

ЗЕМЛЕРОБСТВО

УДК 631.51:633.853.52(477.54)

DOI: <https://doi.org/10.31359/2413-7642-2025-1-118>

В.Ю. Будьонний, канд. с.-г. наук, доцент

М.В. Швиденко, канд. с.-г. наук, доцент

Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

ВПЛИВ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ САФЛОРУ КРАСИЛЬНОГО В УМОВАХ ПОСУХИ ЛІСОСТЕПОВОЇ ЗОНИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

У статті представлено результати дослідження впливу різних способів основного обробітку ґрунту на агрофізичні показники чорнозему типового, урожайність та рентабельність вирощування сафлору красивого у посушливих умовах лісостепової зони Харківської області. Дослідження проводились у ПП «Відродження» Красноградського району, де переважають чорноземи з вмістом гумусу 4,8–5,0% і нейтральною реакцією ґрунтового розчину. Було вивчено три варіанти основного обробітку: полицеву оранку на глибину 25–27 см, чизелювання на 25–27 см та дискування важкими бородами на 18–20 см. Умови вегетаційного періоду відзначалися аномально високими температурами (+3,4°C до середньобаторічних значень) та критично низькою кількістю опадів (76 мм за квітень–вересень, що на 191 мм менше норми). Це зумовило дефіцит продуктивної вологи та посилене ущільнення ґрунту.

Результати дослідження показали, що вологість чорнозему змінювалась залежно від фази розвитку сафлору та глибини орного шару. Найбільш схильним до висихання виявився верхній горизонт (0–10 см), тоді як нижчий (20–30 см) утримував вологу найдовше. Оранка забезпечувала добрі умови для накопичення вологи навесні, проте в умовах посухи сприяла швидкому висиханню верхнього шару і ущільненню підплужного горизонту (до 29,1 кг/см²). Чизелювання, навпаки, дозволяло краще утримувати запаси вологи протягом вегетаційного періоду завдяки відсутності підплужної підшови та збереженню капілярної водопровідності ґрунту. Дискування забезпечувало лише поверхнєве розпушення, що призвело до швидкої втрати вологи та критичного ущільнення глибших горизонтів (до 28,6 кг/см²).

Урожайність сафлору залежала від обробітку: при чизелюванні вона становила 1,01 т/га, при оранці – 0,93 т/га, при дискуванні – 0,74 т/га. Економічний аналіз показав, що найбільш рентабельним було чизелювання (60%), тоді як оранка та дискування забезпечили нижчі показники (49% і 48% відповідно). Це пояснюється оптимальним співвідношенням між витратами та рівнем врожайності при чизельному обробітку ґрунту.

Таким чином, в посушливих умовах лісостепу Харківської області найбільш ефективним способом основного обробітку ґрунту під сафлор красивий є чизелювання, яке забезпечує кращий баланс між вологоутриманням, розпушенням ґрунту та його структурною стійкістю, що дозволяє досягти вищої продуктивності та економічної ефективності виробництва.

Ключові слова: сафлор красивий, оранка, чизелювання, дискування, урожайність, вологість ґрунту, твердість ґрунту, посуха, кількість опадів.

Вступ. В Україні сафлор красильний (*Carthamus tinctorius* L.) є перспективною олійною культурою, яка добре адаптована до посушливих умов. Насіння сафлору містить до 40% олії, яка використовується в харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості, а також є популярним інгредієнтом у виробництві фарб, лаків і біодизелю. Окрім олії, з сафлору отримують білкову макуху, яка є високоякісний корм для худоби. Квіти сафлору містять природні барвники, що застосовуються в текстильній та харчовій промисловості, а завдяки своїм медоносним властивостям сафлор також є хорошою культурою для бджільництва.

Лісостепова зона Харківської області характеризується помірно-континентальним кліматом із нестійким режимом зволоження, що створює певні труднощі для традиційних культур, таких як соняшник. В умовах змін клімату та зростаючого дефіциту вологи сафлор виявляється однією з найперспективніших культур для цієї зони [2]. Його глибока коренева система дозволяє ефективно використовувати ґрунтову вологу, а висока стійкість до посухи дає змогу отримувати стабільні врожаї навіть за несприятливих погодних умов [3].

