

АГРОНОМІЯ

УДК 631.512:631.445.4

**Можливість мінімалізації механічного обробітку
за зміни агрофізико-екологічних чинників родючості
чорнозему типового**

Войтовик М.В. , Примак І.Д. , Качан Л.М. ,
Панченко О.Б. , Ображій С.В. 

Білоцерківський національний аграрний університет

Войтовик М.В., Примак І.Д., Качан Л.М.,
Панченко О.Б., Ображій С.В. Можливість
мінімалізації механічного обробітку за
зміни агрофізико-екологічних чинників
родючості чорнозему типового. «Агро-
біологія», 2025. № 2. С. 8–18.

Voytovik M., Primak I., Kachan L.,
Panchenko O., Obrazhiy S. The possibility
of minimizing mechanical cultivation when
changing the agrophysical and ecological
factors of typical black soil fertility.
«Agrobiology», 2025. no. 2, pp. 8–18.

Рукопис отримано: 28.08.2025 р.

Прийнято: 12.09.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2025-199-2-8-18

Трирічними (2023–2025 рр.) дослідженнями на чорноземі типовому середньосуглинковому ТОВ «Мрія» Білоцерківського району Київської області в трипільній сівозміні встановлено, що структурний стан орного шару чорнозему типового за полицево-дискового, дискового і нульового обробітків істотно не відрізнявся за варіантами обробітку. За дискового і нульового обробітків виразно простежується диференціація (гетерогенність) орного шару за оструктуреністю різних його частин (0–10, 10–20, 20–30 см). Вміст водотривких агрегатів у верхній частині орного шару (0–10 см) істотно вищий за полицево-дискового обробітку, у нижній (20–30 см) – за прямої сівби.

Абсолютна різниця в оструктуреності верхньої (1–10 см) і нижньої (20–30 см) частин орного шару у фазу куціння і повної стиглості зерна пшениці озимої становила відповідно 2,5 і 2,3 % за полицево-дискового обробітку, 9,3 і 7,2 – дискового, 11,0 і 9,7 % – за прямої сівби.

Об'ємна маса орного шару істотно вища, а загальна пористість – істотно нижча за дискового і нульового обробітків, проте ці показники не перевищували критичних значень – 1,30 г/см³ і 50 % відповідно.

Щільність складення перевищувала критичне значення лише в нижній частині орного шару (20–30 см) за дискового і нульового обробітків на дату збирання урожаю культур сівозміни.

Загальна пористість верхньої частини орного шару не зазнавала істотних змін, а середньої і нижньої – зменшувалася за дискового і нульового обробітків.

Капілярна пористість орного шару практично на одному рівні в досліджуваних варіантах обробітку на дату сівби та істотно вища за дискування і прямої сівби на дату збирання урожаю. У середній і нижній частинах орного шару цей показник на дату збирання істотно зростає за дискового і нульового обробітків.

Зафіксоване зменшення некапілярної пористості ґрунту за дискування і прямої сівби в шарах 0–10, 10–20, 20–30 і 0–30 см.

Урожайність культур істотно не змінювалась за варіантами обробітку, що вказує на можливість прямої сівби в необроблений ґрунт. У середньому за три роки за полицево-дискового, дискового і нульового обробітків чорнозему типового урожайність становила відповідно 6,23; 6,11 і 6,07 т – пшениці озимої; 3,50; 3,50 і 3,56 – сої; 3,27; 3,18 і 3,20 т – соняшнику за НІР_{0,05} відповідно 0,31; 0,26 і 0,22 т.

Ключові слова: чорнозем типовий, сівозмінна, обробіток, структура, щільність будови, пористість, урожайність.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Ґрунтова структура справляє вирішальний вплив на водно-повітряний, тепловий і поживний режими ґрунтів та продуктивність рілнничих рослин. Надходження води атмосферних опадів, її переміщення в ґрунті, доступність води, а разом з нею і поживних речовин для рослин – всі ці надзвичайно важливі агрономічні характеристики тією чи іншою мірою регулюються ґрунтовою структурою [1]. Добре оструктурений ґрунт не лише краще зволожується і протистоїть ерозії [2], а також швидше прогрівається [3], економніше і ефективніше витрачає елементи живлення для рослин [4], а в тонких порах стримує надмірну мінералізацію вуглецю й азоту [5].

Рівною мірою це ж стосується й інших властивостей ґрунтів – фізико-механічних, технологічних і реологічних – оструктурений ґрунт здатний без прикладання значних енергетичних зусиль кришитися під дією механічного обробітку, не прилипати до робочих органів ґрунтообробних знарядь, достатньо швидко розуцільнюватися до модальних значень після зняття навантаження [6].

Лише в окремих випадках структурний ґрунт може мати наступні недоліки: схильність до провальної (преференціальної) фільтрації (за домінування крупних пор) і надмірна повітрязабезпеченість, яка посилює випаровування продуктивної вологи. Науковці розробили оптимальну суміш ґрунтових агрегатів з допустимими параметрами брил і пилу за формування посівного шару для зернових культур. У підсумку вони констатують, що структура є настільки важливою характеристикою ґрунту, що виправдовує будь-які заходи її моніторингу, охорони, а за необхідності – і поліпшення [7].

За допомогою контролю структурного стану можна оперативно отримати попередню оцінку екологічної і продуктивної цінності ґрунтів, розробити рекомендації щодо управління їх родючістю і навіть окремі матеріали для прогнозу зміни ґрунтів за збільшення чи зменшення антропогенного навантаження (за умови проведення довготривалих спостережень на контрольних варіантах) [7, 8].

Серед агротехнічних заходів охорони ґрунтової структури найбільш важливими вважають мінімізацію механічного обробітку і поліпшення балансу органічної речовини [9, 10].

Агрономічна діяльність і особливо механічний обробіток не мають призводити до втрати структури, гальмування процесів агре-

гації, оскільки це спричиняє неминуче погіршення родючості ґрунту. Для цього було б важливо зафіксувати рівень оструктуреності, характерний для тієї чи іншої ґрунтової відміни (це був би важливий показник, або своєрідний норматив) і всі засоби впливу на неї не мають знеструктурувати ґрунт. Вони мають бути структурозберігаючими [7].

Технологія зяблевого обробітку, згідно з класичним уявленням, має забезпечувати створення оструктуреного шару ґрунту плугом з передплужниками глибиною не менше 20 см. За культурної оранки краще оструктурена нижня половина орного шару переміщається плугом на місце верхньої, поліпшуючи структурний стан всього оброблюваного шару ґрунту. В.Р. Вільямс – «головний агроном країни», користуючись беззаперечним авторитетом у державних органах, вважав, що лише в нижній частині орного шару структурний стан поліпшується завдяки анаеробним умовам. Абсолютизація водотривкої структури і культурної оранки, як заходу її відтворення та універсалізація травопільної системи хліборобства призвели до трагічних наслідків [11].

