

## ЗМІНИ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

ЦЮК Ю.В. – кандидат сільськогосподарських наук

[orcid.org/0000-0003-3240-8564](https://orcid.org/0000-0003-3240-8564)

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

**Постановка проблеми.** Сільськогосподарська діяльність людини впливає на природні процеси формування та накопичення гумусу. Ця органічна речовина відіграє ключову роль у забезпеченні його родючості. Хоча певне зменшення гумусу є неминучим, основне завдання полягає в запобіганні критичному зниженню його рівня та пошуку методів регулювання даного процесу. У зв'язку з цим пріоритетне значення має встановлення таких норм внесення органічних і мінеральних добрив, які б сприяли збереженню гумусного фонду ґрунтів [9].

На початковому етапі сільськогосподарського використання земель часто відбувається інтенсивне скорочення запасів гумусу. Первісне зменшення його кількості частково пояснюється поглибленням орного шару за полицевого обробітку ґрунту. У наступні роки використання ґрунту запаси гумусу зменшуються по всьому профілю, однак темпи втрат значно знижуються [10].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для кожного типу ґрунту встановлено оптимальний уміст гумусу. Так, для чорноземів типових малогумусних за даними академіка Г. А. Мазура він становить 3,63–4,06 % [15]. У цьому випадку забезпечується стабільний рівень родючості для цього типу ґрунтів. Для досягнення оптимального вмісту гумусу слід щороку поповнювати ґрунти потрібною кількістю органічної речовини, а за вмісту, близькому до оптимального, забезпечувати його бездефіцитний баланс. Головними причинами втрат гумусу при антропогенному використанні ґрунтів науковці вважають збільшення біогенності, порівняно з природним ценозом, зменшення кількості пожнивних решток, що у подальшому призводить до порушення структури поверхневого шару, зміни водного режиму і посилення мінералізації гумусу під впливом інтенсивного обробітку ґрунту й аерації. Більшість дослідників [7, 13] дійшли висновку, що систематичний безполіцевий обробіток на фоні орно-мінеральної системи удобрення забезпечує розширене відтворення родючості ґрунту і сприяє відновленню запасів органічної речовини.

Органічні сполуки в ґрунті (85–90% від загального вмісту) переважно складаються з гумусу. Його формування відбувається в межах стислого біологічного циклу обміну речовин та енергії, і він є ключовим чинником, що визначає всі аспекти родючості. Гумус стимулює біохімічну та фізіологічну активність, прискорює метаболізм і підвищує енергетичний статус рослин, що сприяє кращому засвоєнню поживних елементів і, як наслідок, підвищує врожайність агроєкосистем [11].

Тривале нераціональне сільськогосподарське використання чорноземів призводить до переважання

процесів дегуміфікації [2]. Це погіршує їхню здатність протистояти ерозії, знижує відтворувальний потенціал та стійкість до хіміко-техногенного забруднення.

Родючість чорноземів значною мірою регулюється такими агротехнічними заходами, як система удобрення, заходи обробітку ґрунту, структура сівозмін та наявність в них багаторічних трав. Саме ці фактори безпосередньо сприяють накопиченню та підтриманню оптимального рівня органічної речовини в ґрунтах польових сівозмін [3, 6].

Отже, раціональна система обробітку ґрунту сприяє підвищенню врожайності соняшнику. Однак, для районів з нестійким зволоженням наукових даних про те, як саме ці агротехнічні заходи впливають на продуктивність цієї культури, наразі бракує.

**Мета статті** – встановити вплив основного обробітку ґрунту на зміни гумусного стану чорнозему типового малогумусного в агроєкосистемі соняшнику.

**Матеріали та методика досліджень.** Експериментальну частину роботи виконано в ТОВ «Фастівець» Київської області упродовж (2018–2022 рр.). Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий малогумусний. Вміст гумусу в оброблювальному шарі 4,5–4,9% (за Тюриним), легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 14,3 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 15,4 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 15,1 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим). Об'ємна маса ґрунту в рівноважному стані – 1,23 г/см<sup>3</sup>, гідролітична кислотність – 1,14 мг-екв/100 г ґрунту, рН сольове – 6,5.