Окрім цього, сафлор добре адаптований до широкого спектру ґрунтів [4], включаючи чорноземи лісостепу Харківщини. Він не лише покращує родючість ґрунту завдяки біологічній активності кореневої системи, а й слугує чудовим попередником для зернових культур. Додатковими перевагами є його низька сприйнятливість до шкідників і хвороб, що зменшує потребу в хімічному захисті та знижує собівартість вирощування. Таким чином, сафлор має значний потенціал для розширення посівних площ у лісостеповій зоні Харківської області.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження останніх десятиліть свідчать, що врожайність сафлору та якість насіння значною мірою залежать від умов вирощування, системи удобрення та методів обробітку ґрунту [8, 12, 17]. Встановлено, що традиційна оранка забезпечує краще накопичення та збереження ґрунтової вологи порівняно з мінімальним чи поверхневим обробітком, що позитивно позначається на продуктивності культури в умовах посушливих регіонів [11, 14].

Водночас низка досліджень показала, що мінімальні технології обробітку ґрунту можуть бути ефективними у поєднанні з оптимальним підбором сортів та внесенням мінеральних добрив, особливо на чорноземах лісостепової зони [6, 7]. За даними польових експериментів у різних кліматичних умовах, врожайність сафлору варіює від 0,8 до 2,5 т/га, при цьому на рівень продуктивності найбільше впливають забезпеченість вологою та поживними речовинами [5, 18].

Особливу увагу дослідники приділяють вивченню фізіологічних адаптацій сафлору до посухи. Глибока коренева система, здатність

формувати щільний восковий наліт на листках та висока ефективність використання води забезпечують йому конкурентні переваги серед інших олійних культур [13]. Крім того, сафлорове насіння відзначається високим вмістом ненасичених жирних кислот, зокрема лінолевої, що робить його цінною сировиною для харчової промисловості та виробництва дієтичних продуктів [17].

Окремі наукові праці наголошують також на значенні сафлору як попередника у сівозмінах, адже він покращує структуру ґрунту, зменшує розвиток хвороб і шкідників у наступних культурах та сприяє підвищенню загальної біологічної продуктивності агроєкосистем [1, 15, 20]. Таким чином, результати численних досліджень доводять, що ефективно вирощування сафлору в умовах лісостепової зони можливе за умови врахування особливостей клімату, вибору оптимальної системи обробітку ґрунту та використання сучасних агротехнологій.

Матеріали і методи досліджень. Метою проведення досліджень був аналіз впливу різних способів основного обробітку ґрунту на агрофізичні показники чорнозему типового, врожайність і рентабельність вирощування сафлору красильного в умовах лісостепу України.

Дослідження проводили в ПП «Відродження» Красноградського району Харківської області. У ґрунтовому покриві виробничих площ підприємства переважає типовий чорнозем, який має глибокий профіль з невеликим вмістом гумусу в орному шарі – 4,8–5,0%. Цей ґрунт характеризується: нейтральним рівнем рН 6,4–7,0; вмістом доступного фосфору і калію на рівні 8–10 і 9–11 мг/100 г ґрунту відповідно; зернисто-грудковатою структурою та високою активністю біологічного процесу.

Дослідження проводились у системі зерно-паро-просапній сівозміні, в якій сафлор красильний був висіяний після попередника пшениці озимої. В рамках досліді використовувався сорт сафлору красильного «Добриня».

Дослід був розташований за принципом системної варіації відповідно до методичних рекомендацій. Досліджуваними варіантами основного обробітку ґрунту при вирощуванні сафлору були: полицева оранка ПЛН-5-35 (контроль) і безполицевий чизельний обробіток АГР-1,7 на глибину 25–27 см, а також дискування БДТ-7 на глибину 18–20 см.

Погодні умови у 2024 році за даними Берестинської (Красноградської) метеостанції були несприятливими для вирощування більшості сільськогосподарських культур і характеризувалися підвищеним середньорічним температурним режимом – 11,4°C (+3,3°C) і малою кількістю опадів – 438,0 мм (–185,5 мм) відносно середньобагаторічних показників [10]. Загальна кількість опадів у

вегетаційний період з квітня по вересень включно склала 76 мм, що на 191 мм менше за середньобагаторічні показники, а середньодобова температура за цей період становила 21°C, що на +3,4°C вище за норму (рис. 1, 2).

