

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.02-МКР. 1807 «С» 2024.10.11. 015 ПЗ

ЛЯСКИ ВОЛОДИМИРА ІВАНОВИЧА

2024 р.

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

УДК 631.51:633.11«324»

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Декан
Агробіологічного факультету**

**Завідувач кафедри
землеробства та гербології**

_____ **Коваленко В.П.**
(Підпис) (Прізвище)

_____ **Танчик С.П.**
(Підпис) (Прізвище)

«__» _____ 2024р.

«__» _____ 2024р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«Оптимізація системи основного обробітку ґрунту за вирощування пшениці
озимої в умовах Черкаської області»**

Спеціальність 201 – «Агрономія»

Освітня програма Агрономія
(назва)

Гарант освітньої програми

доктор с.-г. наук, професор _____ **Каленська С.М.**
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доктор с.-г. наук, професор _____ **Танчик С. П.**
(науковий ступінь та вчене звання) (Підпис) (ПІБ)

Виконав

Ляска В.І.

КИЇВ – 2024

ЗМІСТ	
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	11
1. АГРОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	11
1.1 Біологічні вимоги до умов вирощування	13
1.1.1 Особливості температурного та світлового режиму для росту та розвитку озимої пшениці	16
1.1.2 Ґрунтові умови для вирощування озимої пшениці	17
1.1.3 Фенологічні фази розвитку пшениці озимої	18
1.2 Основні технології обробітку ґрунту для вирощування пшениці озимої	20
1.2.1 Традиційна система обробітку ґрунту	20
1.2.2 Мінімальний обробіток ґрунту(Verti-till , Strip-Till)	23
1.2.3 Нульовий обробіток ґрунту (No-till)	25
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
2.1 АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ	26
2.1.1 Загальна характеристика області	26
2.1.2 Кліматичні умови та їх вплив на вирощування озимої пшениці	26
2.1.3 Ґрунтово-екологічні особливості	31
2.1.4 Основні проблеми ерозії ґрунтів у регіоні	34
2.2 ВПЛИВ СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	38
2.2.1 Польові експериментальні дослідження	39
2.2.2 Вплив обробітку ґрунту на фізичні показники ґрунту	43
2.2.3 Оцінка врожайності залежно від типу обробітку	44
2.2.4 Економічна ефективність застосованих систем	45
Розділ 3. Методологія досліджень	47
3.1 Методика проведення досліджень	47
3.2 Оцінка результатів експериментів	52
3.3 Порівняння результатів за різних умов вирощування	56
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	60
4.1 Економічна ефективність	60
4.2 Аналіз ефективності систем обробітку ґрунту	63
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	71

РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи: Оптимізація системи основного обробітку ґрунту за вирощування пшениці озимої в умовах Черкаської області

Предмет дослідження: посіви пшениці озимої, основний обробіток ґрунту, мінімальний обробіток ґрунту, агротехнічні прийоми, агрофізіологічні показники ґрунту, врожайність.

Об'єкт досліджень: Системи основного обробітку ґрунту, їхній вплив на агрофізичні властивості ґрунту, врожайність озимої пшениці та економічну ефективність технології її вирощування в умовах Черкаської області.

Мета роботи:

Науково обґрунтувати та удосконалити систем основного обробітку ґрунту для підвищення врожайності пшениці озимої, та в подальшому покращити стан ґрунтів, що вплине на ефективність системи вирощування, в тому числі й економічну для пшениці озимої в умовах Черкаської області.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі **завдання:**

6. Провести аналіз агрокліматичних та ґрунтових умов Черкаської області, що є ключовим важилем для вирощування пшениці озимої.

7. Вивчити вплив різних систем основного обробітку ґрунту (традиційна, мінімальна та нульова системи) на врожайність пшениці озимої.

8. Проаналізувати агрофізичні властивості ґрунту залежно від використаних систем обробітку.

9. Провести економічну оцінку технологій вирощування озимої пшениці за різних систем обробітку.

10. Розробити науково обґрунтовані рекомендації щодо впровадження оптимальної системи обробітку ґрунту для підвищення врожайності пшениці озимої в Черкаській області.

Ключові слова: озима пшениця, обробіток ґрунту, врожайність, агрокліматичні умови, агрофізичні властивості ґрунту, нульовий обробіток, мінімальний обробіток, економічна ефективність, біота.