Схемою дослідження передбачено вивчення трьох систем основного обробітку в короткоротаційній сівозміні з таким чергуванням культур: 1. Люцерна; 2. Пшениця озима; 3. Соняшник; 4. Гречка; 5. Ячмінь з підсівом люцерни. Комбінований (контроль) – проведення полицевого обробітку ґрунту у полі соняшнику, під пшеницю озиму, одного мілкого безполіцевого обробітку під гречку та один раз чизельного обробітку під ячмінь. Диференційований – проведення за ротацію сівозміни 1 раз різноглибинної оранки під соняшник, два рази мілкого безполіцевого обробітку під пшеницю озиму і гречку та 1 раз – чизельного обробітку під ячмінь. Мілкий безполіцевий – проведення обробітку ґрунту дисковими знаряддями на глибину 10–12 см під усі культури сівозміни. Виконували заходи основного обробітку ґрунту наступними знаряддями: плуг 3 корпусний Lemken Oral 110; чизель глибокорозпушувач АГЧ – 4,2; дискова борона АГ-2,1-20. Попередник соняшнику – пшениця озима. Висівали гібрид соняшника РЖТ Вольф. Норма висіву на період збирання 60 тис. шт/га.



Повторність триразова. Площа посівної – 169 м<sup>2</sup>, облікової ділянки 108 м<sup>2</sup>. Застосовували польовий, лабораторний, математико-статистичний методи. Ґрунт відбирали через 25 см на глибину 50 см (ДСТУ ISO 11465:2001) [19]. на період сходів та перед збиранням соняшника. Загальний вміст гумусу визначали за ДСТУ 4289:2004 в шарах 0–10 см, 10–20, 20–30 см [12]. Запаси енергії в гумусі розраховували за формулою С. А. Алієва.

Погодні умови в роки вирощування соняшника дещо різнились і особливо за кількістю опадів, проте були типовими для зони проведення досліджень.

Статистичний аналіз експериментальних даних – з використанням програмного забезпечення Excel from MS Office 365 та Statistica 10.

**Результати досліджень.** За результатами досліджень, проведеними в агроценозі соняшнику виявилося, що застосування безполицевого обробітку у призвело до перерозподілу гумусу в 0–30 см шарі ґрунту (рис. 1). У варіанті диференційованого обробітку вміст гумусу у шарі 0–10 см збільшився на 13,3 %, а на глибині 10–20 см і 20–30 см, навпаки, зменшився на 8,5 % порівняно з комбінованим.

Застосування мілкого безполицевого обробітку ґрунту призводило до незначного зростання на 0,47 % (відносні величини) вмісту гумусу у шарі 0–10 см ґрунту порівняно з диференційованим. Вміст гумусу за мілкого обробітку в шарі 10–20 см ґрунту збільшився на 6,6%, в шарі 20–30 см зменшився на 3,6% порівняно з диференційованим обробітком ґрунту.

Запаси гумусу на варіантах диференційованого та мілкого обробітку ґрунту в шарі 0–10 см становили 50,6 і 52,0 т/га відповідно. На контрольному варіанті у шарі 0–10 см запаси гумусу знизились на 12,6% порівняно з диференційованим обробітком ґрунту. У всіх досліджених варіантах запаси гумусу в шарі 20–30 см знизилися в середньому на 14,3% порівняно з 0–10 см шаром ґрунту.

Отже, найвищий вміст та запаси гумусу спостерігали за диференційованого та мілкого обробітку в 0–10 см шарі ґрунту.

На думку дослідників [23], за наявності високого рівня агрофізичних властивостей у чорноземів можна вважати, що вміст загального гумусу досягає свого оптимуму. Значення органічної речовини як джерела азоту для рослин за визначення оптимального вмісту гумусу обов'язково має враховуватися [22]. Вміст гумусу у ґрунті оптимальним буде тоді, коли азотне живлення культур на рівні з агрофізичними властивостями не лімітуватиме продуктивність сільськогосподарських культур у сівозмінах. Для чорноземів типових, оптимальний вміст гумусу становить 4,0-6,5% [4, 8, 21,].

За даними Балаєва А. Д. та ін. [1], встановлено, що безполицевий обробіток зумовлює диференціацію 0-30 см шару за вмістом гумусу. За такого обробітку вміст гумусу становив 3,67%, тоді як за полицевого обробітку 3,53%.

