

УДК 631.51:631.582

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА АГРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ В СІВОЗМІНІ**М. В. ВОЙТОВИК**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,<https://orcid.org/0000-0002-6943-3213>**О. Б. ПАНЧЕНКО**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,<https://orcid.org/0009-0008-5087-5311>**І. Д. ПРИМАК**, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства<https://orcid.org/0000-0002-0094-3469>*Білоцерківський національний аграрний університет***О. А. ЦЮК**, доктор сільськогосподарських наук, професор,<https://orcid.org/0000-0001-8789-522x>*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: zemlerobstvo_@ukr.net

[https://doi.org/10.31548/dopovidi6\(106\).2023.004](https://doi.org/10.31548/dopovidi6(106).2023.004)

Анотація. Світовий та вітчизняний досвід застосування технологій зумовили потребу у перегляді підходів до обробітку ґрунту, спрямування стосуються у першу чергу на його мінімізацію. Мета досліджень порівняти і обґрунтувати вплив різних технологій обробітку ґрунту в трьох пільній сівозміні на фізичні властивості чорнозему типового. Застосовані матеріали і методи: результати досліджень у польовому досліді; аналіз, узагальнення і статистична обробка даних фондових і сучасних літературних матеріалів. Подано результати вивчення застосування технологій обробітку ґрунту на щільність і твердість ґрунту, урожайність сої центрального Лісостепу України. Встановлено, щільність ґрунту за «No-till» технології і мінімального обробітку призводить до зростання щільності ґрунту порівняно з оранкою. Підвищення її найбільше відбулося в 20-30 см шарі чорнозему типового за мінімального обробітку ґрунту.

Заміна полицевого нульовим та мінімальним обробітками зростав опір ґрунту. Твердість в шарі ґрунту 0-30 см після дискового обробітку була вищою від оранки на 5,5 кг/см², після «No-till» технології – на 8,2 кг/см². Урожайність сої за дискування ґрунту знизилась на 5,4 % порівняно з оранкою. За «No-till» технології і оранки урожайність зерна сої одержана на одному рівні, що становить відповідно 2,19 і 2,2 т/га. Перспективним напрямком для подальших досліджень є вивчення структурно-агрегатного складу та запасів доступної вологи у метровій товщі ґрунту

Ключові слова: щільність, твердість, «No-till» технологія, оранка, соя

Актуальність. Кінцевим традиційних до ґрунтозахисних і проявом тенденції переходу від мінімальних технологій є технологія

Войтовик М. В., Панченко О. Б., Примак І. Д., Цюк О. А.

нульового обробітку ґрунту, за якої ґрунт піддається механічному впливу лише в зоні роботи сошника сівалки, який робить щілину в посівному шарі ґрунту і кладе в неї насіння. Решта чинників, що можуть впливати на фізичні показники ґрунтів, наявні в цій технології, як і в інших – це ходові системи тракторів і сільськогосподарських машин [8, 15].

Аналіз досліджень і публікацій з досліджуваної теми. В сучасних умовах господарювання пріоритетними напрямками розвитку землеробства в Україні є освоєння консервативних (мінімальних, нульових) систем обробітку ґрунту, широке використання побічної продукції сільськогосподарських культур, запровадження інтегрованих систем захисту рослин від шкідливих об'єктів. Ці тенденції зумовлені, насамперед, необхідністю підвищення родючості орних земель, кліматичними змінами, екологічними чинниками, дефіцитом трудових та енергетичних ресурсів [7, 9, 12, 14].

Англійський вчений – аграрій Х. П. Аллен, один із теоретиків мінімального обробітку ґрунту, до переваг такої технології відніс те, що вона забезпечує: економію часу, робочої сили, паливно-мастильних матеріалів і грошових ресурсів; зведення до мінімуму непродуктивних втрат ґрунтової вологи; збереження гумусу у верхньому шарі та зменшення

можливостей прояву вітрової та водної ерозії [1].

