

НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ НЕСАНКЦІОНОВАНИХ СМІТТЄЗВАЛИЩ НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ: ОЦІНКА ТА ШЛЯХИ МІНІМІЗАЦІЇ

Домусчи Світлана Василівна,
PhD, вчитель фізики

Кулевчанського опорного закладу-ліцею з початковою школою та гімназією
Кулевчанської сільської ради Білгород-Дністровського району Одеської області
ORCID ID: 0000-0003-3375-2682

Тригуб Валентина Іванівна,
кандидат географічних наук,

доцент кафедри географії України, ґрунтознавства і земельного кадастру
Одеського національного університету імені І. І. Мечникова
ORCID ID: 0000-0002-4436-2017

У статті досліджено екологічний вплив несанкціонованих сміттєзвалищ на ґрунтовий покрив, визначено основні забруднювачі та їх вплив на фізико-хімічні та біологічні властивості ґрунту. Несанкціоновані звалища є джерелом значної кількості токсичних речовин (важкі метали, органічні сполуки, мінеральні солі, мікропластик, тощо). Встановлено, що такі забруднювачі змінюють кислотно-лужний баланс ґрунтів, порушують їхню структуру, зменшують біологічну активність та знижують родючість.

Для оцінки стану ґрунту проведено комплексне дослідження, яке включало аналіз рН, вмісту гумусу, іонний склад водної витяжки та біотестування. Зразки ґрунту відібрано у контрольній зоні, на території сміттєзвалища та на прилеглій присадибній ділянці. Виявлено, що рівень рН у зоні впливу сміттєзвалища підвищений, що може зумовлювати зниження доступності мікроелементів та негативно впливати на ріст рослин. Результати біотестування із використанням гороху посівного (*Pisum sativum* L.) показали, що у забруднених ґрунтах значно зменшується відсоток проростання насіння, а також спостерігається уповільнення росту як надземної, так і підземної частини рослин, що вказує на підвищену токсичність ґрунту внаслідок накопичення забруднювачів.

Для мінімізації негативного впливу несанкціонованих сміттєзвалищ запропоновано комплекс заходів. Одним з яких є рекультивація порушених земель, яка передбачає механічне очищення територій, використання методів біоремедіації та фіторемедіації для природного відновлення ґрунтів. Важливим є впровадження систематичного екологічного моніторингу забруднених територій для своєчасного виявлення змін у стані ґрунтів та вжиття необхідних заходів щодо їхньої рекультивації. Запропоновано також заходи щодо покращення поводження з відходами, включаючи впровадження ефективних методів утилізації, роздільного збирання сміття та переробки відходів. Важливим кроком є підвищення рівня екологічної обізнаності населення, що сприятиме зменшенню кількості стихійних звалищ і збереженню ґрунтового покриву. Враховуючи екологічні ризики, необхідно посилити контроль за діяльністю промислових та побутових секторів, які генерують відходи, та забезпечити ефективну систему екологічного менеджменту на рівні громад і регіонів.

Збереження родючості ґрунтів та екологічної рівноваги вимагає комплексного підходу, що включає наукові дослідження, практичні заходи з очищення та відновлення ґрунтів, а також удосконалення законодавчої бази у сфері поводження з відходами. Результати дослідження можуть бути використані для розробки природоохоронних програм та екологічних стратегій щодо запобігання деградації земель і покращення стану довкілля.

Ключові слова: екологічний стан ґрунту, несанкціоновані сміттєзвалища, забруднення ґрунту, біотестування, рекультивація, важкі метали, біоремедіація, рН ґрунту, мінеральні солі, деградація земель.

Domuschy Svitlana, Trigub Valentyna. Environmental impact of unauthorized landfills on soil cover: assessment and mitigation strategies

The article examines the environmental impact of unauthorized landfills on soil cover, identifying key pollutants and their effects on the physicochemical and biological properties of soil. Unauthorized landfills serve as sources of significant amounts of toxic substances, including heavy metals, organic compounds, mineral salts, and microplastics. It has been established that these pollutants alter the soil's acid-base balance, disrupt its structure, reduce biological activity, and decrease fertility.

To assess soil conditions, a comprehensive study was conducted, including pH analysis, humus content evaluation, ionic composition of the aqueous extract, and biotesting. Soil samples were collected from a control area, within the landfill site, and from an adjacent residential plot. The findings indicate that the pH level in the landfill-affected area is elevated, which may lead to reduced micronutrient availability and negatively affect plant growth. Biotesting using garden pea (*Pisum sativum* L.) revealed a significant decrease in seed germination rates and inhibited growth of both aerial and root parts in contaminated soils, indicating increased toxicity due to pollutant accumulation.

