

АГРОКЛІМАТИЧНІ ТА ҐРУНТОВІ РИЗИКИ В ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

ЛАСЛО О.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0002-0101-4442

Полтавський державний аграрний університет

ПАНЧЕНКО К.С. – доктор філософії

orcid.org/0000-0002-2545-2439

Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Особливо важливим за глобальних змін клімату і ризиків у агровиробництві є моніторинг ґрунтових ризиків. Кліматичні зміни часто змушують аграріїв коригувати технології вирощування культур. Зокрема, під час боротьби з бур'янами або ерозією механічна обробка міжрядь може призводити до порушення структури ґрунту та прискорення процесів мінералізації гумусу [5]. Потепління клімату й подовження вегетаційного періоду здатні стимулювати збільшення продукції біомаси, але лише за умови достатнього рівня вологості [2]. Однак загалом кліматичні ризики негативно позначаються на накопиченні органічного вуглецю в ґрунтах під горіхом волоським. Це пов'язано з такими факторами, як зниження продуктивності біомаси, прискорення мінералізації гумусу, ерозійні втрати та деградація структури ґрунту [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Органічне землеробство базується на природних процесах, багатому біологічному різноманітті та зведеному до мінімуму впливі людської діяльності. Однак така система залишається більш чутливою до ризиків агрокліматичного характеру та змін у ґрунті, які стають значно відчутнішими через сучасні кліматичні виклики [4]. Одним із дієвих способів збагачення ґрунту органічною речовиною, вуглецем і поживними елементами є внесення рослинних решток, особливо соломи, а також використання сидератів. Як відмічає у своїх дослідженнях А. Пилипченко, вивчення взаємозв'язків між складовими ґрунтової біоти є фундаментальним аспектом для оптимізації управління агроєкосистемами, особливо у сфері органічного сільського господарства. Застосування органічних методів вирощування сприяє накопиченню азоту та фосфору в ґрунтовому середовищі, водночас знижуючи концентрацію оксиду фосфору (P_2O_5) і оксиду калію (K_2O), порівняно з результатами, які забезпечуються традиційними неорганічними практиками [1].

Темно-сірі опідзолені ґрунти характеризуються природною здатністю до акумуляції гумусу, але водночас є чутливими до деградації при інтенсивному землекористуванні. Органічне садівництво, особливо вирощування волоського горіха, є екологічно виправданим способом використання таких ґрунтів. Водночас воно потребує регулярного агрохімічного контролю, який включає оцінку рівня органічного вуглецю (Corg), моніторинг вмісту гумусу, фосфору, калію, кислотності та своєчасне виявлення ознак ерозійних процесів.

Практика й наукові дослідження свідчать, що зниження рівня гумусу та дисбаланс поживних речовин

призводять до погіршення родючості ґрунту та активізації його деградації. З цієї причини контроль рівноваги ґрунтоутворюючих процесів має бути ключовим завданням для забезпечення сталого використання земельних ресурсів [3].

На відміну від природних екосистем, агроєкосистеми характеризуються низькою здатністю до адаптації. У результаті філософія альтернативного (органічного) землеробства в садівництві спрямована на створення умов, які сприяють саморегуляції та самопідтримці агроєкосистеми [2].

Одним із ключових елементів цього підходу є використання поживних решток, які служать джерелом органічної речовини для ґрунту, підвищують його біологічну активність і покращують агрофізичні властивості [4]. У сучасних умовах сільського господарства втрати енергії, що міститься в органічній речовині ґрунту, в п'ять разів перевищують її відновлення шляхом внесення органічних добрив. Тому використання побічної продукції стає одним із найдієвіших способів збалансування органічних речовин і головних макроелементів у ґрунті [5].

Ґрунтоцентричні технології показали позитивний вплив на збільшення врожайності культур, покращення їх якісних характеристик, а також зарекомендували себе як один із сучасних методів швидкого відновлення родючості ґрунтів [3].

