

УДК 631.51:631.67:633.2/.37

DOI <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.24>**Яворов В. М.**

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри агрономії, лісового і садово-паркового господарства,
Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України
«Бережанський агротехнічний інститут»
Бережани, Україна
E-mail: agronomy01.09.2023@gmail.com
ORCID: 0000-0003-3511-5054

Плахтій Д. П.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри агрономії, лісового і садово-паркового господарства
Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України
«Бережанський агротехнічний інститут»
Бережани, Україна
E-mail: Loringswoe@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2014-9748

Гаврилюк В. Б.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри агрономії, лісового і садово-паркового господарства
Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України
«Бережанський агротехнічний інститут»
Бережани, Україна
E-mail: Vb23071963@ukr.net
ORCID: 0009-0009-1740-4873

Небаба К. С.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва, селекції та насінництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: agronebaba@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4529-3623

ОПТИМІЗАЦІЯ ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КУЛЬТУР КОРМОВОЇ СІВОЗМІНИ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Анотація

У статті наведено результати досліджень щодо впливу різних систем основного обробітку ґрунту на запаси продуктивної вологи під культурами кормової сівозміни. Метою роботи було встановити закономірності формування водного режиму ґрунту та визначити оптимальні прийоми обробітку, які забезпечують найефективніше використання ґрунтової вологи і стабільну врожайність культур. Дослідження проводили в умовах Лісостепу Західного на типовому чорноземі середньосуглинковому. Вивчали традиційну оранку та плоскорізний обробіток. Установлено, що глибина і спосіб обробітку не мали значного впливу на накопичення та витрати продуктивної вологи протягом вегетаційного періоду кукурудзи на силос, ячменю з підсівом конюшини, конюшини. Найвищі запаси вологи в орному шарі спостерігалися за оранки, що забезпечувало зменшення випаровування, поліпшення водопроникності ґрунту; відзначено більш рівномірний розподіл вологи в ґрунтовому профілі, що позитивно впливало на розвиток кормових культур. У результаті проведених досліджень доведено доцільність диференційованого підходу до вибору системи основного обробітку залежно від культури, ґрунтово-кліматичних умов і рівня вологості в період вегетації.

У зоні достатнього зволоження на чорноземах середньосуглинкових запаси продуктивної вологи під кукурудзою на силос не залежали від способів основного обробітку ґрунту. Дворічне застосування плоскорізного обробітку ґрунту під ячмінь із підсівом конюшини дещо сприяє збільшенню запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту порівняно з оранкою. На конюшині кількість продуктивної вологи не залежить від способів основного обробітку ґрунту, оскільки безпосередньо

під цю культуру основний обробіток не проводиться. Оптимізація обробітку сприяє підвищенню ефективності використання природних ресурсів, збереженню родючості ґрунту та стабілізації продуктивності кормової сівозміни.

Ключові слова: обробіток ґрунту, продуктивна волога, кормова сівозміна, водний режим, урожайність, оптимізація.

Вступ. Під впливом інтенсивної господарської діяльності система співвідношень між природними та техногенними чинниками в агроландшафтах істотно змінюється, що відбивається на стійкості агроєкосистем [2]. Інтенсифікація господарської діяльності, зростання антропогенного навантаження, порушення балансу між природними компонентами довкілля зумовлюють зміну режимів ґрунтової вологи, температури, біологічної активності та трофічного балансу ґрунтів [4, с. 14–15]. Сукупний негативний вплив цих процесів створює серйозні, часто стійкі ризики для стабільного вирощування більшості сільськогосподарських культур, особливо в умовах Лісостепу та Степу України [9, с. 146].

Головною ознакою сучасних кліматичних змін є постійне зростання дефіциту вологозабезпеченості, що поєднується з істотним підвищенням середньорічних температур повітря [10]. Це призводить до зменшення запасів продуктивної вологи в орному шарі, збільшення тривалості посушливих періодів, зниження ефективності опадів та порушення рівноваги між процесами вологонакопичення і волговитрат. Волога дедалі частіше виступає головним лімітуючим чинником росту і розвитку рослин у більшості ґрунтово-кліматичних зон, визначаючи рівень урожайності та якості продукції [12].