A set of measures has been proposed to minimize the negative impact of unauthorized landfills. One key approach is the reclamation of degraded lands, involving mechanical site cleanup and the application of bioremediation and phytoremediation techniques to facilitate natural soil restoration. Systematic environmental monitoring of contaminated areas is essential for timely detection of changes in soil conditions and implementation of appropriate reclamation strategies.

Additional measures to improve waste management practices have been suggested, including the introduction of effective waste disposal methods, separate waste collection, and recycling. Raising public environmental awareness is a crucial step toward reducing the number of illegal dumpsites and preserving soil cover. Given the ecological risks, stricter control over industrial and household waste-generating activities is necessary, along with the development of an efficient environmental management system at the community and regional levels.

The preservation of soil fertility and ecological balance requires a comprehensive approach that integrates scientific research, practical measures for soil remediation and restoration, and improvements to the legislative framework for waste management. The study's findings can be used to develop conservation programs and environmental strategies aimed at preventing land degradation and enhancing environmental conditions.

Key words: soil ecological state, unauthorized landfills, soil contamination, biotesting, reclamation, heavy metals, bioremediation, soil pH, mineral salts, land degradation.

Вступ. Забруднення ґрунтів є однією з ключових екологічних проблем сучасного світу, що впливає на якість життя людей, стан довкілля та перспективи сталого розвитку суспільства. У багатьох країнах, включаючи Україну, питання ефективного поводження з відходами залишається нерозв'язаним через брак належної інфраструктури, низький рівень екологічної культури населення та недосконалість законодавчої бази.

Одним із найнебезпечніших джерел забруднення ґрунту є несанкціоновані сміттєзвалища, що утворюються внаслідок хаотичного скидання відходів у непризначених для цього місцях. Такі звалища містять широкий спектр забруднювачів: органічні відходи, пластик, важкі метали, токсичні хімічні сполуки та інші шкідливі речовини, які поступово проникають у ґрунт, змінюючи його фізико-хімічні характеристики.

Ґрунтовий покрив є життєво важливим компонентом екосистеми, що виконує низку важливих функцій: регулює біогеохімічні цикли, підтримує родючість земель, впливає на якість питної води та атмосферного повітря. Однак його забруднення може мати довготривалі негативні наслідки, включаючи втрату продуктивності ґрунту, деградацію земель та порушення природних біоценозів.

Дослідження впливу несанкціонованих сміттєзвалищ на стан ґрунтів є важливим завданням сучасної екологічної науки, оскільки результати таких досліджень можуть бути використані для розробки ефективних заходів з відновлення забруднених земель та мінімізації негативного впливу відходів на довкілля.

Проблема забруднення ґрунтів несанкціонованими сміттєзвалищами досліджується не лише вітчизняними, а й зарубіжними науковцями. У міжнародній практиці велика увага приділяється оцінці впливу відходів на фізико-хімічні властивості ґрунту, біологічну активність мікроорганізмів, а також методам відновлення деградованих земель.

Al-Khatib et al. [15] вивчали вплив несанкціонованих сміттєзвалищ на навколишнє середовище в країнах, що розвиваються. Вони зазначають, що значна частина токсичних відходів, зокрема важкі метали та органічні сполуки, проникає в ґрунтові води та спричиняє серйозні екологічні ризики.

У дослідженні Smith [18] проаналізовано довготривалий вплив полігонів твердих побутових відходів на родючість ґрунтів. Вчений підкреслює, що накопичення органічних та неорганічних забруднювачів може призводити до змін у структурі ґрунту та зменшення його продуктивності.

Zhang et al. [19] зосередили увагу на впливі пластикових відходів на структуру та водопроникність ґрунтів. Їхні дослідження доводять, що мікропластик може змінювати пористість ґрунту, що впливає на доступність води та поживних речовин для рослин.

Одним із ефективних підходів до відновлення забруднених ґрунтів є біоремедіація та фіторемедіація. Khan et al. [17] досліджували використання рослин для видалення важких металів з ґрунту. Вони встановили, що такі культури, як гірчиця (*Brassica juncea*) та соняшник (*Helianthus annuus*), здатні акумулювати значні концентрації токсичних речовин.

Huang et al. [16] розглядали мікробні методи очищення ґрунтів і наголошували, що використання спеціалізованих бактерій та грибів сприяє розкладу токсичних органічних сполук та прискорює процеси природного відновлення ґрунту.

