

# Регіональні особливості деградації ґрунтів в Україні: екологічні виклики та шляхи їх подолання

Оксана В. Браславська , Томас А. Рожі , Олег М. Грицик 

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, вул. Садова, 2, 20300, м. Умань, Україна

## Анотація

Стаття присвячена дослідженню процесів деградації ґрунтів в Україні, зокрема дегуміфікації чорноземів, ерозії, засолення та агровиснаження, які становлять загрозу для родючості та аграрного потенціалу країни. Аналізується вплив антропогенних факторів на структурно-агрегатний склад і вміст гумусу в ґрунтах центральних і південних регіонів. Проблема деградації ґрунтів є однією з ключових екологічних загроз для України, оскільки чорноземи, що формують основу сільськогосподарського виробництва, зазнають інтенсивного виснаження через нерациональне землекористування. Зменшення вмісту гумусу, ерозійні процеси та забруднення важкими металами обмежують продуктивність земель і вимагають розробки ефективних стратегій збереження ґрунтових ресурсів. Метою роботи є дослідження регіональних особливостей деградаційних процесів у чорноземах України, оцінка змін їх структурно-агрегатного складу, водостійкості та вмісту гумусу залежно від типу землекористування, а також розробка рекомендацій для уповільнення деградації та відновлення родючості. Дослідження проводилися в степовій і лісостеповій зонах України на цілинних, орних і ґрунтах під лісосмугами. Використано метод ґрунтових ключів для генетико-географічного аналізу та метод ґрунтового-режимних спостережень для моніторингу вологості, температури й хімічного складу. Встановлено, що інтенсивне сільськогосподарське використання чорноземів призводить до зниження коефіцієнта структурності з 9,3 до 3,1, зменшення частки агрономічно цінних агрегатів до 75% і водостійкості до 0,55, що підвищує вразливість ґрунтів до ерозії. Виведення ґрунтів з процесу сільськогосподарського використання сприяє відновленню структури, підвищенню водостійкості до 0,86 і вмісту гумусу до 9,22% у верхньому шарі. Розвиток чорноземних ґрунтів під лісосмугами сприяє зростанню частки дрібнодисперсних частинок, а коефіцієнт структурності знижується до 2,8, що вказує на погіршення стабільності. Ерозія, засолення та агровиснаження залишаються ключовими факторами деградації. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вивчення довгострокового впливу лісосмуг на ґрунтову структуру, розробку адаптованих ґрунтозахисних технологій і контурно-меліоративного землевпорядкування. Необхідно також удосконалити методи моніторингу деградаційних процесів для прогнозування змін і розробки стратегій сталого землекористування.

## Ключові слова

деградація ґрунтів, регіони України, екологія, технологічне навантаження, ерозія ґрунтів.

Надійшла до редакції: 19 березня 2025 / Прийнята: 29 грудня 2025 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2025

## Regional Features of Soil Degradation in Ukraine: Environmental Challenges and Ways to Overcome Them

Oksana V. Braslavska, Tomas A. Rozhi, Oleh M. Hrytsyk

*Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Sadova str. 2, 20300, Uman, Ukraine*

## Abstract

The article is devoted to the study of soil degradation processes in Ukraine, in particular the dehumification of chernozems, erosion, salinization, and agro-depletion, which pose a threat to the fertility and agrarian potential of the country. The impact of anthropogenic factors on the structural and aggregate composition and humus content in the soils of the central and southern regions is analyzed. The problem of soil degradation is one of the key environmental threats for Ukraine, as chernozems, which form the basis of agricultural production, are undergoing intensive depletion due to irrational land use. The reduction in humus content, erosion processes, and pollution with heavy metals limit land productivity and require the development of effective strategies for the preservation of soil resources. The aim of the work is to study the regional characteristics of degradation processes in Ukrainian chernozems, assess changes in their structural and aggregate composition, water stability, and humus content depending on the type of land use, as well as develop recommendations to slow down degradation and restore fertility. The research was conducted in the steppe and forest-steppe zones of Ukraine on virgin soils, arable lands, and soils under shelterbelts. The soil key method was used for genetic and geographical analysis, and the soil regime observation method was applied to monitor moisture, temperature, and chemical composition. It was found that intensive agricultural use of chernozems leads to a decrease in the structural coefficient from 9.3 to 3.1, a reduction in the share of agronomically valuable aggregates to 75%, and a decline in water stability to 0.55, which increases the vulnerability of soils to erosion. Removing soils from agricultural use contributes to the restoration of structure, an increase in water stability to 0.86, and a rise in humus content to 9.22% in the upper layer. The development of chernozem soils under shelterbelts promotes an increase in the proportion of fine particles, while the structural coefficient decreases to 2.8, indicating a deterioration in stability. Erosion, salinization, and agro-depletion remain key factors of degradation. Further research should focus on studying the long-term impact of shelterbelts on soil structure, developing adapted soil protection technologies, and implementing contour-meliorative land management. It is also necessary to improve methods for monitoring degradation processes to forecast changes and develop strategies for sustainable land use.

## Keywords

soil degradation, regions of Ukraine, ecology, technological load, soil erosion.

Received: March 19, 2025 / Accepted: December 29, 2025 / Published online: December 30, 2025

## 1. Вступ

Один із найважливіших глобальних аспектів деградації ґрунтів, що становить значну екологічну загрозу для України, є процес дегуміфікації, оскільки рівень вмісту гумусу виступає інтегральним показником родючості ґрунту та відображає його еколого-генетичний стан. Особливу увагу слід приділити дегуміфікації чорноземів, які є еталоном найвищої якості ґрунтів і формують основу аграрного потенціалу країни. Крім дегуміфікації, серед актуальних проблем деградації ґрунтів України слід виділити фізичну деградацію, спричинену ущільненням ґрунту внаслідок інтенсивного механічного обробітку, що призводить до погіршення водно-повітряного режиму і порушення розвитку ґрунтової біоти. Значну небезпеку становить також ерозія, яка має особливо катастрофічний характер у степовій і лісостеповій зонах, де через змивання родючого шару втрачаються основні елементи живлення рослин. Поряд із цим зростає проблема засолення ґрунтів, особливо на півдні України, через нераціональне зрошення і використання вод з підвищеним вмістом солей, що змінює хімічний склад ґрунтового поглинаючого комплексу. Водночас слід згадати й про проблему забруднення ґрунтів важкими металами, агрохімікатами та промисловими викидами, що погіршує їх екологічний стан і обмежує можливості агровиробництва (Мазур, 2008). Найінтенсивніше зменшення вмісту гумусу спостерігається в перші 40-60 років після залучення чорноземів у господарський обіг, після чого настає період стабілізації та потенційного накопичення органічних речовин у ґрунтовому профілі. Тривалість цих періодів є різною залежно від природно-кліматичних зон. Крім того, наукові дослідження підтверджують нерівномірність темпів дегуміфікаційних процесів у межах степової зони, що своєю чергою призводить до вирівнювання диференціації ґрунтового покриву за рівнем гумусного вмісту (Врук et al., 2012).