Органічний вуглець відіграє ключову роль у забезпеченні стабільності ґрунтових екосистем. У садках волоського горіха, де зберігається дерновий покрив міжрядь і застосовується органічна мульча, створюються сприятливі умови для накопичення гумусу в верхньому шарі ґрунту, підвищення його мікробіологічної активності, поліпшення структури та здатності утримувати вологу.

Багаторічні насадження мають значний потенціал для підтримки родючості ґрунту. Вони сприяють накопиченню органічної речовини, мінімізують порушення ґрунтового покриву та забезпечують базу для тривалого біологічного моніторингу.

Органічне садівництво волоського горіха в зоні Центрального Лісостепу є прикладом сталого аграрного виробництва, яке зменшує вуглецевий слід, підтримує екосистемну функцію ґрунту та підвищує економічну стійкість аграрних господарств. Завдяки відсутності щорічної обробки ґрунту в багаторічних насадженнях знижується ризик деградації та втрати гумусу [4]. У контексті кліматичних змін така модель агровиробництва виступає перспективною альтернативою традиційному інтенсивному землеробству.

Кліматичні ризики мають безпосередній і опосередкований вплив на процеси утворення та накопичення органічного вуглецю (Corg) у ґрунтах під багаторічними насадженнями, зокрема горіха волоського.

Так, підвищення середньорічної температури стимулює мікробіологічну мінералізацію органічної речовини, тобто гумус швидше розкладається, і Corg втрачається в атмосферу у вигляді CO₂. Тоді як надмірне підвищення температури ґрунту влітку (понад 30°C) у верхньому шарі може пригнічувати кореневу систему молодих дерев і зменшувати виділення корневих ексудатів – одного з джерел формування Corg [2].

Тривалі посухи обмежують біомасу міжрядних покривних культур або бур'янів, що є джерелом органічної речовини. При цьому обмежується коренева активність дерев, знижується продукція кореневої біомаси, знижується мікробіологічна активність, а процес гумусоутворення гальмується.

Через недостатнє покриття ґрунту зростає вітрова і водна ерозія, що змиває органічні частки. Інтенсивні опади можуть призводити до розмивання верхнього гумусового шару, особливо на схилах або у садах з погано закріпленими міжряддями. При цьому відбувається втрата органічної речовини фізичним шляхом – змив, вимивання розчиненого органічного вуглецю.

Пошкодження молодих пагонів та кореневої системи горіха знижує біомасу опадів листя (джерело Corg). У той час, порушення балансу між ростом/відмиранням органічної речовини змінює співвідношення додавання і втрат Corg [3].

Отже, у контексті адаптації до ґрунтових та кліматичних змін за органічного ведення землеробської діяльності потрібні природоорієнтовані заходи, такі як збереження дернового покриву, мульчування, крапельне зрошення, внесення органіки тощо.

Мета: проаналізувати агрокліматичні та ґрунтові ризики в органічному землеробстві на прикладі показників динаміки родючості темно-сірих опідзолених ґрунтів при вирощуванні багаторічних насаджень за органічною технологією.

Матеріали та методика досліджень. Для визначення показників органічного вуглецю та біологічної активності темно-сірих опідзолених ґрунтів використовували метод Solvita. Цей підхід дозволив оперативно оцінити біологічну активність ґрунту, зокрема кількість мікроорганізмів та інтенсивність їх дихання. Отримані результати аналізу дозволяють оцінити, наскільки ефективно ґрунтові мікроорганізми розкладають органічні речовини і перетворюють їх на доступні для рослин форми.

Результати досліджень. Органічний вуглець утворюється в ґрунті через внесення органічної речовини (листя, коріння, мульча, сидерати) та її перетворення

мікроорганізмами на стабільні гумусові сполуки. Вирощування багаторічних культур, таких як горіх волоський, створює сприятливі умови для акумуляції Corg. Проте ґрунтові ризики можуть значно знижувати цей потенціал. Серед них – змивання верхнього горизонту ґрунту призводить до прямої втрати гумусового шару, найбільш насиченого органічним вуглецем. При цьому руйнується структура ґрунту, знижується його здатність утримувати вологу та мікроорганізми. Оцінка темно-сірого опідзоленого ґрунту під багаторічними насадженнями за органічною технологією – це комплексна процедура, яка враховує не лише родючість, а й екологічну стабільність та здатність до відновлення гумусу.