В умовах зростаючого дефіциту природних ресурсів особливого значення набуває вдосконалення систем землеробства, спрямованих на збереження й раціональне використання ґрунтової вологи [8, с. 85; 11]. Одним із найефективніших засобів регулювання водного режиму є система основного обробітку ґрунту, яка безпосередньо впливає на водопроникність, щільність, структуру орного шару та інтенсивність випаровування. Правильно підібрана система обробітку сприяє накопиченню і раціональному використанню продуктивної вологи, забезпечує сприятливі умови для росту кореневої системи і формування високопродуктивних агроценозів [7; 15 с. 88].

У кормових сівозмінах, де вирощуються культури з різними біологічними вимогами до вологи, питання оптимізації обробітку ґрунту набуває особливої актуальності. Від вибору системи обробітку залежить не лише ефективність використання води, а й стабільність урожайності багаторічних і однорічних кормових культур [13; 14], тому дослідження взаємозв'язку між способами основного обробітку та динамікою продуктивної вологи має велике наукове й практичне значення.

Мета роботи – визначення впливу різних систем основного обробітку ґрунту на формування запасів продуктивної вологи під культурами кормової сівозміни та обґрунтування оптимальних прийомів її регулювання в умовах Лісостепу Західного.

Завдання дослідження: проаналізувати вплив різних систем основного обробітку ґрунту (оранки та плоскорізного) на запаси продуктивної вологи в орному та метровому шарах ґрунту; визначити динаміку змін вологозабезпеченості під культурами ланки кормової сівозміни – кукурудзою на силос, ячменем із підсівом конюшини та конюшиною другого року використання; оцінити особливості формування водного режиму ґрунту залежно від глибини обробітку й культури попередника; обґрунтувати оптимальні прийоми основного обробітку ґрунту, що забезпечують найраціональніше використання продуктивної вологи в умовах Лісостепу Західного.

Виклад основного матеріалу дослідження. У сучасних умовах глобальних кліматичних змін, що супроводжуються зростанням температури повітря та зниженням кількості опадів у вегетаційний період, проблема ефективного використання та збереження ґрунтової вологи набуває особливого значення. Волога є одним із головних лімітуючих чинників формування врожайності сільськогосподарських культур, особливо в регіонах із нестабільним зволоженням, до яких належить і Лісостеп Західний [3; 6]. Від вибору системи основного обробітку ґрунту значною мірою залежить здатність агроценозів накопичувати, утримувати й раціонально використовувати продуктивну вологу [1]. Раціональна система обробітку сприяє оптимізації водного, повітряного та поживного режимів ґрунту, підвищенню його родючості й стабільності продуктивності кормових культур. Тому дослідження впливу різних систем основного обробітку на запаси продуктивної вологи є актуальним для обґрунтування адаптивних технологій вирощування культур у кормових сівозмінах Лісостепу Західного.

Дослідження проводили на дослідних ділянках НВА «Перлина Поділля», яке знаходиться в північно-західній частині Хмельницької області, а саме в селищі міського типу Білогір'я. Це провідна агрофірма, яка займається сільськогосподарським виробництвом у цьому регіоні. Поряд із вирощуванням зернових та технічних культур господарство активно розвиває тваринницьку галузь, що зумовлює потребу у виробництві високоякісних кормів. Із цією метою в господарстві впроваджено кормові сівозміни, у структурі яких переважають багаторічні та однорічні трави, кукурудза на силос, зернофуражні культури. Це дає змогу ефективно забезпечувати тваринницьке виробництво власною кормовою базою та підтримувати родючість ґрунтів на належному рівні.

Протягом 2021–2024 рр. у господарстві проводили спостереження за зміною вологості ґрунту у ланці кормової сівозміни: кукурудза на силос – ячмінь із підсівом конюшини – конюшина другого року використання.

Способи основного обробітку ґрунту:

Оранка плугом ПЛН-5-35 на глибину 25–27 см під кукурудзу на силос, під ячмінь із підсівом конюшини – на глибину 22–24 см. Плоскорізний обробіток ґрунту КПП-250 під кукурудзу на силос, під ячмінь із підсівом конюшини – на глибину 22–24 см.

Технологія вирощування культур у ланці кормової сівозміни була загальноприйнятою для північно-західної частини Лісостепу України.

Культури представлено такими сортами і гібридами: кукурудза на силос – Р9967 від Pioneer, ячмінь – Геліос, конюшина – Марусинська 425.

