

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.02.-МКР. 18 С 2024. 01.8. 078 ПЗ

ХЛИСТУН ДЕНИСА ОЛЕКСАНДРОВИЧА

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

УДК 633.854.78:502/330:631.51(477.292:485)

ПОГОДЖЕНО
Декан агробіологічного
факультету, д. с.-г. наук, доц.
" _____ Коваленко В. П.
" _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
Землеробства та гербології
доктор с.-г. наук, професор
" _____ Танчик С.П.
" _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗАХОДІВ
ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ЙОГО РОДЮЧІСТЬ ТА УРОЖАЙНІСТЬ
СОНЯШНИКУ В ЛІСОСТЕПУ»**

Спеціальність	201 «Агрономія»
Освітня програма	Агрономія
Орієнтація освітньої програми професійна	Освітньо-
Гарант освітньої програми д-р. с.-г. н., професор	Каленська С. М.
Керівник магістерської роботи д-р. с.-г.н., професор _____	Цюк О. А.
Виконав _____	Хлисту́н Д. О.

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач
кафедри землеробства та гербології**

доктор с. – г. наук, проф. С.П. Танчик
« ____ » _____ 2023 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ
ХЛИСТУНУ ДЕНИСУ ОЛЕКСАНДРОВИЧУ**

Спеціальність	201 Агрономія
Освітня програма	Агрономія
Орієнтація освітньої програми	Освітньо-професійна

**Тема магістерської роботи «Еколого-економічна оцінка впливу заходів
обробітку ґрунту на його родючість та урожайність соняшнику в
Лісостепу»**

затверджена наказом ректора НУБіП України від «01» січня 2024 р. № 18 «С»
Термін подання завершеної роботи на кафедру 01. 11. 2024 р.

Вихідні дані для магістерської роботи: ґрунтово-кліматичні умови місця дослідження, чорнозем типовий середньосуглинковий, урожайність соняшнику за різних технологій обробітку ґрунту, економічна та енергетична оцінка технологій обробітку ґрунту.

1. Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- встановити вплив погодних факторів на врожайність соняшнику;
- дослідити вплив технологій обробітку ґрунту на забур'яненість посівів соняшнику;
- визначити рівень продуктивності соняшнику;
- дати енергетичну та економічну оцінку вирощування соняшнику за різних моделей обробітку ґрунту.

3. Перелік графічного матеріалу (за потреби), таблиці, графіки.

Дата видачі завдання « ____ » _____ 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Цюк О. А.
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ Хлистун Д. О.
(підпис)

• ЗМІСТ

Завдання до виконання роботи	
Зміст	
Реферат	
ПЕРЕЛІК УМОВНИК ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ ТА ОДИНИЦЬ	
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ЗМІНИ РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ (огляд наукової літератури)	9
1.1 Формування агрофізичних властивостей ґрунту	9
1.2 Продуктивність соняшнику залежно від обробітку ґрунту	13
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	17
2.1. Характеристика метеорологічних умов	17
2.2 Умови проведення досліджень	20
РОЗДІЛ 3. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	22
3.1 Агрофізичні показники ґрунту залежно від технологій	25
3.2. Запаси гумусу	32
3.3. Чисельність дощових черв'яків	33
3.4 Забураженість посівів	36
РОЗДІЛ 4 УРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКУ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ	41
4.1. Урожайність соняшнику	41
4.2 Енергетична і економічна оцінка ефективності технологій обробітку ґрунту	43
ВИСНОВКИ	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ	49

РЕФЕРАТ

Магістерська робота містить 58 аркушів друкованого тексту, включає зміст, робочі завдання, анотацію, вступ, має 4 розділи, огляд літератури, місце, умови, програму та методику дослідження, експериментальну частину, енергетичну та економічну оцінку результатів наукового дослідження, висновки, список використаних джерел, а також 7 таблиць, 7 рисунків. Усі розглянуті запитання та таблиці базуються на реальних даних, мають детальні пояснення та обґрунтування. Список використаних літературних джерел складається з 91 джерела.

Тема дипломної роботи: «Еколого-економічна оцінка впливу заходів з обробітку ґрунту на його родючість і врожайність соняшнику в умовах Лісостепу»

Метою досліджень було експериментально визначити вплив технологій обробітку ґрунту різними ґрунтообробними засобами на його агрофізичні властивості, забур'яненість посівів, розвиток і формування продуктивності соняшнику.

Для досягнення мети вирішувалися наступні завдання:

- встановити вплив погодних факторів на врожайність соняшнику;
- дослідити вплив технологій обробітку ґрунту на забур'яненість посівів соняшнику;
- визначити рівень продуктивності соняшнику;
- дати енергетичну та економічну оцінку вирощування соняшнику за різних моделей обробітку ґрунту.

Об'єктом дослідження є процес утворення соняшнику на фоні використання новітніх технологій переробки деревини.

Предметом спостереження є соняшник, агрофізичні показники продуктивності ґрунту, посів соняшнику, урожайність соняшнику, економічна та енергетична ефективність.

- **Ключові слова:** обробка, щільність, твердість, забур'яненість, урожайність, економічна ефективність.

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ, СИМВОЛІВ ТА ОДИНИЦЬ

т/га - тонна на гектар

штук/м² - штук на квадратний метр

гектар – гектар

см - сантиметр

м - метр

НІР₀₅ є найменшою суттєвою відмінністю

ВСТУП

Одним із основних напрямів реалізації земельної реформи в Україні є забезпечення ефективного використання землі, захист її від водної та вітрової ерозії, підвищення родючості ґрунтів. Актуальність цих завдань зростає у зв'язку зі збільшенням антропогенного та техногенного навантаження на ґрунт внаслідок застосування інтенсивних технологій його обробітку та пошуку резервів збільшення продукції при одночасному зниженні її собівартості.

Актуальність теми. За останні роки науково-дослідними установами України проведено значну кількість досліджень щодо розробки ефективних способів обробітку ґрунту, за результатами яких встановлено, що перехід від традиційної енергоємної системи обробітку до малозатратної мінімальної, що включає обробіток ґрунту, сприяє підвищенню потенційної та ефективної родючості, покращенню режиму живлення, агрофізичних властивостей ґрунту, а також створює належні умови для захисту ґрунту від ерозії. обробляє, прополює та зменшує витрати енергії.

Негативний вплив інтенсивного обробітку ґрунту, який традиційно використовується при вирощуванні сільськогосподарських культур, спонукав до пошуку нових систем основного обробітку, які оптимізували б його агрофізичні показники та природну родючість та забезпечували отримання високого та стабільного врожаю соняшнику. Перспективним є використання ґрунтозахисної системи обробітку ґрунту з використанням безполицевих знарядь, що дозволяє знизити собівартість продукції, підвищити рівень її рентабельності за рахунок зменшення енергетичних витрат.

Необхідність вирішення зазначених завдань визначила тематику магістерської кваліфікаційної роботи.

Метою досліджень було експериментально визначити вплив технологій обробітку ґрунту різними ґрунтообробними засобами на його агрофізичні

властивості, забур'яненість посівів, розвиток і формування продуктивності соняшнику.

Для досягнення мети вирішувалися наступні завдання:

- встановити вплив погодних факторів на врожайність соняшнику;
- дослідити вплив технологій обробітку ґрунту на забур'яненість посівів соняшнику;
- визначити рівень насінневої продуктивності залежно від дії обробітку ґрунту;
- дати енергетичну та економічну оцінку вирощування соняшнику за різних моделей обробітку ґрунту.

Об'єктом дослідження є процес утворення соняшнику на фоні використання новітніх технологій переробки деревини.

Предметом дослідження є агрофізичні показники родючості ґрунту, неврожаю соняшнику, урожайності соняшнику, економічної та енергетичної ефективності.

Наукова новизна. На основі комплексних досліджень встановлено закономірності зміни агрофізичних показників чорнозему типового, формування продуктивності соняшнику за різних технологій обробітку ґрунту.

Методи дослідження: загальнонаукові: робоча гіпотеза – для вибору напрямків наукового дослідження, спостереження, аналіз; дисперсії, яка проводилась за допомогою комп'ютерних програм «Microsoft Office Excel» та «Statistica 6.0».

РОЗДІЛ 1

ЗМІНИ РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

1.1 Формування агрофізичних властивостей ґрунту

Систему ведення сівозмін необхідно розглядати в аспекті підвищення продуктивності сільськогосподарських культур з урахуванням родючості ґрунту, агротехніки вирощування сільськогосподарських культур, економії енергетичних витрат, екологічних умов і біологічних особливостей [71].

Використання люцерни в сівозміні дає змогу підвищити врожайність цукрових буряків на 18,3-33 % порівняно з вирощуванням їх у сівозміні зі злаковими травами. Дози азотних добрив під цукрові буряки можна зменшити на 40-60 кг/га, вирощуючи їх у сівозміні з багаторічними травами [70].

Якщо в десятипільних сівозмінах встановлюється кілька оптимальних ланок, то в короткоротаційних – одна ланка, яка залежить від якісних показників посівів і продуктивності. Отже, оптимізація короткоротаційних сівозмін шляхом впровадження обґрунтованої системи удобрення соняшнику та цукрових буряків дозволяє значно підвищити їх урожайність та зменшити негативні кліматичні фактори, що потребує вивчення та уточнення.

в польових дослідах.

У зоні недостатнього зволоження за внесення N113P100K108 урожайність коренеплодів була на 6,9 т/га вищою порівняно з варіантом без добрив, цукристість буряків становила 18,7 %. При внесенні N147P128K128 урожайність зросла на 8,6 т/га за варіантом без внесення добрив, цукристість знизилася на 0,50 % від збільшення норми добрив до

N147P210K220, урожайність коренеплодів не змінилася [51].

Істотними показниками фізичних властивостей ґрунту є його щільність і водопроникність. Як зазначає В. М. Бутов [7], надмірне розпушування ґрунту, як і надмірна щільність його ущільнення, може негативно впливати на

рослини. Оптимальна щільність ґрунту для більшості сільськогосподарських рослин становить від 1,1 до 1,3 г/см³.

За словами С. С. Бегей Н.І.Н. Карасевич [1] встановив, що оранка на 20-22 см з розпушуванням ґрунтового шару на 12-14 см забезпечувала зниження щільності ґрунту на 0,01-0,04 г/см³, що позитивно вплинуло на ріст і розвиток жита озимого. .

Щільність ґрунту залежить від заходів і глибини його обробітку. Дослідження зміни щільності ґрунту залежно від заходів основного обробітку показали, що найменша щільність спостерігається при глибокому полицевому обробітку [8] на 30-32 см і становить відповідно 1,12 і 1,10 г/см³, а за оранки на 12 - 14 см в обох шарах - 1,17 г/см³. Щільність обробленого шару ґрунту за період сівби буряків під оранку 30-32 см була на рівні 1,19 г/см³, під поверхневий обробіток – 1,24 г/см³, при цьому зменшується кількість агрономічно цінних агрегатів.

Глибина обробітку істотно не впливає на зміну фізичного стану верхнього 0-30 сантиметрового шару ґрунту. У дослідах запаси вологи в метровому шарі ґрунту на ділянках з різною глибиною оранки були практично однаковими [38].

На чорноземних малогумусних ґрунтах використовують шельф під час сівби цукрових буряків створюються орні та безполицеві, наближені до оптимальних агрофізичні умови. Заміна шельфу на поверхневу обробку значно підвищує щільність ґрунту в нижніх шарах і зменшує кількість структурних агрегатів [24].

Дослідження провели В. М. Польовий, М. Г. Фурманець, О. І. Н. Снежок [44, 45] протягом трьох ротацій 4-пільної сівозміни встановив, що щільність ґрунту в 0-10 см шарі ґрунту коливалася в межах 1,14-1,27 г/см³ для всіх культур. Порівняно з верхнім шаром він зростав із глибиною і у шарах ґрунту 10-20 см і 20-30 см і становила відповідно 1,24-1,36 і 1,33-1,53 г/см³.

Деякі вчені вважають, що найбільш оптимальний склад верхнього шару ґрунту 0-10 см забезпечується його обробітком. Так, у їхніх досліджах щільність ущільнення ґрунту в шарі 0-10 см на початку вегетації була вищою у варіанті полицевого обробітку (1,16-1,18 г/см³) порівняно з мілким безполицевим обробітком. (1,04-1,06 г/см³). У період збирання врожаю вона фіксується на одному рівні – 1,27-1,28 г/см³.

Щільність ґрунту у варіантах полицевого обробітку в кінці вегетації була нижчою на 0,06-0,07 г/см³ порівняно з безчизельним обробітком ґрунту на 25 і 27 та 12 і 14 см [21, 24].

У дослідженнях [28] встановлено, що на фоні глибокої та мілкої оранки загальна пористість ґрунту в шарі 0-30 см не перевищувала 0,3 %.

За даними О. А. Дудки [22], чизельна обробка не призводить до погіршення загальної пористості чорнозему типового. У шарі 0-10 см ґрунту загальна пористість під час чизельного розпушування під час сівби ярої пшениці спостерігалася значно більшою. Під час оранки суттєвих змін між цими обробками в нижніх шарах не відзначено. При дискуванні пористість ґрунту у верхньому шарі наближається до 60%, що значно перевищує чизельний і полицевий обробіток. У шарах 10-20 та 20-30 см після дискування під час збирання озимої пшениці відбулося зменшення об'єму пор, порівняно з

чизелювання та оранка.

