

АГРОНОМІЯ

УДК 631.445.4/.51.021/.8:633.854.78:631.559

Зміна агрофізичних показників родючості чорнозему типового і урожайності соняшнику залежно від систем основного обробітку і удобрення в короткоротаційних сівозмінах

Войтовик М.В. , Примак І.Д. , Качан Л.М. ,Павліченко А.А. , Панченко О.Б. *Білоцерківський національний аграрний університет*

Войтовик М.В., Примак І.Д., Качан Л.М., Павліченко А.А., Панченко О.Б. Зміна агрофізичних показників родючості чорнозему типового і урожайності соняшнику залежно від систем основного обробітку і удобрення в короткоротаційних сівозмінах. «Агробіологія», 2026. № 1. С. 19–29.

Voytovik M., Primak I., Kachan L., Pavlichenko A., Panchenko O. Changes in agro-physical fertility indicators of typical chernozem and sunflower yield depending on primary tillage and fertilization systems in short crop rotations. «Agrobiology», 2026. no. 1, pp. 19–29.

Рукопис отримано: 09.03.2026 р.

Прийнято: 24.03.2026 р.

Затверджено до друку: 19.05.2026 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2026-203-1-19-29

ISSN 2310-9270

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. На науково обґрунтовану сівозміну, за результатами досліджень ННЦ «Інститут землеробства НААН України», припадає 33 % приросту урожаю пшениці, 35 – гороху, 42 – сої, 22 % соняшнику. Однобічне кон'юнктурно-ринкове використання ріллі з надмірною часткою зернових і олійних культур призведе до великих втрат родючості, для відновлення якої знадобиться понад 50 років. Частка соняшнику у структурі посівних площ

У трирічних (2022–2024) дослідках Білоцерківського НАУ найвищий вміст повітряно-сухих агрономічно цінних агрегатів під соняшником сформовано в орному шарі чорнозему типового за безполицево-полицевого обробітку в п'ятипільних сівозмінах.

Структурний стан орного шару істотно кращий за органо-мінеральної та органічної систем удобрення. Дисковий і безполицево-полицевий обробітки забезпечили зростання водотривких агрегатів на 2–6 %.

Щільність складення верхнього шару (0–10 см) у фазу сходів за безполицево-полицевого обробітку неістотно (на 0,03 г/см³), а за дискового – істотно (на 0,07 г/см³) перевищує контроль. У фазу повної стиглості вона майже однакова.

На початку вегетації щільність орного шару найвища за дискового, найнижча – за полицево-безполицевого обробітку, перед збиранням – вирівнюється.

У фазу сходів загальна пористість орного шару за полицево-безполицевого обробітку найвища за органо-мінеральної системи (54,8 %), а за безполицево-полицевого – органічної (57,3 %).

Твердість ґрунту найнижча за полицево-безполицевого, найвища – за дискового обробітку і не перевищує оптимум.

За дискового обробітку урожайність соняшнику зменшувалась, проте на неудобрених ділянках неістотно, що вказує на можливість мінімалізації обробітку. За безполицево-полицевого обробітку відмічено істотне підвищення урожайності у плодозмінній сівозміні за мінеральної й органо-мінеральної систем удобрення, у зернопросапній – органо-мінеральної, просапній – мінеральної; на інших варіантах відхилення неістотні.

Ключові слова: чорнозем типовий, сівозміна, обробіток, удобрення, структура, будова, твердість, урожайність.

сягнула 20 % і більше, що в два рази перевищує норму. Та й повертати його на попереднє поле вирощування потрібно не раніше 6 років. Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 164 від 11.02.2010 р. «Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах у різних природно-сільськогосподарських регіонах» частка посівів соняшнику у сівозмінах не має перевищувати у Лісостепу 5–9 %, Північному і Південному Степу відповідно 10 і 12–15 % [1, 2].

На чорноземі типовому малогумусному Лівобережного Лісостепу України найвищу урожайність сояшнику (2,76 т/га) отримано за його частки в семипільній сівозміні 14,3 %. Підвищення останньої поступово знижує його урожайність. Вчені констатують, що в науково обґрунтованих сівозмінах за дотримання технології вирощування резистентних гібридів і сортів олійної культури частку її в польових сівозмінах можна збільшити до 20 % з періодом повернення на попереднє місце через п'ять років [3].

У диверсифікованій сівозміні: пшениця озима – кукурудза – просо – горох посушливого степу США система No-till сприяє розвитку у ґрунті мікоризи і базидіоміцетів, що поліпшує структурний стан і пористість ґрунту. Інфільтрація ґрунту за 17-річного застосування No-till зросла втричі [4].

У п'ятипільних сівозмінах Лівобережного Лісостепу України за частки посівів сояшнику 20 і 40 % отримано найвищий урожай насіння – 3,01–3,13 т/га. За частки 60 % цей показник зменшився на 0,47 т/га, рентабельність на 25,9 %, проте сівозміна стала найбільш рентабельною – 72,5 %. Найбільш високий коефіцієнт енергетичної ефективності (3,03) за частки сояшнику 20 % [4].

Спосіб, глибина, захід і засіб основного обробітку ґрунту під сояшник, як і під інші рілнничі рослини, визначається типом, підтипом, видом сівозміни, ґрунтовою відміною, забур'яненістю, зволоженістю, ерозійною і дефляційною небезпекою, кліматичними умовами, системами удобрення та захисту рослин тощо. Однозначно відповісти на це питання неможливо, хоча в підручниках і навчальних посібниках з рослинництва рекомендують під сояшник глибокий обробіток плугом або плоскорізом [5, 6].

Найвища врожайність культур п'ятипільної зернопросапної сівозміни отримана за оранки плугом ПО-3-35 чорнозему типового малогумусного під ячмінь ярий і горох на глибину 20–22 см, пшеницю озиму – 16–18, під кукурудзу і сояшник – 23–25 см [7].

Твердість чорнозему звичайного глибокого середньогумусного у посівах сої за оранки найнижча незалежно від попередників (сояшник, соя, кукурудза, пшениця озима). У досліді Інституту сільського господарства Степу НААН за прямої сівби цей показник значно підвищився в шарах ґрунту 24–32 см за просапних попередників [8].

Структурний стан орного шару чорнозему типового істотно не змінювався за чотирьох систем основного обробітку в коротко-

ротаційній сівозміні, проте за постійного дискового обробітку на глибину 10–12 см він гетерогенний за вмістом водотривких агрегатів у шарах 0–10, 10–20 і 20–30 см [9].

