



УДК 633.2.631.4/631.6

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.15.2026.20>

## ВИКОРИСТАННЯ ЕСПАРЦЕТУ ПІЩАНОГО (*ONOBRYCHIS ARENARIA* KIT.) ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕГРАДОВАНИХ ҐРУНТІВ

О. П. Ткачук<sup>1</sup>, В. І. Вергеліс<sup>2</sup>

Подальша деградація ґрунтів в Україні, що зумовлена інтенсифікацією землеробства, посилюється військовою агресією. Понад 16 млн. га українських ґрунтів деградовано. За таких умов для українських ґрунтів характерна низька екологічна стійкість, сильна уразливість до антропогенних та кліматичних впливів, що зумовлює скорочення обсягів виробленої сільськогосподарської продукції, зниження її екологічної безпеки, що ставить під пряму загрозу здоров'я і життя населення. Багаторічні бобові трави відіграють важливу фітомеліоративну роль на орних землях. Серед фітомеліоративних властивостей бобових багаторічних трав важливу роль, особливо в умовах зміни клімату, відіграє еспарцет піщаний (*Onobrychis arenaria* Kit.).

Мета дослідження – встановити комплексний агроекологічний вплив на стан ґрунту дво- і чотирирічного вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.). Оцінка еколого-агрохімічного стану ґрунту здійснювалася за такими показниками: вміст гумусу, гідролізованого азоту, рухомих форм фосфору і калію, рівень рН ґрунтового розчину та гідролітична кислотність.

Дворічне вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) сприяє покращенню агроекологічного стану ґрунту завдяки формуванню розвиненої кореневої маси трав, яка еквівалентна внесенню 35–40 т/га гною. Це забезпечує підвищення вмісту рухомих форм фосфору на 5,1%, калію – на 23,8%, зменшення гідролітичної кислотності до 26,4% і підвищення рівня рН ґрунтового розчину на 0,3–0,7 одиниць. При чотирирічному вирощуванні цієї культури у ґрунті фіксується збільшення вмісту гумусу на 0,3%, гідролізованого азоту – на 6,3%, рухомих форм фосфору – на 12,2%, калію – на 30,4% та зростає реакція рН ґрунтового розчину на 2,8%.

Дворічне вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) сприяє значному зменшенню вмісту рухомих форм важких металів у ґрунті: свинцю – на 74,6%, кадмію – на 96,7%, міді – на 11,8% та цинку – на 69,2%. При чотирирічному вирощуванні еспарцету піщаного встановлено ще істотніше зниження цих показників: свинцю – на 74,6%, кадмію – на 98,3%, міді – на 94,1% та цинку – на 73,6%.

**Ключові слова:** гумус, азот, фосфор, калій, кислотність, бобові багаторічні трави.

<sup>1</sup> доктор сільськогосподарських наук, професор,  
завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища  
(Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця)  
e-mail: tkachuk@ukr.net  
ORCID: 0000-0002-0647-6662

<sup>2</sup> асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища  
(Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця)  
e-mail: viktoriya\_iv47@ukr.net  
ORCID: 0000-0003-1699-0064

## USING SAND SAINFOIN (*ONOBRYCHIS ARENARIA KIT.*) TO RESTORE DEGRADED SOILS

O. P. Tkachuk, V. I. Verhelis

*Further soil degradation in Ukraine, caused by the intensification of agriculture, is being exacerbated by military aggression. More than 16 million hectares of Ukrainian soils have been degraded. Under such conditions, Ukrainian soils are characterized by low ecological stability, high vulnerability to anthropogenic and climatic influences, which leads to a reduction in the volume of agricultural production, a decrease in its ecological safety, which directly threatens the health and life of the population.*

*Perennial leguminous grasses play an important phytomeliorative role on arable lands. Among the phytomeliorative properties of perennial leguminous grasses, sand sainfoin (*Onobrychis arenaria Kit.*) plays an important role, especially in conditions of climate change.*

*The aim of the study was to establish the complex agroecological impact on the soil condition of two- and four-year cultivation of sand sainfoin (*Onobrychis arenaria Kit.*). The assessment of the ecological and agrochemical condition of the soil was carried out according to the following indicators: the content of humus, hydrolyzed nitrogen, mobile forms of phosphorus and potassium, the pH level of the soil solution and hydrolytic acidity.*

*Two-year cultivation of sand sainfoin (*Onobrychis arenaria Kit.*) contributes to the improvement of the agroecological condition of the soil due to the formation of a developed root mass of grasses, which is equivalent to the application of 35–40 t/ha of manure. This provides an increase in the content of mobile forms of phosphorus by 5.1%, potassium by 23.8%, a decrease in hydrolytic acidity to 26.4% and an increase in the pH level of the soil solution by 0.3–0.7 units. With four-year cultivation of this crop, an increase in the content of humus by 0.3%, hydrolyzed nitrogen by 6.3%, mobile forms of phosphorus by 12.2%, potassium by 30.4% and an increase in the pH reaction of the soil solution by 2.8%.*

*Two-year cultivation of sand sainfoin (*Onobrychis arenaria Kit.*) contributes to a significant reduction in the content of mobile forms of heavy metals in the soil: lead – by 74.6%, cadmium – by 96.7%, copper – by 11.8% and zinc – by 69.2%. With four-year cultivation of sand sainfoin, an even more significant reduction of these indicators was found: lead – by 74.6%, cadmium – by 98.3%, copper – by 94.1% and zinc – by 73.6%.*

**Key words:** humus, nitrogen, phosphorus, potassium, acidity, leguminous perennial herbs.

### Вступ

Деградація ґрунтів в Україні розвивається прискореними темпами, спричиняючи втрату прибутку понад 30 млрд. грн. щороку. Із загальної площі деградованих земель в Україні, яка складає на сьогодні понад 16 млн. га, близько 43% припадає на дегуміфікацію, 39% – на переущільнення ґрунту, 38% – на руйнування структури ґрунту, 33% – на водну ерозію, 22% – на вітрову ерозію, 20% – на підвищену кислотність, 11% – на забруднення радіонуклідами, 10% – на забруднення залишками пестицидів, 8% – на забруднення важкими металами, 5% – на засолення, 1% – на опустелювання (Волощук, 2017).