ВСТУП

Актуальність теми: Сільськогосподарське виробництво пшениці озимої залишається стратегічно важливим сектором аграрного комплексу України, що вимагає постійного вдосконалення технологій обробітку ґрунту для підвищення продуктивності та забезпечення стійкості ґрунтів до деградації. Черкаська область, яка є однією з ключових зон вирощування озимої пшениці, наділена високими потенціальними показниками врожайності завдяки родючим чорноземам. Однак, із впливом змін клімату та інтенсивною експлуатацією агроландшафтів виникає потреба у більш досконаліх системах обробітку ґрунту.

Неправильні методи обробітку ґрунту, зокрема надмірне використання глибокої оранки, значно впливають на деградацію його структури, втрата органічної речовини, підвищення ерозії та зниження врожайності. За даними Національного наукового центру "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського", в Україні через погіршення якості ґрунтів, спричинене застосуванням традиційних методів обробітку, врожайність може зменшуватися на 15-25%. Це залежить від погодних умов та рівня агротехнічних заходів, а в окремих випадках, наприклад, у Полтавській та Київській областях, втрати врожаю пшениці досягали 18-20%. Це відбувається через низький рівень збереження вологи в ґрунті та ущільнення його верхнього шару.

З іншого боку, мінімальні системи обробітку ґрунту, зокрема нульовий обробіток (No-Till), демонструють більшу екологічну стійкість. Вони сприяють збереженню ґрунтової вологи, покращенню аерації та зменшенню витрат на паливо. Проте ефективність впровадження цих методів залежить від конкретних агрокліматичних умов. Так, у центральних регіонах України, зокрема в Черкаській області, проведені агрономічні дослідження показали збільшення врожайності пшениці на 10-15% при застосуванні мінімального обробітку в порівнянні з традиційною оранкою. Це підтверджує ефективність мінімальних та нульових методів обробітку для підвищення родючості ґрунтів і забезпечення стабільних врожаїв.

Таким чином, оптимізація систем обробітку ґрунту з урахуванням місцевих особливостей є актуальним науково-практичним завданням. Впровадження науково обґрунтованих методів обробітку дозволить забезпечити стабільний ріст врожайності пшениці озимої в Черкаській області, зменшити витрати на ресурси та підвищити економічну ефективність аграрного виробництва.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами: Дослідження виконане в рамках науково-дослідних програм, присвячених удосконаленню технологій вирощування зернових культур, з акцентом на збереження родючості ґрунтів, запобіганню ерозійних процесів та адаптацію агротехнологій до змін клімату. Робота є складовою загальної стратегії підвищення ефективності виробництва пшениці озимої в умовах змінних агроекологічних умов.

Мета дослідження.

Метою даного дослідження є вивчення впливу різних систем обробітку ґрунту на врожайність озимої пшениці та оптимізація агротехнічних заходів для поліпшення економічної ефективності вирощування культури в умовах Черкаської області.

Завдання дослідження:

- Оцінити вплив традиційної, мінімальної та нульової систем обробітку ґрунту на фізико-хімічні властивості ґрунту.
- Визначити ефективність кожної системи обробітку з точки зору збереження вологи та зниження ерозійних процесів.
- Дослідити врожайність озимої пшениці залежно від використаних технологій.
- Провести економічну оцінку застосованих систем обробітку ґрунту та виявити найефективніший варіант для практичного впровадження в умовах

Методи досліджень:

Для досягнення поставлених завдань використано комплекс наукових методів, зокрема:

- *науковий аналіз* – вивчення теоретичних, методичних і методологічних основ, пов'язаних з плануванням проведення наукових досліджень;

- *морфологічний аналіз* – опрацювання вітчизняних і зарубіжних наукових публікацій щодо впливу різних систем основного обробітку на особливості розвитку пшениці озимої в період вегетації;
- *польові дослідження, спрямовані на визначення впливу систем обробітку ґрунту на врожайність пшениці озимої;*
- *лабораторні аналізи для визначення агрофізичних властивостей ґрунту;*
- *візуальний* – для здійснення фенологічних спостережень за процесами росту і розвитку рослин;
- *кількісний* – для визначення польової схожості та густоти рослин;
- *метод пробного снопа* – для встановлення елементів структури врожаю та індивідуальної продуктивності рослин;
- *ваговий* – для встановлення урожайності зерна;
- *Економічні розрахунки для визначення економічної доцільності різних систем обробітку ґрунту.*
- *Статистичний аналіз даних для виявлення залежностей між обробітком ґрунту, врожайністю та економічною ефективністю вирощування.*

Наукова новизна одержаних результатів.