Зміни вмісту гумусу не лише впливають на кількісні характеристики чорноземів, але й призводять до трансформації їх якісних показників, що має неоднозначний характер. Так, відповідно до досліджень (Балюк та ін., 2021), у звичайних чорноземах спостерігається зменшення вмісту гумінових кислот у перші десятиліття після початку сільськогосподарського використання (зокрема, через 27 років після розорювання), однак надалі (на проміжках 60 та 120 років) простежується тенденція до їх накопичення. При цьому тривалість використання чорноземів у сільському господарстві суттєво не впливає на відносний вміст фульвокислот. Дослідження (Ковальов та ін., 2023а), які стосуються типових чорноземів, свідчать про підвищення відносного вмісту гумінових кислот на розораних ділянках порівняно з 16-річним перелогом, а також про зменшення кількості нерозчинного залишку. Водночас за даними (Кирилюк та ін., 2024, Ткаченко та ін., 2024), склад гумусу чорнозему південного на 45-річному перелозі характеризується підвищеним відносним вмістом гумінових кислот і фульвокислот у порівнянні

з орними землями, тоді як рівень нерозчинного залишку є нижчим. Відмінності у складі гумусу простежуються і для типових чорноземів, що вказує на складний та багатofакторний характер цих змін.

Моніторинг рівня гумусу в ґрунтах свідчить про його поступове зменшення в останні десятиліття. В середньому втрати гумусу становлять 0,35%, а в окремих регіонах цей показник коливається в межах від 0,1 до 0,7%. Порівняльний аналіз із дослідженнями (White et al., 2022), демонструє, що за останні сто років у поверхневому горизонті південних чорноземів вміст гумусу зменшився на 25-40%, що свідчить про довготривалість та незворотність цього процесу без належних заходів відновлення. У зв'язку з цим особливо актуальним є визначення сучасних зональних і локальних особливостей якісного складу гумусу в умовах дегуміфікації, оскільки ці характеристики впливають на фізичні властивості чорноземів і визначають їх здатність протистояти несприятливим екологічним факторам. Впровадження комплексних заходів щодо раціонального використання чорноземів, зокрема застосування технологій ґрунтозахисного землеробства, оптимізації органічного живлення та збільшення внесення органічних добрив, може сприяти уповільненню деградаційних процесів та підвищенню стійкості ґрунтів до антропогенних навантажень.

## 2. Матеріали та методи

Одним із ключових підходів до вивчення регіональних особливостей деградації ґрунтів в Україні, що дозволяє ефективно оцінювати екологічні виклики та розробляти стратегії їх подолання, є застосування спеціалізованих методів ґрунтового аналізу, які базуються на детальних польових та лабораторних дослідженнях (Makedon et al., 2024). Одним із таких методів є метод ґрунтових ключів, який передбачає комплексний генетико-географічний аналіз репрезентативних ділянок-ключів, що є типовими для певного регіону або зони. Отримані результати екстраполюються на більші території зі схожими умовами ґрунтового покриву, що дозволяє оптимізувати дослідження, зменшити витрати ресурсів і забезпечити ефективний аналіз просторового поширення процесів деградації ґрунтів. Цей метод є особливо цінним у регіональному контексті, оскільки дозволяє виявляти закономірності змін у різних природних зонах та адаптувати заходи щодо відновлення родючості ґрунтів. Крім цього, своє значення для моніторингу ґрунтових змін має метод ґрунтового-режимних спостережень, що забезпечує систематичний контроль за динамікою ґрунтоутворювальних процесів упродовж певного періоду часу. Він базується на регулярному вимірюванні таких параметрів, як вологість, температура, вміст мінеральних елементів, гумусу, азоту та інших речовин, які визначають якісний і кількісний склад ґрунтового середовища. Це дозволяє оцінювати рівень деградації ґрунтів у реальному часі та формувати прогнози щодо їх подальшої еволюції. Важливим аспектом цього методу

є його застосування у біосферному моніторингу, що сприяє розробці науково обґрунтованих стратегій для збереження та відновлення ґрунтових ресурсів. Для проведення досліджень обрано території центральних і південних регіонів України, зокрема степову та лісостепову зони, де прояви деградаційних процесів є найбільш інтенсивними.

Об'єктами дослідження виступали ґрунти різного типу використання: цілинні, орні ґрунти, а також ґрунти під лісосмугами. Зокрема, дослідження виконувалися у межах лісостепової зони Полтавської та Черкаської областей (регіони з типовими чорноземами середньосуглинковими), а також у степовій зоні Кіровоградської та Дніпропетровської областей (регіони з чорноземами звичайними та південними). Вибір цих ділянок зумовлений високою інтенсивністю прояву деградаційних процесів, різними типами землекористування (цілина, орні землі, ґрунти під лісосмугами) та репрезентативністю для оцінки регіональних особливостей деградації чорноземів центральних і південних регіонів України.

Контрольні ділянки для польових досліджень були розміщені у межах Лісостепової зони (Полтавська й Черкаська області) та Степової зони (Кіровоградська й Дніпропетровська області). Дослідження проводилися у 2021–2023 роках із сезонною періодичністю (весна, літо, осінь) для відображення динаміки ґрунтових характеристик упродовж вегетаційного періоду. Такий підхід дозволив здійснити порівняльну оцінку структурно-агрегатного складу, водостійкості та вмісту гумусу залежно від типу землекористування й кліматичних умов, а також простежити темпи прояву деградаційних процесів упродовж зазначеного трирічного періоду.

### 3. Результати

Одним із ключових екологічних викликів, що супроводжують деградацію ґрунтів в Україні, є технологічна (експлуатаційна) деградація, яка виникає внаслідок надмірного техногенного навантаження на земельні ресурси. Цей тип деградації проявляється у поступовому руйнуванні ґрунтового покриву, погіршенні його фізико-хімічних характеристик та втраті агрономічних властивостей, що, зрештою, знижує природну родючість і господарську цінність земель. Надмірне використання техніки, застосування інтенсивних методів обробітки ґрунту без урахування його природного потенціалу, а також неконтрольовані будівельні роботи призводять до значного виснаження земельних ресурсів та ускладнюють їх подальше використання в аграрному секторі (Metelenko et al., 2019).

