

ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В УМОВАХ СТЕПУ

М. С. Шевченко, Н. В. Гавриленко

Державна установа Інститут зернових культур НААН України, вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49009, Україна

Актуальність. У степовій зоні України, де головним лімітуючим фактором формування врожаю є волога, питання раціонального регулювання водного режиму ґрунту набуває особливої актуальності для забезпечення стабільної продуктивності зернових культур. Серед агротехнічних заходів ключове значення має система основного обробітку ґрунту, оскільки саме вона визначає рівень акумуляції, збереження та ефективного використання ґрунтової вологи рослинами. **Мета досліджень** полягає у встановленні впливу різних способів основного обробітку ґрунту на рівень вологозабезпечення зернових культур в умовах Степу України для оптимізації агротехнологій, спрямованих на ефективне збереження та використання вологи за умов нестійкого зволоження і зростаючих кліматичних ризиків. **Матеріали і методи.** Дослідження, проводили упродовж 2022–2024 рр. на базі стаціонарного дослідного поля Інституту зернових культур НААН України у сівозміні горох – пшениця озима – кукурудза – ярий ячмінь – соняшник згідно з загальноприйнятими вимогами методики науково-дослідної справи **Результати.** У шарі ґрунту 0–150 см перед сівбою культур сівозміни на варіанті без добрив найбільші запаси продуктивної вологи зафіксовано при мульчувальному (151,5 мм) та мілкому безполицевому (149,2 мм) обробітках, що перевищувало за цим показником полицеву систему (140,6 мм) на 7,7 % і 6,1 % відповідно. Подібна тенденція простежувалась і на удобреному фоні: мульчувальний варіант мав 151,3 мм (+7,6 %), а мілкий — 149,2 мм (+6,1 %). Залишкова волога на час збирання врожаю була найбільшою за мілкого безполицевого обробітку (29,0 мм), далі – мульчувальний (27,8 мм) та полицевий (25,5 мм). Під час вегетації на неудобрених ділянках рослини використали більше вологи в безполицевих варіантах (123,5 мм і 120,2 мм проти 115,1 мм – за оранки). На удобрених фонах загальне водоспоживання сягало 282,3 мм у мульчувальному (+3,1 % порівняно з неудобреними) та 293,8 мм – у мілкому (+7,3 % порівняно з неудобреними) варіантах. Найефективніше волога витрачалася на формування врожаю саме в безполицевих обробітках: коефіцієнт водоспоживання становив 79,9 і 88,2 мм/т порівняно з полицевою системою – 75,6 мм/т. Без добрив ці коефіцієнти були вищими через меншу врожайність при схожих витратах вологи. **Висновки.** Безполицеві системи обробітку ґрунту, особливо мульчувальна, забезпечують значно кращі показники збереження та використання вологи порівняно з полицевою оранкою. Запаси продуктивної вологи перед сівбою культур сівозміни за мульчувального обробітку перевищували полицевий варіант на 10,7–10,9 мм (понад 7 %), залишкова волога на момент збирання — на 2,3–3,5 мм, а використання вологи протягом вегетації — на 4,4–7,3 %. Найвищий рівень загального водоспоживання (до 293,8 мм) і найефективніше її використання на формування врожаю (коефіцієнт водоспоживання 75,6–88,2 мм/т) зафіксовано саме за безполицевих систем, особливо на удобрених ділянках. Це свідчить про їх перевагу в умовах обмеженого вологозабезпечення.

Ключові слова: вологозабезпеченість, ґрунтова волога, обробіток ґрунту, удобрення, післяжнивні рештки

Вступ. Ефективне використання вологи є визначальним фактором стабільного вирощування зернових культур у степовій зоні, де обмежене та недостатнє зволоження за-

лишається головною причиною варіативності врожайності [1, 2]. В умовах кліматичних змін і зростання частоти екстремальних метеорологічних явищ, нерівномірного розпо-

Інформація про авторів:

Шевченко Михайло Семенович, головний науковий співробітник, доктор с.-г. наук, професор, e-mail: shevchenkoms54@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6779-0292>

Гавриленко Неля Володимирівна, аспірант, e-mail: nella1980306@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-1681-7360>

ділу опадів протягом року, актуальність вивчення механізмів вологозабезпечення істотно зростає. Рівень забезпечення рослин вологою також зумовлюється сукупністю агробіологічних факторів, серед яких провідне значення мають щільність стояння рослин, інтенсивність мінерального живлення, вибір адаптованих сортів або гібридів, а також впровадження ґрунтообробних технологій, спрямованих на збереження вологи й підвищення посухостійкості агроценозів [3–6].

У степовій зоні України, де водний дефіцит є головним чинником обмеження врожайності, ефективне регулювання водного режиму ґрунту набуває критичного значення для стабілізації продуктивності зернових культур [7, 8]. Серед комплексу агротехнічних заходів провідну роль у формуванні середовища вологозбереження відіграє система основного обробітку ґрунту, яка визначає не лише ступінь накопичення та утримання вологи, а й ефективність її використання рослинами [9–12].