На чорноземі типовому Правобережного Лісостепу України в польовій десятипільній сівозміні рекомендовано глибоку оранку під сояшник і буряки цукрові, мілкий безполицевий обробіток під пшеницю озиму після кукурудзи на силос і сої та різноглибинне чизельне розпушування під решту культур [10].

У п'ятирічному (2021–2024 рр.) стаціонарному досліді ННЦ «Інститут землеробства НААН України» урожайність культур трипільної сівозміни (як в одновидових так і в бінарних агрофітоценозах) на 5–25 % вища за оранки сірого лісового ґрунту на 20–22 см плугом ПЛН-3-35, ніж за дискування на 10–12 см агрегатом АГД-2,4. За обробітку плугом нижчі щільність ґрунту і забур'яненість, вищі запаси продуктивної вологи. Науковці наголошують на біоенергетичній і технологічній перевазі полицевого обробітку над безполицевим [11].

Як на зрошуваних, так і незрошуваних ділянках польового досліді в Південному Степу України вищий урожай насіння люцерни, еспарцету і буркуну отримано за глибокої (на 27–30 см) оранки, ніж за чизелювання і дискування [12].

У північній частині Степу України високу ефективність забезпечив мульчувальний обробіток чорнозему звичайного під сояшник, який диференціюється залежно від обсягів залишеної на полі соломи попередника – пшениці озимої [13, 14].

Обґрунтовано внесення на гектар ріллі класичної чотирипільної сівозміни 10 т гною + (NPK)₃₄ та обробіток плугом ПЛН-5-35 чорнозему типового на 20–22 см під пшеницю озиму (після конюшини лучної), на 20–22 – ячмінь ярий (з підсівом конюшини лучної), 12–14 см з наступним розпушенням Паратлау на 30–32 см під буряк цукровий [15].

У Північному Степу України сояшник рекомендується висівати по оранці на 25–27 см, а на ерозійно-небезпечних полях – по плоскорізному обробітку чорнозему типового на таку ж глибину [16]. На чорноземі південному в семипільній зернопаросапній сівозміні Лівобережного Степу України з часткою сояшнику 14,3 % рекомендується оранка на 20–22 см під просапні культури і дискування на 10–12 см – під решту культур звичайного рядкового способу сівби [17].

У типовій десятипільній зернопросапній сівозміні під сояшник пропонується у посушливі роки проводити оранку на 22–25 см,

а в зволожені – мінімальний обробіток чорнозему звичайного середньогумусного. Найбільш ефективний в сівозміні полицево-безполицевий обробіток, що передбачає оранку під просапні і нульовий обробіток під культури суцільної сівби [18].

У польових сівозмінах Лівобережного Лісостепу України рекомендована періодична (через кожні 3–4 роки) глибока оранка (не менше 25–27 см) під просапні культури. Безполицевий обробіток переважно чизельними знаряддями на 20–30 см має становити 30–50 % всієї системи основного обробітку за вирощування соняшнику, ярих зернових і зернобобових культур. Поверхневий і мілкий обробітки доцільні під озимі зернові культури. Можлива навіть пряма сівба зернових колосових культур [19].

У Південному Степу України урожайність соняшнику після пшениці озимої найвища за оранки темно-каштанового середньосуглинкового ґрунту на глибину 22–24 см [20].

Незважаючи на те, що плугобудівні заводи удосконалюють і нарощують виробництво плугів [21], окремі вітчизняні науковці доводять ефективність систем No-till, Strip-till, Verti-till [22, 23]. А непоодинокі українські хлібороби повністю перейшли на ці системи [24–31].

Мега дослідження – встановити вплив різних систем основного механічного обробітку ґрунту і удобрення короткоротаційних сівозмін на зміну агрофізичних властивостей чорнозему типового і продуктивності соняшнику; запропонувати виробництву ефективно поєднання обробітку і удобрення, що забезпечує урожайність олійної рослини на рівні 2,5–3,0 т/га.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження виконані впродовж 2022–2024 рр. на чорноземі типовому малогумусному середньосуглинковому дослідного поля Білоцерківського НАУ в чотирьох польових п'ятипольних сівозмінах з часткою соняшнику 10, 20, 30 і 40 % (табл. 1).

У кожній сівозміні вивчали три системи основного обробітку ґрунту і чотири системи удобрення, розроблені з урахуванням показників родючості чорнозему типового і рівнів запланованої урожайності рілних рослин. За нашими розрахунками, аргументованими агрокліматичними ресурсами, зокрема, доступної вологи, реальна урожайність соняшнику, пшениці озимої, ячменю ярого, буряків цукрових становить відповідно 4, 5, 4 і 40 т/га.

Перша система удобрення сівозмін слугувала контролем і не передбачала внесення добрив (нульова система). За другої (мінеральної) системи вносили на гектар ріллі кожної сівозміни 8 т/га гною і $N_{68}P_{72}K_{82}$ в плодозмінній, $N_{84}P_{76}K_{80}$ – зернопросапній, $N_{87}P_{75}K_{83}$ – зернопросапній спеціалізований, $N_{68}P_{82}K_{84}$ в просапній сівозміні мінеральних добрив. Третя система удобрення (органічна) передбачала внесення на гектар ріллі 8 т/га гною і 3 т побічної продукції рілних рослин та зеленої маси післяжнивної гірчиці білої; четверта (органомінеральна) – 8 т/га гною, 3,5 т маси гірчиці білої і нетоварної продукції рілних рослин та мінеральних добрив з нормою $N_{27}P_{38}K_{45}$ у плодозмінній сівозміні, $N_{38}P_{40}K_{38}$ – зернопросапній, $N_{44}P_{37}K_{46}$ – зернопросапній спеціалізований, $N_{39}P_{38}K_{31}$ – в просапній сівозміні. Під соняшник вносили $N_{80}P_{80}K_{80}$.

За чотириразової повторності розміщення варіантів в досліді рендомізоване. Площа облікових ділянок – 112 м², посівних – 171 м².

Агрофізичні показники родючості ґрунту визначали наступними методами: структуру – методом Н.І. Саввінова і на приладі І.М. Бакшеєва, будову – методом насичення ґрунту в циліндрах водою [32].

Результати дослідження та їх обговорення. Найкращий структурний стан орного шару ґрунту в зернопросапній сівозміні за безполицево-полицевого обробітку: вміст агрономічно цінної фракції і коефіцієнт структурності становили відповідно 90,1 і 9,1 % у фазу сходів та 85,6 і 5,9 % – повної стиглості насіння олійної рослини. За полицево-безполицевого обробітку ці показники нижчі відповідно на 1,2 і 1,1 % та 2,0 і 0,8 %. Дисковий обробіток поступався контролю відповідно на 3,2 і 2,0 % (табл. 2).