До окремої категорії деградованих земель відносять території, що зазнали механічного порушення внаслідок будівельних робіт, видобутку корисних копалин або прокладання транспортних і промислових комунікацій. Такі ділянки зазвичай характеризуються повним або частковим руйнуванням гумусового горизонту, що

унеможлиблює їх ефективне використання без проведення відповідних відновлювальних заходів, спрямованих на відтворення родючості (Македон та Маковецька, 2023).

У межах Полтавської області деградація ґрунтів проявляється переважно у вигляді зниження вмісту гумусу в типових чорноземах середньосуглинкових, розвитку водної ерозії на хвилястих рівнинах та яружно-балкових формах рельєфу. Найбільш ерозійно небезпечними є Кременчуцький, Полтавський і Миргородський райони, де інтенсивне сільськогосподарське використання поєднується з високою розораністю (понад 80 %).

Черкаська область характеризується активним проявом площинного змиву та утворенням ярів на лесових відкладах, особливо у Звенигородському та Уманському районах. Типові та опідзолені чорноземи втрачають структуру внаслідок ущільнення, знижується водопроникність, спостерігається поступове зменшення кількості агрономічно цінних агрегатів. У Кіровоградській області домінують звичайні чорноземи, що піддаються значному техногенному навантаженню, зокрема через вирощування технічних культур на великих масивах. Вітрова ерозія посилюється у Новоукраїнському та Гайворонському районах, де зменшення площі лісосмуг призводить до дефляційних процесів. Вторинне осолонцювання та засолення спостерігаються на зрошуваних землях у долинах річок Інгулець та Синюха.

Дніпропетровська область вирізняється значним поширенням ерозійно небезпечних схилів у межах Придніпровської височини та Приазовської рівнини. Звичайні та південні чорноземи зазнають дегуміфікації та дефляції, особливо у Криворізькому та Павлоградському районах. Осушувальні меліорації минулих років на півдні області спричинили осолонцювання й локальне заболочування.

У Миколаївській області південні чорноземи та темно-каштанові ґрунти деградують внаслідок вітрової ерозії, особливо у Веселинівському та Вознесенському районах. На зрошуваних площах Баштанського району спостерігається вторинне засолення та формування солончакуватих комплексів (SuperAgronom, б.д.).

На рис. 1. наведено супутникові знімки, отримані за даними Sentinel-2 ((роздільна здатність 10 м). Зміни у спектральних характеристиках зображень вказують на наявність процесів деградації ґрунтового покриву, зокрема скорочення площ із щільним рослинним покривом, поява оголених ґрунтових поверхонь, ерозійних змитих ділянок та плям із підвищеним відбиттям світла, характерних для еродованих і деградованих територій. Візуалізація виконана з використанням комбінації каналів NIR/Red/Green, що дозволяє виявляти зони зниженого біопродуктивного покриву та підвищеної деградації ґрунтів у межах досліджуваних регіонів.

Серед основних форм деградації ґрунтів, що мають критичне значення для України, слід виокремити ерозію, яка є одним із найпоширеніших процесів деградації. Водна ерозія відбувається внаслідок впливу поверхневого стоку, який спричиняє вимивання родючого шару ґрунту



**Рис. 1.** Приклад відображення просторових змін ґрунтового покрову (Кіровоградська область, Новоукраїнський район. Фермерське господарство «Вікторія-Агро») за супутниковими даними Sentinel-2 (Copernicus Open..., б.д)

**Fig. 1.** Example of Spatial Representation of Soil Cover Changes (Kirovohrad Region, Novoukrainka District, “Viktoria-Agro” Farming Enterprise) Based on Sentinel 2 Satellite Data (Copernicus Open..., n.d.)

та формування лінійних ерозійних форм, таких як промоїни та яри.

Водночас вітрова ерозія розвивається через дію сильних вітрових потоків, що транспортують частинки ґрунту, спричиняючи його втрати та погіршення агрономічних властивостей. Найбільш уразливими до цих процесів є степові регіони України, де ерозія є основним фактором зниження продуктивності земель (Baliuk et. al., 2024).

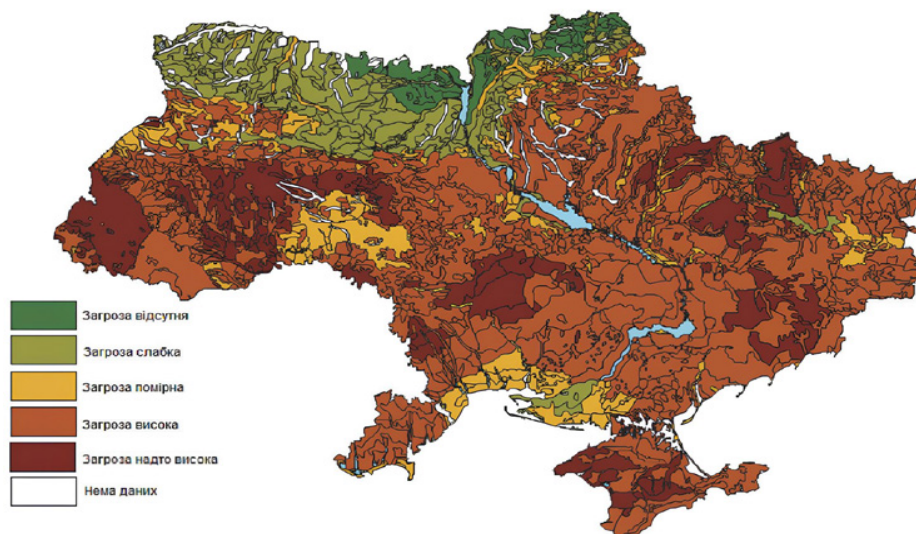
Ще одним небезпечним проявом деградаційних процесів є засолення ґрунтів, яке виникає через надмірне накопичення водорозчинних солей у ґрунтовому профілі. Цей процес є особливо актуальним для зрошуваних земель південних регіонів України, де використання поливної води з високим вмістом солей призводить до змін у катіонно-аніонному складі ґрунтового розчину. Засолення змінює фізико-хімічні властивості ґрунту, негативно впливаючи на ріст рослин та продуктивність земель.

Окремим випадком є осолонцювання, яке супроводжується накопиченням натрієвих та магнієвих катіонів, що порушує структуру ґрунтового поглинаючого комплексу та призводить до зниження

його водопроникності (Македон та Маковецька, 2023).