Об'єктивно оцінив важливість структури ґрунту та розробив заходи щодо її поліпшення О.О. Ізмаїльський [12]. В.Р. Вільямс довів, що пожива і вода найбільш ефективні за водотривкої структури ґрунту, дав глибокий аналіз поживного і водного режимів ґрунту на оструктурених і знеструктурених ґрунтах [13].

Погіршення оструктуреності ґрунту внаслідок ущільнення його рушіями машинно-тракторних агрегатів пов'язане з тим, що розпушування верхнього шару з пористістю нижче 50 % не відновлює цей показник відразу до оптимальних значень для життєдіяльності ґрунтової біоти. Крім того, ущільнення ґрунту спричиняє перехід значної частини діяльного гумусу у недіяльний стан [14].

Всю різноманітність причин негативно-го впливу на оструктуреність ґрунту можна об'єднати в три групи, однойменні факторам утворення агрегатів [15].

Механічні – руйнування структури сільськогосподарськими знаряддями, рушіями, вітром, опадами, тваринами (за активного або надмірного випасання) тощо.

Фізико-хімічні – руйнування структури ґрунту в результаті обмінних реакцій катіонів. Зокрема, іони H^+ і NH_4^+ , що містяться в атмосферних опадах, взаємодіючи з ґрунтом, витісняють з ґрунтового вбирного комплексу [ГВК] іони кальцію і магнію, які можуть вимиватися за межі орного шару. Аналогічно

на ГВК впливають іони мінеральних добрив, продукти життєдіяльності кореневої системи та інші сполуки ґрунту. В результаті коагуляційні сили, що склеюють ґрунтові частинки в агрегати, послаблюються, агрегати переходять в роздільно-частковий стан.

Біологічні – руйнуюча діяльність ґрунтових мікроорганізмів, які мінералізують органічну речовину ґрунту як джерело живлення і енергії. Оскільки ґрунтові частинки склеєні переважно органічними колоїдами, то агрегати руйнуються. Розвитку процесів мінералізації органічної речовини сприяє механічний обробіток ґрунту, внесення вапна і мінеральних добрив.

За В.Р. Вільямсом, першим завданням рільника є відтворення і підвищення структурності ґрунту, другим – періодичне відновлення її культурною оранкою, тривалість якого може досягати 6–7 вегетаційних періодів [13, 16].

Провідні дослідники-аграрії України пропонують періодичність проведення культурної оранки визначати за показником коефіцієнта структурності ґрунту за методом Н.І. Саввінова (ДСТУ 4744:2007). Якщо цей показник у шарі ґрунту 0–10 см нижчий 0,67, такий агрозахід є обов'язковим [14, 17]. Застосування плуга без передплужників можливе лише за заробки в ґрунт вапна або гною [18]. Оброблюваний шар ґрунту плугом з передплужниками гетерогенний, а за їх відсутності – гомогенний. В останньому випадку навіть на чистому від бур'янів ґрунті перемішування верхнього (знеструктуреного) і нижнього (недостатньо оструктуреного) шарів ґрунту поступово погіршує структурний стан всього орного шару [14].

Провідні науковці України обов'язковою умовою відтворення оструктуреності ґрунту вважають проведення періодичної оранки плугами з передплужниками за швидкості руху агрегату 7,9 км/год і більше з культурною формою полиць, а за меншої швидкості – з напівгвинтовими полицями. Рекомендовано використовувати і двоярусні плуги [14]. Взаємне переміщення такими орними агрегатами двох шарів ґрунту унеможливорює їх перемішування, яке, на думку науковців, є принципово неприпустимим. Ізолювати верхній шар від впливу повітря і води вони пропонують також за допомогою мульчування [14].

На вирішальне значення водотривкої структури ґрунту в забезпеченні оптимальної будови, насамперед щільності та пористості його, вказували й видатні українські дослідники О.Н. Соколовський, К.К. Гедройц [3].

Актуальним і на сьогодні залишається висновок В.Р. Вільямса, що ґрунти з водотривкою структурою мають оптимальну будову [11].

Переважна частина вітчизняних науковців для поліпшення структурного стану і будови ґрунту пропонує в сівозмінах один раз в три-п'ять років застосовувати різноглибинну оранку, а в проміжку між оранкою – безполицеві обробітки на різну глибину (чизельними, дисковими знаряддями тощо) аж до повної відмови від механічного обробітку взагалі [19–26].

На Черкаській державній сільськогосподарській дослідній станції мінімалізація обробітку чорнозему типового малогумусного поліпшила агрофізичні властивості шару 0–40 см завдяки зростанню об'єму агрегатних пор, що пов'язано з підвищенням на 15–18 % вмісту агрегатів діаметром 2–5 мм [27].

У досліджах УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого [28] та Інституту сільського господарства Західного Полісся найвищу урожайність гороху і сої отримали за традиційної оранки [29].

Систематична оранка чорноземів типових мало- і середньогумусованих прискорює утворення брилистої (понад 7 мм) і розпиленої (менше 0,25 см) фракцій та зменшує найбільш корисної – діаметром 0,5–3 мм. Безполицевий обробіток руйнує великі грудки (понад 7 мм), збільшує вміст більш корисних – діаметром 3–5 і 5–7 см [30].

В Україні 0,3 млн га ріллі деградовано (1,0 %) і 4,3 млн (14,3 %) схильні до агрофізичної деградації. Зниження вмісту на 30 % орних земель агрономічно цінних агрегатів (діаметром 0,25–10 мм) нижче критичного рівня (50 %) спричинило можливість утворення брилистої ріллі на площі 3,5 млн га. Головними причинами знеструктурення ґрунтів вважають високу інтенсивність обробітку і дегуміфікацію ґрунтів [31].

За високої оструктуреності і гумусованості максимально можлива і найбільш поширена межа рівноважної об'ємної маси орного шару чорнозему типового 1,25 г/см³. Залежно від умов зимового періоду, стану поверхні поля, зволоження цей показник на дату механічного обробітку фізично спілого ґрунту, здебільшого, нижчий зазначеної величини весною і майже рівний їй восени. У такому разі ґрунтово-технологічні властивості ґрунту (липкість, зчіплення, опір тощо) близькі до оптимальних.

Різниця між оптимальними значеннями об'ємної маси ґрунту для різних видів рільничих культур становить 0,10–0,25 г/см³ і вважається істотною. Найбільший вплив щільності складення проявляється у перші дні після сів-

би культури на проростання насіння та формування коріння першого і другого порядків. Істотний вплив цього показника простежується аж до збирання урожаю. Диференціація щільності будови по вертикалі орного шару справляє позитивний вплив на зернові і негативний – просапні культури [32].

Чорнозем суглинкового гранулометричного складу, ущільнений до $1,30\text{--}1,35\text{ г/см}^3$, після декількох циклів висушування і зволоження розущільнюється до рівноважної щільності складення – орієнтовно до $1,15\text{ г/см}^3$. За високої щільності – $1,40\text{--}1,45\text{ г/см}^3$ – процес розущільнення триває декілька років, що пов'язано з повільним проникненням до кореневих систем води, низькою біологічною і ферментативною активністю. За оптимальних величин об'єму пор (55–60 %) та співвідношення капілярної і некапілярної пористості (1:1) обробіток рекомендується у разі необхідності зменшення бур'янів [32].