За даними О.П.Хаєцької [59], ефективним способом обробітку ґрунту під цукрові буряки є чизельний обробіток на 35-40 см. На її думку, такий спосіб обробітку покращує поживний і водний режими ґрунту, знижує забур'яненість та густоту посівів цукрових буряків.

Одним із основних лімітуючих факторів росту, розвитку, а також рівня продуктивності сільськогосподарських культур у процесі функціонування агроecosystem визнаються запаси продуктивної вологи в ґрунті [40].

Волога є основною сполучною ланкою між ґрунтом і рослиною. З урахуванням водного режиму, погодних умов і балансу вологи в сівозміні можна визначити тактику і стратегію раціональної системи вологозабезпечення. Управління ними є складним процесом, який залежить від науково обґрунтованих систем удобрення, раціональних систем обробітку ґрунту та дотримання сівозмін [35].

На зміну вологості впливає багато факторів, у тому числі твердість ґрунту. Останнє залежить як від генетичних параметрів, так і від його вологості [43].

Водночас Л. Д. Глущенко та ін. [16] вважають, що внесення добрив збільшує загальну витрату води на 5,9-8,5%, що свідчить про необхідність додаткових заходів щодо накопичення та економного використання вологи. Водночас систематичне внесення добрив сприяє більш продуктивному використанню рослинами наданої вологи. Застосування добрив дає змогу економити від 5,7 до 17,8 м³ води для отримання біомаси з 1 га. Твердість чорнозему типового багато в чому залежить як від природних, так і від антропогенних факторів, насамперед від обробітку ґрунту, сівозміни та системи удобрення.

Застосування мінеральних і органічних добрив сприяє накопиченню і збереженню вологи в ґрунті та сприятливому її використанню рослинами [69]. Мінеральні добрива підвищили ефективність використання доступної вологи та зменшили її споживання культурними рослинами в 2,0-2,4 рази [60]. На створення одиниці врожаю озимої пшениці витрати вологи за рахунок внесення добрив зменшуються на 1,5%, проса – на 24%, ячменю – на 30%, а урожайність – на 0,5-0,4 т/га [39].

Під час будь-якого обробітку ґрунту, крім дроблення його на макроагрегати, відбувається також їх руйнування. Тому результативність заходу основної обробки визначається тим, який із двох процесів переважатиме.

Застосування диференційованого обробітку ґрунту сприяє покращенню структурно-агрегатного складу в нижній частині орного шару (20-30 см) і погіршенню його у верхній (0-10 см) порівняно з іншими системами основного обробітку [67].]

У досліджах А.Т. Юркевича, Н. А.Т. Валентюк, С. І. Албул [72] встановили, що мінімізація основного обробітку ґрунту під кукурудзу в органічному землеробстві шляхом проведення плоскорізного безполицевого обробітку на 14-16 см або дискування на 10-12 см дала очікувані позитивні результати. Під час цих обробок шар ґрунту 0-10 см виявився найбільш структурованим на фоні удосконаленої системи передпосівної підготовки ґрунту та догляду за рослинами кукурудзи зі структурним коефіцієнтом 4,03-4,77 відповідно. Заміна оранки мілким обробітком або дискуванням призвела до погіршення структурного коефіцієнта, який становив відповідно лише 3,16-3,26.

Дослідження проведені на чорноземах типових Л. В. Sentylo, O. AND. Цюк [62] показав, що застосування мілкої обробітку ґрунту підвищує твердість у нижній частині орного шару ґрунту. Різниця в твердості найбільш виражена восени, відразу після основної обробки, тоді як у весняно-літній період вона згладжується і, як правило, не досягає критичних значень для просапних культур.

1.3 Продуктивність культур у сівозмінах залежно від обробітку ґрунту та внесення добрив

Значний вплив у сівозміні має система удобрення, від якої залежить урожайність і якість продукції [50].

Використання багаторічних трав у сівозміні дає можливість підвищення врожайності коренеплодів на 15-30% порівняно з вирощуванням їх у сівозміні без бобових культур. Під коренеплоди кількість азотних добрив можна зменшити до 60 кг/га, вносячи їх у зв'язку з конюшиною [70].

Найвища продуктивність ріллі досягнута за мінеральної системи удобрення, тоді як значне зниження спостерігалось на фоні без добрив та органічної системи. Органо-мінеральна система удобрення суттєво не відрізняється від мінеральної. Найвищу продуктивність сівозміни забезпечило застосування безполицевого та диференційованого обробітку [63].

Оптимальним заходом обробітку ґрунту під вирощування озимої пшениці визнана оранка. Застосування інших заходів обробітку ґрунту призводить до втрат урожаю 0,08-0,56 т/га. Органічна система удобрення сприяє зростанню врожайності на 15,3-35,6%, органо-мінеральна – на 28,3-44,4% порівняно з неудобреним варіантом [49].

Максимальну врожайність озимої пшениці – 4,61 т/га отримано за оранки 20-22 см під кукурудзу на силос і 30-32 см під цукрові буряки та мілку оранку ґрунту на 10-12 см під озиму із внесенням 6,25 т. гною + N33,8P33,8K33,8 за ротацію сівозміни з розрахунку на 1 га ріллі [58].

Зафіксовано, що безполицева система основного обробітку ґрунту сприяла створенню найсприятливіших умов для формування врожайності зерна озимої пшениці – 4,54 т/га, що на 16,4 % більше ніж за полицевого обробітку [29].

При вирощуванні соняшнику під озиму пшеницю доцільно застосовувати оранку на 28-30 см з неглибоким дисковим розпушуванням на 12-14 см, що забезпечує збільшення врожаю порівняно з контролем на 7,2 %, порівняно з мілким дисковим розпушуванням на 12-14 см, за системи одноглибокого мілкового обробітку ґрунту на 42,3 % [31].

Максимальний приріст урожаю насіння соняшнику (0,45 т/га, ор 18,4%) порівняно з контролем отримано при введенні N32P32K32 під осн.

обробіток ґрунту [7].

Дослідження проводилися в Інституті кормів і сільського господарства ім

Подільського НАН встановлено, що при обробітку ґрунту на глибину 20-22 см, або мілкому дисковому обробітку на глибину 10-12 см і системі удобрення норма N60-180P60. П180К60-180 + побічні продукти забезпечують урожайність цукрових буряків 46,6–61,4 т/га при цукристості 17,8–18,7 % і рентабельності від 66 до 107 % [68].

За результатами досліджень, проведених у стаціонарному досліді Веселподільської дослідно-селекційної станції, встановлено, що оранка 30-32 см під цукрові буряки та плоскорізне розпушування 20-22 см під зернові культури на фоні внесення 25 т/га + N90P120K90 + солома отримано найвищу продуктивність цукрових буряків – урожайність коренеплодів становила 52,7 т/га, збір цукру 9,28 т/га [61].

У дослідженнях, проведених на дослідних полях Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції, отримано однаковий рівень урожайності кукурудзи за систем диференційованого мілкопоглибленого та безпосереднього обробітку ґрунту – 8,71-10,93 т/га. Суттєвий недолік урожайності відзначено за нульового обробітку, де показники були нижчими порівняно з контролем у середньому на 16,3 % [12].

Сьогодні виробництво високоякісної продукції рослинництва є однією з гострих проблем, шлях вирішення якої полягає у застосуванні помірних, науково обґрунтованих доз мінеральних добрив.

Якість зерна пшениці озимої була найкращою за системи органічного удобрення, з високими показниками натурі – 746 г/га, склоподібністю – 58%, вмістом протеїну – 11,6%, сирі клейковини – 32%. Оптимізація живлення рослин з метою отримання високоякісної продукції повинна базуватися на принципі комфортності живлення, тобто створення таких умов, які забезпечують відсутність стресу у рослин від нестачі елементів живлення, кальційвмісних сполук [26].

Виробництво чистої продукції не може бути досягнуто за рахунок

удосконалення інтенсивних технологій і внаслідок заміни традиційного землеробства на органічне, яке не передбачає використання мінеральних добрив [34].

Дослідження, проведені на чорноземах типових, показали, що при внесенні компосту 4,5 т + N80P86K108 вихід енергії з культурою в системі удобрення сягнув 134,6 ГДж/га, при органо-мінеральному внесенні компосту 4,5 т + N40 P48K54 + 3,5 т. побічної продукції – 129 ГДж/га, що на 107 і 98,4% відповідно перевищує показники варіанту без внесення добрив. Коефіцієнт енергетичної ефективності для мінеральних – 6,1, для органо-мінеральних – 6,9, без добрив – 7,3 [64].

Зменшення сумарних енерговитрат отримано за мілкою обробітку ґрунту з показником 26,45 ГДж/га, найменше – 25,27 ГДж/га за нульового обробітку, що на 6,8 % менше порівняно з контролем.

За використання органо-мінеральної системи удобрення витрати становили 24,94 ГДж/га, найвищі витрати – 26,37 ГДж/га отримано у варіанті N120 P40 + сидерат, де показники вищі порівняно з контролем на 11,5 % [11].

У дослідженнях, проведених на чорноземах типових О. І.Н. Тараненко та ін. [55], встановлено, що розрахунки економічної ефективності ґрунтообробних заходів під кукурудзу на зерно підтверджують доцільність полицевого вирощування. У свою чергу, це призводить до підвищення продуктивності цієї культури, а саме рівня рентабельності на 19% порівняно з плоскорізним обробітком та на 38% порівняно з поверхневим обробітком ґрунту.

У структурі витрат енергоємність основної переробки є досить незначною. Для обробки полиці 23-25 см показник становить 19,3%. Заміна оранки на безполицевий обробіток дає економію енерговитрат на 17,1 %. У структурі прямих енергетичних витрат це дорівнює 2 % не поновлюваної енергії. Із заміною оранки дискуванням на 8-12 см одержують економію близько 40 % від сукупних витрат [33].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика метеорологічних умов

Клімат Правобережного Лісостепу помірно континентальний. Середня місячна температура зимових місяців (січень, лютий) коливається від -4 оС у західній частині до -8 оС у східній частині. Для зимового періоду характерні кількарічні інтенсивні відлиги, під час яких температура повітря може підніматися до 10-14 оС. Середня місячна температура літнього періоду коливається від 10 оС у західній частині до 20 оС у східній частині, максимальна 39-40 оС.

Гідротермічний коефіцієнт 1,1-1,2, сума активних температур 2400 на півночі і 3200 оС на півдні провінції, а період з такими температурами триває 140-160 днів.

Тривалість періоду із середньодобовою температурою вище 5 оС досягає 250 днів, що здебільшого не обмежує вирощування кукурудзи на зерно, сорго, сої та інших культур помірної зони.

У лісостеповій зоні чітко виражені всі пори року. Весна настає відносно швидко, але сніг тоне поступово і сходить повільно, тому поверхневий стік рідко буває значним. Це сприяє поглинанню більшої частини талої води товщею ґрунту, а у вологі роки вона скидається за межі кореневої зони. Запаси вологи до весни кількісно в основному стабільні.

Погодні умови 2023 р. У квітні спостерігалася тепла та майже суха погода, на початку третьої декади відбувся стійкий перехід середньодобової температури повітря на +10 оС, розпочався період активної вегетації сільськогосподарських культур. Середньомісячна температура повітря була на 0,6 оС вищою за норму. Опадів у квітні випало за 3-6 днів у кількості 13,2 мм (28% місячної норми).

Травень видався прохолодним, з рясними опадами. Середньомісячна

температура повітря була нижчою за норму на 2,4 оС і в абсолютному виразі становила 12,5 оС. За 6-12 днів випало 102,3 мм опадів (222% місячної норми), (рис. 2.1).

У червні переважала спекотна погода. Середньомісячна температура повітря була вищою за норму на 1-3 оС і в абсолютному вираженні становила 21,2 оС. За 7-10 днів випало 60,7 мм опадів (83,0% місячної норми).

Липень був теплим, з достатньою кількістю опадів. Середня місячна температура повітря була на 1-2 °С вище норми і сягала 20,6 °С. Опадів випало 79,2 мм (93% місячної норми).

У серпні переважав більш теплий, ніж зазвичай, період з дефіцитом вологи. Середньомісячна температура повітря була на 1-3 оС вищою за норму і в абсолютному вираженні становила +19,8 оС. Опади випадають на 3-7 добу в кількості 75% норми.

Вересень видався теплим з нестачею вологи. Середня температура повітря становила +17-20 оС. Опади випали протягом 5-8 днів у кількості 26,7 мм.

Вегетаційний період 2020 року проходив переважно в умовах дефіциту вологи

у ґрунті та висока температура повітря на поверхні ґрунту, особливо в літні місяці та восени, що певною мірою негативно вплинуло на формування культур сівозміни.

Погодні умови 2021 р. У квітні середня температура повітря була нижчою за багаторічну норму на 1,0 оС. Вегетація сільськогосподарських культур розпочалася із запізненням. Опадів у квітні за 8-12 днів випало 28,9 мм (61% норми).