Не менш важливим фактором, що спричиняє погіршення якості ґрунтів, є процес заболочування, який виникає внаслідок тривалого перезволоження, підтоплення та затоплення земель. Це явище може бути спричинене як природними факторами (наприклад, змінами рівня ґрунтових вод), так і антропогенними (неконтрольоване зрошення, неефективна меліорація). Заболочені землі втрачають свою продуктивність і потребують значних ресурсів для відновлення їх аграрних характеристик (Ковальов та ін., 2023б).

Переущільнення ґрунтів – здавна відома в Україні проблема, що супроводжується несприятливими екологічними наслідками і значними економічними збитками. За прогнозом уразливості ґрунтів до переущільнення (рис. 2), небезпеки практично немає для ґрунтів легкого гранулометричного складу з високими параметрами вихідної щільності й зниженою вологістю. Навпаки, висока уразливість відзначається в глинистих ґрунтах з низькою рівноважною щільністю і вологістю, що дорівнює або вище вологості фізичної спільності. Реальна небезпека переущільнення існує майже на 22 млн га ріллі.



**Рис. 2.** Україна. Загрози переущільнення ґрунтів (Балуєк та ін., 2012)

**Fig. 2.** Ukraine. Threats of soil compaction (Balyuk et al., 2012)

Аналіз структурно-агрегатного складу ґрунтів регіонів України, які піддаються різним формам використання, дозволяє оцінити їх стійкість до деградаційних процесів, зокрема до руйнування структури та втрати водоутримувальної здатності. Так, у верхньому 20-сантиметровому шарі цілинних земель переважають агрегати розміром від 1 до 7 мм, що свідчить про добре розвинену структуру ґрунту та сприятливі умови для його водно-повітряного режиму.

Частка агрономічно цінних агрегатів, розмір яких варіюється в межах 0,25-10 мм, перевищує 90%, що забезпечує високу стійкість ґрунтового покриву до ерозійних процесів і підтримку його родючості.

Високий коефіцієнт структурності, що становить 9,3, обумовлений потужною та розгалуженою кореневою системою природної трав'янистої рослинності, яка сприяє утворенню стабільних агрегатів і збереженню

ґрунтового покриву (Рожі, 2024).

Розорювання цілинних земель спричиняє суттєві зміни в агрегатному складі ґрунту, що виражається у збільшенні частки великих агрегатів розміром понад 7 мм та одночасному зменшенні вмісту більш дрібних, агрономічно цінних агрегатів розміром 2-5 мм. Найбільш виразно ці зміни спостерігаються у верхньому 20-сантиметровому шарі, що зазнає найбільшого впливу механічного обробітку. Варто зазначити, що коефіцієнт структурності у цьому шарі становить лише 3,1, що майже втричі менше, ніж у ґрунтах природної цілини, що вказує на значне погіршення їх структурної стабільності.

Вміст агрономічно цінних агрегатів у ґрунтах, які тривалий час використовувалися під рілля, знижується до 75%, що суттєво впливає на здатність ґрунту зберігати вологу, а також підвищує ризик його ерозії в різних регіонах України (табл. 1) (Ковальов та ін., 2023а).

**Таблиця 1.** Структурно-агрегатний склад ґрунтів регіонів Центральної та Східної України, % (Балиук та ін., 2024б)  
**Table 1.** Structural and aggregate composition of soils of the regions of Central and Eastern Ukraine, % (Baliuk et al., 2024b)

Глибина, см	Розмір фракцій, мм									Коефіцієнт структурності	Коефіцієнт водостійкості
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25		
Степові ділянки											
0-20	1,8	3,8	10,1	<u>21,7</u> 22,0	<u>20,6</u> 12,1	<u>20,8</u> 23,4	<u>5,6</u> 7,8	<u>7,7</u> 10,4	<u>7,9</u> 24,5	9,3	0,82
20-50	4,7	6,6	10,6	<u>21,6</u> 29,8	<u>13,3</u> 10,2	<u>15,4</u> 13,1	<u>5,2</u> 7,4	<u>6,4</u> 10,5	<u>16,1</u> 28,1	2,9	0,85
0-50	3,5	5,5	10,4	<u>21,6</u> 26,7	<u>16,2</u> 11,0	<u>17,6</u> 17,2	<u>5,3</u> 7,6	<u>6,9</u> 10,5	<u>12,8</u> 26,6	5,2	0,84
Перелogi											
0-20	2,0	7,4	11,3	<u>20,6</u> 23,8	<u>13,5</u> 11,9	<u>13,1</u> 15,0	<u>6,0</u> 11,5	<u>7,3</u> 8,85	<u>8,6</u> 21,4	8,4	0,86
20-50	7,6	8,2	12,4	<u>15,7</u> 27,8	<u>19,9</u> 23,0	<u>14,7</u> 11,6	<u>4,3</u> 8,7	<u>6,2</u> 8,7	<u>16,4</u> 28,5	3,1	0,85
0-50	5,4	7,8	12,0	<u>17,7</u> 26,2	<u>15,6</u> 11,4	<u>15,8</u> 18,2	<u>5,0</u> 9,8	<u>6,6</u> 8,8	<u>13,3</u> 25,6	4,3	0,86
Чорноземи під лісоосугою											
0-20	2,2	3,4	5,6	<u>11,8</u> 13,3	<u>8,7</u> 9,7	<u>18,2</u> 16,7	<u>20,9</u> 11,1	<u>8,7</u> 13,6	<u>22,6</u> 35,8	3,0	0,82
20-50	2,7	4,1	6,9	<u>13,6</u> 11,4	<u>13,2</u> 9,5	<u>19,3</u> 14,4	<u>4,4</u> 11,1	<u>11,4</u> 12,9	<u>24,3</u> 40,6	2,7	0,78
0-50	2,5	3,8	6,4	<u>12,9</u> 12,2	<u>11,4</u> 9,6	<u>18,8</u> 15,3	<u>11,0</u> 11,1	<u>10,3</u> 13,2	<u>23,6</u> 38,7	2,8	0,80
Чорноземи сільськогосподарського використання											
0-20	7,3	8,3	9,1	<u>14,3</u> 0,9	<u>7,8</u> 1,9	<u>15,9</u> 6,4	<u>7,4</u> 10,8	<u>12,3</u> 25,6	<u>17,1</u> 54,5	3,1	0,55
20-50	10,0	8,3	9,2	<u>16,6</u> 3,6	<u>10,4</u> 5,3	<u>17,0</u> 11,9	<u>7,0</u> 13,8	<u>8,3</u> 20,1	<u>13,1</u> 45,2	3,3	0,63
0-50	8,9	8,3	9,2	<u>15,7</u> 2,5	<u>9,3</u> 3,9	<u>16,6</u> 9,7	<u>7,1</u> 12,6	<u>10,0</u> 22,3	<u>14,7</u> 48,9	3,2	0,60

Водночас ґрунти, які після інтенсивного землеробського використання переведені у переліг, демонструють тенденцію до поступового відновлення своєї структури, що наближає їх до цілинного типу. Особливо помітне покращення відбувається у верхніх шарах ґрунтового профілю, де частка агрономічно цінних агрегатів досягає 89,4%. Найбільша кількість

стабільних агрегатів формується у діапазоні розмірів 1-5 мм, тоді як вміст грудкуватих агрегатів розміром понад 10 мм знижується на 5,3% порівняно з орними ґрунтами. Ці позитивні зміни обумовлені відновленням рослинного покриву, який сприяє закріпленню ґрунтової структури та зменшенню її деградації (Балиук та ін., 2024б).