Оптимальні рекомендовані значення показників ґрунтового моніторингу представлено у таблиці 1.

Сприятливе для коренів та водообміну ґрунтового середовище з показником $\leq 1,3$ г/см³. Водопроникність >5 мм/год – забезпечує доступ води до кореневої системи.

При вирощуванні горіха волоського в умовах органічного землеробства, збереження та накопичення органічного вуглецю залежить не лише від клімату, а й від якості та стабільності ґрунту. Уникнення ерозії, підтримка агроструктури, коректне рН-середовище та регулярний моніторинг – ключові умови для формування гумусу й довгострокової родючості саду.

Аналіз агрокліматичних і ґрунтових ризиків при органічному вирощуванні волоського горіха на темно-сірих опідзолених ґрунтах із урахуванням зміни кислотності ґрунту (рН) є важливим для забезпечення стабільної продуктивності, збереження родючості ґрунту та запобігання негативному впливу на довкілля (рис. 1).

Аналізуючи отримані показники рН у динаміці по роках можемо стверджувати, що у 2016 році кислотність ґрунту була нейтральною і забезпечувала оптимальні умови для росту і розвитку саджанців горіха волоського за органічною технологією. У 2020 році спостерігали незначне підкислення ґрунту, що спричинило порушення живлення, і як наслідок, затримку у розвитку дерев. Регулювання системи удобрення за три роки дозволило частково відновити кислотність ґрунту, а вже у 2025 році кислотність ґрунту знову повернулася до нейтрального показника 6,54, що забезпечує оптимальні умови для росту продуктивності горіха волоського. За період досліджень спостерігали наступні ґрунтові ризики: зниження доступності таких елементів живлення як фосфор, кальцій і бор, що спричинило зміну системи удобрення та тимчасове зниження активності ґрунтової мікрофлори, що відповідає за розкладання органічної речовини. Оскільки територія досліджень і тип ґрунту (темно-сірий опідзолений) розташований у зоні ризикованого

Таблиця 1

Оптимальні показники якості темно-сірих опідзолених ґрунтів (органічне садівництво)

Тип ґрунту	Шар ґрунту	Гумус, %	Характеристика родючості	рН (кислотність)	Органічний вуглець, %
Темно-сірий опідзолений	0–30	2–4	допустимий	5,5–7,2 оптимальний для мікробіологічної активності	≥1,5 % рекомендоване значення
		< 2	ризик деградації		