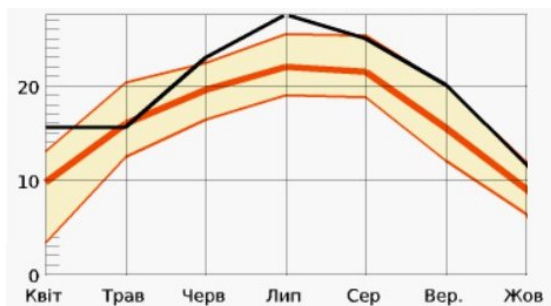


Рис. 1. Середньомісячна температура (°C) у вегетаційний період 2024 р. (чорна лінія) порівняно з середньобагаторічними даними за минулі 30 років (оранжева лінія в діапазоні відхилень)

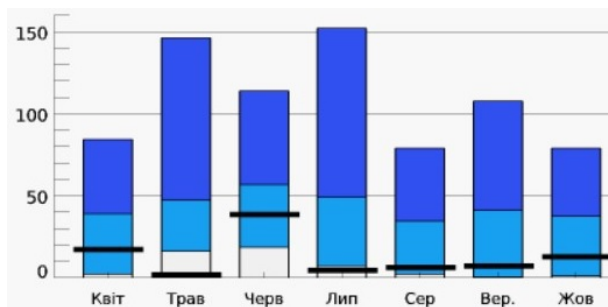


Рис. 2. Місячна кількість опадів (мм) за вегетаційний період 2024 р. (чорна лінія) порівняно з середньобагаторічними даними за минулі 30 років (синій колір – вище, блакитний колір – нижче середньобагаторічної кількості опадів)

Опади осінньо-зимового періоду і початку весни (≈ 200 мм) дозволили накопичити незначні запаси продуктивної вологи, але мала кількість опадів у квітні (16,7 мм) і майже їх відсутність у травні (1,9 мм) призвели до значної втрати цієї вологи на момент проростання сафлору. Високі температури кінця червня і початку липня (+28°C) і мала кількість опадів у червні (39,1 мм) негативно вплинули на цвітіння і утворення сім'янок сафлору. Липень, серпень і вересень характеризувались критично малою кількістю опадів (4,9; 6,5 і 7,3 мм),

що призвело до значного висихання ґрунту і збільшення його твердості.

Результати досліджень та їх обговорення. Погодні умови 2024 року були стресовими для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Основним лімітуючим фактором у цих умовах була кількість продуктивної ґрунтової вологи для рослин. Сафлор красильний як один з посухостійких видів дозволяє більш ефективно використовувати доступну вологу, для формування врожаю [19].

Вологість чорнозему типового напряму залежить від інтенсивності та частоти опадів, випаровування, структури ґрунту та його здатності утримувати вологу і змінюється за глибиною орного шару (10, 20 і 30 см). Одним із завдань дослідження було визначення динаміки зміни вологості і твердості ґрунту під посівами сафлору залежно від основного обробітку ґрунту [9, 21].

Проведені дослідження показали, що способи основного обробітку ґрунту (фактор С) визначали вологість ґрунту відносно впливу інших факторів на рівні 22% (табл. 1). Більш суттєво вологість ґрунту змінювалась протягом вегетаційного сезону по фазах розвитку сафлору, вплив цього фактору (В) становив 64%. Зміна вологості ґрунту на різній глибині орного шару впливала як фактор (А) лише на 10%. Вплив попарної взаємодії факторів (АВ, ВС і АС) на вологість ґрунту був незначним – менше 1%.

1. Вплив основного обробітку на вологість ґрунту залежно від фази розвитку сафлору красильного на різній глибині орного шару, %

Основний обробіток ґрунту (С)	Глибина (А), см	Фаза розвитку (В)		
		Сходи	Цвітіння	Збирання
Оранка (25–27 см) (контроль)	10	12,6	10,6	7,5
	20	13,8	11,7	9,8
	30	14,5	13,1	11,0
Чизелювання (25–27 см)	10	12,1	11,1	8,8
	20	13,9	12,6	10,3
	30	14,4	13,7	11,5
Дискування (18–20 см)	10	11,8	10,0	7,0
	20	12,7	10,9	8,7
	30	13,1	11,3	9,2
НСР ₀₅ за впливом факторів А, В і С = 0,25				
НСР ₀₅ за впливом взаємодії факторів АВ, ВС і АС = 0,43				

Найбільш схильним до висихання та коливань вологості був верхній шар ґрунту (0–10 см). Середній горизонт (10–20 см) мав більш стабільну вологість, що також залежить від частоти опадів, які в цьому вегетаційному періоді були незначними і нечастими. Глибинний

горизонт (20–30 см) зберігав вологу найдовше і забезпечував нею кореневу систему рослин у період посухи.