Посилилися деградаційні процеси внаслідок збройної агресії, коли близько 25% території України зазнали забруднення важкими металами та радіонуклідами та фактично стали непридатними для ведення сільського господарства без дієвих відновлюючих заходів (Filatov et al., 2015; Razanov et al., 2024).

За таких умов для українських ґрунтів характерна низька екологічна стійкість,

прискорена деградація, сильна уразливість до антропогенних та кліматичних впливів, що зумовлює скорочення обсягів виробленої сільськогосподарської продукції, зниження її екологічної безпеки, що ставить під пряму загрозу здоров'я і життя населення (Грановська і Вожегова, 2020).

Однією з ключових екологічних проблем агропромислового комплексу України залишається пошук ефективних методів зменшення антропогенного впливу, зокрема наслідків військової агресії, на стан ґрунтів. Це незаперечно формує нові завдання для науки, спрямовані на розробку стратегій у виробництві сільськогосподарської продукції та продовольчої сировини (Bulba et al., 2024).

В Україні дедалі частіше спостерігаються різні порушення екологічної рівноваги ґрунтів, які виникають як через аграрну діяльність, так і внаслідок зростаючого військового впливу під час бойових дій та кліматичних змін, що підсилюють ці негативні явища. У зв'язку з цим особливого значення набуває ширше викори-

стання видового різноманіття багаторічних бобових трав, здатних позитивно впливати на стан ґрунтів. Ці рослини можуть виконувати відновлювальні, стабілізаційні та поліпшувальні функції, слугуючи ефективним інструментом для фітомеліоративного відновлення деградованих земель України. Реалізація такого підходу потребує агроекологічного обґрунтування щодо доцільності та ефективності використання різних видів багаторічних бобових рослин для покращення стану агроценозів і ґрунтів (Разанов і Ткачук, 2017; Hetman et al., 2025).

Багаторічні бобові трави відіграють важливу фітомеліоративну роль на орних землях. Збалансоване співвідношення розораних площ, сінокосів і пасовищ сприятиме усуненню деструктивних процесів в агроландшафтах, зменшенню ерозії, а також підвищить родючість ґрунтів і врожайність сільськогосподарських культур. Серед фітомеліоративних властивостей бобових багаторічних трав важливу роль, особливо в умовах зміни клімату, відіграє еспарцет піщаний (*Onobrychis arenaria* Kit.) (Демидась та ін., 2017).

За усередненими даними багатьох українських наукових установ, азотфіксуюча здатність еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) досягає 230 кг/га. В результаті трирічного використання травостою цієї культури агрохімічні показники сірого лісового ґрунту значно покращилися: вміст гумусу підвищився з 2,3% до 2,8%, кислотність ґрунтового розчину зменшилася з рН 4,6 до 5,4, а концентрація фосфору збільшилася з 14 до 18 мг на 100 г ґрунту (Коваленко, 2020).

Після трирічного вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) на сірих лісових ґрунтах відзначалося підвищення вмісту гумусу на 0,1%. Кількість гідролізованого азоту не змінилася, тоді як вміст рухомого фосфору збільшився на 3 мг/100 г ґрунту. Вміст обмінного калію також зріс на 1,7 мг/100 г ґрунту. Гідролітична кислотність була нижчою на 1,26 мг/100 г ґрунту у порівнянні з показниками після чорного пару (Коваленко і Бутенко, 2018).

Проте комплексний агроекологічний вплив еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) на стан ґрунту не встановлений, особливо в умовах глобального потепління. Тому метою нашого дослідження було встановити комплексний агроекологічний вплив на стан ґрунту дво- і чотирирічного вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.).

## Матеріал і методи

Полюві дослідження проводилися протягом 2021–2025 років у Науково-дослідному господарстві «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету на сірих опідзолених середньосуглинкових ґрунтах. Метою досліджень було оцінити вплив агроценозів еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) за дво- і чотирирічним терміном вирощування на агроекологічний стан ґрунту, а також дослідити рівень його забруднення рухомими формами важких металів, такими як свинець, кадмій, мідь і цинк. Оцінка еколого-агрохімічного стану ґрунту здійснювалася за такими показниками: вміст гумусу, гідролізованого азоту, рухомих форм фосфору і калію, рівень рН ґрунтового розчину та гідролітична кислотність.

Було проведено наступні спостереження, обліки та вимірювання: визначення рівня забруднення ґрунту рухомими формами важких металів, оцінка фізико-хімічних та агроекологічних показників родючості ґрунту виконувалися в сертифікованих та акредитованих лабораторіях – Випробувальному центрі Вінницької філії Державної установи «Держґрунтоохорона» Міністерства аграрної політики та продовольства України та Науково-вимірювальній агрохімічній лабораторії кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету. Відбір ґрунтових проб здійснювався з шару 0–20 см за стандартом ДСТУ ISO 10381-1:2004 (ДСТУ, 2005a). Вміст гумусу в ґрунті визначався методом Тюріна відповідно до ДСТУ 4289:2004 (ДСТУ, 2005b). Аналіз концентрації рухомих форм важких металів (свинцю, кадмію, міді та цинку) після вилучення ацетатно-амонійним буферним розчином з рівнем рН 4,8 проводився методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії згідно з ДСТУ 4362:2004 (ДСТУ, 2005c) та ДСТУ 4770.(1, 3, 7, 8):2007. (ДСТУ, 2009a, b, c, d). Показник рН ґрунтового розчину визначався іонометричним методом згідно зі стандартом ДСТУ ISO 10390-2001 (ДСТУ, 2002a). Гідролітичну кислотність аналізували методом Каппена відповідно до ДСТУ 7863:2015 (ДСТУ, 2016a). Визначення вмісту гідролізованого азоту виконували за методом Корнфілда згідно з ДСТУ 7862:2015 (ДСТУ, 2016b). Оцінка рухомих форм фосфору і калію проводилася методами Чирикова відповідно до ДСТУ 4115-2002 (ДСТУ, 2002b).