Спосіб сівби кукурудзи на силос – пунктирний із шириною міжрядь 45 см, норма висіву – 100 тис схожих насінин на 1 га, глибина заробки – 6–8 см; спосіб сівби ячменю – вузькорядний, норма висіву 4,2 млн шт. насінин на 1 га, глибина заробки – 4–5 см; спосіб сівби конюшини – суцільний рядковий, норма висіву – 8–9 млн схожих насінин на 1 га, глибина заробки насіння – 2–3 см.

Визначення вмісту продуктивної вологи в ґрунті проводили згідно із загальноприйнятою методикою [15] за ваговим (гравіметричним) методом, який є основним і найточнішим у ґрунтознавчих дослідженнях. Відбір зразків здійснювали металевим буром із шарів ґрунту 0–30, 0–100 см. Вологі зразки зважували, після чого висушували у сушильній шафі за температури 105°C до сталої маси. Уміст вологи визначали за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\%,$$

де m_1 – маса вологого зразка, г; m_2 – маса сухого зразка, г.

Запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту розраховували у міліметрах за формулою:

$$Z = \frac{W * h * p}{10},$$

де W – вологість ґрунту, %; h – товщина шару, см; p – об'ємна маса ґрунту, г/см³.

Для порівняння результатів у часі визначення проводили у динаміці впродовж вегетаційного періоду культур кормової сівозміни – кукурудзи на силос, ячменю з підсівом конюшини та конюшини другого року користування.

У польових умовах контроль вологості доповнювали орієнтовними спостереженнями за фізичним станом ґрунту (щільність грудкування, злипання, колір та блиск поверхні). У разі потреби оперативної оцінки вологості використовували діелектричний датчик вологості типу Delta-T [5].

Результати досліджень свідчать, що система основного обробітку ґрунту істотно впливає на формування запасів продуктивної вологи під культурами ланки кормової сівозміни яка вивчалася. Найбільші запаси вологи як у шарі 0–30 см, так і в шарі 0–100 см відзначено в період сівби культур. Так, кількість вологи за оранки в орному шарі до 30 см становила 61,3 мм, у метровому шарі – 175,2 мм, за плоскорізного – 57,8 мм та 168,2 мм відповідно. У період весняного відновлення вегетації та на початку інтенсивного росту культур кількість вологи в ґрунті зменшувалася. Кількість продуктивної вологи перед збиранням кукурудзи за оранки в орному шарі ґрунту становила 29,5 мм, у метровому – 91,2 мм, за плоскорізного обробітку – 26,1 і 75,3 мм відповідно. Дещо нижчий уміст продуктивної вологи в орному та метровому шарах ґрунту за плоскорізного обробітку порівняно з оранкою пояснюється вищою урожайністю зеленої маси кукурудзи, для формування якої рослини використали більшу кількість вологи (табл. 1).

Таблиця 1. Динаміка продуктивності вологи під культурами ланки кормової сівозміни, мм (середнє за 2021–2024 рр.)

Шар ґрунту, см	Кукурудза на силос			Ячмінь+конюшина			конюшина		
	сівба	викидання вологі	збирання урожаю	сівба	коло-сіння	збирання	відновлення вегетації	I укіс	II укіс
Оранка									
0-30	61,3	38,9	29,5	62,3	23,6	45,2	49,9	17,8	29,4
0-100	175,2	136,0	91,2	173,8	82,2	121,4	145,3	67,3	76,0
Плоскорізний обробіток									
0-30	57,8	36,4	26,1	65,9	29,0	50,6	45,8	15,6	29,3
0-100	168,2	131,2	75,3	190,4	79,8	134,2	139,6	69,9	82,6

У полі ячменю з підсівом конюшини кількість продуктивної вологи в орному шарі була майже однаковою за обох способів обробітку ґрунту. Так, за сівби вміст продуктивної вологи становив 62,3 мм за оранки і 65,9 мм – за плоскорізного обробітку ґрунту і відповідно 45,2 мм і 50,6 мм до закінчення вегетації рослин. Проте кількість продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту була за плоскорізного обробітку ґрунту і на початок вегетації становила 190,4 мм, тоді як за оранки була 173,8 мм, а до періоду збирання – відповідно 121,4 мм і 134,2 мм.