Травень видався теплим, з достатньою кількістю опадів. Температура повітря вища за багаторічну норму на 0,9 оС. Випало 99,3 мм опадів (215 % від норми) (рис. 2.2).

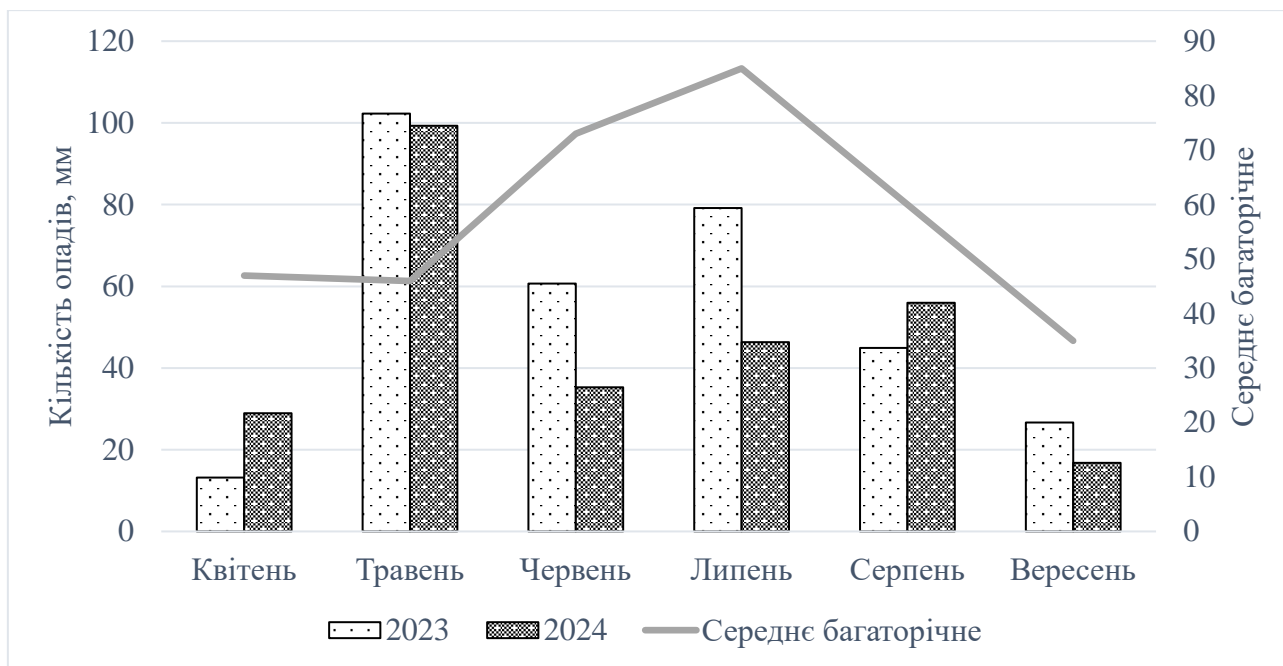


Рис. 2.1 Кількість опадів у роки досліджень, мм

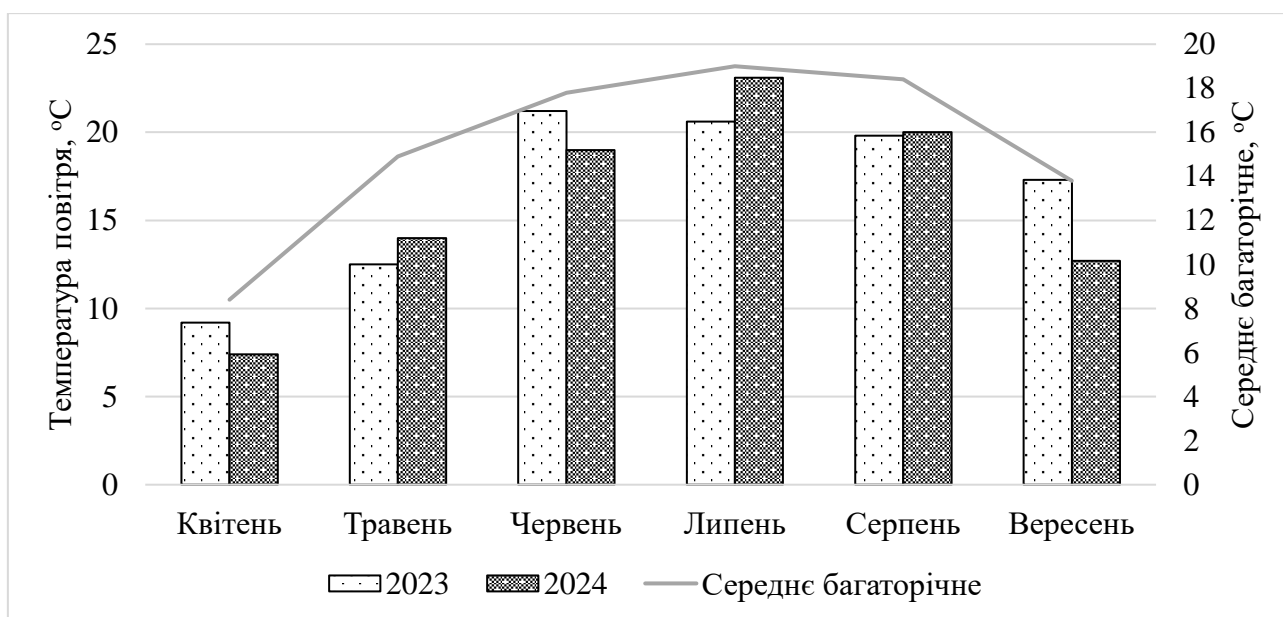


Рис. 2.2 Температура повітря у роки досліджень, °C

Літні місяці були жаркими з нестачею опадів. Так, середня температура повітря у червні була вищою на 2,1 оС, липні – на 4,1 оС, серпні – на 1,6 оС вище багаторічної норми. У червні випало менше опадів на 37,7 мм, у липні — на 38,7 мм, у серпні — на 4,0 мм менше багаторічної норми.

На початку осені спостерігалася холодна погода з нестачею вологи. У

вересні середня температура повітря була нижчою за норму на 1,1 оС. Опадів випало 16,8 мм (48% норми). Жовтень видався спекотним з дефіцитом вологи. Середня температура повітря була на рівні 11,2 оС, що на 3,3 оС вище норми. Опадів випало 25,4 мм (77,0% норми).

Вегетаційний період 2021 року здебільшого проходив через дефіцит вологи в ґрунті та високу температуру повітря в літні місяці, що негативно вплинуло на врожайність сівозмін.

2.1 Умови проведення досліджень

Програма досліджень передбачала проведення польових і лабораторних дослідів. Територія ТОВ «Мрія», на базі якої протягом 2023-2024 років проводилися дослідження, розташована в Білоцерківському районі Київської області.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий середньосуглинковий. Товщина орного шару 20-25 см; вміст гумусу – 4,41%; кількість абсорбованих основ — 19,30 мг. екв/100 г ґрунту; рН – 5,81; азоту, що легко гідролізується - 189,0 мг/кг; рухомих сполук фосфору і калію - 151,9 і 102,1 мг/кг.

Схема сівозміни: 1. Пшениця озима; 2. Соя; 3. Соняшник. Дослідження проводили в агроценозі соняшнику.

В досліді вивчали технології обробітку ґрунту різного ступеня інтенсивності. Контролем слугувала традиційна технологія на базі ПОН 3-35 оранка під сою та озиму пшеницю на глибину 20-22 см, соняшник – 25-27 см (контроль). Варіант 2 передбачав використання дискової борони АГ-2,1-20 на 10-12 см для всіх культур сівозміни. Варіант 3 – прямий посів у необроблений ґрунт сівалкою Kinze 3600 (технологія no-till).

Засоби захисту рослин застосовували згідно з технологією вирощування соняшнику: Раундап – 0,8 кг/га, Мустард – 15 г/га,

Центуріон – 200 г/га, Танос – 0,4 кг/га, Аканто – 0,4 кг/га. Гібриди, які сіяли в досліді – Вальтер, Р64ЛЕ25.

Система удобрення розрахована на плановий урожай соняшнику – 3,5 т/га. Після збирання соняшнику на сидерат висівали суміші вики, льону, фацелії та редьки олійної з традиційним обробітком ґрунту та використанням дискових знарядь.

Повторність дослідів триразова, площа посівної площі 380 м², площа облікової площі 230 м².

Відбір і підготовку проб ґрунту для аналізу проводили згідно із загальноприйнятими методиками, викладеними в літературних джерелах, та відповідно до ДСТУ ISO 10381–1:2004., ДСТУ ISO 10381–2:2004.

Дослідження фізичних і водно-фізичних властивостей ґрунту проводили на початку, в середині та наприкінці вегетаційного періоду за такими методами: структурно-агрегатний склад методом н. І. Савінова (ДСТУ 4744:2007); визначення щільності пакування на суху масу – згідно з ДСТУ ISO 11272:2001; твердість ґрунту – пенетрометром Skok Agro. Чисельність ґрунтової мезофауни (дощових черв'яків) – за методом стаціонарного дослідження ґрунтів (ДСТУ ISO 23611-1:2009).

Для оцінки фітосанітарного стану посівів визначали: забур'яненість – на постійно закріплених площах 0,5x0,5 (0,25 м²) кількісним методом у момент появи сходів соняшнику та кількісно-ваговим методом до збирання врожаю з урахуванням кількості бур'янів на одиниці площі, їх видового складу та маси.

Урожайність соняшнику визначали в стані технічної стиглості методом суцільного збору з облікових ділянок з перерахунком на еталон вологість і чистота з кожного варіанту окремо.

РОЗДІЛ 3

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Світовий та вітчизняний досвід використання технологій привів до необхідності перегляду підходів до обробітку ґрунту, зокрема, насамперед, у напрямку його мінімізації. Під виглядом сучасних інновацій сьогодні досить часто впроваджуються заходи, які не мають достатнього наукового обґрунтування та містять агротехнічні та організаційні помилки.

Економічний і соціальний стан сільськогосподарського виробництва призводить, на жаль, до руйнування прийнятих сівозмін і невиправданого спрощення обробітку ґрунту замість його мінімізації. Зазначені компоненти в сучасному контексті інтенсивно рекламованих технологій, зокрема «No-till», не постають як основні системи землеробства.

Нульові технології мають низку власних негативних наслідків, які обговорюються в наукових колах. Забруднення навколишнього середовища та падіння продуктивності посилюються прямою залежністю від іноземного виробництва. Складається враження планомірної політики впровадження недостатньо досліджених технологій, які однобоко висвітлюються в окремих публікаціях та пропонуються посередниками виробників імпортного обладнання та засобів захисту рослин – обов'язкових елементів технологій.

Причиною відмови від інтенсивного землеробства, яке переважало в країнах з розвиненим рослинництвом, в останні десятиліття ХХ століття, і спроби переходу на технології no-till стало зростання прискореної ерозії орних земель через до інтенсивного механічного обробітку ґрунту. За останніми даними, за всю історію землекористування людство втратило від цього майже 2 мільярди гектарів колись родючих земель, що більше, ніж уся площа сучасного світового сільського господарства [85]. У нашій країні з цієї ж причини площа деградованих ґрунтів щорічно збільшується на 80 тис. га [49]. Виходом із ситуації є розробка вченими-аграрниками різноманітних заходів

щодо мінімізації обробітку ґрунту, серед яких чи не найефективнішим є повна відмова від цього технологічного елемента.

Один із теоретиків мінімального обробітку ґрунту англійський учений-аграрник Г. П. Аллен перевагами цієї технології вважав: економію часу, праці, паливно-мастильних і грошових ресурсів, мінімізацію непродуктивних втрат ґрунтової вологи; збереження гумусу у верхньому шарі та зниження здатності до прояву вітрової та водної ерозії [28].

Вагомий внесок у розробку теоретичних основ мінімізації обробітку ґрунту за технологіями «No-till» зробили вчені США, які позитивно оцінили згадану технологію. Для сільгоспвиробника це дає наступні переваги [3]:

- підвищення вмісту органічних речовин; більш повне збереження структури ґрунту, інтенсивніший перебіг структурування ґрунту, збереження корисної ґрунтової фауни, покращення аерації ґрунту, а також вологозабезпечення рослин, запобігання ерозії ґрунту, значне здешевлення продукції, економія до до 70% палива, скорочення витрат робочого часу в 3-5 разів.

В. Ф. Сайко та А. М. Малієнко [49] за результатами аналізу сучасної літератури та власного досвіду наводять недоліки технології без механічного обробітку ґрунту. Вони включають наступне:

- за наявності великої кількості рослинних решток на поверхні поля температура ґрунту навесні знижується на 3-5°C, внаслідок чого сходження ґрунту затримується на 3-4 години. днів, що шкодить вологим посівам і призводить до перенесення строків сівби;

- за технологією no-till тала вода тривалий час затримується в «блюдцях», що шкодить розвитку озимої пшениці та багаторічних трав;

- через застій води на погано дренованих ґрунтах знижується їх біологічна активність;

- значна вартість боротьби з бур'янами за традиційною технологією;

- необхідно збільшити норми ґрунтових гербіцидів, частина яких

фіксується з рослинними рештками;

- через тривалу посуху ґрунту добрива, внесені у верхній шар, залишаються недоступними для рослин.