Отже, аналіз міжнародних досліджень підтверджує, що проблема забруднення ґрунтів несанкціонованими сміттєзвалищами є глобальною. Зарубіжні науковці пропонують ефективні методи оцінки та відновлення деградованих земель, зокрема через біоремедіацію, фіторемедіацію та застосування мікробних технологій. Включення цих підходів у практику екологічного управління дозволить зменшити негативний вплив відходів на навколишнє середовище.

У дослідженні вітчизняного вченого Губарева В. М. [3] приділяється увага екологічній безпеці ґрунтів у зонах впливу відходів. Вчений зазначає, що несанкціоновані звалища є основним джерелом важких металів, які здатні накопичуватися в ґрунті протягом тривалого часу, негативно впливаючи на його властивості.

У роботі Білан О. Ю. [1] висвітлюється проблема сміттєзвалищ в Україні, їх вплив на екологічний стан регіонів та перспективи вирішення цієї проблеми. Автор наголошує, що через відсутність належного контролю кількість несанкціонованих звалищ постійно зростає, що спричиняє значні екологічні ризики.

Методи біотестування забруднених ґрунтів, які дозволяють оцінити їх токсичний вплив на рослинність, детально розглядаються у працях Мельника А. В. [12]. Вчений доводить, що біотестування є ефективним інструментом оцінки екологічного стану ґрунтів, оскільки дозволяє швидко виявляти негативний вплив забруднювачів на ріст і розвиток рослин.

Дослідження Сидоренко Н. М. [14] присвячене оцінці впливу полігонів твердих побутових відходів на фізико-хімічні властивості ґрунтів. Авторка зазначає,

що поблизу полігонів відбувається інтенсивне накопичення нітратів, фосфатів і важких металів, що може призводити до вторинного забруднення ґрунтових вод.

У роботі Ковальчука І. О. [11] аналізується вплив промислових відходів на родючість ґрунтів у зонах техногенного навантаження. Вчений звертає увагу на те, що в умовах тривалого впливу токсичних елементів відбувається поступове зниження біологічної активності ґрунтових мікроорганізмів, що ускладнює природні процеси самоочищення.

Петренко В. Г. [13] досліджує проблеми рекультивації земель після впливу сміттєзвалищ і наголошує на необхідності використання фітореMediaції як одного з екологічно безпечних методів відновлення ґрунтового покриву. Автор наводить результати експериментальних досліджень із застосуванням біоенергетичних культур (верба, міскантус), які сприяють очищенню ґрунту від важких металів.

У більшості досліджень акцент робиться на загальнодержавний рівень проблеми, тоді як питання локального забруднення, наприклад, у сільських населених пунктах, вивчено недостатньо. Це створює необхідність подальшого вивчення впливу несанкціонованих сміттєзвалищ на місцеві екосистеми та розробки ефективних заходів з відновлення забруднених територій.

Метою даної роботи є оцінка впливу несанкціонованих сміттєзвалищ на ґрунтовий покрив села Кулевча Білгород-Дністровського району Одеської області, визначення основних забруднювачів та їхнього впливу на рослинність за допомогою біотестування.

Матеріали та методи. Дослідження проводилося в селі Кулевча Білгород-Дністровського району Одеської області з метою оцінки впливу несанкціонованих сміттєзвалищ на стан ґрунтового покриву. Дослідження включало хімічний аналіз ґрунтових зразків, біотестування із використанням рослинної тест-культури та оцінку екологічного ризику, спричиненого забрудненням.

Для реалізації поставлених завдань були обрані три основні ділянки:

1. Парк ім. С. Л. Пілева (контрольна зона) – територія з природною рослинністю та відсутністю впливу сміттєзвалища. Використовується як еталон для порівняння.

2. Сміттєзвалище – зона накопичення побутових та будівельних відходів, що зазнає значного антропогенного навантаження.

3. Присадибна ділянка (100 м від сміттєзвалища) – територія, що знаходиться у потенційній зоні впливу сміттєзвалища, використовується для вирощування рослин.

Відбір проб та їх підготовка для подальших досліджень здійснювався за загальноприйнятими методиками [10]. Зразки ґрунту були відібрані методом конверту з кожної ділянки на глибину 0–20 см.

Визначення фізико-хімічних властивостей досліджуваних ґрунтових зразків проводилося у лабораторії ПНДЛ-4 Одеського національного університету імені І. І. Мечникова. Аналіз ґрунтових зразків включав визначення наступних показників:

- **Вміст гумусу** визначався за методом Тюріна [4].
- **рН ґрунтового розчину** вимірювався потенціометричним методом у водній витяжці [9].
- **Вміст солей** визначався за допомогою водної витяжки та іонного аналізу [5–8].