Різновиди обробітку – полицевий, мінімальний або нульовий (no-till) – суттєво змінюють агрофізичні параметри орного шару, зокрема, його щільність, водопроникність, пористість і капілярну активність, від яких залежить доступність вологи для культур у критичні фази розвитку [13–17]. В умовах сучасних кліматичних трансформацій, що супроводжуються підвищенням середньої багаторічної температури, збільшенням тривалості суховійних періодів і нерівномірним випаданням опадів, доцільність вибору тієї чи іншої системи обробітку ґрунту повинна визначатися, в першу чергу, во-

логозабезпеченістю, біологічною активністю, морфологічною стабільністю та загальною адаптивністю агроценозу до екологічних викликів [18–21].

Мета досліджень полягає у встановленні впливу різних способів основного обробітку ґрунту на рівень вологозабезпечення зернових культур в умовах Степу України з метою оптимізації агротехнологій, спрямованих на ефективне збереження та використання вологи за умов нестійкого зволоження та зростаючих кліматичних ризиків.

Матеріали та методи. Ефективний розвиток сільськогосподарського виробництва неможливий без широкого впровадження новітніх наукових досягнень, основаних на застосуванні сучасних дослідницьких методів. У проведених дослідженнях нами за основу було взято методологічний принцип взаємозв'язку об'єкта з умовами навколишнього середовища, що дозволило найбільш повно інтерпретувати результати експерименту відповідно до закономірностей реальної дійсності [22].

Дослідження, проводили упродовж 2022–2024 рр. на базі дослідного поля Інституту зернових культур НААН України, яке розташоване поблизу села Василівка Дніпровського району Дніпропетровської області.

Агроекономічну ефективність застосування полицевого (контроль), ґрунтозахисного безполіцевого (мульчувального) та дискового обробітку ґрунту досліджували у польовому стаціонарному досліді в умовах п'ятипільної зерно-просапної сівозміни, яка включає такі культури: горох – пшениця озима – кукурудза – ячмінь ярий – соняшник (табл. 1).

Таблиця 1 *Схема стаціонарного досліді з вивчення ефективності систем обробітку ґрунту*

Сівозміна (перелік культур)	Система обробітку ґрунту		
	полицева (контроль)	ґрунтозахисна безполіцева (мульчувальна)	мілка безполіцева
Горох	оранка (20–22 см)	безполіцевий обробіток (16–18 см)	дисковий обробіток (10–12 см)
Озима пшениця	оранка (16–18 см)	дисковий обробіток (10–12 см)	дисковий обробіток (10–12 см)
Кукурудза	оранка (23–25 см)	чизельний обробіток (20–22 см)	безполіцевий обробіток (16–18 см)
Ячмінь ярий	оранка (20–22 см)	безполіцевий обробіток (14–16 см)	дисковий обробіток (10–12 см)
Соняшник	оранка (23–25 см)	чизельний обробіток (20–22 см)	безполіцевий обробіток (16–18 см)

Примітка: в кожному полі сівозміни передбачено два варіанти удобрення: 1) рослинні рештки (без добрив); 2) рослинні рештки + $N_{45}P_{45}K_{45}$ під передпосівну культивування.

Загальна площа досліду – 9 га. Грунт – типовий чорнозем важкосуглинковий з вмістом гумусу в орному шарі 4,2 % із забезпеченістю рухомими формами фосфору й калію (за Чириковим) відповідно 145 і 115 мг/кг.

Способи обробітку ґрунту за різних систем виконувалися наступними знаряддями:

1. **Полицева система:** Полицевий обробіток здійснювався плугом ПО–3–35 на глибину 20–22 см для ячменю ярого, гороху, соняшнику; на 16–18 см – для пшениці озимої та на 23–25 см – для кукурудзи та соняшнику.

2. **Ґрунтозахисна безполицева система (мульчувальна):** Чизельний обробіток проводився чизель-культиватором Chisel Plow Brillion на глибину 20–22 см під соняшник і кукурудзу. Безполицевий – комбінованим агрегатом КШП–5,6 «Резидент» – на 14–16 см – під ярий ячмінь, на 16–18 см – під горох.

3. **Мілка безполицева система:** Дисковий обробіток здійснювався бороною БДВ–6,3 на глибину 10–12 см (для пшениці озимої).

Вологість ґрунту визначали у шарі глибиною 1,5 м за допомогою термостатно-вагового методу (гравіметричного) [22]. Відбір ґрунтових зразків здійснювали буром з інтервалом 10 см у шарі до 1,5 м у трьох точках ділянки та двох несуміжних повтореннях. Проби брали навесні перед сівбою ярих культур, у фазах колосіння, цвітіння, викидання волотей, восени – перед сівбою пшениці озимої, а також наприкінці вегетаційного періоду культур, що досліджувалися.