До цього переліку Д. Р. Гріффіт з колегами [19] додають, що врожайність кукурудзи за технології no-till знижується на 14 % порівняно з традиційною, соняшнику – на 8 %.

Щорічно площа за технологією no-till зростає у світі більш ніж на 1 млн га, набуваючи значного поширення в різних країнах світу [6, 37]. Найбільш значні площі під цією технологією в Західній Європі зосереджені в Іспанії та Франції, проте в цілому по Європі в структурі часток посіву площі під нульовим обробітком не перевищують 3% [23, 41].

За наявними даними, впровадження в Україні нульового обробітку ґрунту на чорноземних ґрунтах дає можливість оптимізувати ґрунтоутворювальний процес і розширити відтворення родючості ґрунту, що нереально для поліцейського обробітку [2, 13].

Проведено аналіз наслідків застосування мінімізованих технологій обробітку ґрунту в трипільній зерновій сівозміні за найбільш поширеними технологіями. Висвітлено вплив відомих технологій на зміну водно-фізичних властивостей ґрунту, фітосанітарного стану посівів.

Варто зазначити, що визначальним критерієм доцільності використання мінімальних технологій є рівень продуктивності транспортних засобів та економічна складова їх застосування.

3.1 Агрофізичні показники ґрунту залежно від технологій

Дослідження, проведені в США, тривале використання нуль

обробіток ґрунту протягом 30 років сприяв зменшенню щільності ущільнення ґрунту, відповідно до поліцейського обробітку [82]. Формується концепція виключної ролі заборонених заробітків у відновленні фізичних властивостей ґрунту до природного стану традиційними заробітками. Природна рівноважна щільність відновлюється під дією природних факторів

(висихання, відтавання, зволоження, промерзання), що висвітлюється в наукових працях зарубіжних учених.

Відмова від безперервного обробітку за технологіями no-till для покращення оздоровлення водної, твердої, газової фази ґрунту. Завдяки посиленню мікробіологічної активності в структурі ґрунту покращується поживний режим і вологозабезпеченість рослин протягом вегетаційного періоду [84].

Відновлення щільності залежить від кліматичних умов. У районах з холодними зимами і глибоким промерзанням ґрунту під впливом промерзання і відтавання зазначений процес відбувається в повному обсязі, протягом кількох років [77]. У м'які зими це трапляється ще частіше. У США в зимовий період щільність шару 0-7 см відновлюється на рівні 50%, в ріллі - до 25%. У провінції Онтаріо (Канада) надлишкове ущільнення шару 0-15 см за зимовий період зменшилось на 40 % [81].

Використання важкої техніки, яка є особливістю сільськогосподарського виробництва в останні 50 років, скоріше буде гальмувати самостійне розпушування ґрунту після припинення обробітку. Використання лише посівної та збиральної техніки забезпечує ущільнення ґрунту до 70% і більше.

Встановлено підвищення щільності ґрунту після обробітку «No-till», пошкодженого оранкою [80]. Є докази, що щільність ґрунту вища, ніж без обробки, лише в шарі 0–10 см, тоді як у шарах 0–20 см і 20–30 см після обробки [613].

Результати досліджень у чорноземній зоні Європи свідчать про збільшення щільності ґрунту після використання технології no-till, пошкодженої поліцейським обробітком [25]. Ряд авторів [42] вважають, що застосування технологія no-till зумовлює збільшення густоти за вегетаційний період від 3,1 до 8,7 % порівняно з оранкою.

Відомі дані про відсутність суттєвих відмінностей між технологіями без обробки та використанням заходів обробки різного ступеня інтенсивності [18].

Проведені дослідження показали, що на щільність ґрунту суттєво впливає спосіб його обробітку та умови, що складаються в осінньо-зимовий та вегетаційний періоди. Таким чином, у середньому за роки досліджень щільність ґрунту в шарі 0–10 см у найбільш критичні фази росту та розвитку соняшнику (на початку вегетації) за досліджуваними варіантами технологій обробітку ґрунту становила в оптимальному діапазоні від 1,04 до 1,15 г/см³ (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

Зміни щільності ґрунту за вирощування соняшнику залежно від технології обробітку, за 2024 рр.

Варіанти технологій обробітку ґрунту	Шар ґрунту	Щільність ґрунту, г/см ³		
		перед сівбою	в фазу бутонізації	перед збиранням
Оранка ПОН-3-35 на 20-22 см (контроль)	0-0	1,04	1,16	1,21
	10-20	1,16	1,19	1,25
	20-30	1,22	1,23	1,28
Дискування АГ-2,1-20 на 10-12 см	0-10	1,08	1,18	1,20
	10-20	1,16	1,21	1,23
	20-30	1,18	1,24	1,29
Технологія no-till	0-10	1,15	1,23	1,24
	10-20	1,17	1,19	1,19
	20-30	1,18	1,21	1,31
НІР ₀₅		0,05	0,06	0,09

З аналізу щільності нижніх шарів ґрунту виявилось, що на варіанті, де проводилося дискування, відбулося переущільнення ґрунту на 10-20 см за рахунок дії дискових знарядь. Під час оранки спостерігали збільшення щільності ґрунту в шарі 20–30 см.

У середині вегетації під час дискування та оранки спостерігалось значне збільшення щільності ґрунту по всьому профілю одного шару. З технологією no-till ця тенденція була набагато менш вираженою.

Перед збиранням на варіантах щільність ґрунту підвищувалася і перевищувала оптимальні значення для рослин соняшнику. Суттєвих відмінностей між експериментальними варіантами у зазначені періоди не було.

Застосування будь-якої безперервної обробки сприяло збереженню щільності в шарі 0–10 см на рівні контролю. Зменшення кількості та глибини обробітку призвело до її збільшення порівняно з полицевим обробітком у нижніх шарах, які не оброблялися.

За даними В. В. Медведєва [37], систематичний обробіток у сівозміні в середньостроковій перспективі (через 4–5 років) повинен сприяти розпушенню верхніх шарів ґрунту до оптимального рівня (1,15–1,25 г/см³) при локалізації. в умовах обмеженої значної кількості органічного субстрату в ґрунтовому середовищі. При цьому очікується зниження щільності структури та опору ґрунту не лише в орному шарі, а й у підґрунтовому шарі, що призведе до поступового руйнування підшви плуга.

Твердість ґрунту чинить механічний опір росту і розвитку кореневої системи рослин, нерідко зумовлює зниження схожості насіння, впливає на водний, повітряний і тепловий режими ґрунту, тяговий опір ґрунтообробних машин і знарядь [62].]

Зараз точаться 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 окультуреності ґрунту, погодних умов, механічний склад, засміченість посівів [36].

У результатах досліджень, проведених Н.Е. Бориса [5] встановлено, що оранка сприяє зниженню твердості чорнозему типового.

Дослідження показали, що твердість ґрунту залежала від способів обробітку (табл. 3.2).

У контролі твердість шару 0-10 см була найнижчою за варіантами

випробувань – 3,4 кг/см², тоді як за дискування та нульової обробки була значно вищою – 1,3 і 4,6 кг/см² відповідно.

У глибших шарах чорнозему типового спостерігалось підвищення твердості ґрунту за всіх досліджуваних варіантів обробки. Так, під час оранки в шарі 10–20 см показник збільшився на 13,3, у шарі 20–30 см – на 19,9 кг/см² відносно верхнього шару 10 см. Застосування дискування на 10-12 см та безоранкової технології вирощування значно підвищило відповідний показник порівняно з контролем.

Таблиця 3.2.

Зміни твердості чорнозему за вирощування соняшнику залежно від технології обробки ґрунту, кг/см², за 2024 р.

Варіанти технологій обробки ґрунту	Шар ґрунту, см			
	0–10	10–20	20–30	0–30
Оранка ПОН-3-35 на 20-22 см (контроль)	3,40	16,70	23,30	14,50
Дискування АГ-2,1-20 на 10-12 см	4,70	22,40	33,00	20,00
Технологія no-till	8,00	25,40	34,60	22,70
НІР ₀₅	0,54	0,72	3,20	1,91

Варто відмітити, що за використання дискування на глибину 10-12 см і технології нульового обробки відзначено суттєву різницю в напрямку збільшення твердості ґрунту за відсутності його шарового обробки за всіма дослідженнями. Відповідно, зниження інтенсивності обробки ґрунту значно підвищило його твердість.

Водночас Л. В. Центилю та О. А. Цюк [62] встановили, що застосування мілкої обробки зумовлює підвищення твердості нижньої частини орного шару ґрунту. Відмінності в твердості найбільш виражені восени, відразу після основного обробки, тоді як у весняно-літній період вони вирівнюються і, як правило, не досягають критичних значень для вирощування культури.

Виявлено рівень ущільненого шару, який суттєво заважає пропускання кореневої системи рослин і вологи. Глибина підшви плуга під оранку становила 20–24 см, під дискування 12–14 см.

На такій глибині виявлено значне підвищення твердості шарів ґрунту до 9–10 кг/см², що становило третину від загального значення зазначеного показника.

Переваги технології no-till при вирощуванні соняшнику не встановлені за відсутності чіткого характерного ущільненого шару. Стійка тенденція до підвищення опору ґрунту за нулевих технологій обробітку спричинила негативні зміни в стані чорнозему типового порівняно з оранкою та дискуванням.

Структура ґрунту має важливе агротехнічне значення і впливає на ряд властивостей ґрунту: щільність, пористість, поживний режим.

Низка зарубіжних та вітчизняних дослідників вказує на більш високі темпи відновлення структури ґрунту за безоранкової технології обробітку [65, 87]. Одним із аргументів є ґрунтозахисний ефект, пов'язаний зі створенням шару мульчі, що значно зменшує ерозійні втрати ґрунту, захищає поверхню ґрунту від поверхневого стоку, при тривалому застосуванні цієї технології [14, 86].

У дослідженнях, проведених С. П. Танчиком та В.Ю. Ямкового [54], вони відзначили значне збільшення коефіцієнта структурності за технологією «No-till» порівняно з традиційною обробкою майже в 1,3 рази. Вміст агрономічно цінних агрегатів коливався в межах 78,7–81,6%.

На основі аналізу впливу способів обробітку ґрунту на структурно-агрегатний склад встановлено, що найбільша кількість агрономічно цінних агрегатів припадає на нульову технологію – 84–87%, що відповідає відмінному стану за шкалою П. У. Бахтіна. (Рис. 3.1). Оранка на 20–22 см за рахунок збільшення шершавості, особливо в нижніх шарах ґрунту, призвела до задовільного зазначеного показника.

У шарі 0–10 см після дискування на 10–12 см та оранки на 20–22 см відзначено нижчий вміст агрономічно цінних агрегатів – 9,0 і 20,0%, у шарі 10–20 см – на 15 і 8%, порівняно з варіантом технології no-till. У нижніх шарах орного шару вміст агрономічно цінних агрегатів суттєво не відрізнявся між досліджуваними варіантами.

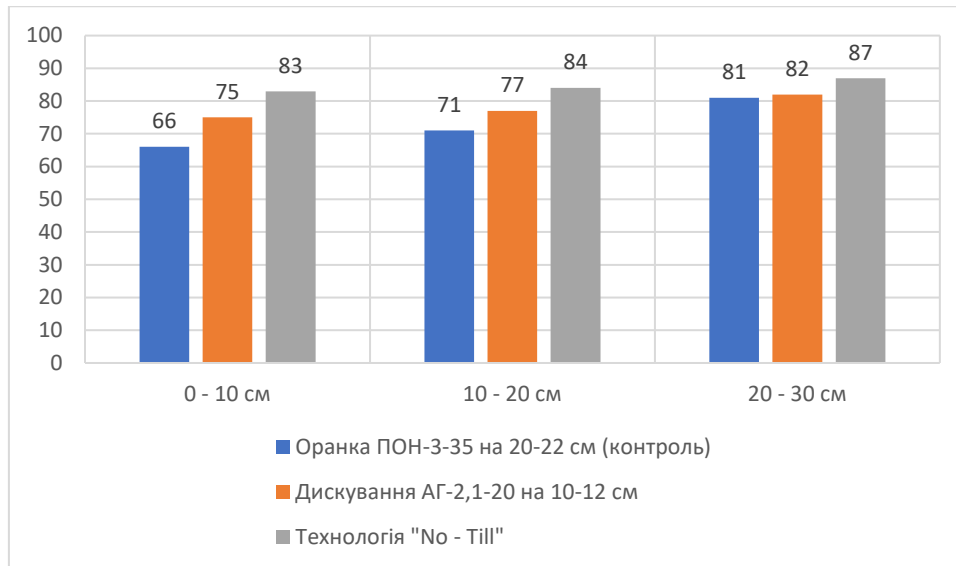


Рис. 3.1 Вміст агрономічно цінних агрегатів чорнозему типового залежно від технологій обробітку ґрунту, % за 2024 р.