У верхній (0–10 см) частині орного (0–30 см) шару загалом за вегетацію частка брил найвища за дискового обробітку – 13,3 %, за полицево-безполицевого і безполицево-полицевого вона менша відповідно на 3,8 і 4,4 %. За полицево-безполицевого, безполицево-полицевого і дискового обробітків частка розпиленої фракції становила відповідно 4,8; 4,5 і 4,1 %, а агрономічно цінної – 85,8; 86,7 і 82,7 %. Найвищий коефіцієнт структурності у фазу сходів соняшнику за полицево-безполицевого обробітку – 8,8, а за безполицево-полицевого і дискового – він відповідно на 3,4 і 42,0 % нижчий. У фазу повної стиглості насіння він однаковий за полицево-безполицевого і дискового обробітків – 4,5 та на 15,6 % вищий за безполицево-полицевого обробітку, ніж на контролі.

Таблиця 1 – Система основного обробітку в сівозмінах

| Сівозміна | № поля | Культура сівозміни | Варіанти (системи) основного обробітку ґрунту | | |
|---|--------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------|---------------|
| | | | 1 полицево- безполицевий | 2 безполицево- полицевий | 3 дисковий |
| | | | глибина (см) і засоби проведення обробітку ґрунту* | | |
| I Плодозмінна | 1 | Люцерна | - | - | - |
| | 2 | Пшениця озима | 18–20 (п) | 8–10 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| | | Гірчиця біла на сидерат | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| | 3 | Буряки цукрові (0,5 поля) | 28–30 (п) | 28–30 (п) | 10–12 (д.б.) |
| | | Соняшник (0,5 поля) | 25–27 (п) | 25–27 (п) | 10–12 (д.б.) |
| | 4 | Гречка | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| 5 | Ячмінь ярий з підсівом люцерни | 20–22 (ч) | 20–22 (ч) | 10–12 (д.б.) | |
| II Зернопро- сапна | 1 | Соя | 20–22 (п) | 20–22 (ч) | 10–12 (д.б.) |
| | 2 | Пшениця озима | 8–10 (д.б.) | 8–10 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| | | Гірчиця біла на сидерат | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| | 3 | Соняшник | 25–27 (п) | 25–27 (п) | 10–12 (д.б.) |
| | 4 | Ячмінь ярий | 20–22 (ч) | 20–22 (ч) | 10–12 (д.б.) |
| | | Гірчиця біла на сидерат | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| 5 | Кукурудза | 25–27 (п) | 25–27 (ч) | 10–12 (д.б.) | |
| III Зернопросап- на спеціалі- зована | 1 | Гречка | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| | 2 | Пшениця озима | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| | | Гірчиця біла на сидерат | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| | 3 | Кукурудза / Соняшник (по 0,5 поля) | 25–27 (п) | 25–27 (п) | 10–12 (д.б.) |
| | 4 | Ячмінь ярий | 20–22 (п) | 20–22 (ч) | 10–12 (д.б.) |
| | | Гірчиця біла на сидерат | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| 5 | Соняшник | 25–27 (п) | 25–27 (п) | 10–12 (д.б.) | |
| IV Просапна | 1 | Горох | 20–22 (п) | 20–22 (ч) | 10–12 (д.б.) |
| | 2 | Пшениця озима | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| | | Гірчиця біла на сидерат | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) | 10–12 (д.б.) |
| | 3 | Соняшник | 25–27 (п) | 25–27 (п) | 10–12 (д.б.) |
| | 4 | Кукурудза | 25–27 (п) | 25–27 (ч) | 10–12 (д.б.) |
| 5 | Соняшник | 25–27 (п) | 25–27 (п) | 10–12 (д.б.) | |

*Примітка: п – плуг Lemken Oral, ч – чизель глибокорозпушувач АГЧ-1,8, д.б. – дискова борона АГ-2,1-20.

Таблиця 2 – Структурний стан і щільність складення ґрунту під соняшником в зернопросапній сівозміні (середнє за 2022–2024 рр.)

| Варіанти обробітку | Шар ґрунту, см | Фаза сходів | | | | | Фаза повної стиглості насіння | | | | |
|---------------------------------------|----------------|--|---------|--------|--------------------------|--|--|---------|--------|--------------------------|--|
| | | фракції повітряно-сухих агрегатів (мм) та їх вміст (%) | | | коефіцієнт структурності | щільність складення, г/см ³ | фракції повітряно-сухих агрегатів (мм) та їх вміст (%) | | | коефіцієнт структурності | щільність складення, г/см ³ |
| | | > 10 | 10–0,25 | < 0,25 | | | > 10 | 10–0,25 | < 0,25 | | |
| 1 Полицево-безполіцевий (контроль) | 0–10 | 7,1 | 89,8 | 3,1 | 8,8 | 1,04 | 11,8 | 81,7 | 6,5 | 4,5 | 1,14 |
| | 10–20 | 8,2 | 87,4 | 4,4 | 6,9 | 1,16 | 9,2 | 84,8 | 6,0 | 5,6 | 1,22 |
| | 20–30 | 6,1 | 89,4 | 4,5 | 8,4 | 1,17 | 9,4 | 84,3 | 6,3 | 5,4 | 1,30 |
| 2 Безполіцево-поліцевий | 0–10 | 7,8 | 89,5 | 2,7 | 8,5 | 1,07 | 10,0 | 83,8 | 6,2 | 5,2 | 1,15 |
| | 10–20 | 6,7 | 90,4 | 2,9 | 9,4 | 1,20 | 7,8 | 86,5 | 5,7 | 6,4 | 1,24 |
| | 20–30 | 6,1 | 90,6 | 3,3 | 9,6 | 1,23 | 7,7 | 86,4 | 5,9 | 6,4 | 1,29 |
| 3 Дисковий | 0–10 | 14,8 | 83,5 | 1,7 | 5,1 | 1,11 | 11,8 | 81,8 | 6,4 | 4,5 | 1,16 |
| | 10–20 | 14,3 | 83,4 | 2,3 | 5,0 | 1,22 | 12,8 | 81,4 | 5,8 | 4,4 | 1,25 |
| | 20–30 | 7,8 | 90,3 | 1,9 | 9,3 | 1,24 | 12,0 | 82,0 | 6,0 | 4,6 | 1,32 |
| НІР _{0,05} | | 2,1 | 3,0 | 0,7 | - | 0,06 | 2,2 | 2,6 | 0,5 | - | 0,09 |