### Результати

Наприкінці другого року вегетації еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) були зафіксовані зміни агрохімічного стану ґрунту. Вміст гумусу за цей період майже не змінився, навіть попри те, що еспарцет розвинув потужну кореневу систему. Це пояснюється тим, що процес розкладу коренів починається лише з другого року їх життя, коли відбувається ущільнення ґрунту. Підвищення вмісту гумусу склало лише 0,02% (рис. 1).

Перед початком вирощування трав вміст гідролізованого азоту в ґрунті складав 133 мг/кг. Дворічне вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) призвело до зменшення цього показника на 1 мг/кг, що відповідає 0,8%.

Багаторічні бобові трави завдяки здатності до симбіотичної азотфіксації активно накопичують мінеральний азот у ґрунті. Однак цей азот використовується для росту еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.), що призводить до зменшення його запасів у ґрунті. Водночас це компенсується високою врожайністю зеленої маси еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.).

До початку вирощування багаторічних бобових трав, вміст рухомих форм фосфору в ґрунті складав 390 мг/кг. За два роки вирощування еспарцету піщаного

(*Onobrychis arenaria* Kit.) спостерігалось зростання цього показника на 5,6% порівняно з вихідним рівнем, що склало 413 мг/кг. Щодо рухомих форм калію, їх початковий вміст у ґрунті становив 64 мг/кг. Після дворічного вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) вміст рухомих форм калію зріс на 23,8%.

Перед початком вирощування бобових багаторічних трав гідролітична кислотність ґрунту (Нг) дорівнювала 0,53 мг-екв./100 г. Через два роки культивування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) спостерігалось зменшення гідролітичної кислотності ґрунту на 48,6% порівняно з початковим рівнем.

Реакція ґрунтового розчину перед вирощуванням трав становила 7,0 рН. Через два роки вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) відбулося зниження кислотності ґрунтового розчину на 5,7% у порівнянні з початковим показником.

Після чотирьох років вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) відзначено стабілізацію основних показників агрохімічного складу ґрунту. За цей період рівень гумусу в ґрунті підвищився на 0,3%, що свідчить про позитивний вплив культури на якість ґрунтового середовища.

Протягом чотирьох років вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) було зафіксовано збільшення вмісту гідро-

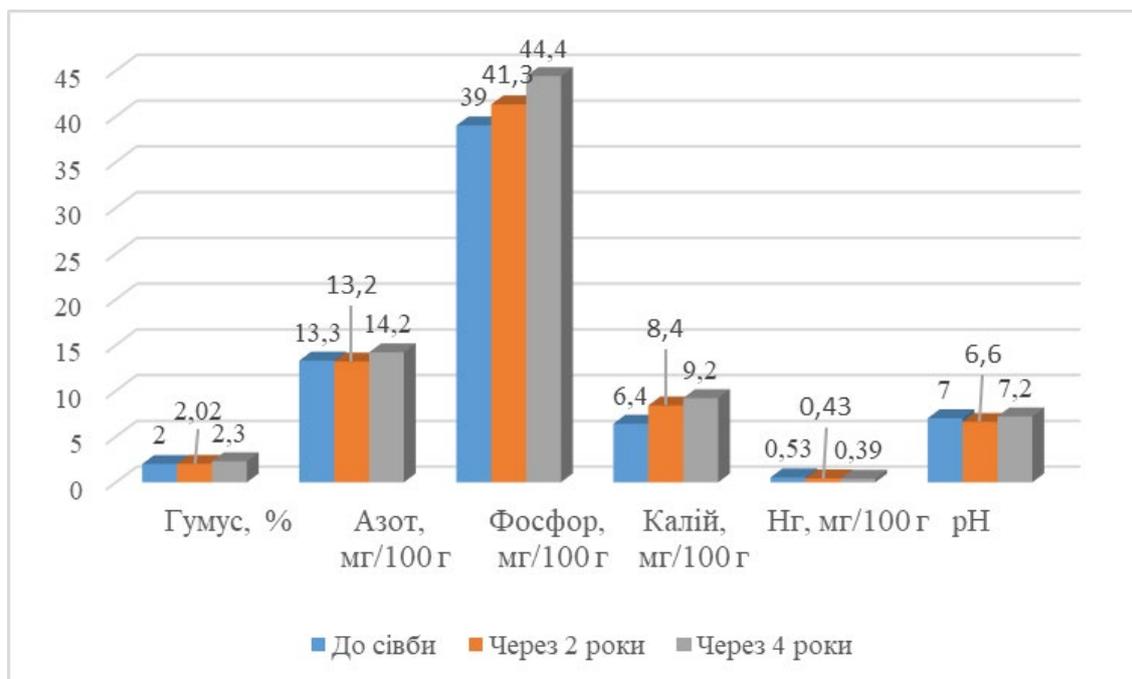


Рис. 1. Динаміка еколого-агрохімічних параметрів ґрунту залежно від терміну вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.)

лізованого азоту в ґрунті на 6,3% завдяки процесу симбіотичної азотфіксації. У зв'язку з тим, що жодних мінеральних добрив для посівів еспарцету піщаного не застосовували, рослини використовували поживні речовини, які накопичувалися завдяки попереднім трав'яним рослинам.

Чотирирічне вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) сприяло підвищенню вмісту рухомих форм фосфору в ґрунті на 12,2%. За цей період у порівнянні з дворічним вирощуванням, кількість рухомих форм фосфору в ґрунті збільшилася на 31 мг/кг. Крім того, чотирирічна вегетація культури забезпечила зростання вмісту рухомих форм калію на 30,4%. Водночас рівень кальцію в ґрунті залишився майже незмінним, коливаючись у межах 130–133 мг/кг протягом усього досліджуваного періоду.