Дослідження проводили у зоні з помірно континентальним кліматом, якому притаманні істотні річні коливання метеорологічних показників. Середньорічна температура повітря становить 9,6 °С, змінюючись за роками від 8,4 до 10,8 °С. Кількість атмосферних опадів, у середньому за рік, становить 509 мм, з річною амплітудою коливань від 420,7 до 832,7 мм. Близько 68 % річної суми опадів припадає на теплий період року (з квітня по жовтень), протягом якого значна їх частина витрачається на випаровування або втрачається через поверхневий стік, що зумовлено зливовим характером опадів та хвилястим рельєфом території. Водночас, протягом останніх десятиріч в Україні, як і в усьому світі, спостерігається стійка тенденція до підвищення середньорічної температури повітря

та зміщення кліматичних параметрів у сторону посушливості, що істотно впливає на агрометеорологічні умови вирощування польових культур [3–5].

Упродовж 2022–2024 рр. у степовій зоні України чітко проявлялася тенденція до зростання кліматичної нестабільності, яка виражалась у систематичному перевищенні середніх багаторічних температурних показників і порушенні режиму атмосферного зволоження. Кожен рік цього періоду характеризувався власними кліматичними аномаліями – як за рівнем опадів, так і за температурним режимом, що в сукупності свідчить про поступове, але стійке формування умов ризикованого землеробства у регіоні.

Загалом, погодні умови протягом періоду досліджень були відносно сприятливими для вирощування зернових культур та соняшнику, за винятком літа 2024 р., коли спостерігалася посуха. У цей період гідротермічний коефіцієнт (ГТК) у фазі найінтенсивнішого водоспоживання рослин (червень – липень) становив 0,7. Значення ГТК нижче 0,7 вказує на розвиток ґрунтово-повітряної посухи, яка негативно впливає на ріст рослин і формування врожаю. Для порівняння, у 2023 р. він був на рівні 0,8, а у 2022 р. – 0,9.

Результати та обговорення. У ході досліджень за 2022–2024 рр. встановлено закономірності формування водного балансу залежно від систем основного обробітку ґрунту в короткоротаційній зерно-просапній сівоозміні на неудобреному фоні (табл. 2). Так, найменший вміст продуктивної вологи у півтораметровому шарі ґрунту перед сівбою становив 140,6 мм і був зафіксований у варіанті з полицевим обробітком.

Сумарне водоспоживання за полицевої системи становило 271,4 мм, воно було меншим, ніж у системі безполицевого обробітку на 9,6 мм і менше порівняно з ґрунтозахисною безполицевою системою на 0,6 мм – з мілким безполицевим обробітком, що свідчить про дещо обмежену здатність традиційної полицевої оранки забезпечувати вологонакопичення протягом холодного періоду року.

Водночас, за мульчувального обробітку ґрунту рівень забезпеченості культур вологою був кращим: перед сівбою ярих та після відновлення вегетації пшениці озимої навесні запаси продуктивної вологи сягали, в се-

Таблиця 2. Баланс вологи на неудобрених варіантах зерно-просанної сівозміни, 2022–2024 рр.

Сівозміна (перелік культур)	Система обробітку ґрунту	Продуктивна волога в шарі ґрунту 0–150 см, мм		Використано за вегетаційний період	Опади за вегетаційний період, мм	Сумарна витрата вологи за вегетаційний період, мм	Урожайність культур сівозміни, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, мм/т
		перед сівбою/ відновлення вегетації пшениці озимої	на час збирання урожаю					
Горох	полицева	140,3	37,5	102,8	142,3	245,1	2,22	116,7
	ґрунтозахисна безполицева (мульчувальна)	149,2	37,0	112,2		254,5	2,17	124,1
	мілка безполицева	149,0	46,4	102,6		244,9	2,00	132,3
Пшениця озима	полицева	141,7	30,5	111,2	142,3	253,5	5,10	44,7
	ґрунтозахисна безполицева (мульчувальна)	159,6	35,0	124,6		266,9	4,88	52,4
	мілка безполицева	150,0	43,4	106,6		248,9	4,56	51,0
Кукурудза	полицева	140,3	27,6	112,7	182,2	294,9	4,96	53,1
	ґрунтозахисна безполицева (мульчувальна)	149,2	27,1	122,1		304,3	4,72	55,9
	мілка безполицева	149,0	36,2	112,8		295,0	4,50	54,8
Ячмінь ярий	полицева	140,3	38,6	101,7	145,1	246,8	2,28	97,5
	ґрунтозахисна безполицева (мульчувальна)	149,2	38,1	111,1		256,2	2,07	102,4
	мілка безполицева	149,0	45,6	103,4		248,5	1,99	100,2
Соняшник	полицева	140,3	5,6	134,7	182,2	316,9	2,30	130,9
	ґрунтозахисна безполицева (мульчувальна)	149,2	8,1	141,1		323,3	2,08	136,4
	мілка безполицева	149,0	8,6	140,4		322,6	1,80	140,2
Середнє	полицева	140,6	28,0	112,6	158,8	271,4	-	88,6
	ґрунтозахисна безполицева (мульчувальна)	151,3	29,1	122,2		281,0	-	94,2
	мілка безполицева	149,2	36,0	113,2		272,0	-	95,7