У середній частині (10–20 см) орного шару частка макроструктурних агрегатів за безполіцево-поліцевого обробітку становила: у фазу сходів 90,4 % і повної стиглості – 86,5 %, що відповідно вище на 3,0 і 1,7 %, ніж за полицево-безполіцевого і 7,0 й 5,1 % дискового обробітків. Брилістої фракції загалом за вегетацію найбільше за дискового обробітку – 13,6 %, що перевищує контроль на 4,9 %. Особливо велика різниця (в 1,74 рази) зафіксована у фазу сходів соняшнику. Загалом за вегетацію цей показник за безполіцево-дискового обробітку становив 7,3 %, що нижче контролю на 1,4 %. У фазу сходів частка мікроструктури найнижча за дискування (2,3 %), найвища – за полицево-безполіцевого обробітку (4,4 %); у фазу повної стиглості насіння ці відмінності неістотні. Коефіцієнт структурності у всі строки визначення найбільший за безполіцево-поліцевого обробітку, найнижчий – за дискування. У фазу сходів другий варіант переважав перший за цим показником на 36 %, а третій поступався контролю на 27 %.

У нижній частині (20–30 см) орного шару вміст агрономічно цінних агрегатів у фазу сходів практично однаковий по варіантах обробітку; брилістої ж фракції на 1,7 % більше, а розпиленої – на 2,6 % менше за дискового, ніж полицево-безполіцевого обробітку. Коефіцієнт структурності виявився найвищим за безполіцево-поліцевого обробітку (9,6). У фазу повної стиглості насіння кращий

структурний стан також на другому варіанті, де частка макроструктурних агрегатів становила 86,4 %, а коефіцієнт структурності 6,4, що вище контролю відповідно на 2,1 і 1,0 %. Брилі на 1,7 % менше за безполіцево-поліцевого та на 2,6 % більше за дискового обробітків, ніж на контролі.

В орному шарі цей показник родючості істотно вищий за органо-мінеральної та органічної систем удобрення, ніж на контролі (без добрив). У середній частині орного шару водотривких агрегатів на 4,5–6,0 % більше за органо-мінеральної, ніж мінеральної системи удобрення, що пояснюється скріпленням ґрунтових окремоостей органічними колоїдами, зокрема гуматами кальцію, магнію, заліза, алюмінію. Органічна система переважала мінеральну на 3,5 %.

Щільність будови орного шару у фазу сходів за другого і третього варіантів обробітку відповідно на 3,6 і 6,3 % вища проти контролю. У фазу повної стиглості насіння вона практично на одному рівні.

Щільність складення верхньої частини орного шару (0–10 см) у фазу сходів олійної рослини за безполіцево-поліцевого обробітку неістотно (на 0,03 г/см³), а за дискового – істотно (на 0,07 г/см³) переважає контроль. У фазу повної стиглості насіння вона майже однакова. Аналогічна закономірність спостерігалась і в шарах ґрунту 10–20 і 20–30 см, проте за безполіцево-поліцевого обробітку у фазу сходів цей показник істотно перевищив контроль (на 0,06 г/см³).

Дисковий і безполицево-полицевий обробітки забезпечили зростання водотривких агрегатів в орному шарі на 2–6 %. Найбільша різниця у водотривкості агрономічно цінної фракції у шарі 0–10 см: за безполицево-дискового обробітку – 2,2 %, дискового – 1,7 % проти контролю.

У фазу сходів олійної рослини загальна пористість орного шару за полицево-безполицево обробітку найбільш висока на варіанті орно-мінеральної системи удобрення (54,8 %), а за безполицево-полицево – органічної (57,3 %). Найбільш низькою вона була за дискового обробітку з орно-мінеральною системою удобрення (46,7 %) (табл. 3).

У фазу повної стиглості насіння найменша загальна пористість за дискового обробітку за мінеральної (44,1 %) і орно-мінеральної (45,1 %) систем удобрення. Аналогічна закономірність простежується і на решті варіантів обробітку.

Твердість ґрунту за полицево-безполицево, безполицево-полицево і дискового обробітків у зернопросапній сівозміні у фазу сходів соняшнику становила відповідно 4,9; 6,5 і 9,9 кг/см² в шарі 0–15 см, 7,6; 10,1 і 12,6 – в шарі 15–30 см, 6,2; 8,3 і 11,2 г/см² в орному шарі ґрунту (НІР_{0,05} для шару 0–30 см – 3,5 г/см²). У фазу повної стиглості насіння олійної рослини цей показник за першого, другого і третього варіантів обробітку становив відповідно 7,1; 8,3 і 9,0 кг/см² у шарі 0–15 см, 12,9; 15,3 і 16,1 – в шарі 15–30 см, 10,0; 11,8 і 12,5 г/см² в орному шарі ґрунту (НІР_{0,05} для шару 0–30 см – 1,6 г/см²). Отже, у всі строки визначення твердість

всіх досліджуваних шарів ґрунту найнижча за полицево-безполицево, найвища – за дискового обробітку ґрунту і не перевищувала умовний оптимум, який для посівного (0–10 см) і орного шарів ґрунту становить відповідно до 10 і 21 кг/см² [33].

За дискового обробітку неістотне зниження урожайності соняшнику зафіксоване лише у зернопросапній спеціалізованій і просапній сівозмінах на неудобрених ділянках. Істотне його підвищення за безполицево-полицево обробітку у плодозмінній сівозміні за мінеральної і орно-мінеральної систем удобрення, зернопросапній – орно-мінеральної, просапній – за мінеральної, а на решті варіантах відхилення від контролю неістотні. Найвищий цей показник на дослідних варіантах обробітку чотирьох сівозмін за мінеральної системи удобрення – 2,53 т/га, що на 54,3; 25,9 і 11,0 % вище, ніж відповідно за нульової, органічної і орно-мінеральної систем удобрення (табл. 4).

Урожайність олійної рослини становила 2,52 т/га у плодозмінній сівозміні, 2,31 – зернопросапній; 2,16 і 1,98 – зернопросапній спеціалізованій та 1,98 і 1,72 т/га у просапній сівозміні за озимого і ярого попередників відповідно. За розміщення соняшнику після ячменю ярого і пшениці озимої цей показник однаковий у сівозмінах з часткою соняшнику відповідно 30 і 40 %.

За розміщення соняшнику після пшениці озимої урожайність його нижча на 9,1; 16,7 і 27,3 % відповідно за частки в сівозміні 20, 30 і 40 %, ніж 10 %.