Важливим фактором, що впливає на структурний

стан ґрунтів, є наявність деревної рослинності, зокрема лісосмуг, які мають суттєвий вплив на склад ґрунтових агрегатів. Дослідження показують, що під лісосмугами значно збільшується частка дрібних частинок розміром менш ніж 0,25 мм, що супроводжується зменшенням кількості агрономічно цінних агрегатів.

Варто зазначити, що коефіцієнт структурності ґрунтів, розташованих під лісосмугами, є навіть нижчим, ніж у сільськогосподарських ґрунтах, і у шарі 0-50 см становить лише 2,8, що вказує на те, що тривалий вплив деревної рослинності може спричинити негативні зміни в структурному складі ґрунту, які можуть перевищувати навіть наслідки 77-річного розорювання земель по регіонах України. Оцінка водостійкості агрегатів за допомогою мокрого просіювання виявила суттєві відмінності у ґрунтах із різним типом використання. У верхньому 20-сантиметровому шарі ґрунтів природного степового комплексу відзначається приблизно рівномірний розподіл агрегатів розміром понад 3 мм, 2-1 мм та менш ніж 0,25 мм. Однак із глибиною частка найбільших та найдрібніших агрегатів поступово зростає, що свідчить про стабільність структури та високий рівень стійкості до водної ерозії. Коефіцієнт водостійкості в шарі 0-50 см становить 0,84, що є доволі високим показником для збереження водного балансу ґрунту (Наумчук, 2024).

Натомість у сільськогосподарських ґрунтах спостерігається різке зменшення вмісту водостійких агрегатів розміром понад 1 мм та значне збільшення частки дрібнодисперсних частинок, розмір яких не перевищує 0,5 мм. Особливо критична ситуація простежується у верхньому 20-сантиметровому шарі, де кількість частинок розміром менш ніж 0,25 мм сягає 54,5%, а коефіцієнт водостійкості є найнижчим серед усіх досліджених варіантів і становить лише

0,55, що показує на підвищену вразливість таких ґрунтів до водної ерозії та зниження їх здатності до самовідновлення (Позняк, 2017).

У центральних регіонах України, де ґрунти зазнають інтенсивного антропогенного навантаження, спостерігається значне погіршення їх фізичних властивостей, що виражається у зміні водостійкості агрегатів і зниженні вмісту гумусу. Зафіксовано, що після переведення орних ґрунтів у переліг відбувається суттєва трансформація їх агрегатного складу, що сприяє відновленню стійкості ґрунтових структур до водної ерозії. У процесі відновлення ґрунтів спостерігається поступове збільшення вмісту водостійких агрегатів розміром понад 1 мм і відповідне зменшення частки агрегатів, розмір яких не перевищує 0,5 мм, що є загальною тенденцією для всього профілю ґрунту. Максимальні значення коефіцієнта водостійкості (0,86) були зафіксовані саме в ґрунтах, які після розорювання перейшли у переліг, що свідчить про поступове відновлення їх структури (Шевченко та ін., 2024).

У ряді центральних областей України, зокрема в лісостеповій зоні, у регіонах зі значною площею лісосмуг, дослідження показують, що у ґрунтах, розташованих під деревною рослинністю, відбувається збільшення частки дрібнодисперсних водостійких агрегатів розміром менш ніж 0,5 мм, що характерно як для верхнього, так і для глибших горизонтів ґрунтового профілю. Це свідчить про те, що в умовах постійного впливу лісосмуг ґрунти можуть зазнавати трансформацій, які впливають на їх водопроникність і стабільність структури (табл. 2).

Для порівняльного аналізу в рамках дослідження, наведеного у таблиці 2, було використано однорідні типи ґрунтів, передусім типові чорноземи середньосуглинкові, які є домінуючим ґрунтовым

**Таблиця 2.** Вміст загального гумусу в ґрунтах ряду регіонів України (Полтавська, Черкаська обл.), % (Шевченко та ін., 2024)  
**Table 2.** Total humus content in soils of different regions of Ukraine (Poltava, Cherkasy region), % (Shevchenko et al., 2024)

Глибина см	Абсолютна цілина	Переліги 50 років	Лісмуга 50 років	Рілля
0-10	11,19	8,72	9,74	6,49
10-20	8,03	7,26	7,99	6,25
0-20	9,60	7,99	8,86	6,37
20-30	7,56	6,17	7,79	6,14
30-40	6,36	5,58	6,91	5,18
40-50	5,71	5,05	5,87	4,35
20-50	6,55	5,60	6,85	5,23

покривом у центральних регіонах України, таких як Полтавська, Черкаська області. Вибір саме чорноземів пояснюється їхньою високою природною родючістю, чітко вираженою гумусовою товщею та найбільшою чутливістю до деградаційних змін під впливом різних способів землекористування. Дослідження охоплювало різні варіанти використання ґрунтів: ділянки абсолютної цілини (не порушені господарською діяльністю), ділянки перелігу після тривалого відновлення (50 років без обробітку),

території під лісосмугами, закладеними понад 50 років тому, та орні землі з тривалим інтенсивним землеробським використанням (Рожі, 2023).