редньому по сівозміні, 151,3 мм, що на 10,7 мм більше порівняно з полицевою системою обробітку ґрунту. Протягом вегетаційного періоду з ґрунту у середньому витрачалося 122,2 мм вологи, тобто на 9,6 мм більше, ніж за традиційної оранки. Як наслідок, сумарна витрата вологи склала 281,0 мм, це сприяло формуванню вищого коефіцієнта водоспо-

живання – 94,2 мм/т, перевищуючи значення контролю (полицевий обробіток) на 5,6 мм/т.

При використанні мілкового без полицевого обробітку запаси продуктивної вологи перед сівбою становили, у середньому, 149,2 мм – це на 8,6 мм більше за контроль. Середній обсяг витраченої вологи за вегетаційний період складав 113,2 мм, а загальні

витрати води досягали 272,0 мм. При цьому коефіцієнт водоспоживання становив 95,7 мм/т, що на 7,1 мм/т вище порівняно з полицевим. Тобто, у холодний період року простежувалася чітка тенденція кращого накопичення води навесні за безполицевих і мілких систем обробітку ґрунту за рахунок шару мульчі який забезпечує вищу вологозабезпеченість посівів польових культур і більші витрати

води під час вегетації.

За підсумками розрахунків середніх значень водного балансу в умовах короткоротаційної зерно-просапної сівозміни при залишенні рослинних решток і мінерального добрива $N_{45}P_{45}K_{45}$ було виявлено помітну зміну показників залежно від системи обробітку ґрунту (табл. 3).

За полицевого обробітку ґрунту середні

Таблиця 3. Баланс води на удобрених (рослинні рештки + $N_{45}P_{45}K_{45}$) варіантах зерно-просапної сівозміни, 2022–2024 рр.

Сівозміна (перелік культур)	Система обробітку ґрунту	Продуктивна вода в шарі ґрунту, 0–150 см, мм		Використано за вегетаційний період	Опади за вегетаційний період, мм	Сумарна витрата води за вегетаційний період, мм	Урожайність культур сівозміни, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, мм/т
		перед сівбою/ відновлення вегетації пшениці озимої	на час збирання урожаю					
Горох	полицева	140,3	33,7	106,6	142,3	248,9	2,44	107,7
	ґрунтозахисна безполицева (мульчувальна)	149,2	35,5	113,7		256,0	2,37	111,3
	мілка безполицева	149,0	37,1	111,9		254,2	2,18	124,0
Пшениця озима	полицева	141,7	28,7	113,0	142,3	255,3	5,79	38,8
	ґрунтозахисна безполицева (мульчувальна)	159,6	34,5	125,1		267,4	5,32	46,5
	мілка безполицева	150,0	32,1	117,9		260,2	4,76	48,1
Кукурудза	полицева	140,3	23,8	116,5	182,2	298,7	5,56	44,6
	ґрунтозахисна безполицева (мульчувальна)	149,2	25,6	123,6		305,8	5,26	46,5
	мілка безполицева	149,0	29,3	119,7		301,9	4,91	46,5
Ячмінь ярий	полицева	140,3	35,7	104,6	145,1	249,7	2,59	76,5
	ґрунтозахисна безполицева (мульчувальна)	149,2	36,6	112,6		257,7	2,39	79,5
	мілка безполицева	149,0	38,2	110,8		255,9	2,19	80,2
Соняшник	полицева	140,3	5,7	134,6	182,2	316,8	2,58	110,3
	ґрунтозахисна безполицева (мульчувальна)	149,2	6,6	142,6		324,8	2,41	115,5
	мілка безполицева	149,0	8,2	140,8		396,7	2,10	142,1
Середнє	полицева	140,6	25,5	115,1	158,8	273,9	-	75,6
	ґрунтозахисна безполицева (мульчувальна)	151,3	27,8	123,5		282,3	-	79,9
	мілка безполицева	149,2	29,0	120,2		293,8	-	88,2

запаси продуктивної вологи перед сівбою становили 140,6 мм. При застосуванні ґрунтозахисного безполицевого обробітку із зорбкою пожнивних решток середні значення цього показника досягали 151,3 мм, що на 10,7 мм (7,6 %) більше порівняно з полицевим. За мілкого безполицевого обробітку запаси вологи у шарі 0–150 см перед сівбою польових культур, у середньому по сівозміні, становили 149,2 мм, тобто на 8,6 мм (6,1 %) більше порівняно з полицевою системою (контроль).