Протягом чотирьох років вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) гідролітична кислотність ґрунту зменшилася на 26,4%. Порівняно з дворічним періодом вегетації, ця величина скоротилася вже на 62,1%. Реакція ґрунтового розчину рН після чотирьох років підвищилася на 2,8%, досягнувши значення 7,2 рН, що свідчить про нейтральний рівень кислотності. За чотирирічний період у порівнянні з дво-

річним, показник рН ґрунтового розчину зріс на 8,3%.

Резюмуючи результати дослідження впливу чотирирічного вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) на агроекологічні характеристики ґрунту, слід зазначити значне накопичення гумусу, гідролізованого азоту, рухомих форм фосфору, калію в ґрунті, а також забезпечення підвищення рівня рН ґрунтового розчину до нейтрального значення.

Перед висівом трав вміст рухомих форм свинцю у ґрунті становив 5,9 мг/кг, що було зумовлене використанням вапнякового матеріалу дефекаату, а також попереднім застосуванням мінеральних добрив на дослідній ділянці. Протягом двох років вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) вдалося знизити рівень рухомих форм свинцю в ґрунті на 74,6% (рис. 2).

Граничнодопустима концентрація свинцю в ґрунті становить 6,0 мг/кг. Дворічне вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) сприяє зменшенню вмісту рухомих форм свинцю у ґрунті на 75% від рівня ГДК. Після цього процесу концентрація рухомих форм свинцю в ґрунті знизилась до 1,5 мг/кг.

Дворічне вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) забезпечує

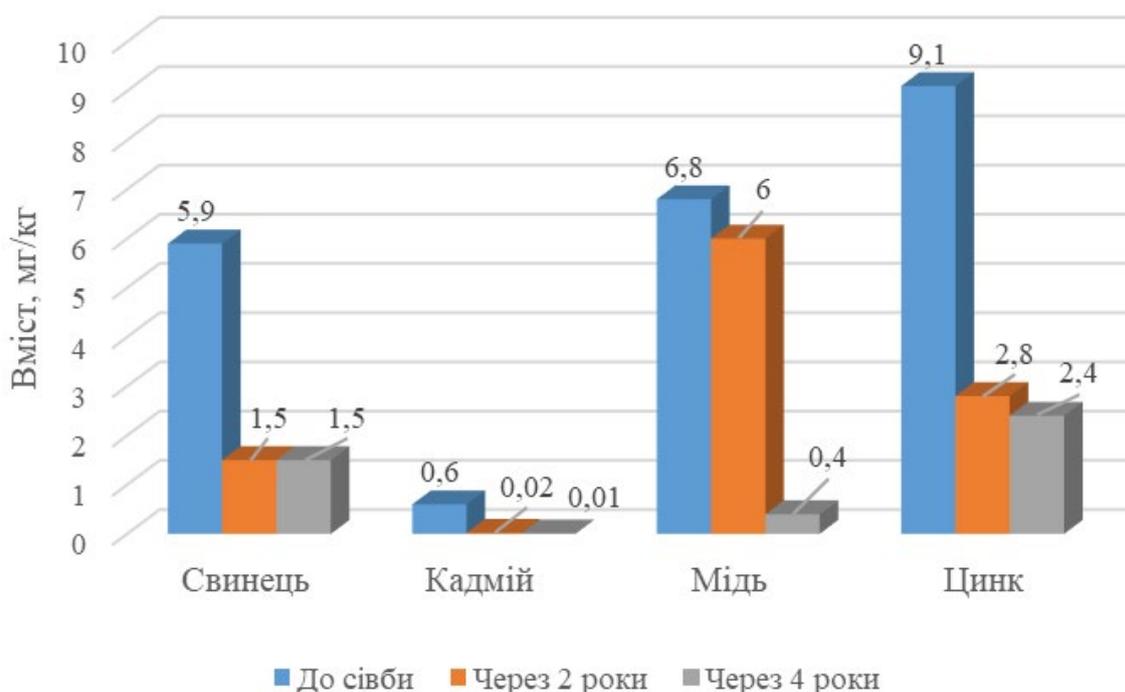


Рис. 2. Динаміка вмісту рухомих форм важких металів у ґрунті залежно від терміну вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.)

значне зниження рівня рухомих форм кадмію в ґрунті, до 96,7%. Гранично допустима концентрація (ГДК) кадмію в ґрунті визначена як 0,70 мг/кг. Використання еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) дозволяє знизити вміст кадмію на 97,2% відносно ГДК. Після застосування цієї культури концентрація кадмію в ґрунті становила всього 0,02 мг/кг.

Після двох років вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) вміст міді у ґрунті знизився на 11,8% у порівнянні зі станом ґрунту до початку культивування багаторічних бобових трав. Однак у порівнянні з гранично допустимою концентрацією (ГДК) міді в ґрунті, яка становить 3,0 мг/кг, її рівень після вирощування еспарцету перевищував норму на 50%. У результаті, вміст міді в ґрунті сягав 6,0 мг/кг. Мідь є подвійним фактором: з одного боку, вона виступає важливим мікроелементом, а з іншого – токсичним важким металом.

Дворічне вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) спричинило зниження вмісту рухомих форм цинку у ґрунті на 69,2% у порівнянні з періодом до його вирощування. Після завершення цього процесу концентрація рухомих форм цинку у ґрунті становила 2,8 мг/кг, що значно нижче граничнодопустимої концентрації (ГДК), яка дорівнює 23,0 мг/кг. Зокрема, найменший рівень вмісту цинку, у співвідношенні до ГДК, був зафіксований саме після вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) – лише 12,2% від допустимої норми. Під час дослідження встановлено, що фактична концентрація рухомих форм цинку у ґрунті складала 2,8 мг/кг після закінчення періоду зростання цієї рослини.

Після чотирьох років вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) рівень рухомих форм свинцю у ґрунті зменшився на 74,6%. Концентрація свинцю в ґрунті після завершення цього періоду була на 75% нижчою за гранично допустиму концентрацію (ГДК) і становила 1,5 мг/кг. Протягом чотирирічного циклу вирощування рослини, вміст рухомих форм свинцю у ґрунті залишився стабільним, не відрізняючись від показників дворічного терміну.