Впровадження технології no-till під соняшник дещо покращило структурно-агрегатний склад чорнозему типового, зменшивши його грудкуватість.

Отже, можна стверджувати, що технології вирощування певною мірою вплинули на структурний коефіцієнт. На варіанті з технологією no-till остання виявилася вищою порівняно з оранкою.

За результатами досліджень вмісту водостійких агрегатів за різних технологій обробітку ґрунту отримано наступні результати (рис. 3.2).

Водночас варто відзначити інтенсивне відновлення кількості водонепроникних одиниць за технологією no-till. Найбільш небезпечна для структурно-агрегатного складу обробка шельфу викликала незначне розсіпання ґрунтових агрегатів. При цьому варіанті спостерігалася тенденція

до зменшення кількості водотривких агрегатів у шарі ґрунту 0–10 см порівняно з технологією no-till.

Застосування дискування на глибину 10–12 см сприяло відновленню зазначеного показника зі збільшенням порівняно з оранкою на 2,2%. За технологією no-till найбільший вміст водотривких заповнювачів виявлено у шарі 0-10 см на 28,8 %, у шарі 10-20 см на 50,0 % порівняно з оранкою.

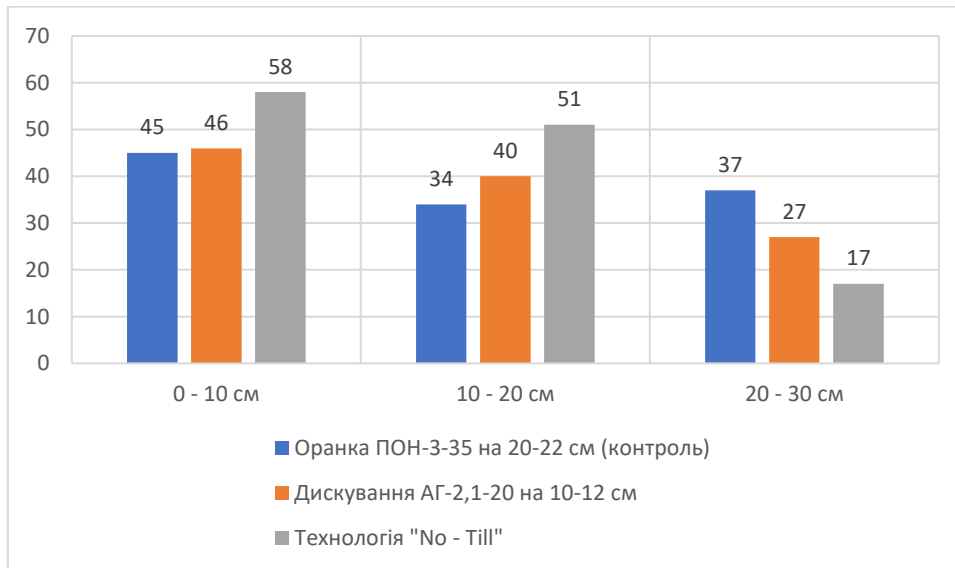


Рис. 3.2 Водотривкість ґрунту перед початком вегетації соняшнику, % за 2024 р.

Із застосуванням технології no-till на чорноземі типовому водонепроникність у шарах 0–10 і 10–20 см повернулася до доброго стану, що свідчить про поступове наближення її до природного рівня. При цьому С. П. Танчик і В.Ю. Яковим [54] встановлено типове збільшення кількості водостійких агрегатів за нульової технології порівняно з оранкою на чорноземах.

Тому технології no-till та дискування збільшили вміст водотривких агрегатів на 10–12 см, що сприяє більш успішній водоутримувальній здатності ґрунту.

3.2 Вміст і запаси гумусу

Одним із головних завдань основного обробітку ґрунту є створення оптимальних умов мінерального живлення рослин і поповнення його

елементами живлення. Інтенсивний глибокий обробіток чорноземних ґрунтів значно запобігає втратам гумусу [46].

Ряд авторів [15] свідчать, що для глибокої поличної обробки значно інтенсивніше протікають процеси мінералізації органічних сполук ґрунту, значно покращується азотний режим і накопичується азот у доступній для рослин формі. Інші автори підтверджують накопичення останнього при прямому посіві проведенням досліджень запасів загального гумусу в орному шарі ґрунту [20].

У процесі обробітку ґрунту посилюється його аерація, руйнується структура, що в кінцевому підсумку призводить до переходу органічної речовини в доступні для рослин форми.

Вміст валового гумусу в ґрунті характеризує потенційну родючість, а вміст лабільних форм органічної речовини визначає ефективну родючість. Вплив на ґрунт ґрунтообробних знарядь викликає зменшення кількості лабільних гумусових речовин. Це призводить до зниження ефективної родючості ґрунту навіть за високого вмісту валового гумусу [48].

При дослідженні запасів гумусу в ґрунті отримано такі результати (рис. 3.4).

За варіанту оранки шаром 0-20 см у ґрунті запаси гумусу були найменшими – 85,1 т/га. Це пояснюється тим, що під час оранки відбувається переміщення шарів ґрунту, під час якого нижній шар піднімається до верхньої частини, а верхній опускається вниз.

Частина аеробних мікроорганізмів, потрапляючи в нижній шар ґрунту, гине, що призводить до зниження мікробіологічної активності, внаслідок чого сповільнюються процеси накопичення гумусу.

Застосування технології no-till сприяло збільшенню запасів гумусу в шарі 0-20 см на 14,1 т/га, при дискуванні на 9,0 т/га порівняно з контролем.

На чорноземах звичайних він встановив, що під час оранки, при безперервному її проведенні протягом шести років, спостерігається

зменшення загального гумусу, особливо в шарі ґрунту 10-20 см (на 0,12%). Пряма сівба без обробітку ґрунту в досліджуваний період дозволила призупинити втрати гумусу в орному шарі з появою тенденції до його збільшення, особливо в шарі 0-10 см (на 0,06%) [26].

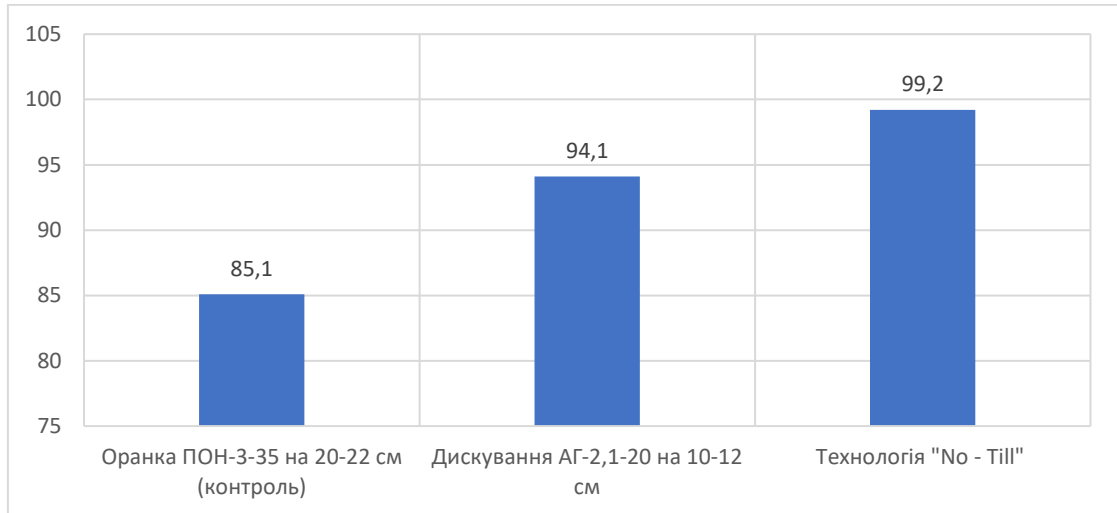


Рис. 3.4 Запаси гумусу в шарі 0-20 см за технологією обробітку ґрунту, т/га за 2023-2024 рр.

Так, за технологією no-till встановлено збільшення вмісту та запасів гумусу в шарі 0-20 см на 0,64% та 14,1 т/га порівняно з полицевим вирощуванням.

3.3 Чисельність дощових черв'яків

Система основного обробітку ґрунту є складовою частиною технології вирощування сільськогосподарських культур. Однак для організмів, які використовують ґрунт як основне середовище існування, будь-яке порушення його верхнього шару призводить до змін практично всіх компонентів мікроекосистеми середовища, у тому числі й середовища проживання дощових черв'яків. Для збереження та відновлення родючих ґрунтів необхідно встановити шляхи вдосконалення існуючих технологій, які б сприяли розвитку корисної ґрунтової фауни.

Для досягнення поставленої мети необхідно працювати в напрямку оптимізації основної системи переробки, яка повинна управляти залишками

поживних речовин при різних способах переробки [73, 91].

Дощові черв'яки залишаються одними з найважливіших організмів, які беруть активну участь у процесах ґрунтоутворення. Від рівня їх активності залежить здатність ґрунту покращувати поживний режим і структуру вміст ґрунту та органічних речовин.

Обробіток ґрунту може по-різному впливати на види дощових черв'яків залежно від поведінки їх життєвого циклу. Технологія обробки зубами та дисковими знаряддями, які не перевертають шар ґрунту, а також інші мінімальні системи обробки останнього спрямовані на покращення його фізичних властивостей, збільшення вмісту органічної речовини ґрунту, а також як розширення біорізноманіття та зниження витрат виробництва. Ущільнення ґрунту в результаті обробітку ґрунту може бути шкідливим для дощових черв'яків, оскільки воно обмежує їх здатність прокладати власні шляхи [83, 90].

За даними спостережень за розвитком популяції дощових черв'яків у шарі 0-30 см ґрунту отримано наступні результати (табл. 3.3).

Найбільшу кількість черв'яків відмічали навесні за всіма технологіями обробітку ґрунту. За період збирання соняшнику чисельність черв'яків зменшилася порівняно з весняним відбором від 2 до 10 разів. За технології «No-till» зниження їх популяції спостерігалось менш різко порівняно з полицевим вирощуванням. За технологією «No-till» чисельність дощових черв'яків за період збирання соняшнику в шарі 0-10 см становила 106 шт./м², що в 2,0 рази менше порівняно з періодом сівби. Під час дискування ґрунту кількість черв'яків у шарі 0-10 см зменшилася на 42 шт./м² порівняно з технологією «No-till».

Таблиця 3.3

Кількість дощових черв'яків в 1 м² за різних технологій обробітку ґрунту в агроценозі соняшнику, за 2024 р.

Варіанти технологій обробітку ґрунту	Шар ґрунту, см	Період відбору		Середнє
		травень	вересень	
Оранка ПОН-3-35 на 20-22 см (контроль)	0-10	90	32	61
	10-20	51	5	28
	20-30	10	0	5
Дискування АГ-2,1-20 на 10-12 см	0-10	115	64	89
	10-20	62	22	42
	20-30	12	0	6
Технологія no-till	0-10	213	106	159
	10-20	76	38	57
	20-30	15	1	8
НІР ₀₅	0-10	21	16	
	10-20	9	12	
	20-30	8	0,5	

Під час оранки встановлено різке коливання чисельності черв'яків, коли показник зменшувався у 2,5 рази. Це пояснюється тим, що під час оранки відбувається значна втрата вологи, а пряме сонячне світло призводить до нагрівання верхнього шару ґрунту до підвищених температур, що в свою чергу негативно впливає на чисельність дощових черв'яків [53].

Як показав розподіл дощових черв'яків за шарами ґрунту, за технологією «No-till» у шарі 0-10 см їх було 70-73% від загальної чисельності; в шарі 10-20 см - 26% і в шарі 20-30 см - 4,9%; за дискування їх розподіл за шарами становив відповідно 60,32 і 6%, а за оранки – 59%, 33 і 6% відповідно за шарами ґрунту.

Щодо впливу обробітку ґрунту на дощових черв'яків серед дослідників існують різні точки зору. За деякими даними, знижується інтенсивність обробітку ґрунту

сприяє зростанню чисельності дощових черв'яків і різноманітності їх видів [91]. На думку інших, обробка ґрунту може позитивно впливати на ендогенні види, підвищуючи доступність для них органічної речовини [76].

Отже, за типової в агроценозі соняшнику технології прямого обробітку чорнозему чисельність черв'яків збільшилась у 2,3 рази, а за дискування – у 1,7 рази порівняно з оранкою. Можна підтвердити гіпотезу про те, що використання традиційного обробітку ґрунту погіршує стан ґрунтової біоти, зокрема, зменшується чисельність дощових черв'яків.

3.4 Забруднення посівів

Проблеми боротьби із забур'яненістю польових культур, що виникають внаслідок заміни оранки безплужним обробітком ґрунту, лягли в основу прогнозування ще більших проблем при розробці мінімального та нульового обробітку ґрунту. Широке впровадження у світову практику технологій «No-till» вимагало обов'язкового застосування гербіцидів, переважно суцільної дії.

Одним із провідних заходів регулювання бур'янової складової в агроценозах визнано обробіток ґрунту [52], який має базуватися на принципах мінімізації.