Біотестування є важливим методом оцінки екологічного стану ґрунту, оскільки дозволяє визначити його токсичність шляхом аналізу росту та розвитку тест-культури. У даному дослідженні було використано горох посівний (*Pisum sativum* L.) як чутливий біоіндикатор, а визначені показники дозволили оцінити рівень впливу забруднення ґрунту на рослини [2].

Біотестування включало визначення наступних показників:

- **Відсоток проростання насіння (%)**, який показує загальний вплив ґрунту на схожість рослин. Зниження цього показника вказує на токсичність ґрунту.
- **Довжина надземної частини (см)**, яка відображає ріст пагонів. Їхнє скорочення свідчить про несприятливі умови.
- **Довжина кореневої системи (см)** – коріння першими реагують на забруднення. Чим воно коротше, тим сильніший негативний вплив ґрунту.

Дані параметри допомагають оцінити стан ґрунту та його придатність для рослин.

Зазначені визначення оброблялися статистично за допомогою програми Microsoft Excel.

Отримані результати дозволять зробити висновки щодо ступеня забруднення ґрунтів та розробити практичні рекомендації для їх рекультивації.

Результати дослідження. Оцінка фізико-хімічних характеристик ґрунтових зразків дозволила виявити зміни, що відбулися внаслідок впливу несанкціонованого сміттєзвалища.

Реакція ґрунтового середовища (рН) є одним із ключових показників, що визначає його фізико-хімічні властивості, біологічну активність і здатність підтримувати ріст рослин. Від рівня рН залежить доступність мінеральних речовин, активність мікроорганізмів та інтенсивність хімічних реакцій у ґрунті.

В усіх досліджуваних ґрунтових зразках (рис. 1) визначено лужну реакцію середовища (рН > 7). Найвищий рівень (рН=8,15) спостерігався у ґрунті безпосередньо на сміттєзвалищі, що може бути наслідком розкладання органічних відходів, золи, накопичення будівельних матеріалів, які впливають на рН ґрунту. Такий результат відповідає висновкам Сидоренко Н. М. [14], яка зазначає, що у ґрунтах поблизу полігонів твердих побутових відходів відбувається значне підвищення рН, що ускладнює доступність мікроелементів для рослин і порушує біологічну активність ґрунтових мікроорганізмів. Дослідження Zhang et al. [19] також показали, що накопичення пластикових відходів сприяє підвищенню лужності ґрунту, що корелює з нашими результатами.

У ґрунті присадибної ділянки, що розташована на відстані 100 м від сміттєзвалища, рівень рН є найнижчим. У контрольному зразку (паркова зона) рівень рН = 7,57, що відповідає зональним ґрунтам.

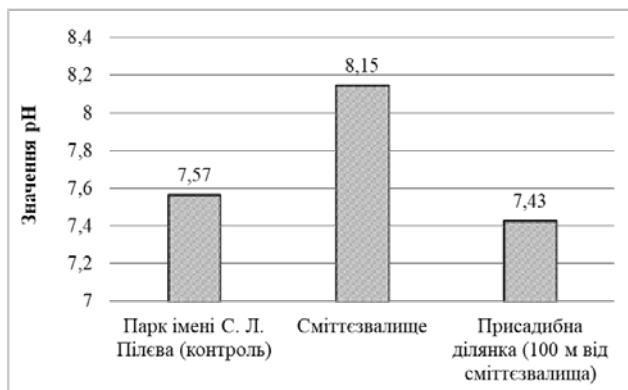


Рис. 1. Реакція середовища досліджуваних ґрунтових зразків

Підвищена лужність ґрунту в зоні сміттєзвалища може призводити до зниження доступності таких важливих мікроелементів, як залізо, марганець, мідь і цинк. Це погіршує живлення рослин і може спричиняти хлороз (жовтіння листя) та уповільнення росту. У ґрунтах із високим рН знижується активність азотфіксуючих бактерій, що може негативно позначитися на рівні родючості. Також у ґрунтах із високою лужністю погіршується структура ґрунтових агрегатів, що може спричинити ущільнення ґрунту та зниження водопроникності.

Гумус є ключовим компонентом ґрунту, що визначає його родючість, водоутримувальну здатність та стійкість до ерозії. Він складається з органічних речовин, які утворюються в результаті розкладання рослинних і тваринних решток під дією мікроорганізмів. Вміст гумусу безпосередньо впливає на продуктивність ґрунту, мікробіологічні процеси та загальну екологічну стійкість земель.