Протягом чотирьох років вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) вміст рухомих форм кадмію у ґрунті знижується на 98,3%, досягаючи лише 1,4% від його граничнодопустимої концентрації (ГДК), яка становить 0,01 мг/кг. Щодо зменшення вмісту рухомих форм міді, то за

цей же період її рівень у ґрунті зменшується на 94,1%. У порівнянні з ГДК, концентрація рухомих форм міді після вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) стає на 86,7% меншою за допустимий рівень. Після завершення вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) фактичний вміст рухомих форм міді у ґрунті становив 0,4 мг/кг.

За чотири роки вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) вміст цинку у ґрунті скоротився на 73,6%. По завершенню цього періоду концентрація рухомих форм цинку була на 89,6% нижчою за гранично допустиму концентрацію (ГДК) і становила 2,4 мг/кг. У порівнянні з двома роками вирощування, за чотири роки вміст цинку у ґрунті зменшився додатково на 14,3%.

### Обговорення

Підсумовуючи результати досліджень щодо впливу дворічного вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) на якість і стан ґрунту, виявлено зростання вмісту гумусу на 0,01%, підвищення рівня рухомого фосфору на 5,6% і рухомого калію на 23,8%. Також спостерігалось зменшення гідролітичної кислотності ґрунту на 48,6%, водночас відбулося незначне зниження вмісту гідролізованого азоту на 0,8% та поліпшення реакції ґрунтового розчину ( $pH_{\text{сол.}}$ ) на 5,6%. Чотирирічне вирощування цієї культури забезпечує збільшення гумусу на 0,3%, гідролізованого азоту – на 6,3%, рухомого фосфору – на 12,2% і рухомого калію – на 30,4%. Крім того, фіксується зменшення гідролітичної кислотності на 26,4% і покращення реакції ґрунтового розчину pH на 2,8%.

Ключовим фактором, завдяки якому бобові багаторічні трави позитивно впливають на властивості ґрунту, є здатність накопичувати кореневу масу з високим вмістом поживних елементів. Обсяги цих поживних речовин залежать від рівня розвитку підземної частини їхніх кореневих систем.

За даними Демиденка (Демиденко, 2024), вирощування багаторічних бобових трав завдяки накопиченню кореневої маси в ґрунті сприяє збільшенню вмісту гумусу, що за ефективністю прирівнюється до внесення 35–40 т/га гною. Процес перетворення кореневої маси на гумус розпочинається з другого року життя трав, коли ґрунт поступово ущільнюється, а мінералізація сповільнюється.

Дослідження кругообігу азоту показують, що більша його частина, згідно з даними

Центилю (Центилю, 2019), виводиться з ґрунту господарською частиною врожаю багаторічних бобових трав. При цьому 75% загального обсягу азоту, який засвоюють ці рослини, надходить завдяки процесу азотфіксації з повітря, а решта – за рахунок виносу з ґрунту. Це може спричинити зниження рівня гідролізованого азоту в ґрунті після вирощування бобових трав. Після їхнього збору мінеральний азот накопичується переважно в кореневій масі рослин, тоді як його вміст у самому ґрунті зменшується приблизно в шість разів, що особливо помітно у період сухої погоди під час вегетації. Крім того, за даними Антипової (Антипова та ін., 2018), азот, накопичений бобовими багаторічними травами, концентрується головним чином у їхніх кореневих системах і стає доступним для рослин лише після розкладання корневих залишків. Водночас обсяг нагромадження азоту в ґрунті значною мірою залежить від рівня зволоження. Як зазначає Войтовик (Войтовик, 2024), Лихошерст (Лихошерст, 2024), за умов посухи кількість азоту, який накопичується в ґрунті, скорочується у 3,5 рази.

Зміна вмісту рухомих форм фосфору і калію в ґрунті пов'язана з варіацією урожайності зеленої маси багаторічних бобових трав. Це, у свою чергу, впливає на рівень вилучення біогенних елементів, таких як азот, фосфор і калій, з надземної вегетативної маси.

Аналізуючи результати досліджень щодо впливу дворічного вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) на вміст рухомих форм важких металів у ґрунті, варто відзначити значне зменшення концентрації свинцю, кадмію, міді та цинку. Зокрема, їх вміст у ґрунті знизився на 74,6%, 96,7%, 11,8% та 69,2% відповідно.

Аналізуючи результати досліджень щодо впливу чотирирічного вирощування

еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) на концентрацію рухомих форм важких металів в ґрунті, можна виділити, що найбільш помітним є зменшення вмісту свинцю та кадмію, тоді як міді та цинку цей процес є менш вираженим.

Як зазначає Разанов (Razanov et al., 2018), тривале вирощування цієї рослини сприяє поступовому зниженню концентрації рухомих форм міді, цинку і кадмію, однак інтенсивність цього процесу знижується через біологічні особливості еспарцету піщаного як середньорічної трави. У старшому віці (через чотири роки) його рослинність слабшає, і частина рослин випадає з травостою, що впливає на ефективність очищення ґрунту.

### Висновки

Дворічне вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) сприяє покращенню агроекологічного стану ґрунту завдяки формуванню розвиненої кореневої маси трав, яка еквівалентна внесенню 35–40 т/га гною. Це забезпечує підвищення вмісту рухомих форм фосфору на 5,1%, калію – на 23,8%, зменшення гідролітичної кислотності до 26,4% і підвищення рівня рН ґрунтового розчину на 0,3–0,7 одиниць. При чотирирічному вирощуванні цієї культури у ґрунті фіксується збільшення вмісту гумусу на 0,3%, гідролізованого азоту – на 6,3%, рухомих форм фосфору – на 12,2%, калію – на 30,4% та зростає реакція рН ґрунтового розчину на 2,8%.

Дворічне вирощування еспарцету піщаного (*Onobrychis arenaria* Kit.) сприяє значному зменшенню вмісту рухомих форм важких металів у ґрунті: свинцю – на 74,6%, кадмію – на 96,7%, міді – на 11,8% та цинку – на 69,2%. При чотирирічному вирощуванні еспарцету піщаного встановлено ще істотніше зниження цих показників: свинцю – на 74,6%, кадмію – на 98,3%, міді – на 94,1% та цинку – на 73,6%.