Гумус є ключовим фактором у формуванні фізико-хімічних і агрохімічних якостей ґрунту, а також слугує головним геохімічним накопичувачем і резервуаром енергії, асимільованої від сонячного випромінювання, що й визначає його екологічну важливість. У зв'язку з поглибленням екологічних викликів проблеми енергетики ґрунтоутворення стають все більш значущими, оскільки безпосередньо стосуються практичних завдань із збереження та підвищення родючості ґрунтів [5].

Для аналізу енергетичного потенціалу ґрунтового гумусу було взято до уваги теплоємність усіх класів гумусових речовин, їх фракційно-груповий розподіл, а також агрофізичні характеристики ґрунту, що змінювалися під впливом різних умов досліді [14].

У варіантах диференційованого та мілкого обробітку ґрунту у верхній частині грантового профілю, встановлено збагачення гумусу енергією (рис. 2).

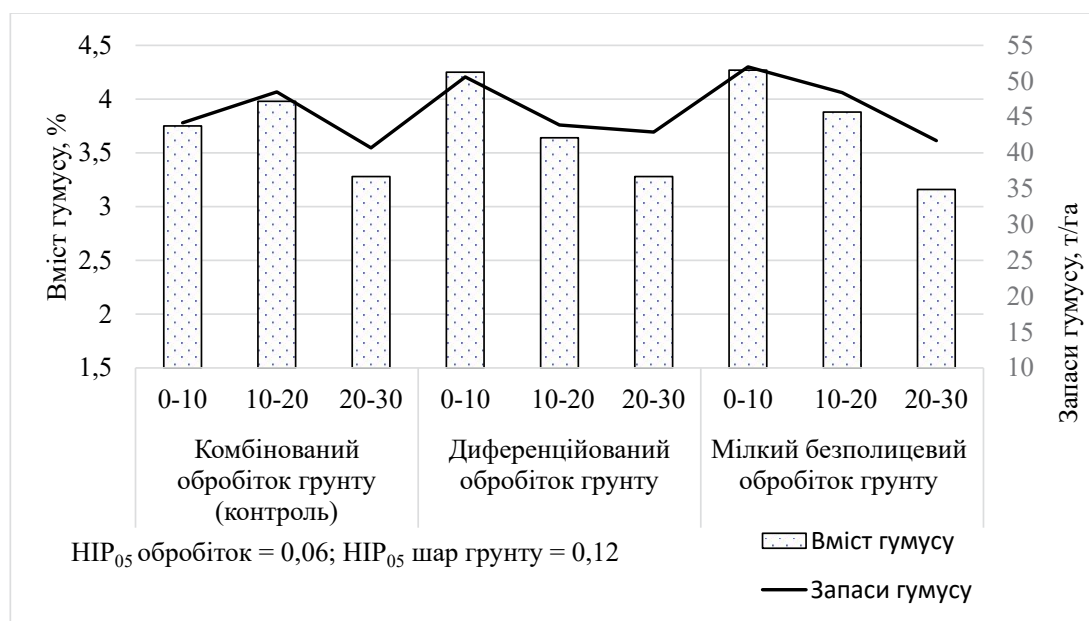


Рис. 1. Вміст та запаси гумусу за вирощування соняшнику залежно від обробітку ґрунту