Найвищий рівень гумусу (6,53%) у досліджуваних ґрунтових зразках (рис. 2) зафіксовано на сміттєзвалищі, що свідчить про інтенсивне накопичення органічних залишків із відходів, включаючи харчові продукти, рослинні рештки, папір тощо. Подібні тенденції описані у роботі Губарева В. М. [3], де наголошується, що вміст гумусу у забруднених ґрунтах може тимчасово збільшуватися через накопичення органічних відходів,

але в подальшому спостерігається його деградація через токсичний вплив важких металів та порушення мікробіологічних процесів.

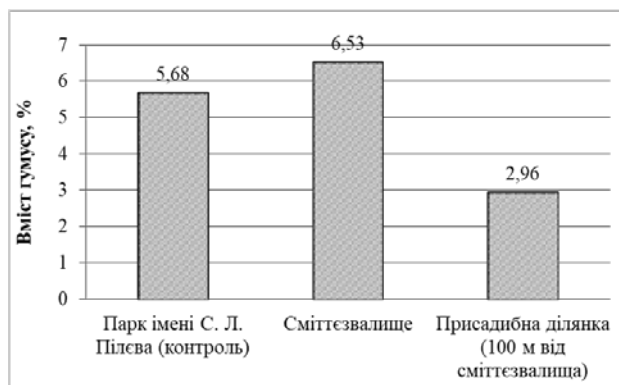


Рис. 2. Вміст гумусу у досліджуваних ґрунтових зразках

У контрольному зразку (паркова зона) вміст гумусу становив 5,68%, що свідчить про стабільний процес гуміфікації, підтриманий природним кругообігом органічних речовин (листя, трава, коріння дерев).

Найнижчий вміст гумусу (2,96%) зафіксовано у присадибній ділянці, що може бути наслідком інтенсивного використання ґрунту без належного поповнення органічної маси (наприклад, через недостатнє внесення органічних добрив або надмірну експлуатацію).

Вміст солей у ґрунті є важливим показником його хімічного складу, що впливає на його родючість, водний режим і загальний екологічний стан.

У досліджуваних ґрунтах (табл. 1) найвищий рівень аніонів (HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}) було зафіксовано на сміттєзвалищі, що свідчить про накопичення токсичних солей через розкладання відходів (табл. 1).

Серед катіонів найвищий рівень кальцію ($\text{Ca}^{2+} = 0,68$ ммоль/100 г) та натрію ($\text{Na}^+ = 0,15$ ммоль/100 г) також спостерігався на сміттєзвалищі, що пов'язано з будівельними та побутовими відходами. У присадибній ділянці зафіксовано найменшу концентрацію аніонів і катіонів, що вказує на слабший вплив забруднень від сміттєзвалища.

Таблиця 1

Іонний склад водної витяжки ґрунтових зразків с. Кулевча

Місце відбору зразка	HCO_3^-		Cl^-		SO_4^{2-}		Ca^{2+}		Mg^{2+}		Na^+		K^+		Сума солей, %
	ммоль/100 г ґрунту	%	ммоль/100 г ґрунту	%	ммоль/100 г ґрунту	%	ммоль/100 г ґрунту	%	ммоль/100 г ґрунту	%	ммоль/100 г ґрунту	%	ммоль/100 г ґрунту	%	
Парк імені С. Л. Пілева (контроль)	0,43	0,026	0,18	0,006	1,04	0,050	0,52	0,010	0,28	0,003	0,15	0,003	0,70	0,027	0,125
Сміттєзвалище	0,53	0,032	0,32	0,011	1,30	0,062	0,68	0,014	0,32	0,004	0,15	0,003	1,0	0,039	0,165
Присадибна ділянка (100 м від сміттєзвалища)	0,37	0,023	0,14	0,005	0,44	0,021	0,20	0,004	0,12	0,001	0,21	0,005	0,42	0,016	0,075

Результати біотестування досліджуваних ґрунтових зразків

№	Місце відбору зразка	Відсоток проростання насіння, %	Довжина наземної частини паростків, см	Довжина підземної частини паростків, см
1	Парк імені С. Л. Пілева (контроль)	77	4,2	4,05
2	Сміттєзвалище	57	3,42	3,38
3	Присадибна ділянка (100 м від сміттєзвалища)	70	4,14	4,02

Отримані результати дослідження іонного складу збігаються з дослідженнями Ковальчука І. О. [11], який визначив, що в зонах техногенного навантаження часто фіксується підвищений вміст солей через накопичення промислових та будівельних відходів. Водночас у контрольному зразку концентрації цих елементів були значно нижчими, що підтверджує локальний вплив сміттєзвалища.

Для оцінки впливу забруднення на біологічну активність ґрунту було проведено біотестування з використанням насіння гороху, яке є чутливим до токсичних речовин.