Мета дослідження – порівняти три системи механічного обробітку ґрунту за їх впливом на агрофізичні й екологічні чинники його мінімізації в короткочасній сівозміні Правобережного Лісостепу України.

Матеріал і методи дослідження. Експериментальна робота виконана впродовж 2023–2025 рр. на чорноземі типовому середньосуглинковому ТОВ «Мрія» Білоцерківського району Київської області в польовій зернопросапній трипільній сівозміні з наступним чергуванням культур: 1 – поле пшениця озима, післяжнивна гірчиця біла; 2 – соя; 3 – соняшник.

Вивчали три варіанти (системи) обробітку чорнозему типового:

1-й – полицево-дисковий (контроль), за якого оранку на 28–30 см здійснювали під соняшник, під решту культур – дисковий обробіток на 10–12 см;

2-й – дисковий, за якого під всі культури проводили дискування на 10–12 см;

3-й – No-till передбачає пряму сівбу сівалкою Kinze в необроблений ґрунт.

Оранку виконували плугом ПЛН-3-35, дисковий обробіток – бороною АГ-2,1-20. Система удобрення культур сівозміни розрахована на заплановану урожайність пшениці озимої 6,0 т/га, соняшнику і сої – 3,5 т/га.

У досліді повторність триразова; розміщення варіантів послідовне, систематичне; площа посівної і облікової ділянок – відповідно 380 і 230 м².

Визначали вміст водотривких агрегатів методом І.М. Бакшеева, а будову орного шару (0–30 см) – методом Н.А. Качинського [33].

Результати досліджень і обговорення.

Вміст водотривких агрегатів в орному шарі чорнозему типового під посівами пшениці озимої істотно не змінювався за варіантами обробітку впродовж вегетації культурних рослин. Помічено лише неістотне зменшення цього показника за систематичного дискового обробітку ґрунту в сівозміні. У фазу куціння і повної стиглості зерна хлібної рослини оструктуреність орного шару становила відповідно 64,6 і 67,0 % за полицево-дискового обробітку, 64,2 і 66,3 – дискового, 64,4 і 66,6 % – за нульового обробітку. Загалом за вегетацію культури цей показник на першому, другому і третьому варіантах обробітку становив відповідно 65,8; 65,3 і 65,5 % (табл. 1).

За всіх систем обробітку, особливо дискового і нульового, орний шар ґрунту за структурним станом гетерогенний. Абсолютна різниця в оструктуреності верхньої (0–10 см) і нижньої (20–30 см) частин його у фазу куціння і повної стиглості зерна зернової колосової рослини становила відповідно 2,5 і 2,3 % за полицево-дискового обробітку, 9,3 і 7,2 – дискового, 11,0 і 9,7 % – за прямої сівби.

У вказані вище строки спостережень вміст водотривких агрегатів у верхній частині орного шару ґрунту нижчий відповідно на 4,7 і 3,8 % по дисковому обробітку; 5,4 і 4,7 % по прямій сівбі, ніж на контролі. У нижній частині орного шару ґрунту зафіксована зворотна закономірність: оструктуреність відповідно на 2,1 і 1,1 % за дискового; 3,1 і 2,7 % за нульового обробітків вища проти контролю. У середній частині орного шару цей показник також більший на другому і третьому варіантах: відповідно на 1,3 і 0,9 % за дискування, 1,5 і 1,1 % – прямої сівби.

У фазу сходів і господарської стиглості зерна вміст водотривких агрегатів в орному шарі ґрунту становив відповідно 60,9 і 63,7 % на першому варіанті; 60,0 і 62,8 – другому; 60,1 і 62,9 % – на третьому варіанті обробітку. Середнє значення досліджуваного показника ґрунтової родючості впродовж вегетації бобової рослини за полицево-дискового, дискового і нульового обробітків становило відповідно 62,3; 61,4 і 62,0 %.

Постійний дисковий і нульовий обробітки спричинили виразну диференціацію орного шару за досліджуваним показником ґрунтової родючості. У фазу сходів і господарської стиглості бобової культури контроль переважав експериментальні варіанти лише у верхній частині орного шару: відповідно на 6,3 і 4,9 % порівняно з дискуванням та 5,7 і 4,8 % – прямою сівбою.

Таблиця 1 – Вміст водотривких агрегатів у різних частинах орного шару ґрунту залежно від систем механічного обробітку, % (середнє за 2023–2025 рр.)

Культура	Фаза росту та розвитку рослин	Варіанти (системи) обробітку ґрунту								
		1 Полицево-дисковий (контроль)			2 Дисковий			3 Нульовий (пряма сівба, No-till)		
		Шар ґрунту, см								
		0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30
Пшениця озима	Кущіння НІР _{0,05} = 1,2 %	63,4	64,7	65,9	58,7	66,0	68,0	58,0	66,2	69,0
	Повна стиглість зерна НІР _{0,05} = 1,2 %	65,7	66,9	68,0	61,9	67,8	69,1	61,0	68,0	70,7
Соя	Сходи НІР _{0,05} = 0,9 %	61,3	60,9	60,6	55,0	62,2	62,8	55,6	62,0	62,7
	Господарська стиглість зерна НІР _{0,05} = 1,0 %	62,9	63,8	64,5	58,0	64,6	65,8	58,1	64,6	66,0
Соняшник	Сходи НІР _{0,05} = 1,2 %	67,7	63,8	60,7	60,9	65,1	65,7	60,1	64,0	64,9
	Повна стиглість насіння НІР _{0,05} = 1,3 %	65,4	66,6	67,8	61,6	67,8	70,4	59,9	66,1	70,1

У середній і нижній частинах орного шару зафіксована зворотна закономірність. Зокрема, у фазу сходів сої оструктуреність середньої частини орного шару за дискового і нульового обробітків вища відповідно на 1,3 і 1,1 %, господарської стиглості зерна – на 0,8 %, порівняно з контролем. У нижній частині орного шару ґрунту цей показник у фазу сходів і господарської стиглості зерна бобової рослини відповідно на 2,2 і 1,3 % за дискового й 2,1 і 1,5 % за нульового обробітків більший.

За полицево-дискового обробітку у фазу сходів сої орний шар гомогенний, у фазу господарської стиглості зерна – гетерогенний. Але найбільш виразно ця властивість проявляється за дискового і нульового обробітків. Абсолютна різниця в оструктуреності верхньої і нижньої частин орного шару за вказаних строків спостережень становила відповідно 0,7 і 1,6 % на першому варіанті обробітку, 7,8 і 7,8 – другому, 7,1 і 7,9 % – на третьому.