Оцінка вмісту гумусу у водостійких структурних агрегатах ґрунтів (Полтавська, Черкаська обл.) підтвердила, що найбільша кількість органічної речовини накопичується в агрегатах розміром понад 3 мм у цілинних умовах, як у верхньому 10-сантиметровому шарі, так і загалом у всьому 50-сантиметровому профілі ґрунту. Найнижчий вміст гумусу зафіксовано

у дрібних агрегатах, розмір яких не перевищує 0,25 мм, що підтверджує той факт, що дрібнодисперсні частинки менш стійкі до органічного накопичення і швидше піддаються процесам деградації. Для орних ґрунтів характерна дещо інша закономірність, оскільки у них найменший вміст гумусу також спостерігається у дрібних агрегатах (<0,25 мм), однак найбільше його накопичується у частинках розміром 1–3 мм. Це свідчить про значну трансформацію структури ґрунтів під впливом постійної механічної обробки, що сприяє поступовому руйнуванню великих агрегатів і перерозподілу органічної речовини в менших частках. У порівнянні з цілиними ділянками, орні ґрунти мають суттєво нижчий загальний вміст гумусу, що є прямим наслідком тривалої деградації, викликані інтенсивним землеробством. Важливо зазначити, що у ґрунтах, максимальний рівень гумусу спостерігається в агрегатах розміром понад 3 мм, однак ця закономірність найбільш виражена у верхньому шарі ґрунту (0–20 см). Найнижчий рівень гумусу, як і в інших випадках, зафіксовано у дрібних агрегатах (<0,25 мм), що підтверджує загальну тенденцію до більшої стійкості великих структурних утворень до втрати органічної речовини.

Аналіз загального вмісту гумусу в ґрунтах, що перебувають у перелігі, засвідчив його значне зростання у порівнянні з орними територіями, що позитивно впливає на органічний склад ґрунту та його структуру. У шарі 0–10 см в агрегатах розміром понад 3 мм рівень гумусу сягає 9,22%, що становить 94,6% від аналогічного показника в цілиних умовах (9,74%). Це свідчить про те, що перехід ґрунтів у переліг сприяє поступовому відновленню органічного балансу та покращенню їх фізичних властивостей. У ґрунтах, що знаходяться під лісосмугами, рівень гумусу в структурних агрегатах близький до значень, характерних для цілиних земель, однак найбільша його кількість накопичується в агрегатах розміром 3–1 мм, що може вказувати на особливості перерозподілу органічної речовини в умовах специфічного гідротермічного режиму під деревною рослинністю (Тараріко та ін., 2017).

Збільшення ризиків прояву водної та вітрової ерозії в ґрунтах природно-кліматичних зон Полісся, Лісостепу та Степу ставить перед сільськогосподарськими підприємствами завдання удосконалення їх структури за допомогою зменшення розораності, нормування посівних площ та впровадження комплексної системи протиерозійних заходів. У процесі реформування системи землекористування були досягнуті певні позитивні результати: розораність зменшилася з 60% до 52%, а лісистість підвищилася з 13,7% до 18,1%. Проте негативний вплив змін клімату, інтенсифікація використання природного потенціалу та зростання ризиків опустелювання та деградації ґрунтів необхідно враховувати для розробки більш ефективної системи інтегрованого управління земельними, водними та біологічними ресурсами у межах агросфери.

Визначальним фактором підвищення протиерозійної стійкості та адаптації ґрунтів до змін клімату та сучасних вимог сільськогосподарської діяльності

є контурно-меліоративна просторова організація цих територій, яка враховує особливості рельєфу, стан ґрунтового покриву, науково обґрунтовані сівозміни з нормуванням насиченості просапними культурами, а також запровадження ґрунтозахисних технологій обробки ґрунту та консервації ерозійно деградованих орних земель з подальшим їх відведенням під природні угіддя. Застосування контурного землевпорядкування передбачає поділ орних земель на три еколого-технологічні групи: на рівнинних землях з повнопрофільними та слабо еродованими ґрунтами розміщуються сівозміни інтенсивного типу; на ерозійно небезпечних схилах використовуються ґрунтозахисні сівозміни без просапних культур; окремо виокремлюються середньо- та сильноеродовані, а також малопродуктивні ґрунти, які рекомендовано вивести з орних площ і перетворити на природні угіддя, включаючи заліснення та залуження.

## 5. Обговорення результатів

Дослідження, присвячене вивченню деградації ґрунтів в Україні, виявило низку серйозних екологічних проблем, таких як фізична деградація, ерозія, засолення та агровиснаження. Отримані результати свідчать про те, що надмірне техногенне навантаження, інтенсивне використання земель для сільськогосподарських потреб та нераціональне застосування агротехнічних методів призводять до руйнування ґрунтового покриву, зниження його родючості. У порівнянні з попередніми дослідженнями, ця робота акцентує увагу на регіональних особливостях деградаційних процесів, зокрема в центральних і південних регіонах України, де ерозія та засолення є найбільш критичними факторами. Отримані висновки узгоджуються з даними, наведеними в (Тараріко та ін., 2017), але доповнюють їх за рахунок детального аналізу структурно-агрегатного складу ґрунтів та їх водостійкості. Було встановлено, що переведення орних земель у стан виведених з експлуатації сприяє відновленню ґрунтової структури та збільшенню вмісту гумусу до 94,6% від рівня цілиних ґрунтів у верхньому шарі, що є важливим кроком у розробці стратегій регенерації земель. Однак ґрунти під лісосмугами демонструють нижчий коефіцієнт структурності (2,8) порівняно з орними (3,2), що вказує на складний вплив деревної рослинності на ґрунт та потребу в подальших дослідженнях цього явища.

Що стосується наукового внеску, то ця робота підкреслює важливість інтеграції ґрунтозахисних технологій у сучасне сільське господарство, що формує внесок і практичне значення для адаптації аграрного сектору до кліматичних змін та запобігання процесам опустелювання. Порівняння з глобальними тенденціями показує, що виділені центральні регіони України стикаються з аналогічними проблемами, як-от ерозія в степових зонах, але специфіка місцевих ґрунтів, зокрема чорноземів, вимагає розробки адаптованих підходів.

Таким чином, поточне дослідження не лише

розширює теоретичну базу знань, але й пропонує практичні рекомендації для збалансованого землекористування, що є надзвичайно актуальним для формування ефективної екологічної політики в межах регіонів України.

## 5. Висновки

Визначено, що тривале сільськогосподарське використання чорноземів центральних регіонів України (Полтавська, Черкаська, Кіровоградська, Дніпропетровська області) призводить до суттєвого зниження їхніх структурно-агрегатних характеристик, зокрема зменшення вмісту агрономічно цінних агрегатів, зниження коефіцієнта структурності з 9,3 до 3,1 та зменшення водостійкості, що робить ґрунти вразливими до ерозійних процесів. Встановлено позитивну динаміку відновлення фізичних властивостей ґрунтів після їх переведення з орного використання у переліг, що проявляється в підвищенні частки водостійких агрегатів розміром >1 мм, зростанні коефіцієнта водостійкості до 0,86 та накопиченні гумусу у великих агрегатах, де його вміст досягає 9,22% у верхньому 10-сантиметровому шарі.