Результати біотестування (табл. 2) показали, що найкращі показники проростання насіння гороху та довжини паростків були у контрольному ґрунті (парк ім. С. Л. Пілева), де проросло 77% насіння, а довжина паростків досягала 4,2 см. На сміттєзвалищі проростання було найнижчим (57%), а довжина паростків зменшилася до 3,42 см, що свідчить про токсичний вплив забруднень.

Загалом, результати підтверджують, що несанкціоновані сміттєзвалища погіршують екологічний стан ґрунтів, негативно впливаючи на ріст і розвиток рослин (табл. 2).

Результати проведеного біотестування узгоджуються з дослідженнями Мельника А. В. [12], який довів, що токсичний вплив важких металів і мікропластику спричиняє пригнічення росту рослин. Подібні результати отримали Khan et al. [17], які виявили, що важкі метали, такі як свинець і кадмій, значно знижують схожість рослин та викликають пригнічення росту кореневої системи.

Таким чином, проведене дослідження засвідчило, що навіть невелике сміттєзвалище, яке утворилося лише 8 років назад значною мірою впливає на екологічний стан ґрунтового покриву. Особливо це помітно при проведенні біотестування.

Для мінімізації негативного впливу несанкціонованих сміттєзвалищ на навколишнє середовище науковці пропонують впроваджувати сучасні технології екологічного моніторингу, рекультивації земель, ефективного поводження з відходами та підвищення екологічної обізнаності населення.

Систематичний моніторинг стану ґрунтів і водних ресурсів можливий завдяки супутниковому зондуванню, встановленню сенсорних датчиків для контролю рівня забруднення та використанню дронів з мультиспектральними камерами для оперативного виявлення проблемних ділянок [16].

Для очищення забруднених територій ефективними методами є біоремедіація та фіторемедіація, що передбачають використання спеціалізованих бактерій, грибів

та рослин, таких як гірчиця (*Brassica juncea*) і верба (*Salix* spp.), які здатні накопичувати важкі метали й токсичні речовини, сприяючи природному відновленню ґрунтів [17].

Хімічні методи, зокрема інкапсуляція важких металів за допомогою фосфатних сполук і промивка ґрунту біорозкладними хелатуючими агентами, також широко застосовуються для локалізації та нейтралізації забруднень [18].

Важливу роль у зменшенні навантаження на сміттєзвалища відіграє комплексна переробка відходів, включаючи механіко-біологічне оброблення (МБТ), що дає змогу розділяти відходи на органічну фракцію для компостування та неорганічні матеріали для вторинної переробки, а також піроліз і газифікація, які дозволяють отримувати синтетичне паливо та електроенергію [15].

Впровадження принципів циркулярної економіки та концепції «Zero Waste» сприяє скороченню кількості відходів шляхом їх багаторазового використання, розширенню програм роздільного збору сміття та запровадженню екологічно безпечних упаковок [19].

Додатково важливими є заходи підвищення екологічної свідомості населення через просвітницькі кампанії та інтеграцію екологічної освіти в навчальні програми, що сприятиме зміні споживчої культури та відповідальному поводженню з відходами.

Посилення державного контролю, запровадження жорсткіших штрафів та відповідальності за несанкціоноване створення сміттєзвалищ є необхідним кроком для запобігання подальшій деградації земель [18].

Комплексний підхід, що об'єднує сучасні технології, ефективне законодавство та активну участь громадян у збереженні довкілля, є ключем до мінімізації екологічних ризиків, пов'язаних із несанкціонованими сміттєзвалищами, та забезпечення сталого розвитку природних екосистем.

Висновки. Проведене дослідження підтвердило, що несанкціоновані сміттєзвалища чинять суттєвий негативний вплив на стан ґрунтового покриву. Виявлено значні зміни фізико-хімічних властивостей ґрунту, зокрема підвищення рівня рН до лужних значень. Зафіксовано також накопичення токсичних солей (аніонів та катіонів), що свідчить про інтенсивний вплив продуктів розкладу відходів на хімічний склад ґрунту.

Біотестування за допомогою *Pisum sativum* L. виявило зниження відсотка проростання насіння, уповільнення росту надземної та кореневої частин у забруднених ґрунтах, що свідчить про наявність токсичних речовин, які суттєво впливають на життєдіяльність рослин та підтверджує непридатність таких ґрунтів для

сільськогосподарського використання без проведення заходів із рекультивції.

З метою мінімізації негативного впливу несанкціонованих сміттєзвалищ на ґрунтовий покрив доцільним є впровадження комплексу заходів, включаючи механічне очищення територій, біоремедіацію, фіторемердіацію, систематичний екологічний моніторинг забруднених ділянок, а також удосконалення системи управління відходами на рівні громад. Важливим

напрямом є підвищення екологічної обізнаності населення щодо наслідків несанкціонованого захоронення відходів і необхідності дотримання принципів сталого природокористування.