Вміст водотривких агрегатів в орному шарі ґрунту під соняшником істотно не відрізнявся за досліджуваними варіантами. У фазу сходів і повної стиглості насіння олійної рослини цей показник становив відповідно 64,1 і 66,6 % за полицево-дискового

обробітку, 63,9 і 66,6 – дискового, 63,0 і 65,4 % – нульового.

Істотні відмінності структурного стану ґрунту за варіантами обробітку зафіксовано у різних частинах орного шару. Зокрема, у верхній частині його вміст агрономічно цінних агрегатів у фазах сходів і повної стиглості насіння соняшнику нижчий відповідно на 6,7 і 3,7 % за дискового та 7,5 і 5,6 % за нульового обробітків, ніж на контролі. У нижній частині орного шару спостерігалася зворотна залежність: оструктуреність її на другому і третьому варіантах вища відповідно на 4,9 і 4,3 % у фазу сходів та на 2,5 і 2,4 % у фазу повної стиглості насіння соняшнику. У середній частині орного шару чітко вираженої закономірності змін оструктуреності ґрунту за варіантами обробітку не встановлено.

Середнє значення досліджуваного показника родючості за вегетацію олійної рослини у верхній, середній і нижній частинах орного шару чорнозему типового становило відповідно 66,6; 65,2 і 64,2 % за полицево-дискового обробітку, 61,3; 66,4 і 68,1 – дискового, 60,0; 65,1 і 67,5 % – за нульового обробітку, а в орному шарі – 65,3; 65,3 і 64,2 % відповідно на першому, другому і третьому варіантах.

За полицево-дискового обробітку структурний стан ґрунту у фазу сходів сояшнику закономірно погіршується з глибиною, а у фазу повної стиглості насіння – поліпшується. Перше пов'язано з глибоким обробітком плугом з передплужниками, за якого взаємно переміщуються верхня знеструктурена і нижня оструктурена частини орного шару, друге – кращими умовами утворення агрономічно цінної водотривкої структури завдяки сприятливим факторам гуміфікації саме в нижній частині орного шару упродовж вегетації просапної рослини [16–18]. За дискового і нульового обробітків упродовж вегетації сояшнику досліджуваний показник родючості з глибиною поліпшується.

Профільна диференціація за структурним станом орного шару чорнозему типового впродовж вегетації олійної рослини на першому варіанті зменшувалась, на другому і третьому – зростала. Зокрема, абсолютна різниця вмісту водотривких агрегатів у верхній і нижній частинах орного шару чорнозему типового за полицево-дискового, дискового і нульового обробітків становила відповідно 6,9; 4,7 і 4,9 % у фазу сходів та 2,3; 8,7 і 10,1 % у фазу повної стиглості насіння сояшнику.

Загалом по сівозміні вміст водотривких агрегатів за полицево-дискового, дискового і нульового обробітків на початку вегетації культур становив відповідно 64,1; 58,2 і 57,9 % у верхній частині орного шару, 63,1; 64,4 і 64,1 – середній, 62,4; 64,4 і 64,1 % – у нижній частині, а в орному шарі загалом – 63,2; 62,3 і 62,0 %. На дату збирання культур цей показник у верхній, середній і нижній частинах орного шару становив відповідно 64,7; 65,8 і 66,8 % на першому варіанті, 60,5; 66,7 і 68,4 – другому та 59,7; 66,2 і 68,9 на третьому варіанті, а в шарі ґрунту 0–30 см відповідно 65,8; 65,2 та 64,9 %.

Загалом по сівозміні упродовж вегетації сільськогосподарських рослин оструктуреність шарів ґрунту 0–10, 10–20, 20–30 і 0–30 см становила відповідно 64,4; 64,5; 64,6 і 64,5 % за полицево-дискового обробітку, 59,4; 65,6; 67,0 і 64,0 % – дискового, 58,8; 65,2; 67,2 і 63,7 % – за прямої сівби. Абсолютна різниця за вмістом агрономічно цінних водотривких агрегатів у верхній і нижній частинах орного шару за дискового і нульового обробітків майже однакова: 7,6 і 8,4 % відповідно. За полицево-дискового обробітку орний шар гомогенний.

Упродовж вегетації рілнничих рослин структурний стан орного шару завдяки розвитку кореневих систем і листової поверхні поліпшується: на початку вегетації культур

оструктуреність становила 62,8 %, а наприкінці – 65,3 %.

Слід зазначити, що і на сьогодні залишається дискусійним питання ефективності гомогенного і гетерогенного орного шару та різних частин його (верхнього і нижнього). Реакція рослин на таку будову залежить від їх виду і насамперед кореневої системи. Пропонувалось навіть чергування культур в сівозмінах обґрунтовувати реакцією їх корневих систем на диференціацію орного шару за показниками і умовами родючості ґрунту [34–37]. Агрофізична деградація чорноземів слугувала поштовхом більш глибокого вивчення в останнє десятиліття структурного стану ґрунтів провідними науковцями держави, які всебічно вивчили причини обов'язкової різноякісності орного шару і запропонували окремі заходи щодо її усунення, зокрема, завдяки проведенню періодичної оранки [14, 17, 20].

Щільність будови орного шару чорнозему типового на дату сівби і збирання урожаю сільськогосподарських рослин становила відповідно 1,10 і 1,17 г/см³ за полицево-дискового обробітку, 1,18 і 1,23 – дискового, 1,19 і 1,24 г/см³ – за нульового обробітку. Загалом за період вегетації культур цей показник за вказаними вище варіантами обробітку становив відповідно 1,14; 1,21 і 1,22 г/см³. Отже, зафіксоване зростання об'ємної маси за дискового і нульового обробітків, проте цей показник не перевищив критичного значення (50 %) (табл. 2).

Упродовж вегетації культур щільність складення верхньої, середньої і нижньої частин орного шару ґрунту становила відповідно 1,08; 1,13 і 1,16 г/см³ за полицево-дискового обробітку, 1,13; 1,21 і 1,28 – дискового, 1,09; 1,23 і 1,32 г/см³ – за прямої сівби. Цей показник у зазначених частинах орного шару вищий відповідно на 4,6; 7,1 і 10,3 % за другого та 0,1; 8,8 і 13,8 % – за третього варіантів, ніж на контролі. Він перевищував критичне значення (1,30 г/см³) лише в нижній частині орного шару за дискового і нульового обробітків на дату збирання урожаю.

Упродовж вегетації культур середнє значення щільності будови верхньої частини орного шару за першого, другого і третього варіантів обробітку становило відповідно 1,08; 1,13 і 1,10 г/см³. За дискового і нульового обробітків цей показник вищий відповідно на 4,6 і 1,9 %, ніж на контролі. Істотне зростання його (на 0,06 г/см³) зафіксоване лише на ділянках дискового обробітку за сівби рілнничих рослин. На решті ділянок дослідів відхилення від контролю неістотні.

Таблиця 2 – Будова різних частин орного шару ґрунту залежно від систем механічного обробітку (пористість вказана у %, а щільність складення в г/см³) (середнє за 2023–2025 рр.)