Способи основного обробітку ґрунту по-різному вплинули на процеси накопичення і втрати вологи в орному шарі. Оранка забезпечувала найкраще накопичення вологи в осінньо-зимовий і весняний передпосівний періоди, що вплинуло на більш швидке проростання насіння і розвиток рослин сафлору, в тому числі кореневої системи. Однак ущільнення підплужного шару ґрунту порушувало при висиханні підняття вологи з більш глибоких горизонтів, що призводило до більш швидкої втрати вологи у верхніх горизонтах у середині (10,6–11,7%) і наприкінці (7,5–9,8%) вегетаційного періоду.

Безполіцевий чизельний обробіток ґрунту також дозволив накопичити достатній для проростання насіння запас вологи у ґрунті і краще зберігати її в орному шарі (12,1%). При цьому обробітку зберігається структурованість ґрунту, що дозволяє у період посухи піднімати вологу з нижніх горизонтів.

Дискування як прийом основної обробки ґрунту не дозволив створити значних запасів продуктивної вологи перед сівбою (11,8–13,1%), а в посушливих умовах вегетаційного періоду вони більш швидко втрачались (7,0–9,2%) у порівнянні оранкою і чизельним обробітком.

Твердість ґрунту напряму залежала від його вологості. У міру висихання ґрунту його твердість значно зростала, особливо в глибших горизонтах, де ущільнення відбувалося сильніше через тиск верхніх шарів. Це впливало на розвиток кореневої системи та ефективність агротехнічних заходів (табл. 2).

2. Вплив способів основного обробітку на твердість ґрунту залежно від фази розвитку сафлору красильного на різній глибині орного шару, кг/см²

Основний обробіток ґрунту (С)	Глибина (А), см	Фаза розвитку (В)		
		Сходи	Цвітіння	Збирання
Оранка (25–27 см) (контроль)	10	11,22	13,26	17,34
	20	13,26	15,30	20,40
	30	21,60	24,70	29,10
Чизелювання (25–27 см)	10	13,26	15,30	17,34
	20	15,30	17,34	21,42
	30	17,34	20,40	23,46
Дискування (18–20 см)	10	12,80	16,32	18,60
	20	16,32	19,38	24,48
	30	20,40	24,48	28,56
НСР ₀₅ за впливом факторів А, В і С = 0,28				
НСР ₀₅ за впливом взаємодії факторів АВ, ВС і АС = 0,48				

У загальному впливі різних факторів на твердість ґрунту спосіб основного обробітку ґрунту (фактор С) займав 54%, фактор часу (В – фаз розвитку) – 33%, фактор (А) зміни щільності по вертикальному профілю орного шару – 4%. Вплив взаємодії факторів АС дорівнював 7%, а факторів АВ і ВС був менше 1%.

Серед досліджуваних способів основного обробітку ґрунту, оранка створювала добре розпушений верхній шар, але ущільнювала ґрунт на підшлужних глибинах (30 см), який протягом вегетації в умовах посухи став ще твердішим і перед збиранням сафлору становив 29,1 кг/см².

Дискування недостатньо розпушувало середній і нижній шари, що збільшує твердість ґрунту. Воно давало поверхнєве розпушення, але вже у фазу цвітіння ґрунт починав ущільнюватися, особливо нижче 20 см (19,4–24,5 кг/см²). В кінці вегетації твердість у глибоких шарах майже сягала критичних значень для росту коренів (28,6 кг/см²).

Таким чином оранка і дискування призводили до ущільнення горизонтів ґрунту нижче робочих органів агрегатів, що в умовах посухи робило їх твердими для проникнення коренів сафлору і порушувало капілярне переміщення вологи з нижніх горизонтів у верхні, де знаходиться основна маса кореневої системи.