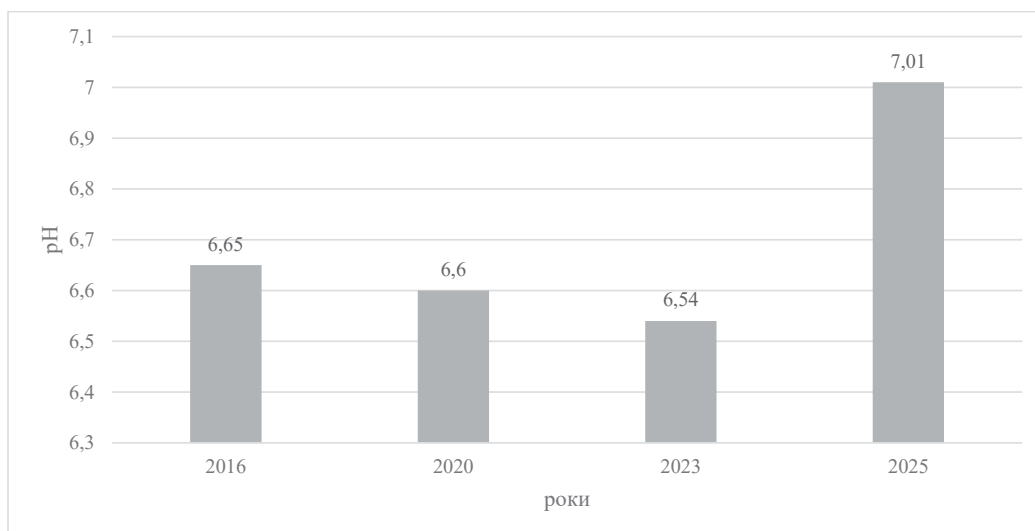


Рис. 1. Динаміка змін рівня кислотності темно-сірого опідзоленого ґрунту

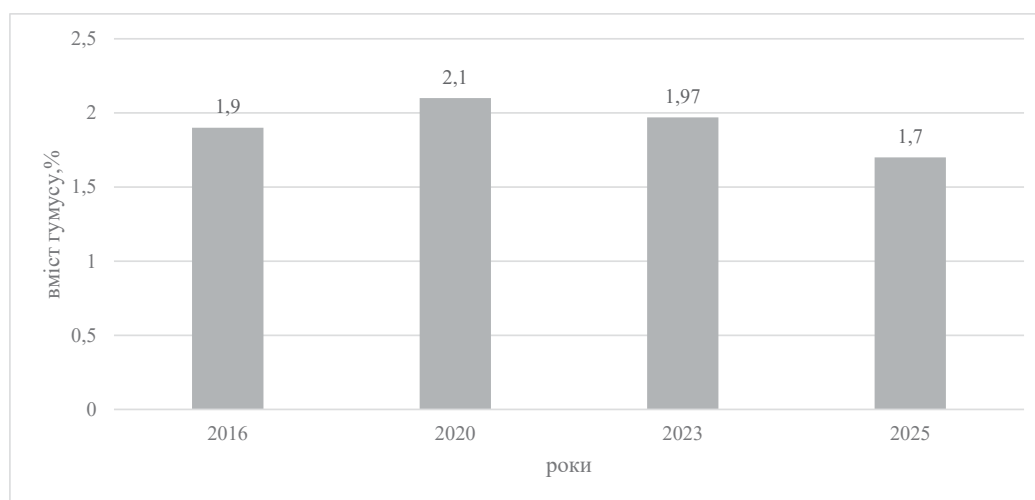


Рис. 2. Динаміка змін вмісту гумусу у темно-сірому опідзоленому ґрунті

землеробства, спостерігали наступні агрокліматичні ризики: у роки зі зниженням кислотності ґрунту спостерігали підвищену чутливість молодих дерев до посухи.

Аналіз зміни вмісту гумусу та супутніх ґрунтових і агрокліматичних ризиків при органічному вирощуванні горіха волоського на темно-сірих опідзолених ґрунтах дозволяє оцінити ефективність технологічних прийомів (зокрема – мульчування рудеральною рослинністю) та вплив змін агротехніки (перехід від чорного пару до задерніння) на родючість ґрунту.

Аналіз динаміки вмісту гумусу у темно-сірому опідзоленому ґрунті, на якому закладено горіховий сад за органічною технологією показав, що у рік закладання саду (2016) гумус мав базовий рівень (1,9 %), що характеризувався як низький, дегуміфікований. За 4 роки відбулося відновлення вмісту гумусу за рахунок органіки (мульчування соломкою, обробка мікробіологічними деструкторами рослинних решток, внесення гуматів у ґрунт). За наступні три роки спостерігали зниження вмісту гумусу, чому сприяло тривале використання

чорного пару у міжряддях, зміна системи удобрення та припинення мульчування соломкою. У 2023 році було прийнято рішення про задерніння міжрядь, оскільки бур'яновий компонент мав у своєму складі у тому числі бобові та злакові види. Різне падіння рівня гумусу у 2025 році, спричинене недостатньою кількістю органічних добрив та тривалих посух, що знизили їх ефективність та недостатню роботу мікробіологічної асоціації бактерій. За період 2023–2025 років спостерігали повільний темп гумусоутворення при відсутності додаткового джерела органіки, але задерніння сприяло захисту ґрунту від перегріву, ерозії та ущільнення. Аналіз ґрунтових ризиків показав, що процес дегуміфікації та зниження мікробної активності відбувається постійно, оскільки відсутність достатньої кількості органічної речовини є недостатньою для ґрунтових мікроорганізмів, а рівень гумусу менше 2 % є ознакою критичної втрати родючості ґрунту та зниження його водоутримуючої здатності. Оскільки гумус відіграє роль буфера температур, погіршилася зимостійкість дерев. Темно-сірі