### Список використаної літератури

- Антипова Л.К., Цуркан Н.В., Адамович О.М., Пойша Л.А. Багаторічні трави – важлива складова екологічного землеробства і кормовиробництва. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 4. С. 35-41. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2018-4\(100\)-5](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2018-4(100)-5)
- Войтовик М.В. Наукове обґрунтування продуктивності коротко ротаційних сівозмін і відтворення родючості чорнозему типового Правобережного Лісостепу України. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.01 – загальне землеробство. Дніпровський аграрно-економічний університет, Дніпро, 2024. 534 с.
- Волощук М. Деградація ґрунтів – глобальна екологічна проблема. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2017. Випуск 51. С. 63–70. <https://doi.org/10.30970/vgg.2017.51.8738>
- Грановська Л.М., Вожегова Р.А. Деградація ґрунтів в умовах південного степу України: причини, наслідки та заходи з їх попередження. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (I). С. 82–96. [https://doi.org/10.32636/01308521.2020-\(68\)-1-6](https://doi.org/10.32636/01308521.2020-(68)-1-6)
- Демидась Г.І., Лихошерст Е.С., Свистунова І.В. Еспарцет – перспективна культура в кормовиробництві. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агрономія»*. 2017. Вип. 269. С. 17–23.

Демиденко О.В. Секвестраційна здатність сівозмієн з довгою ротацією центральної частини Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2024. № 8 (857). С. 19–30. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202408-03>

Коваленко В.П. Агробіологічні основи підвищення продуктивності багаторічних бобових трав у різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 «Рослинництво». ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», Херсон, 2020. 473 с.

Коваленко І.М., Бутенко А.О., Собко М.Г. Формування продуктивності еспарцету піщаного під впливом способів та глибини основного обробітку ґрунту. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 99. С. 60–67. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2018.99.9>

Лихошерст Е.С. Вплив технологічних способів вирощування на формування врожайності еспарцету в умовах Лісостепу Правобережного. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 7. С. 83–86. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202107-12>

Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Динаміка зміни концентрації важких металів у ґрунті при вирощуванні бобових багаторічних трав. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 4. С. 140–143.

Центило А.В. Параметри вмісту гумусу в чорноземі типовому залежно від агровиробничого використання. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2019. № 2. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.017>

Якість ґрунту. Визначання вмісту рухомих сполук кадмію в модифікації ДСТУ 4287 (ISO 11048, MOD). Частина 8: ДСТУ 4770.8:2007. [Чинний від 2009-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 10 с. (Національний стандарт України).

Якість ґрунту. Визначання вмісту рухомих сполук міді в модифікації ДСТУ 4287 (ISO 11048, MOD). Частина 3: ДСТУ 4770.3:2007. [Чинний від 2009-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 10 с. (Національний стандарт України).

Якість ґрунту. Визначання вмісту рухомих сполук свинцю в модифікації ДСТУ 4287 (ISO 11048, MOD). Частина 7: ДСТУ 4770.7:2007. [Чинний від 2009-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 10 с. (Національний стандарт України).

Якість ґрунту. Визначання вмісту рухомих сполук цинку в модифікації ДСТУ 4287 (ISO 11048, MOD). Частина 1: ДСТУ 4770.1:2007. [Чинний від 2009-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 10 с. (Національний стандарт України).

Якість ґрунту. Визначання гідролітичної кислотності: ДСТУ 7863:2015. [Чинний від 2016-07-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 10 с. (Національний стандарт України).

Якість ґрунту. Визначання легкогідролізованого азоту методом Корнфілда: ДСТУ 7862:2015. [Чинний від 2016-07-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 10 с. (Національний стандарт України).

Якість ґрунту. Визначання рН (ISO 10390:1994, IDT): ДСТУ ISO 10390:2001. [Чинний від 2002-07-01]. Київ: Держстандарт України, 2002. 10 с. (Національний стандарт України).

Якість ґрунту. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за методом Чирікова в модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського: ДСТУ 4115:2002. [Чинний від 2003-01-01]. Київ: Держстандарт України, 2002. 10 с. (Національний стандарт України).

Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб (ISO 10381-1:2002, IDT): ДСТУ ISO 10381-1:2004. [Чинний від 2006-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 26 с. (Національний стандарт України).

Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини: ДСТУ 4289:2004. [Чинний від 2005-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 14 с. (Національний стандарт України).

Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів: ДСТУ 4362:2004. [Чинний від 2006-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 32 с. (Національний стандарт України).

Bulba I., Drobitko A., Zadorozhnyi Yu., Pismennyi O. Identification and monitoring of agricultural land contaminated by military operations. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27. № 7. P. 107–117. <https://doi.org/10.48077/scihor7.2024.107>

Filatov V.M., Rudenko D.M., Krainiukov O.M. Soil degradation in the context of armed conflict: a conceptual framework. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 13. С. 340–348. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.13.2025.32>

Hetman N., Karbivska U., Tkachuk O., Gamajunova V., Kurhak V., Stotska S., Kulyk R., Senyk I., Hryhoriv Y., Tytun O. The role of *Medicago sativa* L. in the ecologization of agricultural production. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2025. Vol. 26(8). P. 342–349. <https://doi.org/10.12912/27197050/208367>

Razanov S., Tkachuk O., Lebedieva N., Shkatula Y., Polishchuk M., Melnyk M., Razanova A. Phytoremediation of heavy metal contamination by perennial legumes. *International Journal of Environmental Studies*. 2024. № 81(1). P. 216–222. <https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2296764>

Razanov S.F., Tkachuk O.P., Mazur V.A., Didur I.M. Effect of bean perennial plants growing on soil heavy metal concentrations. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8(2). P. 294–300. [https://doi.org/10.15421/2018\\_341](https://doi.org/10.15421/2018_341)

## References

Antypova, L.K., Curkan, N.V., Adamovych, O.M., & Pojsa, L.A. (2018). Baghatorichni travy – vazhlyva skladova ekolohichnogo zemlerobstva i kormovyrobnyctva [Perennial grasses are an important component of ecological agriculture and feed production]. *Visnyk aghrarnoji nauky Prychornomor'ja [Bulletin of Agricultural Science of the Black Sea Region]*, 4, 35–41. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2018-4\(100\)-5](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2018-4(100)-5) [in Ukrainian].