Чизелювання забезпечувало найкращий баланс між розпушенням і відсутністю надмірного ущільнення. Воно покращувало рівномірність розпушення, але з часом ґрунт ущільнюється, особливо у нижніх горизонтах. Формування щільного шару відбувалося менш інтенсивно, ніж при оранці й наприкінці вегетаційного сезону на глибині 30 см його твердість була найменшою (23,5кг/см²) у порівнянні з іншими дослідними варіантами.

В умовах посухи спосіб основного обробітку ґрунту під сафлор суттєво вплинув і на його врожайність (табл. 3).

3. Вплив способів основного обробітку на врожайність і рентабельність вирощування сафлору красильного при ціні 1 т продукції 27,3 тис. грн

Показник	Оранка (25–27 см) (контроль)	Чизелювання (25–27 см)	Дискування (18–20 см)
Урожайність, т/га	0,93	1,01	0,74
Вартість врожаю, тис. грн/га	25,4	27,6	20,2
Витрати при вирощуванні врожаю, тис. грн/га	13,0	11,0	10,5
Прибуток, тис. грн/га	12,4	16,6	9,7
Рентабельність, %	48,8	60,1	48,0

Завдяки збереженню структури ґрунту і повільній втраті вологи протягом вегетаційного періоду, чизелювання на глибину 25–27 см, як

варіант основного обробітку ґрунту, дало змогу отримати врожайність 1,01 т/га при рентабельності 60%. Оранка забезпечила трохи нижчу врожайність (0,93 т/га), але по причині великої енергоємності цього методу основного обробітку ґрунту, рентабельність вирощування сафлору була на рівні 49%. Так само як і при дискуванні (48%), хоча цей спосіб основного обробітку ґрунту забезпечив найнижчу врожайність – 0,74 т/га.

Висновки. В умовах лісостепової зони Харківської області у посушливий період (зменшення опадів у вегетаційний період до 76 мм) чизелювання є більш ефективним способом основного обробітку, оскільки воно забезпечує більш рівномірний розподіл та утримання вологи в ґрунті протягом усього сезону вирощування сафлору, що дозволило досягти у досліді урожайності 1,01 т/га при найбільшій рентабельності 60%. Застосування традиційної оранки в таких умовах не дозволило досягнути тих показників врожайності, які є найвищими при достатньому вологозабезпеченні. Урожайність сафлору після оранки склала 0,93 т/га при великих витратах, що призвело до зниження рентабельності до 49%. Дискування, як прийом основного обробітку ґрунту, не забезпечує достатньої продуктивності (урожайність – 0,74 т/га) і не рекомендується для вирощування сафлору на чорноземах Харківщини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коновалов В.О., Коновалова В.М., Усик Л.О. Насіннева продуктивність сортів сафлору красильного за різних умов вирощування на півдні України. *Зрошувальне землеробство: збірник наукових праць*. 2019. Вип. 72. С. 143–147. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.31>
2. Лазер П.Н., Рудік О.Л., Найдьонов В.Г., Нижегородко В.М. Агроекологічне обґрунтування вирощування сафлору красильного в зоні сухого степу. *Таврійський науковий вісник: науковий журнал*. Вип. 81. Херсон: Грінь Д.С., 2012. С. 65–70.
3. Федорчук М.І., Філіпов Є.Г., Гармашов В.В., Федорчук В.Г. Програмування продуктивності рослин сафлору красильного залежно від впливу природних та агротехнічних чинників. *Таврійський науковий вісник: науковий журнал*. Вип. 88. Херсон: Грінь Д.С., 2014. С. 204–209.
4. Хоміна В.Я. Агроекологічні аспекти вирощування сафлору красильного в умовах Лісостепу Західного. *Таврійський науковий вісник: науковий журнал*. Вип. 88. Херсон: Грінь Д.С., 2014. С. 209–214.
5. Gałęzowski, L., Jaskulska, I., Kotwica, K., Lewandowski, Ł. The Dynamics of Soil Moisture and Temperature—Strip-Till vs. Plowing—A Case Study. *Agronomy* 2023, 13, 83. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010083>