Значний вклад у розробку теоретичних основ мінімізації обробітку ґрунту за рахунок no-till технологій внесли вчені США, які позитивно оцінили дану технологію. Вона сільськогосподарському виробництву несе наступні вигоди [2].

- Підвищується вміст органічних речовин, краще зберігається структура ґрунту, інтенсивніше протікає оструктурення ґрунту, зберігається корисна ґрунтова фауна, поліпшується аерація ґрунту, покращується вологозабезпеченість рослин, попереджається ерозія ґрунту, помітно знижується собівартість продукції, економиться біля 70 % пального, затрати робочого часу зменшуються у три – п'ять разів.

Недоліки технологій без механічного обробітку ґрунту за результатами аналізу сучасної літератури і власного досвіду наводять В. Ф. Сайко і А. М. Малієнко [11]. До нього вони відносять, що:

- За наявності на поверхні поля великої кількості рослинних решток температура ґрунту навесні знижується на 3-5 0С і на три – чотири дні затримується досягання ґрунту, це шкодить ярим культурам, призводить до перенесення сівби на пізніше;

- За no-till технології у «блюдцях» затримується тала вода на

Войтовик М. В., Панченко О. Б., Примак І. Д., Цюк О. А.

тривалий час, це шкодить пшениці озимій і багаторічних трав;

- Через застій води на слабокислотних ґрунтах знижується їх біологічна активність;

- Значно зростає вартість контролювання бур'янів порівняно з традиційною технологією;

- Доводиться збільшувати норми гуртових гербіцидів, частина яких фіксується рослинами рештками;

- За тривалої ґрунтової посухи внесені у верхній шар добрива стають недоступними для рослин.

Мета досліджень порівняти і обґрунтувати вплив різних технологій обробітку ґрунту в трьох пільній сівозміні на фізичні властивості чорнозему типового.

Методика та вихідний матеріал. Дослідження проводились упродовж 2012-2021 рр. в ТОВ «Мрія» Білоцерківського району Київської області, в трьох пільній сівозміні з наступним чергуванням культур: пшениця озима – соя – соняшник. Об'єктом досліджень обраний агроценоз сої, ґрунт. Предметами досліджень стали щільність і твердість ґрунту, урожайність сої. Визначення показника щільності ґрунту проводилося за методом Качинського в шарах 0-10, 10-20 і 20-30 см до промерзання ґрунту, на час сівби, у фазу бутонізації та збирання сої. Твердість ґрунту визначали пінітрометр SkokAgro S600. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий

середньосуглинковий. Потужність орного шару – 20-25 см; вміст гумусу – 4,41%; сума увібраних основ – 19,30 мг. екв/100 г ґрунту; рН – 5,81; азот, що легко гідролізується – 189,0 мг/кг; рухомі сполуки фосфору і калію – 151,9 і 102,1 мг/кг.

У досліді вивчалися технології обробітку ґрунту з різним ступенем інтенсивності. В якості контролю слугувала традиційна технологія на базі оранки ПОН 3-35 під сою і пшеницю озиму на глибину 20-22 см, соняшник – 25-27 см (контроль). Варіант 2 передбачав використання дискової борони АГ – 2,1–20 на 10-12 см під всі культури сівозміни. Варіант 3 – «No-till» технології сівба в необроблений ґрунт сівалкою Kinze 3600.

Повторність в досліді триразова, площа посівної ділянки – 380 м², облікової – 230 м².

Під час експерименту використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи та загально визнані в Україні методики і методичні рекомендації [9].

Результати досліджень та їх обговорення. Проведені дослідження показали, що на щільність ґрунту істотно впливає спосіб його обробітку і умов, що складуються в осінньо-зимовий період і упродовж вегетації. Так, у середньому у роки досліджень

Войтовик М. В., Панченко О. Б., Примак І. Д., Цюк О. А.