Вивчення запасів продуктивної вологи в полі з конюшиною доведено, що в період вегетації вони були практично однаковими за обох способів обробітку ґрунту. Так, кількість продуктивної вологи на початок вегетації конюшини за оранки 0–30 см шарі ґрунту становила 49,9 мм, у метровому – 145,3 мм, за плоскорізного обробітку – 145,3 мм і 139,6 мм відповідно.

Висновки. Для північно-західної частини Хмельницької області, яка характеризується помірно теплим і достатньо вологим кліматом, але з періодичними літніми посухами, плоскорізний (безполицевий) обробіток ґрунту є менш ефективним у плані збереження вологи та створення сприятливих умов для росту кормових культур. Оранка забезпечує стабільніше вологозабезпечення впродовж вегетації, сприяє формуванню оптимальної структури ґрунту та підвищує адаптивний потенціал агроценозів до кліматичних змін.

Список використаних джерел

1. Господаренко Г., Черно О., Нікітіна О. Агрохімія калію. Київ, 2021. 264 с. <https://surl.li/awimvo>
2. Демиденко О. Агрофізичний стан як критерій готовності чорнозему опідзоленого до мінімалізації обробітку в агроценозі. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 99(7). С. 15–23. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202107-02>
3. Єщенко В.О., Коваль Г.В., Калієвський М.В. Причини зниження урожайності польових культур на фоні плоскорізного основного обробітку ґрунту. *Агробіологія*. 2021. № 1. С. 49–58. <http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/8790>
4. Єщенко В.О., Накльока Ю.І., Коваль Г.В. Фізичний стан чорнозему опідзоленого за мінімалізації обробітку ґрунту. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2023. № 2. С. 13–19. <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2023-2-13-19>
5. Лозовіцький П.С. Основи землеробства та рослинництва. Кн. 1. Землеробство : посібник для вищих навчальних закладів. Київ, 2010. 268 с. <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/data/bis3/zemlerobstvo.pdf>
6. Фурманець М., Фурманець Ю. Запаси продуктивної вологи залежно від обробітку ґрунту в сівозміні. *Агроном*. 2025. Жовтень. <https://surl.li/pimtzt>
7. Шевченко М.С., Гавриленко Н.В. Вплив основного обробітку ґрунту на агрофізичний стан чорнозему в Північному Степу. *Аграрні інновації*. 2025. № 31. С. 149–157. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.31.23>
8. Khomina V., Lapchynskiy V., Nebaba K., Pustova Z., Plakhtiy D. Microbial inoculants as a means of improving soil and crop yields. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27, Iss. P. 79–90. <https://doi.org/10.48077/scihor10.2024.79>
9. Martyniuk M.P. Assessment of the impact of climate change on crop production in Ukraine: Adaptation mechanisms for mitigating the consequences. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26, Iss. 11. P. 145–154. <https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.145>
10. Nykytuk Yu., Kravchenko O. Ecological determinants of the structure of sown areas in polissya and forest-steppe of Ukraine. *Таврійський науковий вісник*. 2024. Vol. 140. P. 529–540. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.65>
11. Ozlu E., Kumar S., Arriaga F. Responses of Long-Term Cattle Manure on Soil Physical and Hydraulic Properties under a Corn–Soybean Rotation at Two Locations in Eastern South Dakota. *Soil Science Society of America Journal*. 2019. No 10(2136). <https://10.2136/sssaj2019.03.0077>
12. Portukhay O.I., Lyko S.M., Mudrak O.V., Mudrak H.V. Agroecological bases of sustainable development strategy for the rural united territorial communities of the western Polissya region. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, Iss. 6. P. 50–61. [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(6\).2021.50-61](https://doi.org/10.48077/scihor.24(6).2021.50-61)
13. Sichkar A., Vishnevskaya L., Rogalsky S. Plant residues of mixed crops as a factor in improving the nutrient regime of the soil. *Taurian Scientific Herald*. January 2023. <https://surl.li/ksuxsf>
14. Spencer G., Krutz L., Locke M., Gholson D., Bryant C., Mills B., Henry W., Golden B. Corn productivity and profitability in raised, stale seedbed systems with and without cover crops. *Crop, Forage & Turfgrass Management*. 2021. No 8(1). <https://10.1002/cft2.20142>
15. Vakhnyak V., Khomovyi M., Trach I., Yavorov V., Petryshche O. The role of restoring degraded soils in ensuring food security in the agro-industrial sector. *Scientific Horizons*. 2025. № 28(2). С. 73–88. <https://doi.org/10.48077/scihor2.2025.73>

Yavorov V. M.