6. Han J., Li J., Chen Q., Zhang X. Long-term conservation tillage breaks the plough pan and promotes the development of preferential flow. *Geoderma*. Volume 458, June 2025, 117329. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2025.117329>
7. Koç H. The effects of seasonal climate change on the safflower genotypes productivity under Central Anatolian conditions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2024. Volume 102, Issue 2 pp. 295-304. <https://doi.org/10.1002/aocs.12886>
8. Kuzucu M., Dökmen F. The Effects of Tillage on Soil Water Content in Dry Areas. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 4 (2015) 126–132. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.03.015>
9. Meleró S., M. Panettieri M., Madejón E., Macpherson H.G., F. Moreno F., Murillo J.M. Implementation of chiselling and mouldboard ploughing in soil after 8 years of no-till management in SW, Spain: Effect on soil quality. *Soil and Tillage Research*. Volume 112, Issue 2, April 2011, Pages 107-113. <https://doi.org/10.1016/j.still.2010.12.001>
10. Meteoblue. Зміни клімату Берестын. https://www.meteoblue.com/uk/climate-change/berestyn_ukraine_704388
11. Modiba M.M., Ocansey, C.M., Ibrahim H.T.M., Birkás M., Dekemati I., Simon, B. Assessing the Impact of Tillage Methods on Soil Moisture Content and Crop Yield in Hungary. *Agronomy* 2024, 14, 1606. <https://doi.org/10.3390/agronomy14081606>
12. Ponakala, P., Garg, K. K., & Anantha, K. H. Water use and yield response of rainfed safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in Vertisols with varying soil depths. *Agronomy*. 2024. Journal, 116, 1933–1951. <https://doi.org/10.1002/agj2.21581>
13. Romaneckas, K., Kimbirauskienė, R., Sinkevičienė, A. Impact of Tillage Intensity on Planosol Bulk Density, Pore Size Distribution, and Water Capacity in Faba Bean Cultivation. *Agronomy* 2022, 12, 2311. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102311>
14. Saha A.K., McMaine J.T., Trooien T., Sexton P., Graham C. Impact of no-till, crop rotation, cover crop, and drainage on soil physical and hydraulic properties. *Soil Science Society of America Journal*. 2023. Volume 88, Issue 2 pp. 239-257. <https://doi.org/10.1002/saj2.20614>
15. Shahrokh V., Bondi G., Fahy A., O'Sullivan L. Advancing Soil Compaction Assessment: A Comprehensive Study in Ireland. *European Journal of Soil Science*. 2025. Volume 76, Issue 3 e70122. <https://doi.org/10.1111/ejss.70122>
16. Singh S , Angadi S.V., Kulbhushan K, Begna S.a, Auld D. Drought response and yield formation of spring safflower under different water regimes in the semiarid Southern High Plains. *Agricultural Water Management*. Volume 163, 1 January 2016, Pages 354-362. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.10.010>

17. Singh S., Angadi S.V., Grover K.K., Hilaire R.St., Begna S. Effect of growth stage based irrigation on soil water extraction and water use efficiency of spring safflower cultivars. *Agricultural Water Management*. Volume 177, November 2016, Pages 432-439. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.08.023>
18. Unger P.W., Jones O.R. Long-term tillage and cropping systems affect bulk density and penetration resistance of soil cropped to dryland wheat and grain sorghum. *Soil and Tillage Research*. Volume 45, Issues 1–2, 11 May 1998, Pages 39-57. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(97\)00068-8](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(97)00068-8)
19. Williams A., Adam S. Davis A.S., Patrick M. et al. A comparison of soil hydrothermal properties in zonal and uniform tillage systems across the US Corn Belt. *Geoderma*. Volume 273, 1 July 2016, Pages 12-19. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.03.010>
20. Zafari M., Ebadi A., Jahanbakhsh S., Sedghi M. Safflower (*Carthamus tinctorius*) Biochemical Properties, Yield, and Oil Content Affected by 24-Epibrassinosteroid and Genotype under Drought Stress. *J Agric Food Chem*. 2020 Jun 3;68(22):6040-6047. doi: 10.1021/acs.jafc.9b06860
21. Zhang, M., Dai, S., Gul, S., He, L., Chen, H., Liu, D. Effect of Plow Pan on the Redistribution Dynamics of Water and Nutrient Transport in Soils. *Sustainability* 2024, 16, 8859. <https://doi.org/10.3390/su16208859>