В рамках дослідження детально проведено комплексне наукове обґрунтування впливу традиційних (глибока оранка), мінімальних (поверхневий обробіток) та нульових (No-till) систем обробітку ґрунту на агрофізичні та агрохімічні показники ґрунтів Черкаської області, зокрема їхню вологоутримувальну здатність, щільність, пористість, вміст органічної речовини та мікроелементів. Було проведено порівняльний аналіз ефективності цих систем в умовах регіону з урахуванням специфіки кліматичних змін, які характеризуються зменшенням кількості опадів і підвищенням температури, що значно впливає на водний баланс ґрунтів.

Дослідження продемонструвало, що традиційна система обробітку, незважаючи на її широке застосування, призводить до поступової деградації

грунтової структури, зниження вмісту гумусу та погіршення водопроникності, що негативно позначається на врожайності пшениці озимої. Водночас, мінімальні та нульові системи показали більш ефективні результати для підтримання здоров'я ґрунту. Найбільш інноваційною є адаптація системи No-till до місцевих агрокліматичних умов, яка дозволяє значно скоротити енергетичні витрати та запобігти розвитку ерозійних процесів. У ході досліджень встановлено, що No-till система дозволяє зберігати до 20% більше ґрунтової вологи в порівнянні з традиційною оранкою, що є критично важливим для регіонів з ризиком посухи. Це, в свою чергу, призвело до збільшення врожайності пшениці озимої на 5 ц/га.

На основі проведеного дослідження також було розроблено рекомендації щодо використання адаптованих систем обробітку для Черкаської області, що враховують як продуктивність, так і економічну ефективність. Це дозволяє фермерам застосовувати гнучкі підходи до вибору технологій обробітку, базуючись на актуальних потребах і викликах сучасного аграрного виробництва.

Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення отриманих результатів дослідження полягає в можливості підвищення ефективності вирощування озимої пшениці на підприємствах Черкаської області. Оптимізація систем обробітку ґрунту може призвести до збільшення врожайності, зменшення витрат на техніку та паливо, що позитивно відобразиться на економічних показниках господарств. Запровадження рекомендованих технологій сприятиме збереженню родючості ґрунтів та мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище.

Особистий внесок здобувача.

Особистий внесок здобувача полягає у проведенні самостійно наукових досліджень, які включає аналіз наукового матеріалу, розробку плану досліджень та виконання польових і теоретичних експериментів. Автор дослідив вплив різних систем обробітку ґрунту (традиційної, мінімальної, нульової та глибокого рихлення) на фізичні властивості ґрунту і врожайність озимої пшениці в Черкаській

області. Здобувач також виконав статистичний аналіз, узагальнення та інтерпретацію отриманих даних. Усі етапи дослідження, включаючи аналіз результатів та формулювання висновків щодо оптимізації систем обробітку ґрунту, виконані автором самостійно.

Особистий внесок здобувача. Магістерська робота є самостійним дослідженням автора. За темою роботи опрацьовано літературні джерела, визначено мету і завдання досліджень, проведено польові і лабораторні дослідження. Здійснено аналіз та узагальнення одержаних даних, формування висновків та пропозицій, апробації та впровадження результатів у виробництво, підготовка матеріалів до друку.

Структура та обсяг роботи.

Магістерська робота викладена на 73 сторінках комп'ютерного тексту, складається зі вступу, 4 розділів, один з яких є експериментальною частиною роботи, загальних висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних 76 літературних джерел. Магістерська робота ілюстрована 9 таблицями, 11 рисунками.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1. АГРОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Пшениця озима займає значну роль серед основних зернових культур України та є ключовою продовольчою рослиною. Хімічний склад зерна визначає якість хліба: у ньому міститься найбільша кількість білка серед зернових, що коливається від 13 до 15% залежно від сорту та умов вирощування. Зерно також багате на вуглеводи, включаючи до 70% крохмалю, вітаміни групи В, РР, Е, а також провітаміни А та D, і близько 2% мінеральних речовин.

Високоякісний хліб та хлібобулочні вироби виготовляються з борошна сильних сортів м'якої пшениці, де вміст клейковини перевищує 28%. Змішування борошна твердих сортів з борошном м'яких (25-30%) покращує його хлібопекарські властивості.