щільність ґрунту в шарі 0-10 см в технологій обробітку ґрунту найбільш критичну фази росту і знаходилась в оптимальних межах від розвитку сої (початок вегетації) за 1,04 до 1,15 г/см³ (табл. 1). досліджуваними варіантами

1. Зміни щільності ґрунту за вирощування сої залежно від технологій обробітку чорнозему типового

Варіанти технологій обробітку ґрунту	Шар ґрунту, см	Щільність ґрунту, г/см ³			
		до промерзання ґрунту	перед сівбою	у фазу бутонізації	перед збиранням
Оранка ПОН-3-35 на 20-22 см (контроль)	0-10	0,85	1,04	1,16	1,21
	10-20	0,93	1,16	1,19	1,25
	20-30	1,14	1,22	1,23	1,28
Дискування АГ-2,1-20 на 10-12 см	0-10	1,00	1,08	1,18	1,20
	10-20	1,07	1,16	1,21	1,23
	20-30	1,18	1,18	1,24	1,29
Технології «No-till»	0-10	1,10	1,15	1,23	1,24
	10-20	1,17	1,17	1,19	1,19
	20-30	1,19	1,18	1,21	1,31
НІР ₀₅		0,07	0,05	0,06	0,09

Аналіз щільності в нижніх шарах ґрунту показав, що на варіанті, де проводилося дискування, в 10-20 см за рахунок дії дискових знарядь ґрунт переущільнювався. За оранки зростання щільності ґрунту спостерігалось в шарі 20-30 см.

У середині вегетації за дискування і оранки відбулось значне зростання щільності ґрунту по всьому профілю орного шару. За технології No-till ця тенденція була виражена значно менше.

Перед збиранням щільність ґрунту зросла і виходила за межі оптимальних значень для рослин сої. Істотних різниць між варіантами дослідів за ці періоди не відмічено.

Використання будь-якого суцільного обробітку сприяло підтриманню щільності в 0-10 см шарі на рівні з контролем. Зменшення

кількості та глибини обробітків призводила до підвищення її у порівнянні з полицевим обробітком в нижніх шарах, які не оброблялись.

На думку В. В. Медведєва [6], системний в сівозміні у середньостроковій перспективі (через 4-5 років) має сприяти розущільненню верхніх шарів ґрунту до оптимального рівня (1,15–1,25 г/см³) внаслідок локалізації в обмеженому ґрунтовому середовищі значної кількості органічного субстрату. При цьому очікується зниження щільності будови і опору ґрунту не тільки в орному шарі, але й у підорному прошарку, що призведе до поступового руйнування «плужної підшви».

Твердість ґрунту чинить механічний опір росту і розвитку кореневої системи рослин, нерідко

Войтовик М. В., Панченко О. Б., Примак І. Д., Цюк О. А.

зумовлює зниження схожості насіння, впливає на водний, повітряний і тепловий режими ґрунту і знярядь [13].

Наразі тривають гострі дискусії між прихильниками традиційних та енергозберігаючих заходів обробітку ґрунту. Дослідження показали, що ефективність ресурсозберігаючого мінімального обробітку в різних зонах неоднакова і залежить від ступеня окультурення ґрунту, погодних умов механічного складу, засміченості полів [5].

У результатів дослідів, проведених Н. Є. Борис [3] встановлено, що оранка сприяла зниженню твердості чорнозему типового.

Дослідження показали, що твердість ґрунту залежала від способів обробітку ґрунту (табл. 2). На контролі твердість 0-10 см шару була найменшою за варіантами досліду – 3,4 кг/см², у той же час за

дискування і нульового обробітку вона була істотно вище – на 1,3 і 4,6 кг/см² відповідно.

У глибших шарах чорнозему типового відбулось зростання твердості ґрунту на всіх досліджуваних варіантах обробітку. Так, за оранки в 10-20 см шарі вона збільшилась на 13,3, а в шарі 20-30 см – на 19,9 кг/см² відповідно верхнього 0-10 см шару. Застосування дискування на 10-12 см і технології No-till обробітку істотно збільшувало відповідний показник відповідно контролю.