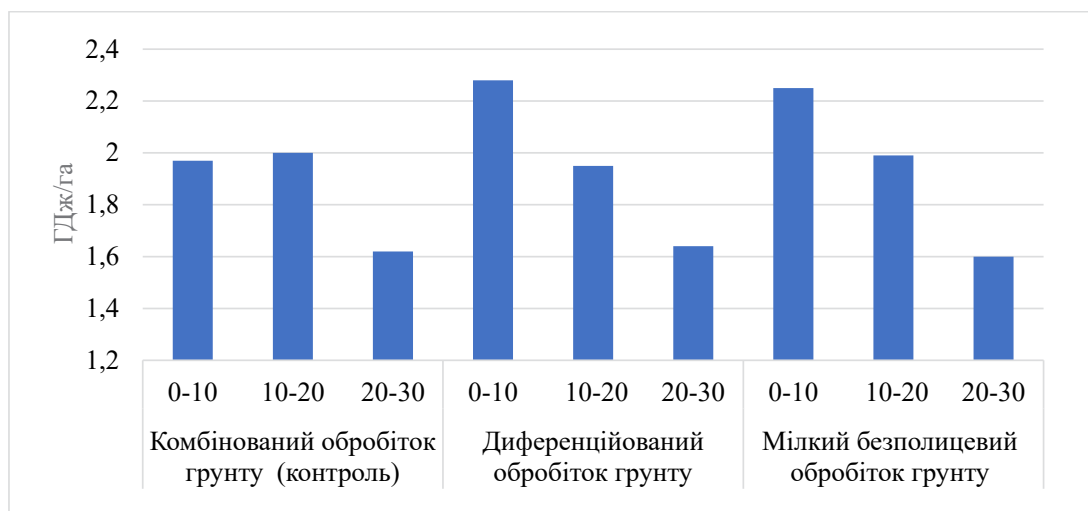


Рис. 2. Запаси енергії в гумусі чорнозему типового малогумусного в агроценозі соняшнику, ГДж/га  $НІР_{05} = 0,25$

У цих варіантах енергоємність знаходилась на рівні 2,28 і 2,25 ГДж/га порівняно з комбінованим обробітком ґрунту. Проте енергетичний аналіз показує, що валові запаси енергії в гумусі у 0–10 см і 10–20 см шарах ґрунту підвищувалися, тоді як у шарі 20–30 см перебували на рівні контрольного варіанту.

Найбільше енергії кристалічної решітки мінералів зосереджено у ґрунтах збагачених залишковими мінералами (премнеземом та ін.), і у незначних обсягах у ґрунтах з високим вмістом новоутворених мінералів. Продуктивність ґрунту тим значніша, чим більше останній містить енергії, пов'язаної з гумусом ґрунту, чим менша величина внутрішньої енергії мінеральної частини ґрунту. Енергія гумусу знаходиться в межах 0,1–1,0 % повної внутрішньої енергії метрової товщі [20].

Згідно із запропонованим коефіцієнтом зміни енергопотенціалу ґрунту відносно формування врожаю культур (КДег) встановлено, що нині 28,4% урожаю досліджених культур в енергетичному еквіваленті формується за рахунок зниження енергоємності ґрунту 18,4% енергії урожаю вноситься з ґрунту, у т. ч. 15,9% з основною продукцією і 12,6% енергії врожаю залишається у ґрунті із рослинними рештками [16].

Хоча енергія, акумульована в гумусі, займає лише малу частину від загального енергетичного запасу ґрунту (основна частка припадає на мінерали та кристалічної решітці), саме вона є визначальною для життєдіяльності ґрунту та перебігу його основних функцій [18].

Для забезпечення високої продуктивності землеробства необхідно підтримувати та покращувати енергетичний потенціал ґрунту. Ґрунти, які мають низькі показники енергоємності, відзначаються погіршеними фізико-хімічними властивостями та меншою здатністю протистояти ерозійним процесам, викликаним водою чи вітром. Встановлено тісний кореляційний зв'язок ( $r = 0,8–0,9$ ) між кількістю гумусу та величиною врожаю в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Саме тому, на думку М. І. Полупана, визначення біоенергетичних показників є ключовим для об'єктивної оцінки екологічного стану ґрунтів та їх родючості [17].

Слід зазначити, що сьогодні тема біоенергетичного підходу до процесів ґрунтоутворення набуває особливої гостроти, що зумовлено як глобальними екологічними викликами, так і нагальними практичними потребами у збереженні родючості ґрунтів та підвищенні врожайності сільськогосподарських культур [18].

**Висновки.** Визначено вплив диференційованого та мілкового безполицевого обробітку на вміст і запаси гумусу у чорноземі типовому. Встановлено, що диференційований обробіток зумовлює диференціацію шару 0–30 см за вмістом гумусу. На цьому варіанті вміст гумусу у верхньому 0–10 см шарі збільшився на 13,3%, проте в шарах 10–20 і 20–30 см зменшився на 8,5% порівняно з контролем.