Отримані результати можуть бути використані для розробки програм з охорони ґрунтів, планування рекультивацийних робіт і формування екологічної політики щодо запобігання деградації земель, збереження екосистем і покращення якості довкілля.

Література:

1. Білан О. Ю. Вплив несанкціонованих сміттєзвалищ на екологічний стан регіонів України. *Наукові записки екологічної безпеки*. 2019. Т. 3, № 1. С. 112–120.
2. Горова А. І. Біотестування ґрунтів для оцінки їх токсичності. Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів. Київ: НУБіП України, 2012. С. 35–40.
3. Губарев В. М. Екологічна безпека ґрунтів у зонах впливу відходів. *Екологічні проблеми України*. 2020. № 2(45). С. 55–62.
4. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. Чинний від 2005-07-01. К. Держспоживстандарт України, 2005. 14 с.
5. ДСТУ 7908:2015. Якість ґрунту. Визначення хлорид-іона у водній витяжці. Чинний від 2016-07-01. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 10 с.
6. ДСТУ 7909:2015. Якість ґрунту. Визначення сульфат-іона у водній витяжці. Чинний від 2016-07-01. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 7 с.
7. ДСТУ 7944:2015. Якість ґрунту. Визначення іонів натрію і калію у водній витяжці. Чинний від 2016-09-01. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 6 с.
8. ДСТУ 7945:2015. Якість ґрунту. Визначення іонів кальцію і магнію у водній витяжці. Чинний від 2016-09-01. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 7 с.
9. ДСТУ 8346:2015. Якість ґрунту. Методи визначення питомої електропровідності, рН і щільного залишку водної витяжки. Чинний від 2017-07-01. Київ: УкрНДНЦ, 2017. 6 с.
10. ДСТУ ISO 10381-1:2004. Якість ґрунту. Відбір проб. Частина 1. Настанови щодо проектування програм відбору проб. Чинний від 2004-12-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 16 с.
11. Ковальчук І. О. Вплив промислових відходів на родючість ґрунтів у зонах техногенного навантаження. *Вісник екології та природокористування*. 2018. № 5(19). С. 66–72.
12. Мельник А. В. Біотестування як метод оцінки токсичності забруднених ґрунтів. *Актуальні проблеми ґрунтознавства та екології*. 2021. № 1(23). С. 78–85.
13. Петренко В. Г. Фіторемердіація як метод рекультивациї ґрунтів після впливу сміттєзвалищ. *Науковий вісник екології та агробіології*. 2022. Т. 2, № 3. С. 45–53.
14. Сидоренко Н. М. Вплив полігонів твердих побутових відходів на фізико-хімічні властивості ґрунтів. *Екологічний вісник України*. 2020. № 4(37). С. 91–98.
15. Al-Khatib I. A., Monou M., Zahra A. S., Shaheen H. Q., Kassinos D. Impact of municipal solid waste landfills on soil and groundwater pollution: a review. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2019. Vol. 191, No. 11. P. 1–15.
16. Huang L., Tang F., Zhou Q., Zhang Z., Yan Y. Microbial remediation of contaminated soils: principles and applications. *Journal of Environmental Sciences*. 2021. Vol. 101. P. 10–22.
17. Khan S., Rehman S., Khan A. Z., Khan M. A., Tahir Shah M. Phytoremediation potential of plants for heavy metals. *Environmental Science and Pollution Research*. 2020. Vol. 27. P. 13655–13675.
18. Smith S. R. Long-term effects of municipal solid waste landfills on soil properties. *Waste Management*. 2018. Vol. 80. P. 207–219.
19. Zhang D., Luo W., Cheng Y., He Y., Zhang G. Effects of plastic waste on the soil environment: a review. *Environmental Science and Pollution Research*. 2017. Vol. 24, No. 34. P. 27378–27388.