Варто відмітити, що застосування дискування на 10-12 см і технології обробітку No-till відмічена достовірна різниця в напрямку збільшення твердості ґрунту за відсутності його обробітку за всіма дослідженими шарам. Відповідно, зменшення інтенсивності обробітку ґрунту істотно збільшувало його твердість.

2. Зміни твердості ґрунту за вирощування сої залежно від технології його обробітку, кг/см²

Варіанти технологій обробітку ґрунту	Шар ґрунту, см			
	0-10	10-20	20-30	0-30
Оранка ПОН-3-35 на 20-22 см (контроль)	3,4	16,7	23,3	14,5
Дискування АГ-2,1-20 на 10-12 см	4,7	22,4	33,0	20,0
Технології «No-till»	8,0	25,4	34,6	22,7
НІР ₀₅	0,54	0,72	3,2	1,91

Центилю Л. В., Цюк О. А. [13] встановили, що застосування мілкового безполицевого обробітку викликає збільшення твердості в нижній частині орного шару ґрунту. Відмінності за твердістю найбільш

виражені восени, відразу після проведення основного обробітку, а у весняно-літній період вони згладжуються і, як правило, не досягають критичних значень для вирощування культур.

Войтовик М. В., Панченко О. Б., Примак І. Д., Цюк О. А.

Виявлено рівень ущільненого прошарку, що значно перешкоджає проходженню кореневої системи рослин та вологи. Глибина розташування плужної підшови за оранки була на рівні 20-24 см, за дискування – 12-14 см. За такої глибини відмічено значне підвищення по шарах ґрунту його твердості із величиною до 9-10 кг/см², це становило третини загальної величини даного показника.

Переваги технології No-till за вирощування сої, нами не встановлено чіткого характерного ущільненого прошарку. Стійка тенденція до підвищення сили опору

ґрунту після технології No-till обробітку викликали негативні зміни стану чорнозему типового порівняно з оранкою і дискуванням.

Урожайні дані залежно від різних технологій обробітку ґрунту під сою за вирощування її в короткоротаційній сівозміні (табл. 3).

Урожайність сої у середньому упродовж років досліджень істотно за технологіями обробітку ґрунту не відрізнялась. Так, за застосування дискування урожайність сої неістотно знизилась на 5,4 % порівняно з оранкою. За технології No-till урожайність одержана на одному рівні із оранкою.

3. Урожайність насіння сої залежно від технологій обробітку ґрунту, т/га

Варіант технологій обробітку ґрунту	Урожайність	Приріст урожайності до контролю	
		т/га	± % відхилення до контролю
Оранка ПОН-3-35 на 20-22 см (контроль)	2,2	0,0	0,0
Дискування АГ-2,1-20 на 10-12 см	2,08	-0,12	-5,4
Технології «No-till»	2,19	-0,01	-0,45
НІР ₀₅	0,29		13,4

Низка науковців Р. А. Вожегова, та ін. [4] зазначили, що за системи диференційованого, різноглибинного безполицевого та мілкового одноглибинного обробітку формується продуктивність сої на одному рівні, а використання нульового обробітку зменшує врожайність на 0,75 т/га, або на 20,1%.

Висновки. Застосування «No-till» технології та мінімального

обробітку призводить до зростання щільності ґрунту порівняно з оранкою. Найбільше підвищення щільності спостерігали в 20-30 см шарі ґрунту за мінімальних обробітків. Заміна полицевого нульовим та мінімальним обробітками зростав опір ґрунту. Твердість в шарі ґрунту 0-30 см після дискового обробітку була вищою від оранки на 5,5 кг/см², після «No-till» технології – на 8,2 кг/см².

Войтовик М. В., Панченко О. Б., Примак І. Д., Цюк О. А.

Урожайність сої за дискування ґрунту знизилась на 5,4 % порівняно з оранкою. За технології «No-till» і

оранки урожайність зерна сої одержана на одному рівні.