Виготовляються також вироби з борошна цінних сортів пшениці, де вміст сирій клейковини становить 23-28%. Хліб із такого борошна має хорошу якість, але не покращує характеристики борошна слабких сортів.

В Україні широко застосовується озима тверда пшениця, яка містить більше білка (16-18%) у порівнянні з м'якою, проте її клейковина є жорсткою, що робить її невідповідною для випікання хліба, який швидко черствіє. Тверді сорти важливі для макаронної промисловості, де виготовляють крупчасту та манну муку.

Пшениця є однією з найдавніших культур, що виникла в степових та напівпустельних регіонах Азії і потрапила в Європу близько 4000 років тому. В Україні площа посівів озимої пшениці становить близько 7 млн га, з яких близько 90% розташоване в степу та лісостепу, а 10% — на Поліссі та в Карпатах.

Згідно з показниками врожайності, озима пшениця є лідером серед хлібних злаків в Україні. У деяких областях врожайність досягає 47 центнерів з гектара, а за інтенсивної технології — 83 центнери і більше.

Озима пшениця потребує родючих ґрунтів і добрив, вона висівається після найкращих попередників: парів, багаторічних трав, зернобобових культур та льону. Посів здійснюється звичайним рядним або вузькорядним способом наприкінці літа чи на початку осені, щоб до завершення вегетаційного періоду рослини зміцніли,

але не переросли. Норма висіву варіюється від 3,5 до 5,5 мільйонів зернин на гектар залежно від регіону та сорту.[75]

Найпопулярніші сорти пшениці в Україні: Безоста – 1, Донська, Напівкарликова, Дніпровська – 846, Еритроспермум 127, Іллічівська, Істок, Киянка, Миронівська – 25, Миронівська – 808, Напівкарлик – 3, Обрій, Одеська – 51, Одеська напівкарликова, Охтирчанка, Поліська – 70, Південна Зоря, Щедра Полісся, Харківська – 11, а також тверді сорти — Корал Одеський, Парус та інші.[75]

Збільшення врожайності озимої пшениці після застосування добрив пояснюється тим, що поживні речовини в ґрунтах перебувають у важкорозчинній формі, а коренева система недостатньо активна.

При інтенсивному вирощуванні використовуються мінеральні добрива, а органічні вносять під попередники. Середня норма гною на чорноземах становить 20-25 т/га, на дерново-підзолистих — 30-35 т/га. Мінеральні добрива вносять у середніх нормах фосфорно-калійних (90-120 кг/га) під час основного обробітку.

Азотні добрива вносять у вегетаційний період: у фазі кушіння (30-90 кг/га), у фазі виходу в трубку (60-90 кг/га) та 30 кг/га на початку колосіння. Одночасно з посівом вносять фосфорні добрива (10-15 кг/га) на чорноземних ґрунтах, на бідних підзолистих — повне мінеральне добриво по 10-12 кг/га.[75]

Догляд за озимою пшеницею розпочинають восени. При 8-10 колоніях мишей на 1 га використовують аміачну воду або приманки з фосфідом цинку. У разі появи шкідників проводять обробку рослин спеціальними препаратами.

Під час перезимівлі пшеницю захищають від вимерзання, криги та інших несприятливих умов. Навесні оцінюють стан посівів після зимівлі. Рослини вважаються добре розвиненими за густоти 150-200 на 1 м, за ними проводять догляд та збирають урожай. Слаборозвинені посіви підсівають високоврожайними ярими культурами.

Збирання озимої пшениці починається у фазі воскової стиглості зерна з використанням одно- та двофазних методів. Двофазне збирання стартує за

вологості зерна 30-32%. Стебло зрізають на висоті 15-30 см залежно від сорту. Після скошування валки збирають комбайнами через кілька днів.[75]

Пряме комбайнування проводиться на чистих посівах у фазі повної стиглості за вологості зерна 16-18%. Комбайни налаштовують для мінімізації втрат зерна.

Після збору зерно очищають, за необхідності сушать до 14-15% вологості та використовують за призначенням.

1.1 Біологічні вимоги до умов вирощування

Озима пшениця, важлива зернова культура, має високі вимоги до агрокліматичних умов, що впливають на її ріст і розвиток. Для досягнення максимальної врожайності необхідно враховувати біологічні потреби рослини на різних етапах розвитку.