Безполосний обробіток забезпечує високий ґрунтозахисний ефект, сприяє деякому поліпшенню водного режиму ґрунту та зниженню енерговитрат, але в іншому випадку створює несприятливу диференціацію родючості культурного шару, ущільнює та підкислює ґрунт, погіршує загальний фітосанітарний стан ґрунту та посівів. У США нульовий обробіток культури обов'язково супроводжується застосуванням системи відповідних гербіцидів [30].

Широке застосування технології нульового обробітку ґрунту загострило екологічні проблеми, пов'язані зі збільшенням кількості хімічних обробок, що було наслідком появи стійкості бур'янів до внесення гербіцидів.

Зернові та деякі зимуючі рослини виділяються як стійкі види, що спонукало до пошуку нових форм контролю за допомогою комбінації кількох гербіцидів та збільшення екстремальних обробок [89].

Сьогодні із застосуванням нульового обробітку ґрунту, спрямованого на озеленення технологій, особливо в країнах Латинської Америки, успішно розвивається фітоценотичний метод боротьби з забур'яненістю посівів, чергуванням культур у сівозмінах, активним впровадженням покривних рослин [56].]

Культури, вирощені на сидераті або мульчуючому матеріалі в системах технологій no-till, здатні впливати на бур'яни як під час росту, так і після закінчення їх вегетації. Добре розвинені покривні рослини пригнічують бур'яни, які ростуть одночасно з ними [75].

Рослинні залишки впливають на проростання бур'янів у зв'язку з хімічним складом насіння і зміною сонячної радіації. Вони створюють умови для глибоких шарів ґрунту з перепадом температур і недоліком світла, що частково уповільнює проростання бур'янів. Відзначено, що залишки перешкоджають проростанню насіння [27], а також виділенню збудників хвороб, які пригнічують ріст бур'янів [10]. Встановлено, що рослинні рештки характеризуються низькою ефективністю у боротьбі з багаторічними бур'янами [57].

За забур'яненістю посівів молодими бур'янами визначали їх кількість до обробки посівів гербіцидом (табл. 3.4). Найменшу кількість молодих бур'янів виявлено під час оранки. Серед видового складу переважали такі бур'яни: гірчиця польова (*Sinapis arvensis* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), осока польова (*Thlaspi arvense* (L.), мишій зелений (*Setaria viridis* (L.) Beauv), осока польова (L.). пшоно куряче (*Echinochloa crus galli* (L.).

Застосування дискування на 10-12 см за технологією «No-till» призвело до незначного збільшення кількості молодих бур'янів порівняно з контролем.

Причиною значної кількості бур'янів на 10-12 см дискування порівняно з технологією no-till є дискові знаряддя, які створюють провокаційне тло для проростання насіння бур'янів. На дисковому варіанті видовий склад бур'янів представлений гірчицею польовою, талабаном польовим, лободою білою, фіалкою польовою (*Viola arvensis* L.), пшоном курячим, мишією зеленою. *Galium aparine* L. також спостерігався в невеликих кількостях. За підрахунком бур'янів встановлено видові зміни в бік збільшення зимуючих видів при нульовому обробітку. На цьому варіанті була велика кількість талабану польового та фіалки польової. Це пов'язано з вільним розвитком коренів зимуючих бур'янів за технологій No-till. Проте під час дискування, а особливо під час оранки, відбувалося їх виснаження та механічне руйнування.

Після внесення гербіцидів у всіх варіантах дослідів відзначено зменшення чисельності бур'янів. Найменшу кількість виявлено при оранці, дещо більше при дискуванні ґрунту (табл. 3.4).

Перед збиранням у всіх варіантах дослідів кількість молодих бур'янів дещо збільшувалася, але достовірних відмінностей між ними не виявлено.

Таблиця 3.4

Забур'яненість агроценозу соняшнику залежно від різних технологій обробітку ґрунту, шт/м² за 2024 р.

Варіанти технологій обробітку ґрунту	Період обліку забур'яненості посівів	
	після обробітку агроценозу гербіцидом	перед збиранням врожаю
Оранка ПОН-3-35 на 20-22 см (контроль)	2/1,0	6,0/2
Дискування АГ-2,1-20 на 10-12 см	3,0/2,0	7,0/3,0
Технологія no-till	6,0/3,0	9,0/3,0
НІР ₀₅	3,0/0,5	3,8/1,1

Примітка. Чисельник – кількість малорічних бур'янів; знаменник – кількість багаторічних бур'янів.

Отже, після обробки та до збирання статистично значущих відмінностей виявлено не було. Застосування гербіцидів у період вегетації культури є

ефективним у боротьбі з молодими бур'янами незалежно від технології обробітку ґрунту.

За даними обліку багаторічних бур'янів у посівах соняшнику встановлено, що до внесення гербіцидів їх кількість була найменшою під час оранки, а при дискуванні ґрунту – дещо перевищувала оранку (див. табл. 3.4). У видовому складі осот польовий (*Sonchus arvensis* L.) та береза польова (*Convolvulus arvensis* L.). За використання технологій «No-till» забур'яненість агроценозу соняшнику багаторічними бур'янами на початку вегетації зросла у 2,5 рази.

У період після застосування гербіцидів спостерігалось зменшення чисельності багаторічних бур'янів на всіх досліджуваних варіантах.

Найменша кількість таких спостерігалась під час оранки. Використання дискування ґрунту та нульового обробітку ґрунту призвело до значного зростання кількості багаторічних бур'янів.

За періодом збирання спостерігається достовірна різниця за варіантами досліді кількість багаторічних насаджень не відзначено.

Розрахунок повітряно-сухої маси бур'янів показав, що вона менша за полицевого вирощування (рис. 3.5).

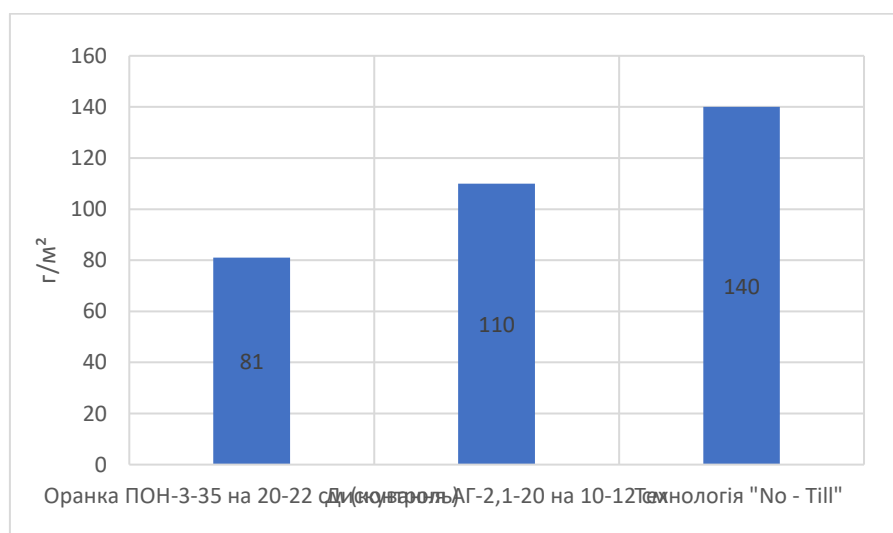


Рис. 3.5 Маса бур'янів перед збиранням соняшнику залежно від технології обробітку, г/м² за 2024 р. НІР₀₅=31

За використання дискування суха маса бур'янів дещо збільшилася в межах похибки досліду. За технології no-till суха маса бур'янів суттєво зросла порівняно з оранкою і меншою мірою порівняно з дискуванням.

Отже, суха маса бур'янів залежала від способу обробітку ґрунту. При нульовому обробітку відзначається, що вона вища порівняно з дискуванням та оранкою.

Таким чином, оранка забезпечила найбільш сприятливий фітосанітарний стан посівів, а поверхневий обробіток ґрунту і особливо нульова технологія призвели до значного збільшення кількості та маси бур'янів.

РОЗДІЛ 4

УРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКУ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ

4.1 Урожайність соняшнику

Зміна врожайності сільськогосподарських культур після застосування технології no-till та мінімального обробітку ґрунту стала не лише поштовхом для поширення цих технологій у світовому масштабі, а й стримуючим фактором для їх впровадження.

У науковій літературі є дані про швидкий позитивний ефект при збільшенні виробництва в результаті використання нульової і мінімальної обробки, що викликає інтерес виробників. Результати дослідження виявляють неоднозначність щодо підвищення продуктивності культур сівозміни.

За даними Р. Каннела [74], найбільш придатними культурами в Канаді та США для вирощування за технологією no-till є кукурудза, соя та озима пшениця на ґрунтах із задовільними агрохімічними та агрофізичними показниками та за сприятливих для зазначених культур агрокліматичних умов.

Відмічаються також об'єктивні негативні наслідки на фоні позитивних змін в урожайності цих культур. Так, зафіксовано зниження врожайності кукурудзи на 5% за технології no-till порівняно з полицевим вирощуванням [73]. У працях Д. Р. Гріфоріта та ін. [19] зазначено, що вихід кукурудзи на зерно за нульового обробітку знижується на 14 % порівняно з полицевим, соняшнику на 8 %.

У дослідженнях В.О. Єщенко [23] встановлено, що вирощування ячменю та озимої пшениці, а також низька залежність урожайності соняшнику та зернобобових культур від зміни обробітку ґрунту є мінімальною.

За результатами досліджень А. М. Малієнка та С. О. Гаврилова [32] встановлено неоднозначний вплив нульового обробітку ґрунту на

виращування бобових і зернових культур. Спостерігається зниження їх урожайності від 30 до 70%. на чорноземах типових порівняно з оранкою.

Дослідження проводили В. В. Медведєв і Т. Е. Ліндіна [36], показали збільшення врожаю після нульового обробітку порівняно з полицевим обробітком.

У зв'язку з неоднозначністю існуючих думок з цього питання дослідження в зазначеному напрямку представляють значний інтерес.

Урожайність соняшнику за різними технологіями обробітку ґрунту була такою (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Урожайність соняшнику залежно від технологій обробітку ґрунту, т/га за 2023-2024 рр.

Варіанти технологій обробітку ґрунту	т/га	+/- % до контролю
Оранка ПОН-3-35 на 20-22 см (контроль)	2,8	0
Дискування АГ-2,1-20 на 10-12 см	2,26	-19,2
Технологія no-till	1,93	-31,0
НІР ₀₅	0,31	11,6

Найбільш істотно знизилася врожайність соняшнику після нульового обробітку ґрунту. Збільшення кількості багаторічних бур'янів після тривалого використання призвело до 18% втрати врожаю цієї культури. Дещо менші втрати мали місце на варіанті мілкового обробітку ґрунту. На варіанті з технологією no-till урожай соняшнику знизився на 31% порівняно з оранкою.

Тому відмічена значна різниця в урожайності культур за технологією no-till порівняно з оранкою. Застосування дискового обробітку ґрунту виявило зниження врожайності соняшнику за технології no-till та оранки.

4.2 Енергоекономічна оцінка ефективності технологій обробітку ґрунту

Підвищення врожайності є лише одним з аспектів досягнення цілей продовольчої безпеки. Для досягнення стійкості сільськогосподарського виробництва та рекомендації того чи іншого агротехнічного заходу необхідна їх комплексна оцінка, де поряд з економічною ефективністю необхідно враховувати енергетичну та економічну складові технології вирощування.

Економія енергії, грошей і часу для виробника стає набагато важливішою причиною впровадження нульової технології, ніж відновлення конструкції і збереження родючості ґрунту.

Деякі зарубіжні вчені вважають зниження собівартості продукції за технологією no-till рушійною силою високих темпів її впровадження. Так, у Бразилії, США та Аргентині зазначена технологія використовується переважно для вирощування сої та кукурудзи [79].

Нині за результатами впровадження технології no-till рівень рентабельності вирощування зазначених культур підвищився на 3,6 % [78].

З економічної точки зору система No-till вирощування кукурудзи поступається традиційній системі підготовки ґрунту та посіву. Це пояснюється необхідністю підвищеної забур'яненості агроценозу кукурудзи, що потребує значних фінансових вкладень у технологію за рахунок збільшення кількості пестицидів, придбання дорогої посівної техніки [69].

На думку О. І. Цилюріка [65] суттєвим чинником, що перешкоджає реалізації потенціалу технологій no-till з точки зору економічної ефективності виробництва, є ціновий диспаритет між засобами захисту рослин, добривами, технікою та вартістю сільськогосподарської продукції. Прямо сівба кукурудзи та пшениці озимої забезпечила порівняно з контролем економію палива (14,4-40,6 л/га) і скорочення витрат праці на 1,0-2,1 люд-год/га. Протестують амортизаційні відрахування і додаткові витрати на гербіциди за нульового

заробітку. При цьому продаватися собівартість 1 т зерна та знижка орендної плати (на 2,0-11,0 %).

Найбільш рентабельною культурою за використання технології no-till виявилася пшениця озима.

В Італії прибуток для вирощування пшениці озимої за технологією no-till на 17% вищий, ніж за традиційною технологією [88]. В умовах Сходу України відмічається висока ефективність технології no-till для вирощування пшениці озимої, проте для розміщення її після чистої пари [22].