Запаси вологи в ґрунті на час збирання врожаю також були вищими за безполицевих способів обробітку. Так, за мульчувальної системи значення цього показника в середньому становили 27,8 мм в 1,5 м шарі, що на 2,3 мм більше, за полицевої оранки (25,5 мм). У варіанті з мілким безполицевим обробітком не використані запаси вологи були 29,0 мм, що на 3,5 мм (13,7 %) перевищило контроль (полицевий обробіток).

Середній обсяг вологи, використаної рослинами протягом вегетації у варіанті з полицевим обробітком ґрунту, становив 115,1 мм. За ґрунтозахисного безполицевого обробітку використання вологи зростало на 8,4 мм (123,5 мм), або на 7,3 %, а за мілкого безполицевого – знаходилося на рівні 120,2 мм, що було на 5,1 мм (4,4 %) більше порівняно із полицевим фоном.

Найбільша сумарна витрата вологи відзначалася за мілкого безполицевого обробітку – 293,8 мм. Це на 19,9 мм (7,3 %) більше, ніж за мульчувальної системи (282,3 мм), і також на 19,9 мм (7,3 %) більше, ніж за полицевої оранки (273,9 мм).

Найнижчий коефіцієнт водоспоживання зафіксовано за полицевого обробітку – 75,6 мм/т. На мульчувальному варіанті цей показник становив 79,9 мм/т, що на 4,3 мм/т (5,7 %) більше. Найвищий коефіцієнт водоспоживання мали за мілкого безполицевого обробітку – 88,2 мм/т, що перевищувало контроль на 12,6 мм/т, або на 16,7 %.

Застосування безполицевих (особливо мілких) способів обробітку ґрунту сприяє накопиченню більшої кількості вологи в зимовий період за рахунок мульчування післяжнивних решток, що забезпечує дещо вище водоспоживання і, у поєднанні з добривами, сприяє формуванню більшої біомаси і уро-

жайності культур сівозміни. Водночас це супроводжується збільшенням коефіцієнта водоспоживання, через деяке зменшення урожайності польових культур внаслідок ряду факторів (збільшення забур'яненості, погіршення фітосанітарного стану тощо).

Проведені експериментальні дослідження підтверджуються результатами досліджень інших вчених. Так, в умовах Північного Степу України, який характеризується зростаючим дефіцитом вологи та флуктуацією клімату, одним із визначальних чинників сталого функціонування агроєкосистем виступає тісний взаємозв'язок між системою обробітку ґрунту та удобренням у формуванні водного балансу в сівозміні [1, 2, 7, 8]. Вибір технології основного обробітку суттєво впливає на водний режим ґрунту, визначаючи здатність до накопичення, утримання та збереження вологи в орному шарі. Так, полицевий обробіток завдяки глибокому розпушенню сприяє інтенсивному нагромадженню вологи у холодний період року, але водночас активізує процеси мінералізації органічної речовини та втрати вологи через випаровування [8]. Натомість безполицеві системи, зокрема, ґрунтозахисні безполицеві, забезпечують краще збереження вологи за рахунок шару рослинних решток, який зменшує випаровування, захищає ґрунт від перегрівання і пересихання, а також сприяє покращенню інфільтраційних властивостей і загальної структури ґрунту [8, 9].

Зі свого боку система удобрення не лише задовольняє поживні потреби культур, але й опосередковано впливає на їх водоспоживання. Помірні дози мінеральних добрив, зокрема, $N_{45}P_{45}K_{45}$, стимулюють розвиток кореневої системи, посилюють фізіологічні процеси, що, в кінцевому результаті, збільшує врожайність. Хоча при цьому зростає сумарне водоспоживання, водночас знижується коефіцієнт водоспоживання, тобто рослини споживають менше води на одиницю продукції. Проведені дослідження в зернопросапній сівозміні (пшениця озима – горох – кукурудза – ячмінь – соняшник) засвідчили, що внесення добрив дозволяє скоротити витрати води на 10–22 % на кожен тону урожаю у порівнянні з неудобреним фоном.

Максимальний ефект досягається за поєднання мульчувального обробітку з мінераль-

ним удобренням, що створює сприятливі умови для накопичення вологи, активізації ґрунтової мікробіоти, поліпшення живлення рослин та підвищення їхньої продуктивності. У підсумку формується позитивний водний баланс, за якого надходження вологи перевищує її витрати, а коефіцієнт водоспоживання знижується, що особливо важливо в умовах частих посух та нестабільного випадання опадів. У зв'язку з цим обґрунтованим є диференційований підхід до вибору обробітку ґрунту з урахуванням біологічних особливостей культур у сівозміні, поєднаний із раціональною системою удобрення, що в комплексі забезпечує підвищення водної ефективності агрофітоценозів і стабілізацію врожайності в умовах посушливого клімату.