REFERENCES

1. Konovalov V.O., Konovalova V.M., Usyk L.O. (2019). Seed productivity of safflower varieties under different growing conditions in southern Ukraine. *Irrigated agriculture. Collection of scientific papers*. 72. 143-147. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.31>
2. Lazer P.N., Rudik O.L., Naidyonov V.G., Nizhegolenko V.M. (2012). Agroecological justification for growing dye safflower in the dry steppe zone. *Tavria Scientific Bulletin: Scientific Journal*. 81. 65–70.
3. Fedorchuk M.I., Filipov E.G., Garmashov V.V., Fedorchuk V.G. (2014). Programming the productivity of safflower plants depending on the influence of natural and agrotechnical factors. *Tavria Scientific Bulletin: Scientific Journal*. 88. 204–209.
4. Khomina V.Ya. (2014). Agroecological aspects of growing dye safflower in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Tavria Scientific Bulletin: Scientific Journal*. 88. 209–214.
5. Gałęzewski, L., Jaskulska, I. Kotwica, K., Lewandowski, Ł. (2023). The Dynamics of Soil Moisture and Temperature—Strip-Till vs. Plowing—A Case Study. *Agronomy*. 13. 83. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010083>
6. Han J., Li J., Chen Q., Zhang X. (2025). Long-term conservation tillage breaks the plough pan and promotes the development of

- preferential flow. *Geoderma*. 458. 117329.
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2025.117329>
7. Koç H. (2024). The effects of seasonal climate change on the safflower genotypes productivity under Central Anatolian conditions. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 102. 2. 295-304.
<https://doi.org/10.1002/aocs.12886>
 8. Kuzucu M., Dökmen F. (2015). The Effects of Tillage on Soil Water Content in Dry Areas. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 4. 126 – 132. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.03.015>
 9. Melero S., M. Panettieri M., Madejón E., Macpherson H.G., F. Moreno F., Murillo J.M. (2011). Implementation of chiselling and mouldboard ploughing in soil after 8 years of no-till management in SW, Spain: Effect on soil quality. *Soil and Tillage Research*. 112. 2. 107-113.
<https://doi.org/10.1016/j.still.2010.12.001>
 10. Meteoblu. Зміни клімату Берестын.
https://www.meteoblue.com/uk/climate-change/berestyn_ukraine_704388
 11. Modiba M.M., Ocansey C.M., Ibrahim H.T.M., Birkás M., Dekemati I., Simon B. (2024). Assessing the Impact of Tillage Methods on Soil Moisture Content and Crop Yield in Hungary. *Agronomy* 14. 1606.
<https://doi.org/10.3390/agronomy14081606>
 12. Ponakala, P., Garg, K. K., &Anantha, K. H. (2024). Water use and yield responseof rainfed safflower (*Carthamus tinctorius* L.) inVertisols with varying soil depths. *Agronomy*. 116, 1933–1951.
<https://doi.org/10.1002/agj2.21581>
 13. Romaneckas K., Kimbirauskienė R., Sinkevičienė A. (2022). Impact of Tillage Intensity on Planosol Bulk Density, Pore Size Distribution, and Water Capacity in Faba Bean Cultivation. *Agronomy*. 12. 2311.
<https://doi.org/10.3390/agronomy12102311>
 14. Saha A.K., McMaine J.T., Trooien T., Sexton P., Graham C. (2023). Impact of no-till, crop rotation, cover crop, and drainage on soil physical and hydraulic properties. *Soil Science Society of America Journal*. 88. 2. 239-257. <https://doi.org/10.1002/saj2.20614>
 15. Shahrokh V., Bondi G., Fahy A., O'Sullivan L. (2025). Advancing Soil Compaction Assessment: A Comprehensive Study in Ireland. *European Journal of Soil Science*. 76. 3. 70122.
<https://doi.org/10.1111/ejss.70122>
 16. Singh S , Angadi S.V., Kulbhushan K, Begna S.a, Auld D. (2016). Drought response and yield formation of spring safflower under different water regimes in the semiarid Southern High Plains. *Agricultural Water Management*. 163. 1. 354-362.
<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.10.010>
 17. Singh S., Angadi S.V., Grover K.K., Hilaire R.St., Begna S. (2016). Effect of growth stage based irrigation on soil water extraction and

water use efficiency of spring safflower cultivars. *Agricultural Water Management*. 177 432-439. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.08.023>