Встановлено позитивний вплив диференційованого та мілкового обробітку у верхньому шарі 0–10 см на запаси гумусу у чорноземі типовому. Застосування всіх досліджених обробітків ґрунту запаси гумусу в шарі 20–30 см знизилися на 14,3% порівняно з шаром 0–10 см ґрунту. Енергоємність чорнозему типового збільшилась за диференційованого та мілкового обробітку ґрунту у верхній частині ґрунтового профілю порівняно з контролем.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Балаєв А. Д., Піковська О. В., Тонха О. Л. Вміст гумусу та лабільних органічних речовин за різного використання чорнозему типового. Науковий вісник НУБіП України. 2018. № 286. Серія «Агрономія» С. 173–179.
2. Балюк С. А., Носко Б. С., Воротинцева Л. І. Регулювання родючості ґрунтів та ефективності добрив в умовах змін клімату. Вісник аграрної науки. 2018. № 4. С. 5–12. doi: 10.31073/agrovisnyk201804-01.
3. Буяновський А. О., Ожован О. О., Тортік М. Й. Гумусовий стан чорноземів звичайних Тарутинського степу за різних умов їх використання. Таврійський науковий вісник. 2022. № 128. С. 328–333.
4. Величко В. А., Демиденко О. В., Кривда Ю. І. Гумусний стан чорноземів типових Лівобережного Лісостепу України та відтворення їхньої родючості. Вісник аграрної науки. 2018. № 7. С. 20–25.

5. Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Іутинська Г. О., Титова Л. В., Дубинська О. Д. Ландшафтно-екологічний стан та шляхи відтворення деградованих земель Південного степу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 14-23.
6. Войтовик М. В., Примак І. Д., Цюк О. А., Мельник В. І. Родючість чорнозему типового за багаторічного основного обробітку ґрунту в короткоротаційній сівозміні. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. № 3/103. [https://doi.org/10.31548/dopovidi3\(103\).2023.008](https://doi.org/10.31548/dopovidi3(103).2023.008)
7. Гордієнко В. П., Крохмаль В. П. Гумусний стан ґрунту за різних систем удобрення й обробітку в сівозміні. *Вісник аграрної науки*. № 11. 2006. С. 11-14.
8. Гумусованість і фізико-хімічні властивості чорноземів Лісостепу за мінімізації обробітків і біологізації системи удобрення / А. Д. Балаєв та ін. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 11. С. 24-31. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202011-03>
9. Дегтярьов В. В., Козлова О. І., Усата Р. Ю. Груповий і фракційний склад гумусу лучно-чорноземних ґрунтів Правобережжя України за різних систем удобрення в умовах глобальних змін клімату. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. Харків: ХНАУ, 2018. № 1-2. С. 5-15.
10. Дегтярьов В. В., Моргунова О. І. Гумусовий стан та азотний режим чорноземів типових. *Сучасне ґрунтознавство: наукові проблеми та методологія викладання: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 90-річчю кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів імені М. К. Шикולי (м. Київ, 28-30 травня, 2012)*. Київ: НУБіП, 2012. С. 56-59.
11. Демиденко О., Шикולה М. Гумусний стан чорнозему типового в умовах Лівобережного Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 2. С. 5-11.
12. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини. [чинний від 2005-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 13 с.
13. Личук Г. І., Положенець В. М. Вплив способів обробітку ґрунту на родючість дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів Полісся України. *Вісник ДААУ*. 2000. С. 358-359.
14. Лопушняк В. І. Енергоємність гумусу темно-сірого опідзоленого ґрунту під впливом різних систем удобрення в Західному Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер.: агрономія і біологія*. 2012. Вип. 9 (24). С. 57-59.
15. Мазур Г. А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів. К.: "Аграрна наука", 2008. 305 с.
16. Пінчук В. О., Подоба Ю. В. Агроекологічна оцінка енергопотенціалу ґрунтів. *Український журнал природничих наук*. 2023. № 6. С. 80-90. DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.6.2023.9>
17. Полупан М. І., Соловей В. Б., Ковальов В. Г., Мірошниченко В. А. Кількісна функціональна екологічна діагностика генетичного стану ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 1998. № 3. С. 22-29.
18. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Ю., Личук Г. І. Оцінка та регулювання енергоємності ґрунтів України. *Український фітоценологічний збірник*. 2007. Вип. 25. Серія С. С. 41-47.
19. Якість ґрунту. Визначання щільності складення на суху масу: ДСТУ ISO 11272-2001 [чинний від 2003-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2001. 15 с.
20. Manoj K. N., Shekara B. G., Sridhara S. et al. Carbon Footprint Assessment and Energy Budgeting of Different Annual and Perennial Forage Cropping Systems: A Study from the Semi-Arid Region of Karnataka, India. *Agronomy*. 2022. Vol. 12. Is. 8. P. 1783. <https://doi.org/10.3390/agron-omy12081783>.
21. Pinkovskiy, G. V., Mashchenko, Yu. V., & Tanchyk, S. P. Influence of nutrients on soil fertility and sunflower productivity in the Right Bank Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Encyclopedia*. 2019. 107, 145-150. doi: 10.32851/2226-0099.2019.107.19.
22. Ting-ting XING, An – dong CAI, Chang – ai LU, Hong – ling YE, Hong – liang WU, Sheng – chang HUAI, jin – gu WANG, Ming – gang XU, Qi – mei LIN. Increasing soil microbial biomass nitrogen in crop rotation application. *Journal of Integrative Agriculture*. 2022. Vol. 21. Iss. 5. P. 1488-1500.
23. Voitovyk, M., Prymak, I., Panchenko, O., Tsyuk, O., & Melnyk, V. Humus state and nutrient regime of typical chernozem depending on fertilisation in short crop rotations. *Plant and Soil Science*. 2023. 14(4), 33-44. doi:10.31548/plant4.2023.33