Обробіток ґрунту	Загальна (V_2), капілярна (V_3) і некапілярна (V_4) пористість, щільність складення (d)	Сівба			Збирання		
		Частини орного шару чорнозему типового, см					
		верхня 0–10	середня 10–20	нижня 20–30	верхня 0–10	середня 10–20	нижня 20–30
Полицево-дисковий (контроль)	V_2	59,7	57,8	55,9	57,5	55,5	52,5
	V_3	35,7	35,3	36,5	35,0	30,2	27,6
	V_4	24,0	22,5	19,4	22,5	25,3	24,9
	d	1,05	1,10	1,15	1,11	1,16	1,24
Дисковий	V_2	57,5	54,4	52,4	55,8	52,9	49,8
	V_3	35,2	34,8	35,6	36,0	34,8	36,2
	V_4	22,3	19,6	16,8	19,8	18,1	13,6
	d	1,11	1,19	1,24	1,15	1,23	1,31
No-till	V_2	59,0	53,6	50,6	57,1	52,1	48,7
	V_3	35,6	35,1	37,4	36,1	34,6	36,2
	V_4	23,4	18,5	13,2	21,0	17,5	12,5
	d	1,07	1,21	1,29	1,12	1,25	1,34
НІР _{0,05}	V_2	2,1	2,7	2,7	2,3	2,6	2,5
	V_3	1,7	1,9	1,7	1,7	2,3	2,6
	V_4	1,3	1,4	1,3	1,4	1,5	1,6
	d	0,06	0,09	0,08	0,05	0,06	0,07

У середній частині орного шару щільність складення ґрунту на дату сівби і збирання урожаю культур сівозміни вища проти контролю відповідно на 0,09 і 0,07 г/см³ (8,2 і 6,0 %) за дискування та 0,11 і 0,09 г/см³ (10,0 і 7,8 %) за прямої сівби. Показник цей не перевищив критичної величини.

У нижній частині орного шару спостерігалась аналогічна закономірність: щільність складення за другого і третього варіантів перевищувала контроль відповідно на 0,09 і 0,14 г/см³ (7,8 і 12,2 %) перед сівбою та 0,07 і 0,10 г/см³ (5,6 і 8,1 %) – перед збиранням.

Найбільший об'єм пор в орному шарі за полищово-дискового обробітку: на дату сівби 57,8 %, збирання 55,2 %, за дискового їх менше відповідно на 3,0 і 2,4 %, за нульового – на 3,4 і 2,6 %, за НІР_{0,05} 2,6 і 2,3 %.

Загальна пористість верхньої частини орного шару практично на одному рівні за полищово-дискового і нульового обробітків: відповідно 58,6 і 58,1 (загалом за вегетацію). За дискування вона менша контролю на 2,2 і 1,7 % відповідно на дату сівби і збирання.

У середній частині орного шару цей показник найвищий на першому варіанті –

54,2 %, на другому і третьому – він нижчий відповідно на 3,1 і 4,5 %.

Істотних змін об'єму капілярних пор у верхній частині орного шару залежно від систем обробітку не зафіксовано: за полищово-дискового, дискового і нульового обробітків цей показник становив відповідно 35,4; 35,6 і 35,9 %. У середній частині орного шару також не виявлено істотних змін, проте лише на дату сівби. А на дату збирання цей показник за дискового і нульового обробітків в середньому на 15 % вищий проти контролю.

На дату сівби капілярна пористість істотно не відрізняється за варіантами обробітку, а на дату збирання її величина на 8,6 % більша за дискування і прямої сівби. Аналогічна закономірність спостерігається і в орному шарі, де цей показник на дату сівби за варіантами обробітку майже однаковий (35,2–36,0 %), а на дату збирання перевищив контроль майже на 5 % за другого і третього варіантів обробітку.

В орному шарі об'єм некапілярних пор за полищово-дискового, дискового і нульового обробітків становив відповідно 22,0; 19,6 і 18,4 % на дату сівби та 24,2; 17,2 і 17,0 % – збирання за НІР_{0,05} 1,5 і 1,7 %.

У верхній частині орного шару цей показник знижувався на дату сівби і збирання за дискового обробітку істотно (відповідно на 1,7 і 2,7 %), а за нульового – істотно лише у другий строк визначення його (на 1,5 %). У середній і нижній частинах орного шару істотно вища некапілярна пористість в обидва строки її визначення за полицево-дискового обробітку. Дисковий обробіток поступався контролю в середньому на 3 і 7 % відповідно перед сівбою і збиранням, а нульовий – на 4–6 і 8–12 %. Проте, слід зазначити, що за жодного випадку цей показник не опускався нижче критичного рівня – 10 %.

У середньому за три роки за полицево-дискового, дискового і нульового обробітків чорнозему типового урожайність пшениці озимої становила відповідно 6,23; 6,11 і 6,07 т, сої – 3,50; 3,50 і 3,56, насіння соняшнику – 3,27; 3,18 і 3,20 т за $НР_{0,05}$ 0,31; 0,26 і 0,22 т.

Висновки. Структурний стан орного шару чорнозему типового за полицево-дискового, дискового і нульового обробітків істотно не відрізнявся за варіантами обробітку. За дискового і нульового обробітків виразно простежується диференціація (гетерогенність) орного шару за оструктуреністю різних його частин (0–10, 10–20, 20–30 см). Вміст водотривких агрегатів у верхній частині орного шару (0–10 см) істотно вищий за полицево-дискового обробітку, у нижній (20–30 см) – за прямої сівби.

Об'ємна маса орного шару істотно вища, а загальна пористість – істотно нижча за дискового і нульового обробітків, проте ці показники не перевищували критичних значень – 1,30 г/см³ і 50 % відповідно.

Загальна пористість верхньої частини орного шару не зазнавала істотних змін, а середньої і нижньої – зменшувалася за дискового і нульового обробітків.

Капілярна пористість орного шару практично на одному рівні в досліджуваних варіантах обробітку на дату сівби та істотно вища за дискування і прямої сівби на дату збирання урожаю. У середній і нижній частинах орного шару цей показник на дату збирання істотно зростає за дискового і нульового обробітків.

Зафіксоване зменшення некапілярної пористості ґрунту за дискування і прямої сівби в шарах 0–10, 10–20, 20–30 і 0–30 см.