References:

1. Bilan, O. Yu. (2019). Vplyv nesanktsionovanykh smittiezvalyshch na ekolohichniy stan rehioniv Ukrainy [The impact of unauthorized landfills on the ecological state of Ukraine's regions]. *Naukovi zapysky ekolohichnoi bezpeky*, 3(1), 112–120 [in Ukrainian].
2. Horova, A. I. (2012). *Biotestuvannia gruntiv dlia otsinky yikh toksychnosti. In Okhrona navkolyshnoho seredovyshcha ta ratsionalne vykorystannia pryrodnykh resursiv* [Biotesting of soils to assess their toxicity. Environmental protection and rational use of natural resources] (pp. 35–40). Kyiv: NUBiP Ukrainy [in Ukrainian].
3. Hubarev, V. M. (2020). Ekolohichna bezpeka gruntiv u zonakh vplyvu vidkhodiv [Environmental safety of soils in waste-affected areas]. *Ekolohichni problemy Ukrainy*, (2)45, 55–62 [in Ukrainian].
4. DSTU 4289:2004. (2005). Yakist grunt. Metody vyznachannia orhanichnoi rehovyny [Soil quality. Methods for determining organic matter content]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
5. DSTU 7908:2015. (2016). Yakist grunt. Vyznachennia khlorid-ionu u vodnii vytyazhtsi [Soil quality. Determination of chloride ion in aqueous extract]. Kyiv: UkrNDNC [in Ukrainian].

6. DSTU 7909:2015. (2016). Yakist gruntu. Vyznachennia sulfat-iona u vodnii vytyazhtsi [Soil quality. Determination of sulfate ion in aqueous extract]. Kyiv: UkrNDNC [in Ukrainian].
7. DSTU 7944:2015. (2016). Yakist gruntu. Vyznachennia ioniv natriiu i kaliu u vodnii vytyazhtsi [Soil quality. Determination of sodium and potassium ions in aqueous extract]. Kyiv: UkrNDNC [in Ukrainian].
8. DSTU 7945:2015. (2016). Yakist gruntu. Vyznachennia ioniv kaltsiiu i mahniuu u vodnii vytyazhtsi [Soil quality. Determination of calcium and magnesium ions in aqueous extract]. Kyiv: UkrNDNC [in Ukrainian].
9. DSTU 8346:2015. (2017). Yakist gruntu. Metody vyznachennia pytomoï elektroprovodnosti, pH i shchilnoho zalushku vodnoi vytyazhky [Soil quality. Methods for determining electrical conductivity, pH, and total dissolved solids in aqueous extract]. Kyiv: UkrNDNC [in Ukrainian].
10. DSTU ISO 10381-1:2004. (2004). Yakist gruntu. Vidbir prob. Chastyna 1: Nastanovy shchodo proektuvannia prohram vidboru prob [Soil quality. Sampling. Part 1: Guidelines for the design of sampling programs]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
11. Kovalchuk, I. O. (2018). Vplyv promyslovykh vidkhodiv na rodyuchist gruntiv u zonakh tekhnogennoho navantazhennia [Impact of industrial waste on soil fertility in areas of technogenic pressure]. *Visnyk ekolohii ta pryrodokorystuvannia*, (5)19, 66–72 [in Ukrainian].
12. Melnyk, A. V. (2021). Biotestuvannia yak metod otsinky toksychnosti zabrudnennykh gruntiv [Biotesting as a method of assessing the toxicity of contaminated soils]. *Aktualni problemy gruntознавства ta ekolohii*, 1(23), 78–85 [in Ukrainian].
13. Petrenko, V. H. (2022). Fitohemidiatsiia yak metod rekultyvatsii gruntiv pislia vplyvu smittiezvalyshch [Phytoremediation as a method of soil reclamation after landfill exposure]. *Naukovyi visnyk ekolohii ta ahrobiolohii*, 2(3), 45–53 [in Ukrainian].
14. Sydorenko, N. M. (2020). Vplyv polihoniv tverdykh pobutovykh vidkhodiv na fizyko-khimichni vlastyvoli gruntiv [Impact of solid waste landfills on the physicochemical properties of soils]. *Ekolohichniy visnyk Ukrainy*, 4(37), 91–98 [in Ukrainian].
15. Al-Khatib, I. A., Monou, M., Zahra, A. S., Shaheen, H. Q., & Kassinos, D. (2019). Impact of municipal solid waste landfills on soil and groundwater pollution: A review. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(11), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7827-8>.
16. Huang, L., Tang, F., Zhou, Q., Zhang, Z., & Yan, Y. (2021). Microbial remediation of contaminated soils: Principles and applications. *Journal of Environmental Sciences*, 101, 10–22. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2020.07.019>.
17. Khan, S., Rehman, S., Khan, A. Z., Khan, M. A., & Shah, M. T. (2020). Phytoremediation potential of plants for heavy metals: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 13655–13675. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07958-7>.
18. Smith, S. R. (2018). Long-term effects of municipal solid waste landfills on soil properties. *Waste Management*, 80, 207–219. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.09.002>.
19. Zhang, D., Luo, W., Cheng, Y., He, Y., & Zhang, G. (2017). Effects of plastic waste on the soil environment: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(34), 27378–27388. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-1163-9>.