## REFERENCES:

1. Balaiev, A. D., Pkovska, O. V., & Tonkha, O. L. (2018). Vmist humusu ta labilnykh orhanichnykh rehovyn za riznoho vykorystannia chornozemu typovoho [Humus content and labile organic matter under different uses of typical chernozem]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seria «Ahronomiia», (286), 173-179.* [in Ukrainian]
2. Baliuk, S. A., Nosko, B. S., & Vorotyntseva, L. I. (2018). Rehuliuвання rodiuchosti gruntiv ta efektyvnosti dobrov v umovakh zmin klimatu [Regulation of soil fertility and fertilizer efficiency under climate change]. *Visnyk ahrarnoi nauky, (4), 5-12.* doi:10.31073/agrovisnyk201804-01 [in Ukrainian]
3. Buianovskiy, A. O., Ozhovan, O. O., & Tertyk, M. Y. (2022). Humusovyi stan chornozemiv zvychaynykh tarutynskoho stepu za riznykh umov yikh vykorystannia [Humus condition of звичайних chernozems of the Tarutyno steppe under different conditions of their use]. *Tavriiskiy naukovyi visnyk, (128), 328-333.* [in Ukrainian]
4. Velychko, V. A., Demydenko, O. V., & Kryvda, Y. I. (2018). Humusnyi stan chornozemiv typovykh Livoberezhnogo Tsentralnogo Lisostepu Ukrainy ta vidtvorennia yikhnoi rodiuchosti [Humus state of typical chernozems of the Left-Bank Central Forest-Steppe of Ukraine and reproduction of their fertility]. *Visnyk ahrarnoi nauky, (7), 20-25.* [in Ukrainian]
5. Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., Iutynska, H. O., Tytova, L. V., & Dubynska, O. D. (2023). Landshaftno-ekolohichni stan ta shliakhy vidtvorennia odedradovanykh zemel pviddennoho stepu Ukrainy [Landscape-ecological condition and ways of restoring degraded lands of the southern steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii, (18), 14-23.* [in Ukrainian]
6. Voitovyk, M. V., Prymak, I. D., Tsiuk, O. A., & Melnyk, V. I. (2023). Rodiuchist chornozemu typovoho za bahatorichnogo osnovnogo obrobittu gruntv v korotkorotatsiinii sivozmini [Fertility of typical chernozem under long-term primary tillage in a short-rotation crop rotation].

- Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, (3/103). [https://doi.org/10.31548/dopovidi3\(103\).2023.008](https://doi.org/10.31548/dopovidi3(103).2023.008) [in Ukrainian]
7. Hordienko, V. P., & Krokmal, V. P. (2006). Humusnyi stan ґрунту за riznykh system udobrennia y obrobittku v sivozmini [Humus condition of the soil under different fertilization and tillage systems in the crop rotation]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, (11), 11–14. [in Ukrainian]
  8. Balaiev, A. D., Tonkha, O. L., Pikovska, O. V., & Fedorenko, V. P. (2020). Humusovanist i fizyko-khimichni vlastyosti chornozemiv Lisostepu za minimizatsii obrobittkiv i biolohizatsii systemy udobrennia [Humus content and physical and chemical properties of Forest-Steppe chernozems under tillage minimization and biologization of the fertilization system]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, (11), 24–31. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202011-03> [in Ukrainian]
  9. Hrupovyi i fraktsiyni sklad humusu luchnochornozemnykh ґрунтів Pravoberezhzhia Ukrainy za riznykh system udobrennia v umovakh hlobalnykh zmin klimatu [Group and fractional composition of humus of meadow-chernozem soils of the Right-Bank Ukraine under different fertilization systems in the context of global climate change]. *Visnyk KhNAU im. V. V. Dokuchaieva. Seriya «Gruntoznavstvo, ahrokhimiia, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiia ґрунтів»*, (1-2), 5–15. [in Ukrainian]
  10. Dehtiarov, V. V., & Morhunova, O. I. (2012). Humusovyi stan ta azotnyi rezhym chornozemiv typovykh [Humus state and nitrogen regime of typical chernozems]. In *Suchasne ґрунтоznavstvo: naukovi problemy ta metodolohiia vykladannia: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the Department of Soil Science and Soil Protection named after M. K. Shykula* (pp. 56–59). Kyiv: NUBiP. [in Ukrainian]
  11. Demydenko, O., & Shykula, M. (2004). Humusnyi stan chornozemu typovoho v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu [Humus state of typical chernozem in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, (2), 5–11. [in Ukrainian]
  12. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (2004). *DSTU 4289:2004. Quality of soil. Methods of determining organic matter*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [in Ukrainian]
  13. Lychuk, H. I., & Polozhenets, V. M. (2000). Vplyv sposobiv obrobittku ґрунту na rodiuchist derno-podzolistykh supishchanykh ґрунтів Polissia Ukrainy [Influence of tillage methods on the fertility of sod-podzolic sandy loam soils of the Polissia of Ukraine]. *Visnyk DAAU*, 358–359. [in Ukrainian]
  14. Lopushniak, V. I. (2012). Enerhoiemnist humusu temno-siroho opidzolenoho ґрунту pid vplyvom riznykh system udobrennia v Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy [Energy intensity of humus of dark gray podzolic soil under the influence of different fertilization systems in the Western Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: ahronomiia i biolohiia*, (9(24)), 57–59. [in Ukrainian]
  15. Mazur, H. A. (2008). *Vidtvorennia i rehuliuвання rodiuchosti Lehkykh ґрунтів* [Reproduction and regulation of fertility of light soils]. Kyiv: *Ahrarna nauka*. 305 p. [in Ukrainian]
  16. Pinchuk, V. O., & Podoba, Y. V. (2023). Ahroekolohichna otsinka enerhopotentsialu ґрунтів [Agroecological assessment of the energy potential of soils]. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychuykh nauk*, (6), 80–90. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.6.2023.9> [in Ukrainian]
  17. Polupan, M. I., Solovei, V. B., Kovalov, V. H., & Miroshnychenko, V. A. (1998). Kilkisna funktsionalno-ekolohichna diahnozyka henetychnoho stanu ґрунтів [Quantitative functional-ecological diagnostics of the genetic state of soils]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, (3), 22–29. [in Ukrainian]
  18. Tarariko, Y. O., Nesmashna, O. Y., & Lychuk, H. I. (2007). Otsinka ta rehuliuвання enerhoiemnosti ґрунтів Ukrainy [Assessment and regulation of energy intensity of soils in Ukraine]. *Ukrainskyi fitotsenolohichnyi zbirnyk. Seriya C*, (25), 41–47. [in Ukrainian]
  19. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (2001). *DSTU ISO 11272–2001. Soil quality. Determination of dry bulk density*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [in Ukrainian]
- Цюк Ю.В. Зміни енергоємності чорнозему типового залежно від основного обробітку ґрунту**
- Мета.** Метою досліджень встановити вплив основного обробітку ґрунту на зміни гумусного стану чорнозему типового малогумусного в агроценозі соняшнику.
- Методи.** Застосовувані методи й матеріали: результати польових досліджень, аналіз, обробка даних, узагальнення сучасних літературних матеріалів.
- Результати.** Дослідженнями встановлено, що застосування диференційованого та мілкого обробітку призводить до суттєвого перерозподілу органічної речовини у 0–30 см шарі ґрунту порівняно з комбінованим обробітком.
- Виявлено, що за диференційованого обробітку вміст гумусу у верхньому 0–10 см шарі збільшився на 13,3%, тоді як на глибині 10–20 см та 20–30 см спостерігалось його зменшення на 8,5%. Мілкий безполицевий обробіток забезпечив незначне на 0,47% підвищення вмісту гумусу в шарі 0–10 см відносно диференційованого варіанту, однак у шарі 10–20 см цей показник зріс на 6,6%, а у шарі 20–30 см – знизився на 3,6%.
- Аналіз запасів гумусу засвідчив їх найвищі значення у верхньому шарі за мілкого 52,0 т/га та диференційованого 50,6 т/га обробітку. На контролі у шарі 0–10 см запаси гумусу виявилися на 12,6% нижчими порівняно з диференційованим обробітком. Характерною особливістю для всіх досліджуваних варіантів стало зниження запасів гумусу на глибині 20–30 см в середньому на 14,3% відносно шару 0–10 см.
- Енергетичний аналіз ґрунту показав, що за диференційованого та мілкого обробітку відбувається збагачення гумусу верхньої частини профілю енергією. Енергоємність на цих варіантах становила 2,28 та 2,25 ГДж/га відповідно, що вище за контроль. Валові запаси енергії в гумусі зростали у шарах 0–10 см та 10–20 см, проте на глибині 20–30 см залишалися на рівні контролю.
- Висновки.** Встановлено, що диференційований та мілкий безполицевий обробіток сприяють акумуляції гумусу та підвищенню енергоємності у верхньому 0–10 см шарі чорнозему типового. Водночас ці системи обробітку посилюють диференціацію орного шару за вмістом гумусу, що необхідно враховувати при розробці заходів з оптимізації родючості ґрунту.
- Ключові слова:** вміст гумусу, запаси енергії гумусу, гумусованість