Список використаних джерел

1. Аллен Х. П. Прямой посев и минимальная обработка почвы. М.: Агропромиздат, 1985. 79 с.

2. Бейкер С. Д., Сэкстон К.Е. Природа риска в no-till // Посев по технологии no-till в рамках почвозащитного земледелия : Перев. с англ. Днепропетровск, 2007. С. 33-47.

3. Борис Н. Є. Регулювання та оптимізація агрофізичних властивостей ґрунту. Пропозиція. 2019. № 11. Propozitsiya.com/ua/regnlirivania-i-optimizaciya-agrofizicheskikh-svoystvpochvy.

4. Вожегова Р. А., Малярчук А. С., Котельников Д. І., Резніченко Н. Д. Вплив основної обробки ґрунту та сидерації на урожайність сої в сівоzmіні на зрошенні півдня України. Таврійський науковий вісник. 2021. №118. С. 66-73. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.8>.

5. Медведєв В. В. Твердость почв. Харьков : Изд-во КП «Городская типография», 2009. 152 с.

6. Медведєв В. В. Нульовий обробіток ґрунту в Європейських країнах. Харків : ТОВ «Едена», 2010. 212 с.

7. Пабат І. А., Шевченко М. С., Горбатенко А. І., Горобець А. Г. Мінімізація обробки ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур. Вісник аграрної науки. 2004. № 1. С. 11–14.

8. Петриченко В. Ф., Колісник С. І., Панасюк О. Я., Єрмолаєв М. М., Хахула В. С. Вплив нульового обробки ґрунту на його фізичні властивості в правобережному Лісостепу України. Агробіологія, 2013. №11 (104). С. 183-186.

9. Польовий В.М. Оптимізація систем удобрення в сучасному землеробстві : монографія. Рівне : Волинські обереги, 2007. 320 с.

10. Сайко В. Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні. Вісник аграрної науки. 2011. № 1. С. 5–12.

11. Сайко В. Ф., Малієнко А. М. Мінімальний та нульовий обробки ґрунту, стан і перспективи їх запровадження в Україні. Посібник українського хлібороба. Науково-виробничий щорічник. К.: Урожай, 2009. С. 178-188.

12. Танчик С. П. No-till і не тільки. Сучасні системи землеробства. К.: Тов. Юнівєст Медіа, 2009. 160 с.

13. Центи́ло Л. В., Цюк О. А. Динаміка змін твердості ґрунту залежно від його основної обробки. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. № 1. С. 147-153.

14. Циков В. С. Состояние и перспективы развития системы обработки почвы. Днепропетровск.: ООО ЭНЕМ, 2008. 168 с.

15. Qiuyue Liu, Zhengrong Kan, Cong He and Hailin Zhang. Effects of Strategic Tillage on Soil Physicochemical Properties and Grain Yield in the North China Plain. *Agronomy*. 2020, 10(8), 1167. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081167>

Reference

1. Allen Kh. P. (1985). Direct sowing and minimal tillage of the soil. М.: Ahropromyzdat, 1985. 79 s. (in Russian)

2. Beiker S. D., Sækston K.E. (2007). The nature of risk in no-till. Posev po tekhnolohyy no-till v ramkakh pochvozashchytneho zemledelyia : Perev. s anhl. Dnepropetrovsk, 33-47. (in Ukrainian)

3. Borys N. Ye. (2019). Regulation and optimization of agrophysical soil properties. *Propozytsiia*. № 11. Propozitsiya.com/ua/regnlirivania-i-optimizaciya-agrofizicheskikh-svoystvpochvy. (in Ukrainian)

4. Vozhehova R. A., Maliarchuk A. S., Kotelnykov D. I., Reznichenko N. D. (2021). The influence of the main tillage and sideration on soybean yield in crop rotation in the irrigated south of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 118. 66-73. DOI:

<https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.8>. (in Ukrainian)