Таблиця 3 – Загальна пористість орного шару ґрунту під соняшником в плодозмінній сівозміні, % (середнє за 2022–2024 рр.)

| Варіант обробітку (фактор А) | Система удобрення (фактор В) | Фаза сходів | Фаза повної стиглості насіння |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| 1 Полицево-безполицевий | Без добрив | 52,7 | 50,0 |
| | Мінеральна | 52,1 | 47,9 |
| | Органічна | 52,4 | 49,2 |
| | Орно-мінеральна | 54,8 | 48,8 |
| 2 Безполицево-полицевий | Без добрив | 53,1 | 49,0 |
| | Мінеральна | 52,6 | 46,3 |
| | Органічна | 57,3 | 48,3 |
| | Орно-мінеральна | 53,0 | 47,1 |
| 3 Дисковий | Без добрив | 52,5 | 45,9 |
| | Мінеральна | 52,1 | 44,1 |
| | Органічна | 53,2 | 46,3 |
| | Орно-мінеральна | 46,7 | 45,1 |
| НІР _{0,05} А | | F _φ < F _{0,05} | 0,78 |
| НІР _{0,05} В | | 0,77 | 0,98 |

Таблиця 4 – Урожайність соняшнику залежно від системи обробітку і удобрення чорнозему типового, т/га (середнє за 2022–2024 рр.)

| Система удобрення, А | Система обробітку, В | Сівозміна | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|--------------|----------------|------------------------------|-------------|---------------|-----------|
| | | Плодо-змінна | Зерно-просапна | Зернопросапна спеціалізована | | Просапна | |
| | | | | Попередник | | | |
| | | | | пшениця озима | ячмінь ярий | пшениця озима | кукурудза |
| Без добрив (нульова) | Полицево-безполицевий | 2,03 | 1,86 | 1,74 | 1,52 | 1,61 | 1,32 |
| | Безполицево-полицевий | 2,02 | 1,93 | 1,80 | 1,61 | 1,72 | 1,43 |
| | Дисковий | 1,69 | 1,48 | 1,63 | 1,42 | 1,49 | 1,23 |
| Мінеральна | Полицево-безполицевий | 3,10 | 2,86 | 2,53 | 2,34 | 2,31 | 2,18 |
| | Безполицево-полицевий | 3,32 | 2,92 | 2,65 | 2,44 | 2,55 | 2,39 |
| | Дисковий | 2,73 | 2,56 | 2,25 | 2,19 | 2,12 | 2,01 |
| Органічна | Полицево-безполицевий | 2,35 | 2,15 | 2,21 | 2,03 | 2,01 | 1,88 |
| | Безполицево-полицевий | 2,33 | 2,16 | 2,11 | 1,94 | 1,92 | 1,81 |
| | Дисковий | 2,06 | 1,95 | 1,93 | 1,86 | 1,79 | 1,67 |
| Органо-мінеральна | Полицево-безполицевий | 2,94 | 2,64 | 2,40 | 2,19 | 2,11 | 1,63 |
| | Безполицево-полицевий | 3,12 | 2,87 | 2,51 | 2,26 | 2,16 | 1,70 |
| | Дисковий | 2,58 | 2,38 | 2,15 | 1,99 | 1,93 | 1,46 |
| НР _{0,05} для фактора А | | 0,12 | 0,17 | 0,22 | 0,12 | 0,16 | 0,13 |
| НР _{0,05} для фактора В | | 0,10 | 0,15 | 0,12 | 0,11 | 0,13 | 0,14 |

За нульової, мінеральної, органічної і органо-мінеральної систем удобрення цей показник становив відповідно 1,91; 3,05; 2,25 і 2,88 т/га у плодозмінній сівозміні; 1,76; 2,78; 2,09 і 2,63 – зернопросапній; 1,72; 2,48; 2,08 і 2,35 – зернопросапній спеціалізованій після пшениці озимої та 1,52; 2,32; 1,94 і 2,15 – після ячменю ярого; 1,61; 2,33; 1,91 і 2,07 т/га у просапній сівозміні після пшениці озимої та 1,33; 2,19; 1,79 і 1,60 т/га після кукурудзи.

Висновки. 1. Крайшій структурний стан орного шару чорнозему типового за безполицево-полицевого обробітку: вміст агрономічно цінної фракції і коефіцієнт структурності становили відповідно 90,1 і 9,1 % у фазу сходів та 85,6 і 5,9 % – повної стиглості насіння соняшнику. Приріст водотривких агрегатів у шарі 0–10 см за такого обробітку – 2,2 %. В орному шарі істотно вищий цей показник за органо-мінеральної та органічної систем удобрення.

2. Щільність складення ґрунту перед збиранням урожаю практично на одному рівні

за варіантами обробітку, а на початку вегетації соняшнику за безполицево-дискового і дискового обробітків вона відповідно на 3,6 і 6,3 % перевищила контроль.

3. У фазу сходів соняшнику пористість орного шару за полицево-безполицевого обробітку найбільш висока за органо-мінеральної системи удобрення, а за безполицево-полицевого – органічної. Найбільш низький цей показник будови ґрунту (46,7 %) за дискового обробітку з органо-мінеральною системою удобрення.

4. Твердість ґрунту найнижча за полицево-безполицевого, найвища – за дискового обробітку і знаходилася в оптимальних межах.

5. За дискового обробітку урожайність соняшнику зменшувалась, проте на неудообрених ділянках зернопросапної спеціалізованої і просапної сівозмін неістотно, що вказує на можливість мінімізації обробітку ґрунту. За безполицево-полицевого обробітку істотно підвищення урожайності у плодозмінній