Таблиця 2

Моніторинг темно-сірого опідзоленого ґрунту у 2025 році

Органічний вуглець, %	Загальний азот	Потенційно мінералізований азот (кг N/га)	Коефіцієнт C : N
1	0,08	14	12,5

опідзолені ґрунти потребують активного збагачення органікою – без цього знижується врожайність, погіршується структура, підвищуються екологічні ризики. А низький вміст гумусу (1,7 % у 2025 р.) є критичним критерієм для стабільного вирощування горіха волоського, особливо при органічному підході.

Моніторинг темно-сірого опідзоленого ґрунту на вміст органічного вуглецю, проведений у 2025 році показав наступні результати (табл. 2).

Отже, органічний вуглець (Corg = 1,0 %) свідчить про низький вміст органічної речовини в ґрунті (оптимальний вміст Corg: 1,8–2,5 % для горіха волоського); низький Corg спричиняє погіршення структури ґрунту, водоутримання, зниження мікробної активності. Потенційно мінералізований азот = 14 кг N/га є критично низьким (оптимум для садів: 60–100 кг N/га) – ознака азотного голодування. Коефіцієнт C:N = 12,5 показує, що співвідношення вуглецю до азоту поки не блокує мінералізацію (норма для мінералізації: 10–15), але через загальний дефіцит C і N навіть сприятливе C:N не гарантує достатньої мікробіологічної активності. Темно-сірі опідзолені ґрунти в умовах органічного виробництва перебувають у ризиковому стані. За наявних показників: вміст органічної речовини – критично низький; забезпеченість азотом – мінімальна; мікробіологічна активність – обмежена, незважаючи на допустиме співвідношення C:N. У перспективі ці умови обмежуватимуть ріст, розвиток і продуктивність горіха волоського, особливо в умовах зміни клімату.

Висновки. Отже, органічне землеробство в умовах Центрального Лісостепу України має значний потенціал за умови врахування агрокліматичних ризиків та активного моніторингу ґрунтового стану. Підтримка рівня органічного вуглецю й гумусу, раціональне управління багаторічними насадженнями, зокрема волоського горіха, та застосування природоорієнтованих технологій забезпечують сталий розвиток агроландшафтів і підвищують їхню резильєнтність до кліматичних змін. Рекомендаціями для зниження ґрунтових і кліматичних ризиків можуть бути: щорічний моніторинг гумусу, C, N; системне задерніння міжрядь з використанням бобових + злакових трав, не лише рудеральної флори; підвищення біологічної активності за рахунок біопрепаратів з ефективними мікроорганізмами та мульчування рослинними рештками з низьким C:N (бобові); внесення органічної речовини – перегній, компост, вермикомпост (сертифіковані для органіки), зелене добриво (сидерація бобовими культурами).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Andrii Pylypchenko, Mykola Marenych, Volodymyr Hanhur, Anatolii Semenov, Irina Korotkova, Artur Rozhkov, Lesia Karpuk, Oksana Laslo, Lubov Marinich,

Serhii Ponomarenko. Impact of organic cultivation technology of fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) on soil agrochemical and bioecological properties. *Journal of Ecological Engineering*. Volume 24, Issue 12, (2023). <http://www.jeeng.net/IMPACT-OF-ORGANIC-CULTIVATION-TECHNOLOGY-OF-FIBER-HEMP-Cannabis-sativa-L-ON-SOIL,174092,0,2>.