5. Medvedev V. V. (2009). Hardness of soils. Kharkov : Yzd-vo KP «Horodskaia typhrpfyia», 152 s. (in Ukrainian)

6. Medvediev V. V. (2010). No-tillage in European countries. Kharkiv : TOV «Edena», 212 s. (in Ukrainian)

7. Pabat I. A., Shevchenko M. S., Horbatenko A. I., Horobets A. H. (2004). Minimization of soil tillage during cultivation of agricultural crops. Visnyk ahrarnoi nauky. 1. 11–14. (in Ukrainian)

8. Petrychenko V. F., Kolisnyk S. I., Panasiuk O. Ya., Yermolaiev M. M., Khakhula V. S. (2013). The effect of zero tillage on its physical properties in the right-bank forest-steppe of Ukraine. Ahrobiolohiia, 11 (104). 183-186. (in Ukrainian)

9. Polovyi V. M. (2007). Optimization of fertilization systems in modern agriculture: monohrafiia. Rivne : Volynski oberehy, 2007. 320. (in Ukrainian)

10. Saiko V. F. (2011). Scientific basis of sustainable agriculture in Ukraine. Visnyk ahrarnoi nauky. 1. 5–12. (in Ukrainian)

11. Saiko V. F., Maliienko A. M. (2009). Minimal and No-tillage, status and prospects of their implementation in Ukraine. Posibnyk ukrainskoho khliboroba. Naukovo-vyrobnychy shchorichnyk. K.: Urozhai, 178-188. (in Ukrainian)

12. Tanchyk S. P. (2009). No-till and beyond. Modern farming systems. K.: Tov. Yunivest Media, 160. (in Ukrainian)

13. Tsentylo L. V., Tsiuk O. A. (2019). Dynamics of soil hardness changes depending on its main cultivation. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. 1. 147-153. (in Ukrainian)

14. Tsykov V. S. (2008). Status and prospects of the development of the soil processing system. Dnepropetrovsk.: OOO ENEM, 168. (in Ukrainian)

15. Qiuyue Liu, Zhengrong Kan, Cong He and Hailin Zhang. Effects of Strategic Tillage on Soil Physicochemical Properties and Grain Yield in the North China Plain. *Agronomy*. 2020, 10(8), 1167. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081167>

COMPARATIVE ASSESSMENT OF AGROPHYSICAL PROPERTIES UNDER DIFFERENT TECHNOLOGIES OF SOIL PROCESSING IN CROP ROTATION

M. Voitovyk, O. Panchenko, I. Prymak, O. Tsyuk

Abstract. *World and domestic experience in the use of technologies has led to the need to revise approaches to soil cultivation, directions are primarily concerned with its minimization. The purpose of the research is to compare and substantiate the impact of different tillage technologies in a three-field crop rotation on the physical properties of typical chernozem. Applied materials and methods research results in a field experiment, analysis, generalization and statistical processing of data from stock and modern literary materials. The results of the study of the application of soil tillage technologies on the density and hardness of the soil, the productivity of soybeans of the central forest-steppe of Ukraine are presented. It was established that the density of the soil under "No-till" technology and minimal tillage leads to an increase in the density of the soil compared to plowing. Its increase occurred most in the 20-30 cm layer of typical chernozem with minimal tillage. Replacing the shelf with zero and minimal tillage increased soil resistance. The hardness in the soil layer 0-30 cm after disk tillage was higher than plowing by 5.5 kg/cm², after "No-till" technology – by 8.2 kg/cm². Soybean productivity with soil discing decreased by 5.4 % compared to*

Войтовик М. В., Панченко О. Б., Примак І. Д., Цюк О. А.

plowing. According to the "No-till" technology and plowing the yield of soybean grain was obtained at the same level, which is 2,19 and t/ha, respectively. A promising direction for further research is the study of the structural and aggregate composition and reserves of available moisture in the meter-thick soil layer.

Key words: *density, hardness, "No-till" technology, plowing, soybean*