Висновки. На неудобрених варіантах найвищі запаси продуктивної вологи перед сівбою культур сівозміни (151,5 мм) спостерігалися при ґрунтозахисному безполицевому обробітку, із зарубкою мульчі, що на 10,9 мм (7,7%) перевищувало полицеву оранку (конт-

роль). Мілкий безполицевий обробіток забезпечував 149,2 мм (+8,6 мм, або 6,1%). На удобрених варіантах відмічено аналогічну тенденцію з незначним зростанням вологонакопичення.

Протягом вегетації найбільше вологи споживали рослини при мульчувальному обробітку – до 123,5 мм, що на 8,4 мм більше, ніж при полицевій системі. Загальне водоспоживання на удобрених ділянках було найбільшим за мілкого безполицевого обробітку (282,3 мм) і найменшим – за полицевого (оранки) – 273,9 мм.

Найвища ефективність використання вологи (найменший коефіцієнт водоспоживання) зафіксована при полицевій системі на удобрених варіантах – 75,6 мм/т. При мульчувальній системі цей показник становив 79,9 мм/т (+5,7% порівняно з полицевим), а за мілкої безполицевої – 88,2 мм/т (+16,7% порівняно з полицевим). На неудобреному фоні витрати вологи на формування врожаю були вищими через нижчу врожайність.

Бібліографічний список

1. Вожегова, Р. А., Нетіс, І. Т., Онуфран, Л. І., Сахацький, Г. І., Шарата, Н. Г. Зміна клімату та аридизація Південного Степу України. *Аграрні інновації*, 2021. № 7. С. 16–20. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2021.7.3>
2. Фурманець, М. Г., Фурманець, Ю. С., Фурманець, І. Ю. Вплив систем обробітку ґрунту та удобрення на запаси продуктивної вологи під агрофітоценозами у сівозміні. *Агробіологія*. 2021. № 2. С. 176–182. doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-176-182
3. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов та їхній вплив на зернове господарство України. *Агроном*. 2006. № 4 (14). С. 12–13.
4. Адаменко Т. І. Кліматичні умови України та можливі наслідки потепління клімату. *Агроном*. 2007. № 1. С. 8–9.
5. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов та їхній вплив на зернове господарство України. *Агроном*. 2006. 4 (14). 12–13.
6. Просунько В. Чого чекати від глобального потепління. *Пропозиція*. 2001. № 12. С. 40–41.
7. Циліорик О. І. Сучасні системи мульчувального обробітку ґрунту в Північному Степу: монографія. Одеса: Олді Плюс+, 2023. 344 с.
8. Циліорик О. І. Система мульчувального обробітку ґрунту в сівозмінах Північного Степу: монографія. Дніпро: Новий Світ 2000, 2019. 298 с.
9. Примак І. Д., Єщенко В. О., Манько Ю. П. Ресурсозберігаючі технології механічного обробітку ґрунту в сучасному землеробстві України. Київ: КВІЦ, 2007. 272 с.
10. Циліорик О. І., Горобець, А. Г., Горбатенко, А. І., Чабан, В. І., Гасанова, І. І., & Судак, В. М. Ефективність системи мілкого обробітку ґрунту на фоні післяжнивних решток і мінерального удобрення в сівозміні. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3, С. 23–28.
11. Циліорик, О. І., Судак, В. М. Ефективність мульчувального обробітку ґрунту під соняшник в північному Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 2. С. 82–87.
12. Шевченко М. С., Деревенець-Шевченко К. А., Мицик О. О., Шевченко С. М., Козечко В. І., Прищедько Н. О. Обробіток чорного пару як фактор стабілізації врожайності зерна пшениці озимої в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2025. № 29. С. 207–212. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2025.29.33>
13. Свиридов, А. М., & Колос, М. О. Ефективність нульової технології обробітку ґрунту під горох на чорноземах звичайних. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів*. 2016. № 2. С. 100–108.
14. Свиридов А. М., Колос М. О. Ефективність мінімальних технологій обробітку ґрунту під кукурудзу і сорго на зерно в Північному Степу України. *Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання*. 2017. № 2. С. 157–165.
15. Циліорик О. І. Ефективність мінімального обробіт-

ку ґрунту під кукурудзу в умовах Північного Степу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2016. № 2. С. 5–9.

16. Циліурік, О. І., Шапка, В. П. Ефективність безпліцевого обробітку ґрунту за вирощування ячменю ярого в північному Степу. *Scientific Progress & Innovations*. 2014. 1. 25–29. <https://doi.org/10.31210/visnyk2014.01.06>
17. Кравчук В., Погорілий В., Маринін С., Боднар О. Новітні техніко-технологічні рішення для різних систем обробітку ґрунту і сівби при вирощуванні зернових культур: проект АгроОлімп. *Техніка і технології АПК*, 2013. № 7. С. 37–41.
18. Hanhur, V. V., Len, O. I., Hanhur, N. V. Effect of minimizing soil tillage on moisture supply and spring barley productivity in the zone of the Left-Bank Forest-

Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2021. № 1. P. 128–134. doi: 10.31210/visnyk2021.01.15

19. Tsyliuryk, A. I., Kozechko, V. I. Effect of mulching tillage and fertilization on maize growth and development in Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. № 7 (3). pp. 50–55. doi: 10.15421/2017_48
20. Шевченко М. В. Системи обробітку ґрунту. *Землеробство*. 2008. № 80. С. 33–39.
21. Центилю Л. Зміна водного режиму чорнозему типового залежно від систем обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2019. 97 (11). 22–27. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201911-03>
22. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А. Методика польового дослідження: навчальний посібник. Одеса: Олді Плюс+, 2024. 448 с.