У дослідженні з вивчення технології обробітку обґрунтування у полі соняшника заходи обробітку обґрунтування за оранти включали в середньому 4-5 прийомів, виконуючи сівбу. Економія витрат часу з 2,4 люд-год/га, за використання поліцейського заробітку, на 0,7 люд-год/га після поверхневого заробітку у 4 рази після технології no-till. Заробітна плата, за виконання обробітку, обґрунтовано значно меншою мірою з іншими складовими частинами [9].

У дослідженні витрати палива на весь обробіток ґрунту, збиральні роботи не враховувалися. Після заміни поліцейського обробітку дискуванням вони зменшилися на 25 %, після технології no-till у 5 разів.

Скорочення витрат палива за технологію no-till сприяли економії кошти за рахунок поліцейського обробітку. За дискування економії коштів становила 265 грн/га, за технологією no-till – 2436 грн/га (табл. 4.2).

Використання дискового обробітку в дослідженні спонукало до зростання витрат на застосування гербіцидів для контролю забур'яненості посівів культури. Так, за поверхневого обробітку вони підвищилися разом з поліцейським заробітком на 262 грн/га, за технологією no-till, навпаки, витрати скоротилися на 451 грн/га, відповідно з оранкою.

Застосування мінімальних технологій зумовили суттєве скорочення витрат через поліцейський обробіток.

Таблиця 4.2

**Структура основних складових частин витрат на проведення технології
обробітку ґрунту в сівозміні**

Варіанти технологій обробітку ґрунту	Витрати та їх параметри							
	паливо на основний обробіток	вартість основного обробітку	паливо на всю технологію обробітку	вартість технології обробітку	вартість гербицидів,	вартість наймання, грн/га	витрати всього, грн/га	витрати до контролю, %
Оранка ПОН-3-35 на 20-22 см (контроль)	24	4079	42,4	6263	1907	1800	22054	100
Дискування АГ-2,1-20 на 10-12 см	10,1	1688	30,8	5998	2169	1800	18355	83,2
Технологія no-till	-	-	18,3	3827	1456	1800	12900	54,4

Такі витрати виявилися не надто значними порівняно з економією часу та палива. Застосування поверхневого обробітку сприяло економії 3699 грн/га, або 16,8%, технології no-till – 9154 грн/га, або 41,6% порівняно з оранкою.

Вартість насіння була однією з основних складових витрат, яка виявилася однаковою для всіх технологій обробітку ґрунту.

Розрахунки енерговитрат свідчать, що на ПММ матеріали мають значно меншу питому вагу в структурі загальних витрат. Під час контролю енерговитрати на всі заходи обробітку ґрунту становили 22,4%. При застосуванні поверхневої обробки ця складова зменшилася порівняно зі стеляжною обробкою на 5,1%, при технології no-till на 17,5%.

Рівень рентабельності при дисковому обробітку виявився вищим, порівняно з оранкою, на 20,4 %, чистий прибуток зріс на 289 грн/га, або на 1,4 %, а коефіцієнт енергоефективності знизився на 0,10 % (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Енергетична та економічна ефективність технологій обробітку ґрунту
за 2023-2024 рр.

Показник	Варіант технології обробітку ґрунту		
	Оранка ПОМ-3-35 (контроль)	Дискування АГ-2,1-20 на 10-12 см	Технології no-till
Вартість продукції, грн./га	42666	39256	42289
Витрати загальні, грн/га	22054	18355	12900
Умовно чистий прибуток, грн/га	20612	20901	29389
Рівень рентабельності, %	93,4	113,8	227,0
Вміст енергії в основній продукції, МДж/га	65060	59830	65800
Прямі витрати енергії в основній продукції, МДж/га	24130	23064	20652
Коефіцієнт енергетичної ефективності	2,69	2,59	3,1

Найефективнішою виділяється технологія No-till. При цьому варіанті відбулося суттєве зниження витрат, підвищення продуктивності, рівня рентабельності на 133,6 %, збільшення умовного чистого прибутку на 8777 грн/га порівняно з оранкою. Коефіцієнт енергоефективності за технологією no-till порівняно з контролем збільшився на 15,2 %.

ВИСНОВКИ

1. Застосування технології no-till та мінімального обробітку ґрунту призводить до збільшення щільності ґрунту від 3,1 до 8,7% порівняно з оранкою. Найбільш значне збільшення щільності спостерігалось в 20-30 см шарі ґрунту за мінімального обробітку.

2. Із заміною ґрунту шельфу на нульовий і мінімальний обробіток підвищився опір ґрунту. Твердість у шарі ґрунту 0-30 см після дискового обробітку відзначена вища за оранку на 5,5 кг/см², за нульового обробітку – на 8,2 кг/см².

3. Застосування технології no-till сприяло збільшенню вмісту агрономічно цінних агрегатів у посівному та орному шарах ґрунту на 25,7% та 16,5% відповідно порівняно з оранкою. За нульового обробітку найбільший вміст водотривких агрегатів виявлено у шарі 0-10 см на 28,8 %, у шарі 10-20 см на 50,0 % порівняно з оранкою.

4. За технології no-till чисельність дощових черв'яків на чорноземі типовому збільшується в 2,3 рази, при дискуванні в 1,7 рази порівняно з оранкою. Застосування традиційного обробітку ґрунту погіршує стан ґрунтової біоти, зменшується чисельність дощових черв'яків.

5. Найбільш сприятливий стан посівів забезпечувала оранка, а використання дискового обробітку ґрунту і, особливо, технології No-till призвело до значного збільшення кількості та маси бур'янів.

6. Найвищу врожайність насіння соняшнику отримано за полицевого варіанту обробітку – 2,8 т/га, технології No-till – 1,93 т/га та дискування – 2,26 т/га.

7. Застосування технології no-till сприяло зниженню загальних витрат на 45,6% порівняно з технологією на основі оранки. Рівень рентабельності за технології no-till порівняно з традиційною технологією зріс на 133,6%,

умовний чистий прибуток на 8777 грн/га. Коефіцієнт енергоефективності за технологією no-till порівняно з контролем збільшився на 15,2%.

8. Для розширеного відтворення родючості чорнозему типового глибокого малогумусного, а також економії матеріально-технічних та енергетичних витрат соняшнику на проведення основного обробітку ґрунту рекомендується замінити оранку без- технологія till - на початковому етапі (3 роки) відвести не менше третини ріллі за технологією no-till.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бегей С. С., Карасевич Н. В. Вплив основної обробки ґрунту на його щільність і вологість у посівах озимого жита на схилах Карпат. Передгірне і гірське землеробство і тваринництво. 2021. Випуск 70. (1). С. 34-48.
2. Безуглий М., Гаврилюк М., Адамчук В. Пошуки об'єктивної оцінки систем обробки ґрунтів в Україні. Аграрний тиждень. Україна. 2007. №39. URL: http://a7d.com.ua/501poshuk_obktivnaocnki_sistem.obrobitku_gruntu_v_ukran.html
3. Бейкер С. Д., Сейстон К. Е. Природа ризику в No-till. Посів за технологією No-till в рамках ґрунтозахисного землеробства: пер. з Англійська Дніпропетровськ, 2007. С. 33-47.
4. Бойко П. І., Бородан В. О., Коваленко Н. П. Екологічно збалансовані сівозміни – основа біологічного землеробства. Вісник аграрної науки. 2005. № 2. С. 9-13.
5. Борис Н.Є. Регулювання та оптимізація агрофізичних властивостей ґрунту. Пропозиція. 2019. № 11. URL: propozitsiya.com/ua/regulirovanie-i-optimizacia-agrofizicheskikh-svostv-pochvy.
6. Бородін А. Л. Агрофізичні властивості посівного шару ґрунту перед сівбою ярих культур. Агрохімія і ґрунтознавство. 2016. Випуск 85. С. 96-99.
7. Бутов В. М. Вплив режимів живлення та зрошення на врожайність і якість коренеплодів цукрових буряків південної зони України: автореф. дисертації ... кандидата с.-г. наук: 06.01.02. Херсон, 2006. 16 с.
8. Буц О. В., Філоненко С. В. Особливості технологій вирощування розсади цукрових буряків у виробничих підрозділах буряконасінницького господарства. Наукові напрями формування агротехнологій. Полтава, 2019. С. 21-27.

9. Вітвіцький В. В., Музика П. М., Кисляченко М. Ф. та ін. Норми живої та умовної праці на виробництво зернових культур. Київ: Укראгропромпродуктивність, 2010. 352 с.

10. Вожегова Р. А., Малярчук А. С., Котельников Д. І., Резніченко Н. Д. Забур'яненість озимої пшениці за мінімального та нульового систем основного обробітку ґрунту, удобрення та сидерації. Аграрні інновації. 2020. № 4. С. 5-9.

11. Вожегова Р., Гальченко Н., Котельников Д., Малярчук В. Енергоефективність технології вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях півдня України. Техніко-технологічні аспекти розробки та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2021. № 28. (47). С. 272-281.

12. Вожегова Р. А., Ісакова Г. М., Малярчук А. С., Котельников Д. І., Гальченко Н. М. Продуктивність кукурудзи за мінімального обробітку ґрунту та систем органо-мінерального удобрення на зрошенні півдня України. Аграрні інновації. 2021. № 5. С. 123-127.

13. Волох П. Найкращий шлях до мінімального обробітку ґрунту – екологічне землеробство. Техніка АП: наука і техніка. Юр. 2008. № 5. С. 5-9.

14. Гассен Д., Гассен Ф. Прямий посів – дорога в майбутнє. Дніпропетровськ: Корпорація «Агросоюз», 2004. 206 с.

15. Глушак Н.М., Щербак Н.Є. Обробіток ґрунту, перегній і збирання врожаю в південному Степу України. Ґрунтознавство 1984. № 8. С. 78-89.

16. Глущенко Л.Д., Хоменко Л.В., Дорощенко Ю.Л., Артеменко Л.В., Алейнікова Т.Л., Вакуленко В.М., Біланович О.Л. Вплив антропогенних і природних факторів на твердість ґрунтів, вологозатрату та продуктивність сільськогосподарських культур Полтавської області. Бюлетень РДАА. 2010. № 3. С. 35-38.

17. Гончар В.В., Космінський О.О., Лень О.І., Тоцький В.М. Вплив удобрення на продуктивність соняшнику та якість насіння. Бюлетень РДАА. 2022. № 2. С. 50-56.

18. Горбатенко А., Судак В., Чабан В., Кушик А., Безсусідня Ю. Посів по стерні: Пропозиція. 2019. № 9. propozitsiya.com/ua/sivba-po-sterni.

19. Гріффіт Д. Р., Монкріф Д. Ф., Екерт Д. Д. та інші. Реакція культури на системи обробітку ґрунту. Системи і методи раціонального землеустрою. Iowa Export-Import, 1998. С. 42-53.

20. Дегтярьов В.В. Гумус чорноземів Лісостепу і Степу. Харків.: Майдан, 2011. 360 с.

21. Демиденко О. В. Щільність структури опідзоленого чорнозему за різних систем удобрення та обробітку ґрунту. Вісник аграрної науки. 2021. № 6. С. 5-15.

22. Дудка О. А. Вплив систем землеробства та обробітку ґрунту на його загальну пористість при вирощуванні ярої пшениці в умовах Правобережного Лісостепу України. Таврійський науковий вісник. 2022. № 124. С. 40-46.

23. Єщенко В. О. Технологія No-till: її сьогодення та майбутнє. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2013. № 1/2. С. 4-9.

24. Заришняк А. С., Савчук К. А. Добрива – основний фактор підвищення продуктивності цукрових буряків. Цукрові буряки. 2005. № 4. С. 4-5.

25. Ільченко В. Ю., Пономаренко Н. О., Пономаренко Р. Г., Бутенко Б. М. Переваги та недоліки системи No-Till. Проектування виробництва та експлуатація сільськогосподарських машин. 2013. Випуск 43, Частина II, С. 101-108.

26. Кісіль В. І. Вплив добрив на якість продукції. Вісник аграрної науки. 1999. № 5. С. 12-15.

27. Косолап М. П., Кратінов О. П. Боротьба з бур'янами в системі No-till землеробства. Агробізнес сьогодні. 2011. № 3. agro-business.com.ua/ahramni-kulkury/item/108-Kontrol-burianiv-u-systemi-zemlerobstva-no-till.html.

28. Косолап М. П., Кротінов О. П. Система No-till землеробства: Навч. посібник. Київ: Логос, 2011. 352 с.

29. Кривенко А. І., Почколіна С. В. Продуктивність озимої пшениці за різних систем основного обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах з боковим паром. Аграрні інновації. 2021. № 5. С. 60–67.

30. Круть В. М., Танчик С. П. До питання застосування обробітку ґрунту під зернові культури. Національний вісник Національного аграрного університету. Київ, 2002. Вип. 47. С. 13-18.

31. Макаруч В. М. Продуктивність соняшнику за різних способів обробітку ґрунту в сівозміні зі зрошенням. зб. пр. науки зрошувального землеробства. 2011. Випуск 65. С. 94-98.

