y byotestyrovanye*. [Biological control of the environment: bioindication and biotesting]. Moskva.
19. Levyk, V.I. (2009). Fermentativna aktyvnist hruntiv tekhnogenykh terytorii Nemyrivskoho rodovyshcha sirky. [Enzymatic activity of soils of the technogenic territories of the Nemyriv sulfur field]. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni H.S. Skovorody*, 11, 131-136.

*The article was received 23.01.2020 and was accepted after revision 02.04.2020*

**Порошенко Сергій Сергійович**

Студент 6-го курсу, ЕКМ-613, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

**Адреса робоча:** 79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35

**e-mail:** ldubzh.lviv@dsns.gov.ua