Candidate of Agricultural Sciences

Associate Professor at the Department of Agronomy, Forestry and Horticulture,
Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
“Berezhany Agrotechnical Institute”

Berezhany, Ukraine

E-mail: agronomy01.09.2023@gmail.com

ORCID: 0000-0003-3511-5054

Plakhtiy D. P.

Candidate of Agricultural Sciences,

Associate Professor at the Department of Agronomy, Forestry and Horticulture,
Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
“Berezhany Agrotechnical Institute”

Berezhany, Ukraine

E-mail: Loringswoe@gmail.com

ORCID: 0000-0002-2014-9748

Gavrylyuk V. B.

Candidate of Agricultural Sciences,

Associate Professor at the Department of Agronomy, Forestry and Horticulture,
Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
“Berezhany Agrotechnical Institute”

Berezhany, Ukraine

E-mail: Vb23071963@ukr.net

ORCID: 0009-0009-1740-4873

Nebaba K. S.

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at Plant Growing, Breeding and Seed Production Department,
Higher educational institution "Podillia State University"
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: agronebaba@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4529-3623

OPTIMIZATION OF MOISTURE SUPPLY FOR FORAGE CROP ROTATION DEPENDING ON THE PRIMARY TILLAGE SYSTEM

Abstract

The article presents the results of studies on the influence of different primary tillage systems on the reserves of productive moisture under the crops of a forage crop rotation. The aim of the research was to determine the patterns of soil water regime formation and to identify the optimal tillage practices that ensure the most efficient use of soil moisture and stable crop yields. The study was conducted under the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine on typical medium loamy chernozem. Two tillage systems were examined – conventional plowing and flat-cut (chisel) tillage. It was found that the depth and method of cultivation did not have a significant effect on the accumulation and consumption of productive moisture during the growing season of corn for silage, barley with undersowing clover, and clover. The highest moisture reserves in the arable layer were observed during plowing, which ensured a reduction in evaporation, improved soil permeability, and a more uniform distribution of moisture in the soil profile was noted, which had a positive effect on the development of forage crops.

It was found that the depth and method of tillage significantly affect the accumulation and utilization of productive moisture during the growing period of maize for silage, barley + clover mixture, and clover of the second year of use. The highest moisture reserves in the arable layer were recorded under flat-cut tillage, which reduced evaporation losses and improved soil water permeability. A more uniform distribution of moisture within the soil profile was also observed, positively influencing the development of forage crops. The results confirm the expediency of a differentiated approach to the choice of tillage system depending on the crop, soil and climatic conditions, and moisture availability during vegetation.

In the zone of sufficient moisture on medium loamy chernozem, the reserves of productive moisture under maize for silage did not depend significantly on the tillage method. Two years of flat-cut tillage under barley with clover undersowing slightly increased the moisture reserves in the one-meter soil layer compared to plowing. For clover, the amount of productive moisture did not depend on the tillage system, since no primary tillage was applied directly before this crop. Optimization of tillage contributes to the more efficient use of natural resources, preservation of soil fertility, and stabilization of the productivity of the forage crop rotation.

Key words: soil tillage, productive moisture, forage crop rotation, water regime, yield, optimization.