References

1. Vozhehova, R. A., Netis, I. T., Onufran, L. I., Sakhat-skiy, H. I., Sharata, N. H. (2021). Climate change and aridization of the Southern Steppe of Ukraine. *Ahrarni innovatsii* [Agricultural Innovations], 7, 16–20. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.7.3> [in Ukrainian].
2. Furmanets, M. H., Furmanets, Yu. S., Furmanets, I. Yu. (2021). The influence of tillage and fertilization systems on the reserves of productive moisture under agrophytocenoses in crop rotation. *Agrobiology*, 2, 176–182. doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-176-182 [in Ukrainian].
3. Adamenko T. I. (2026). Changing agroclimatic conditions and their impact on the grain economy of Ukraine. *Ahronom* [Agronomist], 4 (14), 12–13 [in Ukrainian].
4. Adamenko T. I. (2027). Climatic conditions of Ukraine and possible consequences of climate warming. *Ahronom* [Agronomist], 1, 8–9. [in Ukrainian].
5. Adamenko T. I. (2026). Changing agroclimatic conditions and their impact on the grain economy of Ukraine. *Ahronom* [Agronomist], 4 (14), 12–13. [in Ukrainian].
6. Prosunko V. (2021). What to expect from global warming. *Propozytsiia* [Proposal], 12, 40–41. [in Ukrainian].
7. Tsyliuryk O. I. (2023). *Suchasni systemy mulchivalnoho obrobittu ґрунту v Pivnichnomu Stepu: monohrafiia* [Modern mulch tillage systems in the Northern Steppe: monograph]. Odessa: Oldi Plus+, 344 p. [in Ukrainian].
8. Tsyliuryk O. I. (2019). *Systema mulchivalnoho obrobittu ґрунту v sivozminakh Pivnichnoho Stepu: monohrafiia* [Mulching soil cultivation system in crop rotations of the Northern Steppe: monograph]. Dnipro: Novyi Svit – 2000, 298 p. [in Ukrainian].
9. Prymak I. D., Yeshchenko V. O., Manko Yu. P. (2007). *Resursozberhaiuchi tekhnologii mekhanichnoho obrobittu ґрунту v suchasnomu zemlerobstvi Ukrainy* [Resource-saving technologies of mechanical tillage in modern agriculture in Ukraine]. Kyiv: KVITs, 272 p. [in Ukrainian].
10. Tsyliuryk, O. I., Horobets, A. H., Horbatenko, A. I., Chaban, V. I., Hasanova, I. I., & Sudak, V. M. (2012). The effectiveness of the shallow tillage system against the background of post-harvest residues and mineral fertilizer in crop rotation. *Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy* [Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the NAAS of Ukraine], 3, 23–28. [in Ukrainian].
11. Tsyliuryk, O. I., & Sudak, V. M. (2012). Efficiency of mulching soil cultivation for sunflower in the northern Steppe of Ukraine. *Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy* [Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the NAAS of Ukraine.], 2, 82–87. [in Ukrainian].
12. Shevchenko, M. S., Derevenets-Shevchenko, K. A., Mytsyk, O. O., Shevchenko, S. M., Kozechko, V. I., & Pryshedko, N. O. (2025). Cultivation of black steam as a factor in stabilizing the yield of winter wheat grain in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Ahrarni innovatsii* [Agrarian Innovations], 29, 207–212. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.33> [in Ukrainian].
13. Svyrydov, A. M., & Kolos, M. O. (2016). Efficiency of zero tillage technology for peas on ordinary black soil. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu imeni VV Dokuchaieva. Seriya: Gruntoznavstvo, ahrokhimiia, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiia gruntiv* [Bulletin of the V. V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University. Series: Soil science, agrochemistry, agriculture, forestry, soil ecology], 2, 100–108. [in Ukrainian].
14. Svyrydov, A. M., & Kolos, M. O. (2017). Efficiency of minimum tillage technologies for corn and grain sorghum in the Northern Steppe of Ukraine. *Visnyk KhNAU. Seriya: Roslynnnytstvo, selektsiia i nasynnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberihannia* [Bulletin of the KhNAU. Series: Crop production, selection and seed production, fruit and vegetable production and storage], 2, 157–165. [in Ukrainian].
15. Tsyliuryk, O. I. (2016). The effectiveness of minimum tillage for corn in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu* [Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University], 2, 5–9. [in Ukrainian].
16. Tsyliuryk, O. I., & Shapka, V. P. (2014). Efficiency of no-tillage tillage for growing spring barley in the northern Steppe. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 25–29. <https://doi.org/10.31210/visnyk2014.01.06>