32. Малієнко А. М., Гаврилов С. О. Нульовий обробіток ґрунту – перспективи та шляхи його впровадження в Україні у світових загальних закономірностях розвитку агротехніки. Корми та кормовиробництво. 2014. Випуск 79. С. 9-15.

33. Малієнко А. М. Соціально-економічні передумови становлення агротехнологій у сільському господарстві України. Київ: УААН, 2001. С. 25-27.

34. Манівчук Ю . В. Екологічні системи сільськогосподарського виробництва в Карпатах. Ужгород: Закарпаття, 1996. 271 с.

35. Медведєв В.В., Лактіонова Т.Н., Донцова Л.В. Водні властивості ґрунтів України та вологозабезпеченість сільськогосподарських культур. Харків: Апостроф, 2011. 224 с.

36. Медведєв. В. В., Линдіна Т. Є. Ефективність нульового обробітку ґрунту гербіцидами Раундап і Харнес. Сільське господарство 2000. № 2. С. 32-33.

37. Медведєв В. В. Нульовий обробіток ґрунту в країнах Європи. Харків: ТОВ «Едем», 2010. 212 с.

38. Минкін М. В. Технологічний проект вирощування двох урожаїв олійних культур на рік на одній площі на зрошенні в умовах півдня України. Таврійський науковий вісник. 2021. № 119. С. 61-67.

39. Мірошніченко М.М., Носко Б.С., Гладких Є.Ю., Панасенко Є.В., Круподеря Ю.О., Арцих Р.С., Гинота Є.В. Агрохімічні методи адаптації сільськогосподарських культур до екстремальних погодно-кліматичних умов. Вісник аграрної науки. 2016. 3. С. 5-10.

40. Мусатов А.Г., Десятник Л.М., Пінчук З.В. Вплив вологозабезпеченості ценозів тритикале озимого на врожайність зерна за вирощування в північній підзоні Степу України. Наукові доповіді НАУ. 2008. Випуск 3 (10). С. 1-10.

41. Надточій П.П., Мислива Т.М., Вольвач Ф.В. Екологія ґрунту, монографія. Житоїр: ПП Рута, 2010, 473 с.

42. Петриченко В. Ф., Колісник С. І., Панасюк О. І та ін. Вплив нульового обробітку ґрунту на його фізичні властивості в умовах Правобережного Лісостепу України. Агробіологія. 2013. № 11. С. 183-187.

43. Полупан М. І., Соловей В. Б., Кисіль В. І. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України. К.: Колобіг, 2005. 303 с.

44. Полевий В. М., Фурманець М. Г., Сніжок О. В. Вплив обробітку ґрунту та побічної продукції на врожайність озимої пшениці в умовах Західного Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2023. № 3. С. 28-34.

45. Польовий В. М., Фурманець М. Г., Сніжок О. В., Колесник Т. М. Ефективність мінімізації обробітку ґрунту та використання побічної продукції під ярий ячмінь в умовах Західного Лісостепу. Вісник НУВГіП. 2023. Гл. 101. С. 223-224.

46. Примак І. Д., Купчик В. І., Колесник Т. В. Зміни агрохімічних показників чорнозему типового за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення в умовах Центрального Лісостепу України. Вісник Полтавської ДАГА. 2012. № 3. С. 26-31.

47. Примак І. Д., Панченко О. Б., Войтовик М. В., Левандовська С. М., Панченко І. А. Вплив систем обробітку ґрунту та удобрення на вміст у ґрунті доступних рослинам елементів живлення та продуктивність польової

сівозміни в умовах Правобережного Лісостепу України. Агробіологія. 2017. № 2. (135). С. 16-24.

48. Примак І. Д., Панченко О. Б., Войтовик М. В., Ображній С. В., Панченко І. А. Баланс гумусу в короткоротаційній сівозміні Правобережного Лісостепу України в залежності від системи удобрення чорнозему типового. Агробіологія. 2020. № 1. С. 151-159.

49. Сайко В. Ф. Сільське господарство на шляху до ринку. К.: Інститут сільського господарства АН УРСР, 1997. 48 с.

50. Слободян О. М. Зростання та формування продуктивності посівів та якості продукції зерно-бурякової сівозміни при застосуванні розрахункових норм добрив у південно-західній частині Лісостепу України : автореф. дисертація ... д-р С.-Мр. наук : спец. 06.01.04 р. «Агрохімія». Київ. 1995. 48 с.

51. Стратійчук Н.В., Корнієнко В.О. Оцінка сталого використання природних ресурсів на території Херсонської області. Таврійський науковий вісник. 2021. № 119. С. 272-280.

52. Танчик С.П., Миколенко Я. Ефективність боротьби з бур'янами в посівах кукурудзи за різних систем основного обробітку ґрунту в умовах Правобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської академії аграрних наук. 2016. № 4. С. 20-23.

53. Танчик С.П., Одарченко О.М. Вплив «нульового» та традиційного обробітку ґрунту на чисельність дощових черв'яків у посівах ярого ячменю Правобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської державної академії. 2016. № 3. С. 25-17.

54. Танчик С.П., Ямковий В.Ю. Вплив систем основного обробітку ґрунту на структурно-агрегатний стан зерна та продуктивність озимої пшениці. в лісостепу України. Наукові доповіді НУБіП України. 2009. 2 (14). URL: <http://www.nbup.gov.ua/e-journals/Nd/2009-2/09tspso.pdf>.

55. Тараненко О. В., Чайка Т. О., Тюпка Ю. М. Агроекономічна ефективність різних способів основного обробітку ґрунту на посівах кукурудзи. Бюлетень РДАА. 2019. № 4. С. 66-72.

56. Теорія і практика моніторингу охорони ґрунтів. Під ред. М. М. Мірошніченко. Харків: О. В. Бровін, 2016. 384 с.

57. Ткаченко М. А., Задубинна Є. В., Цюк О. А., Кондратюк І. М. Моніторинг забур'яненості посівів сої в короткоротаційній сівозміні. Вісник аграрної науки. 2022. № 7. С. 29-35.

58. Філоненко С. В., Тищенко М. В. Урожайність озимої пшениці в короткоротаційній міжрядній сівозміні залежно від удобрення та основного обробітку ґрунту. Бюлетень РДАА. 2020. № 3. С. 61-69.

59. Хаєцька О. П. Вплив складових організаційно-економічного механізму на ефективність виробництва цукрових буряків. Ефективна економіка. Вінниця, 2014. № 12. economy.nauka.com.ua/index.php/sveta4.2021.03.2014/pdf/12_2020/6?Op=1.z=3644.

60. Цвей Ю. П., Іваніна Р. В., Сенчук С. М. Вплив мінеральних добрив і попередників на водоспоживання та продуктивність озимої пшениці. Зернові культури. 2019. Вип. 3.2. С. 35–311.

61. Цвей Ю. П., Тищенко М. В., Герасименко Ю. П., Філоненко С. В., Ляшенко В. В. Обробіток ґрунту, удобрення та продуктивність цукрових буряків. Бюлетень РДАА. 2018. № 1. С. 42-47.

62. Центило Л. В., Цюк О. А. Динаміка твердості ґрунту змінюється залежно від його основного обробітку. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. № 1. С. 147-153.

63. Центило Л. В. Продуктивність сівозміни в залежності від удобрення та обробітку ґрунту. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2019. Випуск 3. С. 52-60.

64. Центило Л. В., Цюк О. А., Мельник В. І. Енергоефективність систем удобрення та обробітку ґрунту. Біоресурси та природокористування. 2019. № 3-4. Т. 11. С. 91-96.

65. Цілюрик О.І., Горбатенко А.І., Горобець А.Г. Ефективність нульового обробітку ґрунту та прямої сівби при вирощуванні зернових культур. Вісник Інституту сільського господарства степової зони НАН. 2013. № 5. С. 6-11.

66. Тюк О. А. Вплив систем землеробства на родючість чорнозему типового Лісостепу. Збалансоване природокористування. 2015. № 4. С. 15-21.

67. Цюк О. А., Центило Л. В., Мельник В. І. Структурно-агрегатний склад ґрунту залежно від основного обробітку та внесення добрив. Біоресурси та природокористування. 2018. Вип. 10, № 5-6. С. 139-145.

68. Чернелівська О. О., Сичук Л. В., Дзюбенко І. М., Наконечний В. С. Продуктивність цукрових буряків залежно від системи удобрення та обробітку ґрунту. Біоенергетика. 2019. № 1 (13). С. 24-27.

69. Шевченко М. С., Рибка В. С., Шевченко О. М. та ін. Оптимізація агротехнологічних та економічних аспектів застосування різних систем обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи на зерно в умовах Степу. Вісник Інституту зернового менеджменту. 2011. № 40. С. 3-10.

70. Шиманська Н.К. Вплив біологічного азоту на продуктивність сівозміни. Система землеробства в буряківництві. К.: Аграрна наука, 1997. С. 135–139.

71. Шувар І.А. Наукові основи підвищення продуктивності сівозміни та родючості ґрунтів у традиційному та біологічному землеробстві Західного Лісостепу України : автореф. дисертація ... д-р С.-Мр. наук спец 06.01.01. «Загальне землеробство». Київ, 2005. 37 с.

72. Юркевич Є. Ю., Валентюк Н. О., Албул С. І. Особливості формування структурно-агрегатного складу ґрунту під час обробітку кукурудзи за системи органічного землеробства в Придунайському Степу України. *Аграрні Інновації*. 2020. № 4. С. 79-86.

73. Azooz R. H., Lowery B., Daniel T. C. Tillage and residues management influence on corn growth. *Soil & Tillage Research*. 1955. № 33. P. 215-227.
74. Cannel R. Q., Hawes j. P. Trends in tillage practice in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. *Soil Tillage Research*. 1994. №30. P. 245-282.
75. Creamer N. G., Baldwin K. R. An evaluation of summer cover crops for use in vegetable production system in north Carolina. *Horticulture Science*. 2000. № 35. P. 600-603.
76. Ernst G., Emmerling C., Impact of five different tillage systems on soil organic carbon content and the density, biomass and community composition of earth - worms after a ten year period. *European journal soil biology*. 2009. Vol. 45. P. 247-251.
77. Giles J. F., Cattanach N.R. Effect of Soil compaction on crop response/ Sugar Research and Extension Report 1982. North Dakota State University, 1984. №.13. P. 119-125.
78. Godfray H. Cj. Gamett T. Food security and sustainable intensification. *Philosophical transactions of the Royal Society B: biological science*. 2014. Vol. 369, № 1639. P. 11-10.
79. Hebblethwaite j. F., Towery D. Worldwide trends in no-till farming - Competing with the competition. Proceeding Northwest Direct Seed Intensive Cropping Conference - Pasco, WA, USA, jan 7-8, 1998. P. 1-8.
80. Hussain I., Oslon K. R., Siemens J. C. Long-term tillage effects on physical properties of eroded soil. *Soil Science* 1998. Vol. 163 № 12. P. 970-981.
81. Kemper W. D., Nicholas N., Schneider N. N. and Sinclair T. R. No-till can increase earth worm populations and rooting depths. *Journal of Soil and Water Conservation*. 2011. 66 (1). P. 15-19.

82. Lal R., Mahboubi A. A., Fausey N. R. Long-term tillage and rotation effects on properties of a central Ohio soil. *Soil Science Society*. 1994. 58. P. 517-522.
83. Marris N., Miller P., Froud-Williams R. The adoption of a non-inversion tillage system in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment: a review. *Soil Tillage Research*. 2010. Vol. 108. P. 1-15.
84. Mehmeut Emin Bilgili, Yasemin Vurarak and Ali Aybek. Determination of Performance of No-till Seeder and Stubble Cutting Prototype. *Agriculture*. 2023. 13(2), 289.
85. No-till – шаг к идеальному земледелию / под ред. В. Батурина. Київ : Вид-во «Зерно», ЗАГ «Гроші та світ», 2007. 128 с.
86. No-till spring cereal cropping system reduces wind erosion susceptibility in wheat/fallow region of the Pacific Northwest. Thorne M. E., Young F. L., Pan W. L., et al. *Journal Soil and Water Conservation Society*. 2003. №58 (5). P. 250-257.
87. Photon F. E. Influence of time on soil response to No-Till practices. *Soil Science society*. 2000. V. 64. P. 700-710.
88. Satori L. Peruzzi A. The evolution of no-tillage in Italy: a review of the scientific literature. Concerted action AIR. 3-CT-1464, EC-Workshop-II, Silsoe, 15-17 May. 1994. PP. 49-57.
89. Simulating evolution of glyphosate resistance in *Lolium rigidum* II: past, present and future glyphosate use in Australian cropping. Neve P., Diggie A. j., Smith F. P. et al. *Weed Research*. 2003. №43. P. 418-427.
90. Soane B. D., Ball B. C., Arvidsson j., Basch G., Moreno F., Roger-Estrada. No-till in northern, western and south-western Europe: a review of problems and opportunities. *Soil Tillage Research*. 2012. Vol. 118. P. 66-87.
91. Van Capelle C., Schrader S., Brunotte j. Tillage - induced changes in the functional diversity of soil biota - review with a focus on Germandata. *European journal of Soil Biology*. 2012. №50. P. 165-181.