References

1. Hospodarenko, H., Cherny, O., & Nikitina, O. (2021). *Ahrokhimiia kaliu* [Agrochemistry of potassium]. Kyiv : 264 p. Retrieved from <https://surl.li/awimvo> [in Ukrainian].
2. Demydenko, O. (2021). *Ahrofizychnyi stan yak kryterii hotovnosti chornozemu opidzolenoho do minimalizatsii obrobittu v ahrotsenozii* [Agrophysical state as a criterion for the readiness of podzolized chernozem for tillage minimization in agrocenosis]. *Visnyk ahrarynoi nauky*, 99(7), 15–23. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202107-02> [in Ukrainian].
3. Yeshchenko, V.O., Koval, H.V., & Kaliievskyi, M.V. (2021). *Prychyny znyzhennia urozhainosti polovykh kultur na foni ploskoriznogo osnovnogo obrobittu gruntu* [Reasons for reduced yield of field crops under chisel tillage background]. *Ahrobiolohiia*, 1, 49–58. <http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/8790> [in Ukrainian].
4. Yeshchenko, V.O., Nakloka, Yu.I., & Koval, H.V. (2023). *Fizychnyi stan chornozemu opidzolenoho za minimalizatsii obrobittu gruntu* [Physical state of podzolized chernozem under minimization of soil tillage]. *Visnyk Umanskoho natsionalnogo universytetu sadivnytstva*, 2, 13–19. <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2023-2-13-19> [in Ukrainian].
5. Lozovitskyi, P.S. (2010). *Osnovy zemlerobstva ta roslynnytstva*. Knyha 1. Zemlerobstvo : Posibnyk dlia vyshchykh uchbovykh zakladiv. [Fundamentals of agriculture and crop production. Book 1. Agriculture: A manual for higher educational institutions]. Kyiv. 268 p. <http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/data/bis3/zemlerobstvo.pdf> [in Ukrainian].
6. Furmanets, M., & Furmanets, Yu. (2025). *Zapasy produktyvnoi volohy zalezno vid obrobittu gruntu v sivozmini* [Reserves of productive moisture depending on soil tillage in crop rotation]. *Zhurnal Ahronom*. Retrieved from <https://surl.li/pimtzt> [in Ukrainian].
7. Shevchenko, M.S., & Havrylenko, N.V. (2025). *Vplyv osnovnogo obrobittu gruntu na ahrofizychnyi stan chornozemu v Pivnichnomu Stepu* [Influence of primary tillage on the agrophysical state of chernozem in the Northern Steppe]. *Ahrarni innovatsii*, 31, 149–157. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.31.23> [in Ukrainian].
8. Khomina, V., Lapchynskyi, V., Nebaba, K., Pustova, Z., & Plahytiy, D. (2024). Microbial inoculants as a means of improving soil and crop yields. *Scientific Horizons*, 27(10), 79–90. <https://doi.org/10.48077/scihor10.2024.79> [in Ukrainian].
9. Martyniuk, M.P. (2023). Assessment of the impact of climate change on crop production in Ukraine: Adaptation mechanisms for mitigating the consequences. *Scientific Horizons*, 26(11), 145–154. <https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.145> [in Ukrainian].
10. Nykytuk, Yu., & Kravchenko, O. (2024). Ecological determinants of the structure of sown areas in Polissya and Forest-Steppe of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 140, 529–540. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.65> [in Ukrainian].
11. Ozlu, E., Kumar, S., & Arriaga, F. (2019). Responses of long-term cattle manure on soil physical and hydraulic properties under a corn–soybean rotation at two locations in Eastern South Dakota. *Soil Science Society of America Journal*, 10(2136). <https://doi.org/10.2136/sssaj2019.03.0077> [in English].

12. Portukhay, O.I., Lyko, S.M., Mudrak, O.V., & Mudrak, H.V. (2021). Agroecological bases of sustainable development strategy for the rural united territorial communities of the western Polissya region. *Scientific Horizons*, 24(6), 50–61. [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(6\).2021.50-61](https://doi.org/10.48077/scihor.24(6).2021.50-61) [in English].
13. Sichkar, A., Vishnevskaya, L., & Rogalsky, S. (2023). Plant residues of mixed crops as a factor in improving the nutrient regime of the soil. *Taurian Scientific Herald*. Retrieved from <https://surl.li/ksuxsf> [in English].
14. Spencer, G., Krutz, L., Locke, M., Gholson, D., Bryant, C., Mills, B., Henry, W., & Golden, B. (2021). Corn productivity and profitability in raised, stale seedbed systems with and without cover crops. *Crop, Forage & Turfgrass Management*, 8(1). <https://doi.org/10.1002/cft2.20142> [in English].
15. Vakhnyak, V., Khomovyi, M., Trach, I., Yavorov, V., & Petryshche, O. (2025). The role of restoring degraded soils in ensuring food security in the agro-industrial sector. *Scientific Horizons*, 28(2), 73–88. <https://doi.org/10.48077/scihor2.2025.73> [in English].

Отримано: 03.10.2025

Рекомендовано: 12.11.2025

Опубліковано: 16.12.2025