- [in Ukrainian].
17. Kravchuk, V., Pohorilyi, V., Marynin, S., & Bodnar, O. (2013). The latest technical and technological solutions for various soil cultivation and sowing systems for growing grain crops: the AgroOlymp project. *Tekhnika i tekhnolohii APK* [Agricultural machinery and technologies], 7, 37–41. [in Ukrainian].
 18. Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, N. V. (2021). Effect of minimizing soil tillage on moisture supply and spring barley productivity in the zone of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 128–134. doi: 10.31210/visnyk2021.01.15.
 19. Tsyliuryk, A. I., & Kozzechko, V. I. (2017). Effect of mulching tillage and fertilization on maize growth and development in Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7, 3. doi: 10.15421/2017_48
 20. Shevchenko, M. V. (2008). Soil cultivation systems. *Zemlerobstvo* [Agriculture], 80, 33–39. [in English].
 21. Tsentylo, L. (2019). Changes in the water regime of typical chernozem depending on soil cultivation systems. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 97 (11), 22–27. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201911-03> [in Ukrainian].
 22. Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A. (2024). *Metodyka polovoho doslidu: navchalnyi posibnyk* [Field experiment methodology: a textbook]. Odesa: Oldi Plus+, 448 p. [in Ukrainian].

UDC 633.1:631.51.021:631.8(251.1–17:477)

Shevchenko, M. S., Havrylenko, N. V. Moisture availability of agricultural crops depending on primary tillage the Steppe conditions. *Grain Crops*. 2025. 9 (1). 152–160.

State Enterprise Institute of Grain Crops of NAAS, 14 Volodymyr Vernadskyi St., Dnipro, 49009, Ukraine

Topicality. In the Steppe zone of Ukraine, where moisture is the main limiting factor in harvest formation, the issue of rational regulation of soil water regime is particularly relevant for ensuring stable productivity of grain crops. Among agrotechnical practices, the primary tillage system plays a key role, as it determines the level of accumulation, preservation, and efficient utilisation of soil moisture by plants. **Purpose.** To determine the effect of different primary tillage methods on the moisture availability of grain crops under the conditions of the Steppe of Ukraine in order to optimise agricultural technologies aimed at the effective conservation and utilization of moisture under conditions of unstable moisture supply and increasing climatic risks. **Materials and Methods.** A stationary field trial was conducted in a crop rotation system including peas, winter wheat, maize, spring barley and sunflowers, in accordance with generally accepted research methodology requirements over the period 2022–2024. Field trials were carried out at the experimental field of the Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine. **Results.** The largest productive moisture reserves were recorded in the 0–150 cm soil layer before sowing crops in the crop rotation variant without fertilisers with mulching of soil (151.5 mm) and shallow moldboardless (149.2 mm) tillage, which exceeded the moldboard ploughing indicator (140.6 mm) by 7.7 % and 6.1 %, respectively. A similar trend was observed on fertilised plots: the mulching variant had 151.3 mm (+7.6 %), and the shallow variant had 149.2 mm (+6.1 %). Residual moisture content at the time of harvest was highest (29.0 mm) under shallow moldboardless tillage, followed 27.8 mm – under mulching, and 25.5 mm – moldboard ploughing. The plants on the unfertilised plots used more water during the growing season in the no-till variants (123.5 mm and 120.2 mm compared to 115.1 mm for ploughing). On fertilised backgrounds, total water consumption reached 282.3 mm in variants with mulching (+3.1% compared to unfertilised ones) and 293.8 mm with shallow tillage (+7.3% compared to unfertilised variants). Moisture was used most efficiently for harvest formation under no-till systems: the water consumption coefficient was 79.9 and 88.2 mm/t compared to 75.6 mm/t under moldboard plowing. Without fertilizers, these coefficients were higher due to lower yields with similar moisture consumption. **Conclusions.** Moldboardless tillage systems, especially mulching, provide significantly higher indicators of moisture conservation and utilisation compared to moldboard plowing. Productive moisture reserves in the crop rotation under mulching before sowing exceeded the ploughing variant by 10.7–10.9 mm (over 7%); residual moisture content at harvest was 2.3–3.5 mm higher, and moisture consumption during the growing season was 4.4–7.3 % higher. The highest total water consumption (up to 293.8 mm) and most efficient moisture utilisation for yield formation (75.6–88.2 mm/t) were observed under no-till systems, especially in fertilised conditions, indicating their advantage in moisture-deficient environments.

Key words: *moisture supply, soil moisture content, tillage system, fertilisation, post-harvest residues, yield, productivity*