Урожайність культур істотно не змінювалась за варіантами обробітку, що вказує на можливість прямої сівби в необроблений ґрунт.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Землеробство: підручник / І.Д. Примака та ін. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. С. 45–55.
2. Ерозієзнавство: підручник / І.Д. Примака та ін. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2024. 119 с., С. 156–160.
3. Булигін С.Ю., Вітвіцький С.В. Агрофізика ґрунту: підручник. Київ: НУБіП України, 2021. 472 с.
4. Панас Р.М. Екологія ґрунтів: навч. посіб. Львів: «Новий світ», 2020. С. 105–110.
5. Петренко Л.Р., Вітвіцький С.В., Булигін С.Ю., Богданович Р.П. Управління ґрунтовими режимами: підручник. Київ: «Компринт», 2017. 366 с.
6. Системи зберігаючого землеробства: No-till і Strip-till / М.П. Косолап та ін. Київ: НУБіП України, 2023. 377 с.
7. Медведев В.В. Структура ґрунту (методи, генезис, класифікація, еволюція, географія, моніторинг, охорона). Харків: «13 типографія», 2008. 406 с.
8. Медведев В.В. Фізичні властивості та обробіток ґрунту в Україні. Харків: Городська типографія, 2013. 224 с.
9. Медведев В.В., Булигін С.Ю., Булигіна М.Е. Сучасні системи землеробства і проблема обробітку ґрунту. Агроєкологічний журнал. 2017. № 2. С. 127–134. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2017.220168
10. Косолап М.П., Кротінов О.П. Система землеробства No-till: навч. посіб. Київ: Логос, 2011. 352 с.
11. Системи землеробства: історія їх розвитку і наукові основи / І.Д. Примака та ін. Біла Церква, 2004. С. 61–70, 141–150.
12. Маловідомі факти наукової спадщини О.О. Ізмайльського (до 170-річчя з дня народження) / І.Д. Примака та ін. Агробіологія. 2022. № 1. С. 79–84. DOI: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-53-62
13. Примака І.Д. Еволюція систем землеробства в Україні: монографія / І.Д. Примака та ін. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. С. 282–289.
14. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Танчик С.П., Надикто В.Т. Сучасні проблеми оранки як особливого прийому обробітку ґрунту. Вісник аграрної науки. 2016. № 1. С. 5–10. URL: https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2016_01_01.pdf
15. Теоретичні основи сучасного землеробства / І.Д. Примака та ін. Київ: Центр учбової літератури, 2012. С. 238–263.
16. Вільямс В.Р. Ґрунтознавство. Землеробство з основами ґрунтознавства. Харків: Держсільгоспвидав, 1948. 444 с.
17. Камінський В.Ф., Адамчук В.В., Булгаков В.М., Надикто В.Т. Агроінженерні підходи щодо збереження родючості ґрунтів. Вісник аграрної науки. 2021. № 11. С. 5–16. DOI: 10.31073/agrovisnyk202111-01
18. Надикто В.Т. Механіко-технологічні основи оранки. Вісник аграрної науки. 2012. № 4. С. 28–30.

19. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в польових сівозмінах Лівобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2015. 41 с.

20. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в умовах нестійкого та недостатнього зволоження: монографія. Харків: ХНАУ, 2019. 209 с.

21. Центилю Л.В. Агроекологічні основи відтворення родючості чорнозему типового та підвищення продуктивності агроценозів Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2020. 41 с.

22. Циліурік О.І. Наукове обґрунтування ефективності систем основного обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах Північного Степу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2014. 41 с.

23. Танчик С.П., Цюк О.А., Центилю Л.В. Наукові основи систем землеробства: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 314 с.

24. Influence of fertilizing and tillage systems on humus content of typical chernozem / M. Voitovyk et al. *Agraarteadus*. 2023. 1. P. 44–50.

25. Changes in the hardness and moisture capacities of a typical black soil in the agrocenose of winter wheat and sunflower / M. Voitovyk et al. *Journal of Central European Agriculture*. 2023. 24(3). P. 713–721.

26. Черячукін М.І. Наукове обґрунтування та розроблення заходів основного обробітку ґрунту в зональних системах землеробства Правобережного Степу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2016. 51 с.

27. Сівозміни та родючість чорнозему Лівобережного Лісостепу: монографія / О.В. Демиденко та ін. Сміла, 2019. С. 412–419.

28. Новохацький М., Ненужний О. Зміна врожайності гороху під впливом різних систем обробітку ґрунту. *Агроном*. 2025. № 1. С. 66–67. URL: <https://www.agronom.com.ua/zmina-vrozhajnosti-gorohu-pid-vplyvom-riznyh-system-obrobitku-gruntu/>

29. Фурманець М., Фурманець Ю. Забур'янення посівів сої під впливом систем обробітку ґрунту та удобрення. *Агроном*. 2023. № 3. С. 72–74. URL: <https://www.agronom.com.ua/zabur-yanennya-posiviv-soyi-pid-vplyvom-system-obrobitku-gruntu-ta-udobrennya/>

30. Демиденко О.В. Структурний стан чорноземів Лісостепу за агрогенного впливу. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 4. С. 5–14. DOI: 10.31073/agrovisnyk202004-01

31. Пліско І.В., Уваренко К.Ю., Криlach С.І., Накісько С.Г. Закономірності прояву фізичної деградації в орних ґрунтах України та регіони підвищеного її ризику. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 10. С. 5–13. DOI: 10.31073/agrovisnyk202110-01

32. Медведєв В.В., Лактіонова Т.М. Ґрунтово-технологічні вимоги до ґрунтообробних знарядь і ходових систем машинно-тракторних агрегатів. Харків: КП «Друкарня № 13», 2008. 68 с.

33. Землеробство: навч. посіб. / С.П. Танчик та ін. Київ: ЦП «Компринт», 2022. С. 30–35, С. 38–41.

34. Еволюція теоретичних і практичних основ переходу від полицевого до безполицевого і поверхневого та нульового обробітків ґрунту в Україні з середини першої половини 20 ст. до сьогодення / І.Д. Примак та ін. *Агробіологія*. 2018. № 2. С. 6–17. URL: https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiologiya/prymak_2_2018.pdf

35. Коломієць М.В. Оптимізація обробітку ґрунтів Лісостепу: наукові і прикладні аспекти. *Вісник аграрної науки*. 1998. № 1. С. 12–16.

36. Наукові основи сучасних систем вітчизняного землеробства: навч. посіб. / І.Д. Примак та ін. Вінниця: «ТВОРИ», 2021. С. 248–251.

37. Попов Ф.А. Проблеми обробітку ґрунту. *Вісник сільськогосподарської науки*. 1975. № 8. С. 24–32.

REFERENCES

1. Prymak, I.D., Yezerkovska, L.V., Fedoruk, Yu.V. (2020). *Zemlerobstvo: pidruchnyk* [Agriculture]. Vinnytsia, LLC TVORY, pp. 45–55.

2. Prymak, I.D., Fedoruk, Yu.V., Pokotylo, I.A. (2024). *Eroziieznavstvo: pidruchnyk* [Erosion science]. Vinnytsia, LLC TVORY, 119 p., pp. 156–160.

3. Bulyhin, S.Yu., Vitvitskyi, S.V. (2021). *Ahrofizyka gruntu: pidruchnyk* [Agrophysics of soil]. Kyiv, NUBiP Ukrainy, 472 p.