Доведено, що вплив деревної рослинності у межах лісосмуг є неоднозначним, адже хоч загальний вміст гумусу в таких ґрунтах наближається до цільних показників, однак спостерігається зростання частки дрібнодисперсних частинок <0,25 мм та зниження коефіцієнта структурності до 2,8, що свідчить про ослаблення структурної стабільності ґрунту. Доведено, що головними чинниками деградації ґрунтів у центральних регіонах є техногенне навантаження, нерациональні агротехнічні заходи, ерозійні процеси, агровиснаження, а також вторинне засолення і заболочення, що потребує впровадження землевпорядкування та відновлювальних заходів із застосуванням ґрунтозахисних технологій.

## ORCID iD

Oksana V. Braslavska <https://orcid.org/0000-0003-0852-686X>

Tomas A. Rozhi <https://orcid.org/0000-0002-6794-9662>

Oleh M. Hrytsyk <https://orcid.org/0009-0001-5321-4753>

## Список посилань

Балюк, С. А., Медведєв, В. В., Мірошніченко, М. М., Скрильник, Є. В., Тимченко, Д. О., Фатєєв, А. І., Христенко, А. О., & Цапко Ю. Л. (2012). Екологічний стан ґрунтів України. *Український географічний журнал*, 2, 38-42. [https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-2012-2-38\\_0.pdf](https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-2012-2-38_0.pdf)

Балюк, С. А., Кучер, А. В., & Максименко, Н. В. (2021). Ґрунтові ресурси України: стан, проблеми і стратегія сталого управління. *Український географічний журнал*, 2(114), 3–11. <https://doi.org/10.15407/ugz2021.02.003>

Балюк, С. А., Шимель, В. В., & Соловей, В. Б. (2024a). Про стан та завдання відновлення, охорони і управління ґрунтовими ресурсами України. *Вісник аграрної науки*, 102(2), 5–10. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202402-01>

Балюк, С. А., Кучер, А. В., & Ромашенко М. І. (Ред.) (2024b). *Ґрунтовий покрив України в умовах воєнних дій: стан, виклики, заходи з відновлення*. Київ: Аграрна наука. <https://agrovisnyk.com/books/978-966-540-612-9.pdf>

Ковальов М. М., Медведєва О. В., & Мірзак Т. П. (2023a). Агроекологічна трансформація гумусного стану чорнозему типового Бузько-Дніпровського міжрччя. *Таврійський науковий вісник*, 133, 345–352. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.46>

Ковальов М. М., Топольний Ф. П., & Малаховська В. О. (2023b). Органічна речовина ґрунту під впливом тривалого сільськогосподарського використання. *Аграрні інновації*, 17, 81-87. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.10>

Кирилюк В. П., Рожі Т. А., & Дець Т. І. (2024). Проектування протиерозійних гідротехнічних і лісомеліоративних заходів боротьби з ярами. *Містобудування та територіальне планування*, 86, 411–425. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2024.86.411-425>

Мазур Г. А. (2008). Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів. Київ: Аграрна наука.

Македон В. В., & Маковецька А. О. (2023). Інформаційне забезпечення економічної безпеки підприємств в умовах ринкової нестабільності. *Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". Серія: "Економічні науки"*, 12. <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2023-12-9477>

Наумчук В. В. (2024). Стратегії відновлення та рекультиватії земель після воєнних конфліктів. *Актуальні проблеми економіки*, 7, 239–248. <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2024-1-277-239-248>

Позняк С. П. (2017). *Актуальні проблеми ґрунтознавства і географії ґрунтів*. Львів: ЛНУ імені Івана Франка.

Рожі Т. А. (2023). Врахування ландшафтної структури територій громад для раціонального природокористування. *Ландшафтознавство*, 4(2), 85–91. <https://doi.org/10.31652/2786-5665-2023-4-85-91>

Рожі Т. А. (2024). Еколандшафтна оцінка структури землекористування Гайворонської міської територіальної громади. *Ландшафтознавство*, 6(2), 55–64. <https://doi.org/10.31652/2786-5665-2024-6-64-74>

SuperAgronom.com. Головний сайт для агрономів (б.д.). *Карта ґрунтів України*. <https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy>

Шевченко О. В., Пронь О. С., & Чеботарьова І. В. (2024). Вплив кліматичних змін на деградацію земель та агроєкосистем. *Збалансоване природокористування*, 3, 81–88. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2024.314921>

Тараріко О. Г., Кучма Т. Л., Ільєнко Т. В., & Дем'янюк О. С. (2017). Ерозійна деградація ґрунтів України за впливу змін клімату. *Агроєкологічний журнал*, 1, 7-15.

Ткаченко М. А., Задубинна Є. В., Кондратюк І. М., Цюк О. А., & Тарасенко О. А. (2024). Зміни вмісту гумусу та фізико-хімічних властивостей чорнозему типового залежно від систем обробітку та мінерального удобрення. *Вісник аграрної науки*, 102(1), 16–22. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202401-03>

Bryk, M., Słowińska-Jurkiewicz, A., & Medvedev, V. (2012). Morphometrical structure evaluation of long-term manured Ukrainian chernozem. *International Agrophysics*, 26(2), 117–128. <https://doi.org/10.2478/v10247-012-0018-6>