Vojtovyk, M.V. (2024). Naukove obruntuвання produktyvnosti korotko rotacijnykh sivozmin i vidtvorenja rodjuchosti chornozemu typovogo Pravoberezhnogo Lisostepu Ukraïny [Scientific substantiation of the productivity of short-rotation crop rotations and the reproduction of the fertility of chernozem of the typical Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Dysertacija na zdobuttja naukovoï stupenja doktora sil'skoghospodars'kykh nauk za special'nistju 06.01.01 – zahaljne zemlerobstvo* [Dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences in the specialty 06.01.01 – General Agriculture]. Dnipro Agrarian and Economic University, Dnipro. 534 p. [in Ukrainian].

Voloshhuk, M. (2017). Deghradacija gruntiv – globalna ekologichna problema [Soil degradation – a global environmental problem]. *Visnyk Ljvivskoho universytetu. Serija gheografichna* [Bulletin of Lviv University. Geographical series], 51, 63–70. <https://doi.org/10.30970/vgg.2017.51.8738> [in Ukrainian].

Ghranovs'jka, L.M., & Vozheghova, R.A. (2020). Deghradacija gruntiv v umovakh pivdennoï stepu Ukraïny: prychny, naslidky ta zakhody z jikh poperedzhennja [Soil degradation in the conditions of the southern steppe of Ukraine: causes, consequences and measures to prevent them]. *Peredghirne ta ghirs'jke zemlerobstvo i tvarynnyctvo* [Foothill and mountain agriculture and animal husbandry], 68 (I), 82–96. [https://doi.org/10.32636/01308521.2020-\(68\)-1-6](https://doi.org/10.32636/01308521.2020-(68)-1-6) [in Ukrainian].

Demydasj, Gh.I., Lykshosherst, E.S., & Svystunova, I.V. (2017). Esparcet – perspektyvna kul'tura v kormovyrobnyctvi [Sainfoin – a promising crop in feed production]. *Naukovyj visnyk Nacional'nogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukraïny. Serija «Aghronomija»* [Scientific Bulletin of the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine. Series "Agronomy"], 269, 17–23 [in Ukrainian].

Demydenko, O.V. (2024). Sekvestracijna zdattist' sivozmin z dovghoju rotacijeu centralnoï chastyny Lisostepu [Sequestration capacity of crop rotation with long rotation in the central part of the Forest-Steppe]. *Visnyk aghrarnoji nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 8 (857), 19–30. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202408-03> [in Ukrainian].

Kovalenko, V.P. (2020). Aghrobiologichni osnovy pidvyshhennja produktyvnosti baghatorichnykh bobovykh trav u riznykh gruntovo-klimatychnykh zonakh Ukraïny [Agrobiological foundations of increasing the productivity of perennial leguminous grasses in different soil and climatic zones of Ukraine]. *Dysertacija na zdobuttja naukovoï stupenja doktora sil'skoghospodars'kykh nauk za special'nistju 06.01.09 «Roslynnnyctvo»* [Dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences in the specialty 06.01.09 "Plant Growing"]. State Higher Educational Institution "Kherson State Agrarian University", Kherson. 473 p. [in Ukrainian].

Kovalenko, I.M., Butenko, A.O., & Sobko, M.Gh. (2018). Formuvannja produktyvnosti esparcetu pishhanoho pid vplyvom sposobiv ta ghlybyny osnovnoï obrobittu gruntu [Formation of productivity of sandy sainfoin under the influence of methods and depth of main soil cultivation]. *Tavrijs'kyj naukovyj visnyk* [Tavria Scientific Bulletin], 99, 60–67. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2018.99.9> [in Ukrainian].

Lykshosherst, E.S. (2021). Vplyv tekhnologichnykh sposobiv vyroshhuvannja na formuvannja vrozhajnosti esparcetu v umovakh Lisostepu Pravoberezhnogo [The influence of technological methods of cultivation on the formation of sainfoin yield in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe]. *Visnyk aghrarnoji nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 7, 83–86. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202107-12> [in Ukrainian].

Razanov, S.F., & Tkachuk, O.P. (2017). Dynamika zminy koncentraciji vazhkykh metaliv u grunti pry vyroshhuvanni bobovykh baghatorichnykh trav [Dynamics of changes in the concentration of heavy metals in the soil during the cultivation of perennial leguminous grasses]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannja* [Balanced Nature Management], 4, 140–143 [in Ukrainian].

Centylo, L.V. (2019). Parametry vmistu ghumusy v chornozemi typovomu zalezno vid aghrovyrobnychoï vykorystannja [Parameters of humus content in typical black soil depending on agricultural use]. *Naukovi dopovidi Nacional'nogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukraïny* [Scientific reports of the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine]. No. 2. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.017> [in Ukrainian].

Yakist gruntu. Vyznachannja vmistu rukhomykh spoluk kadmiu v modyfikatsii DSTU 4287 (ISO 11048, MOD). Chastyna 8: DSTU 4770.8:2007. Chynnyi vid 2009-01-01. [Soil quality. Determination of the content of mobile cadmium compounds in the modification of DSTU 4287 (ISO 11048, MOD). Part 8: DSTU 4770.8:2007. Valid from 2009-01-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraïny, 2009. 10. (Natsionalnyi standart Ukraïny). [in Ukrainian].