4. Panas, R.M. (2020). *Ekolohiia gruntiv: navch. posib*. [Soil ecology]. Lviv, New world, pp. 105–110.

5. Petrenko, L.R., Vitvitskyi, S.V., Bulyhin, S.Yu., Bohdanovych, R.P. (2017). *Upravlinnia gruntovymy rezhymamy: pidruchnyk* [Management of soil regimes]. Kyiv, Komprynt, 366 p.

6. Kosolap, M.P., Krotinov, O.P., Ivaniuk, M.F. (2023). *Systemy zberihaiuchoho zemlerobstva: No-till i Strip-till* [Conservation agriculture systems: No-till and Strip-till]. Kyiv, NUBiP Ukrainy, 377 p.

7. Medvediev, V.V. (2008). *Struktura gruntu (metody, henezys, klasyfikatsiia, evoliutsiia, heohrafiia, monitorynh, okhorona)* [Soil structure (methods, genesis, classification, evolution, geography, monitoring, protection)]. Kharkiv, Typohrafiia 13, 406 p.

8. Medvediev, V.V. (2013). *Fizychni vlastyvo-sti ta obrobitok gruntu v Ukraini* [Physical properties and tillage of soil in Ukraine]. Kharkiv, City typography, 224 p.

9. Medvediev, V.V., Bulyhin, S.Yu., Bulyhina, M.E. (2017). *Suchasni systemy zemlerobstva i problema obrobitku gruntu* [Modern farming systems and the problem of soil tillage]. *Ahroekolohichniy zhurnal* [Agroecological Journal], no. 2, pp. 127–134. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2017.220168

10. Kosolap, M.P., Krotinov, O.P. (2011). *Systema zemlerobstva No-till: navch. posib*. [No-till farming system]. Kyiv, Lohos, 352 p.

11. Prymak, I.D., Verhunov, V.A., Rozhko, V.H. (2004). *Systemy zemlerobstva: istoriia yikh rozvytku i naukovy osnovy* [Farming systems: history of their development and scientific principles]. Bila Tserkva, pp. 61–70, pp. 141–150.

12. Prymak, I.D., Prysiazniuk, N.M., Fedoruk, Yu.V. (2022). Malovidomi fakty naukovoї spadshchyny O.O. Izmailskoho (do 170-richchia z dnia narodzhennia) [Little-known facts of O.O. Izmailsky's scientific heritage (to the 170th anniversary of his birth)]. *Ahrobiologhiia* [Agrobiology]. no. 1, pp. 79–84. DOI: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-53-62.
13. Prymak, I.D., Tsyuk, O.A., Martyniuk, I.V. (2022). Evoliutsiia system zemlerobstva v Ukraini: monohrafiia [Evolution of farming systems in Ukraine]. Vinnytsia, LLC TVORY, pp. 282–289.
14. Adamchuk, V.V., Bulhakov, V.M., Tanchyk, S.P., Nadykto, V.T. (2016). Suchasni problemy oranky yak osoblyvoho pryomu obrobitku gruntu [Modern problems of plowing as a special tillage technique]. *Visnyk aharnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science]. no. 1, pp. 5–10. Available at: https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2016_01_01.pdf
15. Prymak, I.D., Riaba, O.I., Kupchuk, V.I. (2012). Teoretychni osnovy suchasnoho zemlerobstva [Theoretical foundations of modern agriculture]. Kyiv, Educational Literature Center, pp. 238–263.
16. Viliams, V.R. (1948). Gruntoznastvo. Zemlerobstvo z osnovamy gruntoznastva [Soil science. Agriculture with basics of soil science]. Kharkiv, Derzhsilhospydav, 444 p.
17. Kaminskyi, V.F., Adamchuk, V.V., Bulhakov, V.M., Nadykto, V.T. (2021). Ahroinzherni pidkhody shchodo zberezhenia rodiuchosti gruntiv [Agroengineering approaches to preserving soil fertility]. *Visnyk aharnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science]. no. 11, pp. 5–16. DOI: 10.31073/agrovisnyk202111-01
18. Nadykto, V.T. (2012). Mekhaniko-tekhnohichni osnovy oranky [Mechanical and technological bases of plowing]. *Visnyk aharnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science]. no. 4, pp. 28–30.
19. Shevchenko, M.V. (2015). Naukovi osnovy system obrobitku gruntu v polovykh sivozminakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Scientific principles of soil tillage systems in field rotations of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Dnipropetrovsk, 41 p.
20. Shevchenko, M.V. (2019). Naukovi osnovy system obrobitku gruntu v umovakh nestiikoho ta nedostatnoho zvolozhennia: monohrafiia [Scientific bases of soil tillage systems under unstable and insufficient moisture]. Kharkiv, KhNAU, 209 p.
21. Tsentylo, L.V. (2020). Ahroekologichni osnovy vidtvorennia rodiuchosti chornozemu typovoho ta pidvyshchennia produktyvnosti ahrotsenoziv Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk: 06.01.01 [Agroecological bases of reproduction of typical chernozem fertility and productivity of agroecosystems in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: Abstract of the dissertation of Doctor of Agricultural Sciences: 06.01.01]. Kyiv, 41 p.
22. Tsyliuryk, O.I. (2014). Naukove obgruntuvannia efektyvnosti system osnovnoho obrobitku gruntu v korotkorotatsiinykh sivozminakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy: avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk: 06.01.01 [Scientific substantiation of tillage systems efficiency in short-rotation crop rotations of the Northern Steppe of Ukraine Abstract of the dissertation of Doctor of Agricultural Sciences: 06.01.01]. Dnipropetrovsk, 41 p.
23. Tanchyk, S.P., Tsyuk, O.A., Tsentylo, L.V. (2015). Naukovi osnovy system zemlerobstva: monohrafiia [Scientific principles of farming systems: monograph]. Vinnytsia, Nilan-LTD, 314 p.
24. Voitovyk, M., Butenko, A., Prymak, I., Mishchenko, Y., Tkachenko, M., Tsyuk, O., Panchenko, O., Sleptsov, Y., Kopylova, T., Havryliuk, O. (2023). Influence of fertilizing and tillage systems on humus content of typical chernozem. *Agraarteadus*. no. 1, pp. 44–50.
25. Voitovyk, M., Prymak, I., Tsyuk, O., Sleptsov, Y., Panchenko, O. (2023). Changes in the hardness and moisture capacities of a typical black soil in the agroecose of winter wheat and sunflower. *Journal of Central European Agriculture*. no. 24(3), pp. 713–721.
26. Cheriachukin, M.I. (2016). Naukove obgruntuvannia ta rozroblennia zakhodiv osnovnoho obrobitku gruntu v zonalnykh systemakh zemlerobstva Pravoberezhnoho Stepu Ukrainy: avtoref. dys. ... d-ra s.-g. nauk: 06.01.01 [Scientific substantiation and development of main tillage measures in zonal farming systems of the Right-Bank Steppe of Ukraine: Abstract of the dissertation of Doctor of Agricultural Sciences: 06.01.01]. Kyiv, 51 p.
27. Demydenko, O.V., Boiko, P.I., Blashchuk, M.I. (2019). Sivozmyny ta rodiuchist chornozemu Livoberezhnoho Lisostepu: monohrafiia [Crop rotations and fertility of chernozem in the Left-Bank Forest-Steppe]. Smila, pp. 412–419.
28. Novokhatskyi, M., Nenuzhnyi, O. (2025). Zmina vrozhaivosti horokhu pid vplyvom riznykh system obrobitku gruntu [Change in pea yield under the influence of different tillage systems]. *Ahronom* [Agronomist]. no. 1, pp. 66–67. Available at: <https://www.agronom.com.ua/zmina-vrozhaivosti-gorokhu-pid-vplyvom-riznykh-system-obrobitku-gruntu/>
29. Furmanets, M., Furmanets, Yu. (2023). Zaburianennia posviv soi pid vplyvom system obrobitku gruntu ta udobrennia [Weed infestation of soybean crops under the influence of tillage and fertilization systems]. *Ahronom* [Agronomist]. no. 3, pp. 72–74. Available at: <https://www.agronom.com.ua/zabur-yanennia-posviv-soyi-pid-vplyvom-system-obrobitku-gruntu-ta-udobrennia/>
30. Demydenko, O.V. (2020). Strukturnyi stan chornozemiv Lisostepu za ahroennogo vplyvu [Structural state of chernozems of the Forest-Steppe under agrogenic influence]. *Visnyk aharnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science]. no. 4, pp. 5–14. DOI: 10.31073/agrovisnyk202004-01
31. Plisko, I.V., Uvarenko, K.Yu., Krylach, S.I., Nakisko, S.H. (2021). Zakonomirnosti proiavu fizychnoi dehradatsii v ornykh gruntakh Ukrainy ta rehiony pidvyshchenoho yii ryzyku [Regularities of physical degradation in arable soils of Ukraine and regions of its increased risk]. *Visnyk aharnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science]. no. 10, pp. 5–13. DOI: 10.31073/agrovisnyk202110-01