Copernicus Open Access Hub. <https://maxar.skyfi.com/welcome>

- Makedon, V., Myachin, V., Plakhotnik, O., Fisunen, N., & Mykhailenko, O. (2024). Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(13(128)), 47–57. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796>
- Metelenko, N. G., Kovalenko, O. V., Makedon, V. V., Merzhynskyi, Y. K., & Rudykh, A. I. (2019). Infrastructure security of formation and development of sectoral corporate clusters. *Journal of Security and Sustainability Issues*, 9(1), 77–89. [https://doi.org/10.9770/jssi.2019.9.1\(7\)](https://doi.org/10.9770/jssi.2019.9.1(7))
- White, R. (2022). The role of soil carbon sequestration as a climate change mitigation strategy: An Australian case study. *Soil Systems*, 6(46). <https://doi.org/10.3390/soilsystems6020046>
- ## References
- Balyuk, S. A., Medvedev, V. V., Miroshnychenko, M. M., Skrylnyk, YE. V., Tymchenko, D. O., Fatyeyev, A. I., Khrystenko, A. O., & Tsapko YU. L. (2012). Ekologichnyy stan gruntiv Ukrainy [Ecological condition of soils of Ukraine]. *Ukrayinskyi heohrafichnyy zhurnal*, 2, 38-42. [https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-2012-2-38\\_0.pdf](https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-2012-2-38_0.pdf) [In Ukrainian].
- Baliuk, S. A., Kucher, A. V., & Maksymenko, N. V. (2021). Gruntovi resursy Ukrainy: stan, problemy i stratehiya staloho upravlinnya [Soil resources of Ukraine: state, problems, and sustainable management strategy]. *Ukrainskyi Heohrafichni Zhurnal*, 2(114), 3-11. <https://doi.org/10.15407/ugz2021.02.003> [In Ukrainian].
- Baliuk, S. A., Shymel, V. V., & Solovei, V. B. (2024a). Pro stan ta zavdannia vidnovlennia, okhorony i upravlinnia hruntovomy resursamy Ukrainy [On the state and tasks of soil restoration, protection, and management of soil resources of Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 102(2), 5–10. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202402-01> [In Ukrainian].
- Baliuk, S. A., Kucher, A. V., & Romashchenko M. I. (Eds.). (2024b) *Hruntovyi pokryv Ukrainy v umovakh voiennykh dii: stan, vyklyky, zakhody z vidnovlennia* [Soil cover of Ukraine under war conditions: state, challenges, and recovery measures]. Kyiv: Ahrarna nauka. <https://agrovisnyk.com/books/978-966-540-612-9.pdf> [In Ukrainian].
- Bryk, M., Słowińska-Jurkiewicz, A., & Medvedev, V. (2012). Morphometrical structure evaluation of long-term manured Ukrainian chernozem. *International Agrophysics*, 26(2), 117–128. <https://doi.org/10.2478/v10247-012-0018-6>
- Copernicus Open Access Hub. <https://maxar.skyfi.com/welcome>
- Kovaliiov, M. M., Medvedieva, O. V., & Mirzak, T. P. (2023a). Ahroekologichna transformatsiia humusnoho stanu chernozemu tipovoho Buhsko-Dniprovskoho mizhrichchia [Agroecological transformation of the humus state of typical chernozem in the Bug-Dnipro interfluv]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 133, 345–352. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.46> [In Ukrainian].
- Kovaliiov, M. M., Topolnyi, F. P., & Malakhovska, V. O. (2023b). Orhanichna rehovyna hruntu pid vplyvom tryvaloho silskohospodarskoho vykorystannia [Soil organic matter under the influence of long-term agricultural use]. *Ahrarni innovatsii*, 17. <https://doi.org/10.32848/ahrar.innov.2023.17.10> [In Ukrainian].
- Kyryliuk V. P., Rozhi T. A., & Dets T. I. (2024). Proiektuvannia protyeroziinykh hidrotekhnichnykh i lisomelioratyvnykh zakhodiv borotby z yaramy [Design of anti-erosion hydraulic and forest reclamation measures to combat ravines]. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia*, 86, 411–425. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2024.86.411-425> [In Ukrainian].
- Makedon, V., Myachin, V., Plakhotnik, O., Fisunen, N., & Mykhailenko, O. (2024). Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(13(128)), 47–57. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796>
- Makedon, V. V., & Makovetska, A. O. (2023). Informatsiyne zabezpechennya ekonomichnoyi bezpeky pidpryyemstv v umovakh rynkovoyi nestabil'nosti. [Information provision of economic security of enterprises in conditions of market instability]. *Mizhnarodnyy naukovyy zhurnal "Internauka". Seriya: "Ekonomichni nauky"*, 12. <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2023-12-9477> [In Ukrainian].
- Mazur, H. A. (2008). Vidtvorennia i rehuliuвання rodiuchosti lehkykh hruntiv [Reproduction and regulation of fertility of light soils]. Kyiv: Ahrarna nauka. [In Ukrainian].
- Metelenko, N. G., Kovalenko, O. V., Makedon, V. V., Merzhynskyi, Y. K., & Rudykh, A. I. (2019). Infrastructure security of formation and development of sectoral corporate clusters. *Journal of Security and Sustainability Issues*, 9(1), 77–89. [https://doi.org/10.9770/jssi.2019.9.1\(7\)](https://doi.org/10.9770/jssi.2019.9.1(7))
- Naumchuk, V. V. (2024). Stratehii vidnovlennia ta rekultyvatsii zemel pislia voiennykh konfliktiv [Strategies for land restoration and reclamation after military conflicts]. *Aktualni problemy ekonomiky*, 7, 239–248. <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2024-1-277-239-248> [In Ukrainian].
- Pozniak, S. P. (2017). *Aktualni problemy hruntoznavstva i heohrafii hruntiv* [Current problems of soil science and soil geography]. Lviv: LNU imeni Ivana Franka. [In Ukrainian].
- Rozhi T. A. (2023). Vrakhuвання landshaftnoi struktury terytorii hromad dlia ratsionalnoho pryrodokorystuvannia. *Landshaftoznavstvo*, 4(2), 85–91. <https://doi.org/10.31652/2786-5665-2023-4-85-91> [In Ukrainian].
- Rozhi T. A. (2024). Ekolandshaftna otsinka struktury zemlekorystuvannia Haivoronskoi miskoi terytorialnoi hromady. *Landshaftoznavstvo*, 6(2), 55–64. <https://doi.org/10.31652/2786-5665-2024-6-64-74> [In Ukrainian].
- Shevchenko, O. V., Pron, O. S., & Chebotarova, I. V. (2024). Vplyv klimatychnykh zmin na degradatsiiu zemel ta agroekosystem [Impact of climate change on land and agroecosystem degradation]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, 3, 81–88. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2024.314921> [In Ukrainian].
- SuperAgronom.com. Holovnyy sayt dlya ahronomiv (b.d.). *Karta gruntiv Ukrainy* [Soil map of Ukraine]. <https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy> [In Ukrainian].
- Tarariko, O. H., Kuchma, T. L., Iliencko, T. V., & Demianiuk, O.S. (2017). Eroziina degradatsiia gruntiv Ukrainy za vplyvu zmin klimatu [Soil erosion degradation in Ukraine under the influence of climate change]. *Ahroekologichnyi zhurnal*, 1, 7-15. [In Ukrainian].
- Tkachenko, M. A., Zadubynna, Ye. V., Kondratiuk, I. M., Tsiuk, O. A., & Tarasenko, O. A. (2024). Zminy vmistu humusu ta fizyko-khimichnykh vlastyvostei chernozemu tipovoho zalezno vid system obrobittu ta mineralnoho udobrennia [Changes in humus content and physico-chemical properties of typical chernozem depending on tillage systems and mineral fertilization]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 102(1), 16–22. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202401-03> [In Ukrainian].
- White, R. (2022). The role of soil carbon sequestration as a climate change mitigation strategy: An Australian case study. *Soil Systems*, 6(46). <https://doi.org/10.3390/soilsystems6020046>