сівозміні за мінеральної і органо-мінеральної систем удобрення, у зернопросапній – органо-мінеральної, просапній – за мінеральної, а на решті варіантах відхилення від контролю неістотні. Найвищий цей показник у плодозмінній (частка соняшнику 10%), найнижчий – у просапній сівозміні (частка соняшнику 40%). За розміщення соняшнику після пшениці озимої урожайність його нижча на 9,1; 16,7 і 27,3% відповідно за частки в сівозміні 20, 30 і 40%, ніж 10%. Мінеральна система удобрення всіх сівозмін забезпечила найвищу продуктивність олійної рослини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сівозміни заради екології: реком. покажч. літ. / за ред. О.Г. Пустова, Д.В. Ткаченко. Миколаїв: МНАУ, 2020. 36 с.
2. Гадзало Я., Камінський В. Сівозміни в землеробстві України. Аграрний тиждень. Україна. 2015. № 4–5. С. 14–16.
3. Кохан А.В., Лень О.І., Циліорик О.І. Наслідки насичення сівозмін соняшником. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2016. № 23. С. 131–136. URL: https://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2016/23/Kokhan_23.pdf
4. Сівозміни посушливих штатів. The Ukrainian FARMER. 2022. № 10. С. 56–58.
5. Балан В.М., Присяжнюк О.І., Балагура О.В., Карпук Л.М. Рослинництво основних культур: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2018. 384 с.
6. Рослинництво: підручник / В.В. Базалій та ін. Олді+, 2020. С. 353–371.
7. Шевченко М.С., Гавриленко Н.В. Динаміка забур'яненості посівів польових культур залежно від систем обробітку ґрунту та удобрення в Північному Степу. Вісник аграрної науки. 2025. № 8. С. 17–27. DOI: 10.31073/agrovisnyk202508-0
8. Андрієнко А.Л., Семеняка І.М., Андрієнко О.О. Вплив попередників і обробітку ґрунту на вихід олій та протеїну з посівів сої. Вісник аграрної науки. 2025. № 9. С. 41–51. DOI: 10.31073/agrovisnyk202509-05
9. Структурний стан чорнозему типового за різних систем основного обробітку в спеціалізованій п'ятипільній сівозміні Правобережного Лісостепу України / І.Д. Примак та ін. Збалансоване природокористування. 2025. № 1. С. 94–107. DOI: 10.33730/2310-4678.1.2025.324362
10. Центилю Л.В. Продуктивність сівозміни залежно від удобрення і обробітку ґрунту. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2019. Вип. 3 (103). С. 52–60. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-3(103)-7
11. Пташник М.М., Ременюк Ю.О., Заяць П.С., Цимбал Я.С. Продуктивність культур за вирощування в одновидових і сумісних посівах в органічних агроценозах Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2025. № 10. С. 37–46. DOI: 10.31073/agrovisnyk202510-05
12. Формування продуктивності сільськогосподарських культур у сівозміні залежно від елементів технології / А.М. Влашук та ін. Вісник аграрної науки. 2025. № 2. С. 5–12. DOI: 10.31073/agrovisnyk202502-01
13. Лебідь Є.М. Родючість ґрунту та врожайність польових культур за різних систем обробітку та удобрення в сівозміні / Є.М. Лебідь та ін. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. Дніпропетровськ, 2013. № 2 (32). С. 26–31.
14. Циліорик О.І., Судак В.М. Мульчувальний обробіток ґрунту під соняшник. Агроном. 2013. № 4 (42). С. 84–88.
15. Бойчук О.В. Формування агрофізичних властивостей чорнозему типового залежно від способів обробітку ґрунту під пшеницю озиму. Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ, 2012. Вип. 14. С. 31–34.
16. Ткаліч І.Д., Ткаліч Ю.І., Кулік А.О. Основний обробіток ґрунту під польові культури. Бюлетень Інституту зернового господарства. 2011. № 1. С. 15–20. URL: <file:///C:/Users/lmkas/Downloads/5b3defe61e331.pdf>
17. Курдюкова О.М. Контроль чисельності й видового складу бур'янів у сівозмінах за різних систем обробітку ґрунту. Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Сільськогосподарські науки. 2011. № 25. С. 108–112.
18. Каталог завершених наукових розробок Кіровоградського інституту АПВ, які пропонуються до впровадження агропідприємствам регіону: рекомендації / В.В. Савранчук та ін. Кіровоград: КІАПВ НААН, 2011. 36 с.
19. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в умовах нестійкого та недостатнього зволоження: монографія. Харків: ХНАУ, Майдан, 2019. 210 с. URL: <https://repo.btu.kharkiv.ua/handle/123456789/72661>
20. Вожегова Р., Влашук А., Дробіт О. Особливості агротехніки соняшнику в Південному Степу України: як удосконалити основний обробіток ґрунту і ширину міжрядь, щоб покращити урожайність. Farmer. 2021. № 1 (133). С. 24–25.
21. Вічна класика. Аграрії віддають перевагу плугам JUWEL за якість роботи та легкість. Агроном. 2023. № 3 (81). С. 94–97. URL: [https://agrotimes.ua/article/agrariyi-viddayut-perevagu-plugam-lemken-juwel-za-yakist-roboty-ta-legkist/](https://agrotimes.ua/article/agrariyi-viddayut-perevagu-plugam-juwel-za-yakist-roboty-ta-legkist/)
22. Системи зберігаючого землеробства: No-till і Strip-till / М.П. Косолап та ін. Київ: НУБіП України, 2023. 377 с.
23. Ґрунтозахисне та ресурсощадне землеробство в Україні / Х.А. Мумінджанов та ін. Київ: НУБіП України, 2023. 120 с.
24. Гончаренко Ю. Вперто ідемо вперед. No-till цього року, ймовірно, рятує хліборобів від пекельної посухи. Зерно. 2024. № 9 (218). С. 22–26.
25. Карпенко О. Смугастих рейс, або дещо про сучасні інструменти технології Strip-till. Зерно. 2024. № 8. С. 96–99.

26. Наружна Ю. Готові практичні рішення для сої за No-till. Пропозиція. 2024. № 7. С. 22–23. URL: <https://propozitsiya.com/articles/dosvid-hospodarstv/hotovi-praktychni-rishennya-dlya-soyi-zano-till>

27. Наружна Ю. Технологія No-till для посушливого Півдня. Пропозиція. 2024. № 6. С. 22–25. URL: <https://propozitsiya.com/articles/intervyu/tehnologhiya-no-till-dlya-posushlyvoho-pivdnyu>

28. Осінній І. Удосконалюється все. Навіть No-till. Зерно. 2024. № 5 (214). С. 38–41.

29. Осінній І. Дроб'язко йде в нуль. Зерно. 2024. № 8 (217). С. 68–70.

30. Рудченко В. Беззаперечно, технологія No-till працює на показує відчутні результати. Пропозиція. 2024. № 7. С. 8–13. URL: <https://propozitsiya.com/articles/dosvid-hospodarstv/vitaliy-rudchenko-bezzaperechno-tehnologhiya-no-till-pratsyuue->

31. Самойленко І. Живі поля Михайла Войтовика. Зерно. 2024. № 9 (218). С. 29–34.

32. Єщенко В.О., Копитко Т.Г., Костогриз П.В., Опришко П.В. Основи досліджень в агрономії: підручник. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 329 с.