- Балюк С.А., Медведєв В.В., Кучер А.В., Соловей В.Б., Левін А.Я., Колмаз Ю.Т. Управління органічним вуглецем ґрунту в контексті продовольчої безпеки й змін клімату. *Вісник аграрної науки*, 2017, № 9. С. 11–18.
- Кучер А.В. Еколого-економічні аспекти розвитку низьковуглецевого сільськогосподарського землекористування. Харків: Смуґаста типографія, 2015. 68 с.
- Ласло О.О. Нагорна С.В., Панченко К.С. Моніторинг ґрунтів: еколого-агрохімічна оцінка. *Аграрні інновації*, № 26, 2024. С. 53–57. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.26.7>.
- Ласло О.О., Олєпир Р.В., Диченко О.Ю. Оцінка продуктивності ґрунтів за вмістом гумусу. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. № 44, 2024. С. 38–42. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-3>
- Ласло О.О., Чувпило В.В. Картографічне моделювання деградації ґрунтів Полтавської області (за даними агрегованих та інтегрованих складових). *Таврійський науковий вісник*. № 129. 2023. С. 292–299. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.38>.

REFERENCES:

- Andrii Pylypchenko, Mykola Marenych, Volodymyr Hanhur, Anatolii Semenov, Irina Korotkova, Artur Rozhkov, Lesia Karpuk, Oksana Laslo, Lubov Marinich, Serhii Ponomarenko. (2023) Impact of organic cultivation technology of fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) on soil agrochemical and bioecological properties [Impact of organic cultivation technology of fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) on soil agrochemical and bioecological properties]. *Journal of Ecological Engineering*. 24, 12. <http://www.jeeng.net/IMPACT-OF-ORGANIC-CULTIVATION-TECHNOLOGY-OF-FIBER-HEMP-Cannabis-sativa-L-ON-SOIL,174092,0,2>.
- Baliuk S.A., Medvediev V.V., Kucher A.V., Solovei V.B., Levin A.Ia., Kolmaz Yu.T. (2017). Upravlinnia orhanichnym vuhletsem gruntu v konteksti prodovolchoi bezpeky y zmin klimatu [Soil organic carbon management in the context of food security and climate change]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 9.11–18. [in Ukrainian].
- Kucher A.V. (2015). Ekoloho-ekonomichni aspekty rozvytku nyzkovuhletsevoho silskohospodarskoho zemlekorystuvannya [Environmental and economic aspects of the development of low-carbon agricultural land use]. Kharkiv: Smugasta typografiya,. 68. [in Ukrainian].
- Laslo O.O. Nahorna S.V., Panchenko K.S. (2024). Monitorynh gruntiv: ekoloho-ahrokhimichna otsinka [Soil monitoring: ecological and agrochemical assessment].

- Ahrarni innovatsii*. 26. 53–57. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.26.7>. [in Ukrainian].
5. Laslo O.O., Olepir R.V., Dychenko O.Iu. (2024). Otsinka produktyvnosti gruntiv za vmistom humusu [Assessment of soil productivity by humus content]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*. 44. 38–42. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-3>. [in Ukrainian].
 6. Laslo O.O., Chuvpylo V.V. (2023). Kartografichne modeliuвання dehradatsii gruntiv Poltavskoi oblasti (za danymy ahrehovanykh ta intehtrovanykh skladovykh) [Cartographic modeling of soil degradation in Poltava region (based on aggregated and integrated components)]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. 129. 292–299. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.38>. [in Ukrainian].

Ласло О.О., Панченко К.С. Агрокліматичні та ґрунтові ризики в органічному землеробстві