**Tsiuk Yu.V. Changes in the energy intensity of typical black soil depending on the main tillage**

**Purpose.** The purpose of the research is to establish the influence of the main tillage on changes in the humus state of typical low-humus black soil in the sunflower agrocenosis.

**Methods.** Applied methods and materials: results of field research, analysis, data processing, generalization of modern literary materials.

**Results.** The research has established that the use of differentiated and shallow tillage leads to a significant redistribution of organic matter in the 0–30 cm soil layer compared to combined tillage.

It was found that with differentiated tillage, the humus content in the upper 0–10 cm layer increased by 13,3%, while at a depth of 10–20 cm and 20–30 cm its decrease by 8,5% was observed. Shallow tillage provided a slight increase of 0,47% in the humus content in the 0–10 cm layer compared to the differentiated variant, however, in the 10–20 cm layer this indicator increased by 6,6%, and in the 20–30 cm layer it decreased by 3,6%. Analysis of humus reserves showed their highest values in the upper

layer under shallow 52,0 t/ha and differentiated 50,6 t/ha cultivation. In the control, humus reserves in the 0–10 cm layer were 12,6% lower compared to the differentiated cultivation. A characteristic feature of all the studied variants was a decrease in humus reserves at a depth of 20–30 cm by an average of 14,3% relative to the 0–10 cm layer.

Energy analysis of the soil showed that with differentiated and shallow tillage, the humus of the upper part of the profile is enriched with energy. The energy intensity in these variants was 2,28 and 2,25 GJ/ha, respectively, which is higher than the control. Gross energy reserves in humus increased in the 0–10 cm and 10–20 cm layers, but at a depth of 20–30 cm they remained at the control level.

**Conclusions.** It was established that differentiated and shallow tillage contribute to the accumulation of humus and an increase in energy intensity in the upper 0–10 cm layer of typical chernozem. At the same time, these tillage systems enhance the differentiation of the arable layer by humus content, which must be taken into account when developing measures to optimize soil fertility.

**Key words:** humus content, humus energy reserves, humus content

Дата першого надходження статті до видання: 18.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 30.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 06.05.2026