33. Центило Л.В., Цюк О.А. Динаміка змін твердості ґрунту залежно від його основного обробітку. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. № 1. С. 147–153. DOI: 10.31210/visnyk2019.01.16

REFERENCES

1. Yastremska, A.A., Pustova, O.H., Tkachenko, D.V. (2020). Sivozminy zarady ekolohii [Crop Rotations for the Sake of Ecology]. Mykolaiv, MNAU, 36 p.

2. Hadzalo, Ya., Kaminskyi, V. (2015). Sivozminy v zemlerobstvi Ukrainy [Crop Rotations in Ukrainian Agriculture]. *Ahrarnyi tyzhden. Ukraina [Agrarian Week. Ukraine]*. no. 4–5, pp. 14–16.

3. Kokhan, A.V., Len, O.I., Tsyliuryk, O.I. (2016). Naslidky nasyshchennia sivozmin soniashnykom [Consequences of Crop Rotation Saturation with Sunflower]. *Naukovo-tekhnichnyi biuletен Instytutu oliinykh kultur NAAN [Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oil Crops NAAS]*. no. 23, pp. 131–136. Available at: https://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2016/23/Kokhan_23.pdf

4. Sivozminy posushlyvykh shtativ [Crop rotations of arid states]. *The Ukrainian FARMER*. 2022, no. 10, pp. 56–58.

5. Kalenska, S.M., Shevchuk, O.Ia., Dmytryshak, M.Ia., Koziar, O.M., Demydas, H.I. (2005). *Roslynnytstvo [Crop Production]*. Kyiv, NAU of Ukraine, pp. 280–281.

6. Bazalii, V.V., Zinchenko, O.I., Lavrynenko, Yu.O., Salatenko, V.N., Kokovikhin, S.V., Domaratskyi, Ye.O. (2020). *Roslynnytstvo [Crop Production]*. Oldi+, pp. 353–371.

7. Shevchenko, M.S., Havrylenko, N.V. (2025). *Dynamika zabur'ianenosti posiviv pol'ovykh kultur zalezno vid system obrobittu hruntu ta udobrennia v Pivnichnomu Stepu [Dynamics of Weed Infesta-*

tion of Field Crops Depending on Tillage and Fertilization Systems in the Northern Steppe]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]*. no. 8, pp. 17–27. DOI: 10.31073/agrovisnyk202508-0

8. Andriienko, A.L., Semeniaka, I.M., Andriienko, O.O. (2025). The influence of predecessors and tillage on oil and protein yield from soybean crops. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]*. no. 9, pp. 41–51. DOI: 10.31073/agrovisnyk202509-05

9. Prymak, I.D., Prysiazhniuk, N.M., Fedoruk, Yu.V. (2025). Ostrukturenyj stan chornozemu typovogo za riznykh system osnovnogo obrobittu v specializovanij p'jatypil'nij sivozmini Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrainy [Structural condition of typical chernozem under different primary tillage systems in a specialized five-field crop rotation of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia [Sustainable use of nature]*. no. 1, pp. 94–107. DOI: 10.33730/2310-4678.1.2025.324362

10. Tsentilo, L.V. (2019). *Produktyvnist sivozminy zalezno vid udobrennia i obrobittu hruntu [Crop Rotation Productivity Depending on Fertilization and Tillage]*. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia [Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Region]*. Issue 3 (103), pp. 52–60. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-3(103)-7

11. Ptashnik, M.M., Remeniuk, Yu.O., Zaiats, P.S., Tsymbal, Ya.S. (2025). *Produktyvnist kultur za vyroshchuvannia v odnovydovykh i sumisnykh posivakh v orhanichnykh ahrotsenozakh Lisostepu [Crop productivity when grown in single-species and mixed crops in organic agrocenoses of the Forest-Steppe]*. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]*. no. 10, pp. 37–46. DOI: 10.31073/agrovisnyk202510-05

12. Vlashchuk, A.M., Drobit, O.S., Valentiuk, N.O. (2025). *Formuvannia produktyvnosti silskohospodarskykh kultur u sivozmini zalezno vid elementiv tekhnologii [Formation of crop productivity in crop rotation depending on the elements of technology]*. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]*. no. 2, pp. 5–12. DOI: 10.31073/agrovisnyk202502-01

13. Lebid, Ye.M., Tsyliuryk, O.I., Horobets, A.H. (2013). *Rodiuchist hruntu ta vrozhaunist pol'ovykh kultur za riznykh system obrobittu ta udobrennia v sivozmini [Soil Fertility and Crop Yield under Different Tillage and Fertilization Systems in Crop Rotation]*. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnogo ahrarnoho universytetu [Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian University]*. no. 2 (32), pp. 26–31.

14. Tsyliuryk, O.I., Sudak, V.M. (2013). *Mulchival'nyi obrobittok hruntu pid soniashnykh [Mulching Tillage for Sunflower]*. *Ahronom [Agronomist]*. no. 4 (42), pp. 84–88.

15. Boichuk, O.V. (2012). *Formuvannia ahrofizychnykh vlastyvostei chornozemu typovoho zalezno vid sposobiv obrobittu hruntu pid pshenytsiu ozymu [Formation of agrophysical properties of typical black soil depending on the methods of soil*

cultivation for winter wheat]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv* [Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet]. Kyiv, Issue 14, pp. 31–34.

16. Tkalic, I.D., Tkalic, Yu.I., Kulik, A.O. (2011). Osnovnyi obrobittok gruntu pid polovi kultury [Basic soil cultivation for field crops]. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva* [Bulletin of the Institute of Grain Economy]. no. 1, pp. 15–20. Available at: <file:///C:/Users/lmkas/Downloads/5b3defe61e331.pdf>

17. Kurdiukova, O.M. (2011). Kontrol chyselnosti y vydivoho skladu burianiv u sivozminakh za riznykh system obrobittku gruntu [Control of the number and species composition of weeds in crop rotations under different tillage systems]. *Naukovyi visnyk Luhanskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Silskohospodarski nauky* [Scientific Bulletin of Luhansk National Agrarian University. Agricultural Sciences]. no. 25, pp. 108–112.

18. Savranchuk, V.V., Semeniaka, I.M., Andriienko, A.L. (2011). Katalog zavershenykh naukovykh rozrobok Kirovohradskoho instytutu APV, yaki proponuiutsia do vprovadzhennia ahropidpriemstvam rehionu: rekomendatsii [Catalog of completed scientific developments of the Kirovograd Institute of Agricultural Research, which are offered for implementation by agricultural enterprises of the region: recommendations]. Kirovohrad, KIAPV NAAN, 36 p.