У статті розглянуто актуальні агрокліматичні та ґрунтові ризики в органічному землеробстві на прикладі вирощування волоського горіха в умовах Центрального Лісостепу України. Особливу увагу приділено ролі органічного вуглецю, вмісту гумусу, кислотності ґрунту та оцінці стану темно-сірих опідзолених ґрунтів. Аналіз ґрунтових ризиків показав, що процес дегуміфікації та зниження мікробної активності у досліджуваних ґрунтах відбувається постійно, оскільки відсутність достатньої кількості органічної речовини є критично низькою для ґрунтових мікроорганізмів, а рівень гумусу менше 2 % – ознака критичної втрати родючості ґрунту та зниження його водоутримуючої здатності. Різке падіння рівня гумусу у 2025 році, спричинене недостатньою кількістю органічних добрив та тривалих посух, що знизили їх ефективність та вплинули на роботу мікробіологічної асоціації бактерій. За період 2023–2025 років спостерігали повільний темп гумусоутворення при відсутності додаткового джерела органіки, але задержання сприяло захисту ґрунту від перегріву, ерозії та ущільнення. Вміст Corg (1,0 %) свідчить про низький вміст органічної речовини в ґрунті (оптимальний вміст Corg: 1,8–2,5 % для горіха волоського); низький Corg спричиняє погіршення структури ґрунту, водоутримання, знижує мікробну активність. Потенційно мінералізований азот (14 кг N/га) є критично низьким (оптимум для горіхових садів: 60–100 кг N/га) – ознака азотного голодування. Коефіцієнт C:N = 12,5 показує, що співвідношення вуглецю до азоту поки не блокує мінералізацію (норма для мінералізації: 10–15), але через загальний дефіцит C і N навіть сприятливе їх співвідношення не гарантує достатньої мікробіологічної активності. Темно-сірі опідзолені ґрунти в умовах органічного виробництва перебувають у ризиковому стані. Проаналізовано перспективи збереження родючості ґрунтів через систему сталого управління: щорічний моніторинг гумусу, C, N; системне задержання міжрядь з використанням бобових + злакових трав, не лише рудеральної флори; підвищення

біологічної активності за рахунок біопрепаратів з ефективними мікроорганізмами та мульчування рослинними рештками з низьким C:N (бобові); внесення органічної речовини – перегній, компост, зелене добриво (сидерація бобовими культурами).

Ключові слова: ґрунтові ризики, кліматичні ризики, темно-сірий опідзолений ґрунт, органічний вуглець, гумус, pH, співвідношення C:N.

Laslo O.O., Panchenko K.S. Agroclimatic and soil risks in organic farming

The article considers current agroclimatic and soil risks in organic farming using the example of walnut cultivation in the Central Forest-Steppe of Ukraine. Particular attention is paid to the role of organic carbon, humus content, soil acidity and assessment of the condition of dark gray podzolized soils. Soil risk analysis showed that the process of dehumification and reduction of microbial activity in the studied soils occurs constantly, since the lack of sufficient organic matter is critically low for soil microorganisms, and a humus level of less than 2 % is a sign of a critical loss of soil fertility and a decrease in its water-holding capacity. A sharp drop in humus levels in 2025, caused by insufficient organic fertilizers and prolonged drought, which reduced their effectiveness and affected the work of the microbiological association of bacteria. During the period 2023–2025, a slow rate of humus formation was observed in the absence of an additional source of organic matter, but turfing helped protect the soil from overheating, erosion, and compaction. The Corg content (1.0 %) indicates a low organic matter content in the soil (optimal Corg content: 1.8–2.5 % for walnut); low Corg causes deterioration of soil structure, moisture retention, and reduces microbial activity. Potentially mineralized nitrogen (14 kg N/ha) is critically low (optimum for nut orchards: 60–100 kg N/ha) – a sign of nitrogen starvation. The C:N ratio = 12.5 shows that the carbon to nitrogen ratio does not yet block mineralization (norm for mineralization: 10–15), but due to the general deficiency of C and N, even a favorable ratio does not guarantee sufficient microbiological activity. Dark gray podzolized soils are at risk under organic production conditions. The prospects for preserving soil fertility through a sustainable management system are analyzed: annual monitoring of humus, C, N; systematic sodding of rows using legumes + cereal grasses, not only ruderal flora; increasing biological activity through biological products with effective microorganisms and mulching with plant residues with low C:N (legumes); adding organic matter – humus, compost, green manure (sideration with legumes).

Key words: soil risks, climate risks, dark gray podzolized soil, organic carbon, humus, pH, C:N.

Дата першого надходження рукопису до видання: 29.09.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 27.10.2025

Дата публікації: 28.11.2025