Yakist gruntu. Vyznachannja vmistu rukhomykh spoluk midi v modyfikatsii DSTU 4287 (ISO 11048, MOD). Chastyna 3: DSTU 4770.3:2007. Chynnyi vid 2009-01-01. [Soil quality. Determination of the content of mobile copper compounds in the modification of DSTU 4287 (ISO 11048, MOD). Part 3: DSTU 4770.3:2007. Valid from 2009-01-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraïny, 2009. 10. (Natsionalnyi standart Ukraïny). [in Ukrainian].

Yakist gruntu. Vyznachannja vmistu rukhomykh spoluk svyntsiu v modyfikatsii DSTU 4287 (ISO 11048, MOD). Chastyna 7: DSTU 4770.7:2007. Chynnyi vid 2009-01-01. [Soil quality. Determination of the content of mobile lead compounds in the modification of DSTU 4287 (ISO 11048, MOD). Part 7: DSTU 4770.7:2007. Valid from 2009-01-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraïny, 2009. 10. (Natsionalnyi standart Ukraïny). [in Ukrainian].

Yakist gruntu. Vyznachannja vmistu rukhomykh spoluk tsynku v modyfikatsii DSTU 4287 (ISO 11048, MOD). Chastyna 1: DSTU 4770.1:2007. Chynnyi vid 2009-01-01. [Soil quality.

Determination of the content of mobile zinc compounds in the modification of DSTU 4287 (ISO 11048, MOD). Part 1: DSTU 4770.1:2007. Valid from 2009-01-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2009. 10. (Natsionalnyi standart Ukrainy). [in Ukrainian].

Yakist gruntu. Vyznachannia hidrolitychnoi kyslotnosti: DSTU 7863:2015. Chynnyi vid 2016-07-01. [Soil quality. Determination of hydrolytic acidity: DSTU 7863:2015. Valid from 2016-07-01]. Kyiv: DP «UkrNDNTs», 2016. 10. (Natsionalnyi standart Ukrainy). [in Ukrainian].

Yakist gruntu. Vyznachannia lehkohidrolizovanoho azotu metodom Kornfilda: DSTU 7862:2015. Chynnyi vid 2016-07-01. [Soil quality. Determination of readily hydrolyzed nitrogen by the Kornfield method: DSTU 7862:2015. Valid from 2016-07-01]. Kyiv: DP «UkrNDNTs», 2016. 10. (Natsionalnyi standart Ukrainy). [in Ukrainian].

Yakist gruntu. Vyznachannia rN (ISO 10390:1994, IDT): DSTU ISO 10390-2001. Chynnyi vid 2002-07-01. [Soil quality. Determination of pH (ISO 10390:1994, IDT): DSTU ISO 10390-2001. Valid from 2002-07-01]. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 2002. 10. (Natsionalnyi standart Ukrainy). [in Ukrainian].

Yakist gruntu. Vyznachannia rukhomykh spoluk fosforu i kaliuu za metodom Chyrikova v modyfikatsii NNTs IHA im. O. N. Sokolovskoho: DSTU 4115:2002. Chynnyi vid 2003-01-01. [Soil quality. Determination of mobile phosphorus and potassium compounds by the Chirikov method modified by the O. N. Sokolovsky National Research Center of Agricultural Sciences: DSTU 4115:2002. Valid from 2003-01-01]. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 2002. 10. (Natsionalnyi standart Ukrainy). [in Ukrainian].

Yakist gruntu. Vidbyrannia prob. Chastyna 1. Nastanovy shchodo skladannia proham vidbyrannia prob (ISO 10381-1:2002, IDT): DSTU ISO 10381-1:2004. Chynnyi vid 2006-01-01. [Soil quality – Sampling – Part 1: Guidance on the preparation of sampling programmes (ISO 10381-1:2002, IDT): DSTU ISO 10381-1:2004. Valid from 2006-01-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2005. 26. (Natsionalnyi standart Ukrainy). [in Ukrainian].

Yakist gruntu. Metody vyznachennia orhanichnoi rechovyny: DSTU 4289:2004. Chynnyi vid 2005-07-01. [Soil quality. Methods for determining organic matter: DSTU 4289:2004. Valid from 2005-07-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2005. 14. (Natsionalnyi standart Ukrainy). [in Ukrainian].

Yakist gruntu. Pokaznyky rodiuchosti gruntiv: DSTU 4362:2004. [Chynnyi vid 2006-01-01. [Soil quality. Soil fertility indicators: DSTU 4362:2004. Valid from 2006-01-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2005. 32. (Natsionalnyi standart Ukrainy). [in Ukrainian].

Bulba, I., Drobitko, A., Zadorozhnii, Yu., & Pismennyi, O. (2024). Identification and monitoring of agricultural land contaminated by military operations. *Scientific Horizons*, Vol. 27, № 7, 107–117. <https://doi.org/10.48077/scihor7.2024.107>. [in Ukrainian].

Filatov, V.M., Rudenko, D.M., & Krainiukov, O.M. (2025). Soil degradation in the context of armed conflict: a conceptual framework. *Ukrainskyj zhurnal pryrodnychkykh nauk [Ukrainian Journal of Natural Sciences]*, 13, 340–348. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.13.2025.32> [in Ukrainian].

Hetman, N., Karbivska, U., Tkachuk, O., Gamajunova, V., Kurhak, V., Stotska, S., Kulyk, R., Senyk, I., Hryhoriv, Y., & Tytun, O. (2025). The role of *Medicago sativa* L. in the ecologization of agricultural production. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, Vol. 26(8), 342–349. <https://doi.org/10.12912/27197050/208367> [in English].

Razanov, S., Tkachuk, O., Lebedieva, N., Shkatula, Y., Polishchuk, M., Melnyk, M., & Razanova, A. (2024). Phytoremediation of heavy metal contamination by perennial legumes. *International Journal of Environmental Studies*, 81(1), 216–222. <https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2296764> [in English].

Razanov, S.F., Tkachuk, O.P., Mazur, V.A., & Didur, I.M. (2018). Effect of bean perennial plants growing on soil heavy metal concentrations. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(2), 294–300. [https://doi.org/10.15421/2018\\_341](https://doi.org/10.15421/2018_341) [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 22.12.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 05.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 31.03.2026

Стаття поширюється на умовах  
ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