32. Medvediev, V.V., Laktionova, T.M. (2008). Gruntovo-tekhnologichni vymohy do gruntoobrobnykh znariad i khodovykh system mashynno-traktornykh ahrehativ [Soil-technological requirements for tillage tools and wheel systems of machine-tractor units]. Kharkiv, KP "Printing House No 13", 68 p.

33. Tanchyk, S.P. (2022). Zemlerobstvo: navch. posib. [Agriculture]. Kyiv, Komprynt, pp. 30–35, 38–41.

34. Prymak, I.D., Panchenko, O.B., Voityvyk, M.V. (2018). Evoliutsiia teoretychnykh i praktychnykh osnov perekhodu vid polytsievoho do bezpolytsievoho i poverkhnevoho ta nulovoho obrobittiv gruntu v Ukraini z seredyny pershoi polovyny XX st. do sohodennia [Evolution of theoretical and practical bases of transition from plow to non-plow, shallow and zero tillage in Ukraine since the first half of the 20th century]. Ahrobiolohiia [Agrobiology]. no. 2, pp. 6–17. Available at: https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiologiya/prymak_2_2018.pdf

35. Kolomiets, M.V. (1998). Optyimizatsiia obrobittu gruntiv Lisostepu: naukovy i prykladni aspekty [Optimization of tillage in the Forest-Steppe: scientific and applied aspects]. Visnyk aharnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]. no. 1, pp. 12–16.

36. Prymak, I.D., Martyniuk, I.V., Fedoruk, Yu.V. (2021). Naukovy osnovy suchasnykh system vitchyznianoho zemlerobstva: navch. posib. [Scientific foundations of modern domestic farming systems]. Vinnytsia, LLC TVORY, pp. 248–251.

37. Popov, F.A. (1975). Problemy obrobittu gruntu [Problems of soil tillage]. Visnyk silskohospodarskoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. no. 8, pp. 24–32.

The possibility of minimizing mechanical cultivation when changing the agrophysical and ecological factors of typical black soil fertility

Voytovik M., Primak I., Kachan L., Panchenko O., Obrazhiy S.

Three-year (2023–2025) studies on typical medium-loamy chernozem at “Mriya” LLC in Bila Tserkva district of Kyiv region, within a three-field crop rotation, have established that the structural condition of the arable layer of typical chernozem under plough-disk, disk, and no-till treatments did not differ significantly between tillage options. Under disk and no-till

treatments a clear differentiation (heterogeneity) of the arable layer was observed in terms of structural condition across its different parts (0–10, 10–20, 20–30 cm). The content of water-resistant aggregates in the upper part of the arable layer (0–10 cm) was significantly higher under plough-disk tillage, while in the lower part (20–30 cm) it was higher under direct seeding.

The absolute difference in the structural condition of the upper (1–10 cm) and lower (20–30 cm) parts of the arable layer during the tillering and full ripeness stages of winter wheat amounted to 2.5 and 2.3 %, respectively, under plow-disk tillage; 9.3 and 7.2 % under disk tillage; and 11.0 and 9.7 % under direct sowing.

The bulk density of the arable layer was significantly higher, and total porosity was significantly lower under disk and no-till tillage; however, these values did not exceed critical thresholds – 1.30 g/cm³ and 50 %, respectively.

The bulk density exceeded the critical value only in the lower part of the arable layer (20–30 cm) under disk and zero tillage at the time of crop harvesting in the crop rotation.

The total porosity of the upper part of the arable layer did not undergo significant changes, while in the middle and lower parts it decreased under disk and no-till tillage.

Capillary porosity of the arable layer was practically at the same level in tillage variants at sowing date, but was significantly higher under disk tillage and direct seeding at harvest time. In the middle and lower parts of the arable layer, this indicator significantly increased under disk and zero-tillage.

A decrease in non-capillary porosity of the soil was recorded under disking and direct sowing in the 0–10, 10–20, 20–30, and 0–30 cm layers.

Crop yield did not significantly change depending on the treatment option, indicating the possibility of direct sowing into uncultivated soil. On average over three years, the typical yield for shelf-disk, disk, and zero tillage of typical chernozem amounted to 6.23, 6.11, and 6.07 t/ha for winter wheat; 3.50, 3.50, and 3.56 t/ha for soybean; and 3.27, 3.18, and 3.20 t/ha for sunflower, with HIP_{0.05} values of 0.31, 0.26, and 0.22 t/ha, respectively.

Key words: typical chernozem, crop rotation, tillage, structure, structural density, porosity, yield.



Copyright: Войтовик М.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Войтовик М.В.
Примак І.Д.
Качан Л.М.
Панченко О.Б.
Образій С.В.

<https://orcid.org/0000-0002-8604-2193>
<https://orcid.org/0000-0002-0094-3469>
<https://orcid.org/0000-0001-5374-3252>
<https://orcid.org/0000-0001-8130-0811>
<https://orcid.org/0000-0002-30532-6655>