19. Shevchenko, M.V. (2019). Naukovi osnovy system obrobittku hruntu v umovakh nesteikoho ta nedostatnoho zvolozhennia [Scientific Foundations of Tillage Systems under Unstable and Insufficient Moisture]. Kharkiv, KhNAU, Maidan, 210 p. Available at: <https://repo.btu.kharkiv.ua/handle/123456789/72661>

20. Vozhehova, R., Vlashchuk, A., Drobit, O. (2021). Osoblyvosti ahrotekhniki soniashnyku v Pivdennomu Stepu Ukrainy [Features of Sunflower Agrotechnics in the Southern Steppe]. *Farmer*. no. 1 (133), pp. 24–25.

21. Vichna klasyka. Ahrarii viddaiut perevahu pluham JUWEL za yakist roboty ta lehkist [Everlasting Classics: Farmers Prefer JUWEL Plows for Quality and Ease of Use]. *Ahronom* [Agronomist]. 2023, no. 3 (81), pp. 94–97. Available at: <https://agrotimes.ua/article/ahraryi-viddaiut-perevagu-plugam-lemken-juwel-za-yakist-roboty-ta-legkist/>

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

23. Muminjanov, Kh.A., Kosolap, M.P., Bykov, M.I. (2023). Gruntozakhysne ta resursooshchadne zemlerobstvo v Ukraini [Soil-Protective and Resource-Saving Agriculture in Ukraine]. Kyiv, NUBiP Ukrainy, 120 p.

24. Honcharenko, Yu. (2024). No-till tsiho roku riatiue khliborobiv vid posukhy [No-till Saves Farmers from Drought This Year]. *Zerno* [Grain]. no. 9 (218), pp. 22–26.

25. Karpenko, O. (2024). Smuhasty reis: suchasni instrumenty Strip-till [Striped Route: Modern Strip-till Tools]. *Zerno* [Grain]. no. 8, pp. 96–99.

26. Naruhna, Yu. (2024). Hotovi praktychni rishennia dlia soi za No-till [Ready Practical Solutions for Soybean under No-till]. *Propozytsiia* [Proposal]. no. 7, pp. 22–23. Available at: <https://propozitsiya.com/articles/dosvid-hospodarstv/hotovi-praktychni-rishennya-dlya-soyi-za-no-till>

27. Naruhna, Yu. (2024). Tekhnolohiia No-till dlia posushlyvoho Pivdnia [No-till Technology for the Arid South]. *Propozytsiia* [Proposal]. no. 6, pp. 22–25. Available at: <https://propozitsiya.com/articles/intervyu/tekhnologhiya-no-till-dlya-posushlyvoho-pivdnia>

28. Osinnii, I. (2024). Udoskonaliuietsia vse. Navit No-till [Everything Improves – Even No-till]. *Zerno* [Grain]. no. 5 (214), pp. 38–41.

29. Osinnii, I. (2024). Drobiazko ide v nul [Drobiazko Goes to Zero]. *Zerno* [Grain]. no. 8 (217), pp. 68–70.

30. Rudchenko, V. (2024). Tekhnolohiia No-till pratsiuie ta daie vidchutni rezultaty [No-till Technology Works and Shows Noticeable Results]. *Propozytsiia* [Proposal]. no. 7, pp. 8–13. Available at: <https://propozitsiya.com/articles/dosvid-hospodarstv/vitaliy-rudchenko-bezzaperechno-tekhnologhiya-no-till-pratsyuye->

31. Samoilenko, I. (2024). Zhyvi polia Mykhaila Voitovyka [The Living Fields of Mykhailo Voitovyk]. *Zerno* [Grain]. no. 9 (218), pp. 29–34.

32. Yeshchenko, V.O., Kopytko, T.H., Kostohryz, P.V., Opryshko, P.V. (2014). Osnovy doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of Research in Agronomy]. Vinnytsia, Edelweis i K, 329 p.

33. Tsentilo, L.V., Tsiuk, O.A. (2019). Dynamika zmin tverdosti hruntu zalezho vid yoho osnovnoho obrobittku [Dynamics of Soil Hardness Changes Depending on Primary Tillage]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy]. no. 1, pp. 147–153. DOI: 10.31210/visnyk2019.01.16

Changes in agrophysical fertility indicators of typical chernozem and sunflower yield depending on primary tillage and fertilization systems in short crop rotations

Voytovik M., Primak I., Kachan L., Pavlichenko A., Panchenko O.

In a three-year study (2022–2024) conducted at Bila Tserkva National Agrarian University, the highest content of air-dry, agronomically valuable aggregates under sunflower was formed in the arable layer of typical chernozem under a moldboard–non-moldboard tillage system within five-field crop rotations.

The structural condition of the arable layer was significantly improved under organo-mineral and organic fertilization systems. Disk and non-moldboard–moldboard tillage increased the content of water-stable aggregates by 2–6 %.

At the seedling stage, the bulk density of the upper soil layer (0–10 cm) under non-moldboard–moldboard tillage slightly exceeded the control (by 0.03 g/cm³), while under disk tillage the increase was more pronounced (by 0.07 g/cm³). By the stage of full seed maturity, bulk density values were nearly identical across all treatments.

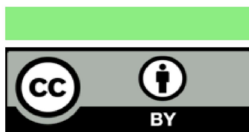
At the beginning of the growing season, the bulk density of the arable layer was highest under disk tillage and lowest under moldboard–non-moldboard tillage; however, before harvesting, these differences leveled off.

At the seedling stage, total porosity of the arable layer under moldboard–non-moldboard tillage was highest with the organo-mineral fertilization system (54.8 %), whereas under non-moldboard–moldboard tillage it reached the highest value with the organic fertilization system (57.3 %).

Soil hardness was lowest under moldboard–non-moldboard tillage and highest under disk tillage, although it did not exceed optimal levels.

Under disk tillage, sunflower yield decreased; however, in unfertilized treatments, the reduction was insignificant, indicating the potential for minimizing tillage intensity. Under non-moldboard–moldboard tillage, a significant increase in yield was observed in the crop rotation system with mineral and organo-mineral fertilization, in the grain-row crop rotation with organo-mineral fertilization, and in the row crop rotation with mineral fertilization. In other treatments, deviations from the control were insignificant.

Key words: typical chornozem, crop rotation, tillage, fertilization, soil structure, soil composition, soil hardness, 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.

<https://orcid.org/0000-0002-8604-2193>

Примак І.Д.

<https://orcid.org/0000-0002-0094-3469>

Качан Л.М.

<https://orcid.org/0000-0001-5374-3252>

Павліченко А.А.

<https://orcid.org/0000-0001-5576-9931>

Панченко О.Б.

<https://orcid.org/0000-0001-8130-0811>