18. Unger P.W., Jones O.R. (1998). Long-term tillage and cropping systems affect bulk density and penetration resistance of soil cropped to dryland wheat and grain sorghum. *Soil and Tillage Research*. 45, 1–2. 39-57. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(97\)00068-8](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(97)00068-8)

19. Williams A., Adam S. Davis A.S., Patrick M. et al. (2016)/ A comparison of soil hydrothermal properties in zonal and uniform tillage systems across the US Corn Belt. *Geoderma*. 273/ 12-19. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.03.010>

20. Zafari M., Ebadi A., Jahanbakhsh S., Sedghi M. (2020). Safflower (*Carthamus tinctorius*) Biochemical Properties, Yield, and Oil Content Affected by 24-Epibrassinosteroid and Genotype under Drought Stress. *J Agric Food Chem*. 68(22). 6040-6047. doi: 10.1021/acs.jafc.9b06860

21. Zhang, M., Dai, S., Gul, S., He, L., Chen, H., Liu, D. (2024). Effect of Plow Pan on the Redistribution Dynamics of Water and Nutrient Transport in Soils. *Sustainability*. 16. 8859. <https://doi.org/10.3390/su16208859>

V. **Budyonny**, candidate of agricultural sciences, dotsent

M. **Shvydenko**, candidate of agricultural sciences, dotsent
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

Influence of main soil tillage methods on safflower yield in drought conditions of the Forest-Step zone of Kharkiv region

Formulation of the problem. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is an oilseed crop characterized by high drought resistance and adaptability to arid climatic conditions. In the forest-steppe zone of Ukraine, increased aridity and depletion of groundwater reserves significantly limit its productivity. The choice of the main soil cultivation system directly affects the hydrothermal properties of the soil and crop yields, but there is still insufficient research in the conditions of the Kharkiv region.

The purpose of the research. The study aimed to assess the impact of different tillage systems on soil water regime, growth, and yield formation of safflower under conditions of typical black soils in Kharkiv region.

Research methods. The research was conducted at the Vidrodzhennia private enterprise in the Krasnohrad district, where black soil with a humus content of 4.8–5.0% and a neutral soil solution reaction prevail. The research was conducted in a grain-steam-row crop rotation system, in which safflower was sown after winter wheat. The Dobrynya variety of safflower was used in the experiment. The experiment was designed according to the principle of systematic variation in accordance with methodological recommendations. The studied variants of basic soil cultivation for safflower cultivation were: plow plowing PLN-5-35 (control) and non-plow chisel cultivation AGR-1.7 to a depth of 25–27 cm, as well as disc harrowing BDT-7 to a depth of 18–20 cm.

The growing season was characterized by abnormally high temperatures (+3.4°C above the long-term average) and critically low precipitation (76 mm in April–September,

which is 191 mm below normal). This led to a deficit of productive moisture and increased soil compaction.

Research results. The results of the study showed that the moisture content of the black soil varied depending on the phase of safflower development and the depth of the arable layer. The upper horizon (0–10 cm) was most prone to drying out, while the lower horizon (20–30 cm) retained moisture the longest. Plowing provided good conditions for moisture accumulation in the spring, but in drought conditions, it contributed to rapid drying of the upper layer and compaction of the subsoil horizon (up to 29.1 kg/cm²). Chiseling, on the contrary, allowed for better moisture retention during the growing season due to the absence of a plow pan and the preservation of capillary water conductivity in the soil. Disc harrowing provided only superficial loosening, which led to rapid moisture loss and critical compaction of deeper horizons (up to 28.6 kg/cm²).

The yield of safflower depended on the type of tillage: with chisel plowing, it was 1.01 t/ha, with plowing – 0.93 t/ha, and with disc harrowing – 0.74 t/ha. Economic analysis showed that chisel plowing was the most profitable (60%), while plowing and disc harrowing provided lower rates (49% and 48%, respectively). This is explained by the optimal ratio between costs and yield levels with chisel plowing.

Conclusions. Thus, in the arid conditions of the forest-steppe zone of the Kharkiv region, the most effective method of primary soil cultivation for safflower is chisel plowing, which provides a better balance between moisture retention, soil loosening, and structural stability, allowing for higher productivity and economic efficiency of production.

Keywords: safflower, plowing, chisel plowing, disc harrowing, yield, soil moisture, soil hardness, drought, precipitation.