Вимоги до вологості ґрунту

Озима пшениця є вологолюбною культурою, особливо на ранніх стадіях росту. Оптимальний рівень вологості ґрунту для проростання насіння повинен становити не менше 65-70% польової вологоємності. Недостатня кількість вологи призводить до затримки розвитку кореневої системи, що негативно впливає на врожайність. Осінні опади особливо важливі для формування кореневої системи, а весняні — для пробудження від стану спокою.

Середньорічна кількість опадів у Черкаській області становить близько 550 мм, але їх нерівномірний розподіл може спричинити дефіцит вологи в критичний період розвитку озимої пшениці. Тому важливим елементом агротехніки для цієї культури є правильна система обробітку ґрунту, яка допоможе зберегти вологу.

Вимоги до температури

Температура є важливим фактором для росту озимої пшениці. Під час проростання озима пшениця потребує низьких температурних умов (від +5°C до +12°C). Після посіву, коли середньодобова температура опускається нижче +10°C, рослина починає активно розвиватися і проходить період кушіння та бутонізації до зими.

Холодостійкість озимої пшениці значною мірою визначається здатністю рослини накопичувати цукри у вузлах кущіння. Під час зимових морозів температура нижче -15°C може призвести до вимерзання рослин, особливо за відсутності снігового покриву. Весняне відновлення вегетації відбувається, коли середньодобова температура підвищується до $+5^{\circ}\text{C}$, а оптимальна температура для подальшого росту і розвитку становить від $+12^{\circ}\text{C}$ до $+18^{\circ}\text{C}$. [75]

Потреба у світлі

Фотосинтетична активність озимої пшениці залежить від тривалості світлового дня. На стадіях проростання та укорінення для нормального розвитку потрібно 10-12 годин сонячного світла. Врожайність є найвищою, коли оптимальне освітлення досягається під час фази наливу зерна, коли сонячний день довгий і фотосинтез активний.[32]

Умови освітлення також впливають на загартування рослини перед зимівлею. Коротший світловий день (менше 10 годин) підготує пшеницю до перезимівлі та накопичення цукрів у вузлах кущіння.

Оптимальні ґрунтові умови

Озима пшениця найкраще росте на ґрунтах з високим вмістом гумусу та добрими агрофізичними властивостями. Черкаська область відома своїми чорноземами, які мають високу родючість, гарну структуру та високу вологоутримуючу здатність, що робить їх ідеальними для вирощування пшениці.

Однак навіть на родючих чорноземах ущільнення ґрунту негативно впливає на розвиток коренів і зменшує проникність ґрунту для води та повітря. Мінімальний обробіток ґрунту або його відсутність може допомогти зберегти структуру ґрунту та зменшити ризик ущільнення ґрунту.

Етапи росту озимої пшениці

Озима пшениця проходить кілька важливих етапів розвитку, кожен з яких має свої вимоги до умов навколишнього середовища, які впливають на кінцевий урожай. Основними стадіями є проростання, кущіння, вихід у трубку, колосіння, налив зерна та дозрівання.

1. **Проростання:** після посіву насіння пшениці поглинає вологу з ґрунту, активуючи процес проростання. Корінці починають розвиватися, формуючи перші сходи. Для успішного проростання необхідна оптимальна температура від +5°C до +10°C та вологий ґрунт. Цей етап зазвичай триває близько 7-10 днів.

2. **Кущіння:** цей етап починається восени і триває до настання холодів. У цей час у рослини формується вторинна коренева система, що зміцнює її та забезпечує краще вбирання вологи та поживних речовин. Під час кущіння рослина закладає основу для кількості пагонів, які вплинуть на кількість колосків. Температури повинні залишатися на рівні +5°C до +10°C, а волога має бути достатньою для активного розвитку.

3. **Вихід у трубку:** навесні, після відновлення вегетації, рослини вступають у фазу виходу в трубку. Стебла починають активно рости, готуючись до формування колосу. У цей період важливі збалансовані умови вологи й живлення, оскільки це впливає на розвиток колосу.

4. **Колосіння і цвітіння:** колосіння — це фаза, коли рослина формує колос, що містить зерна. Під час цвітіння пшениця особливо потребує світла й вологи, оскільки це вирішальний момент для формування потенційного врожаю. Важливо уникати стресових факторів, таких як посуха чи шкідники, оскільки це може негативно вплинути на майбутню продуктивність.

5. **Налив зерна:** у цій фазі зерно заповнюється крохмалем і поживними речовинами. Якість і кількість зерна напряму залежать від температури і рівня вологості. Оптимальні умови в цей час забезпечують повноцінне наповнення зерна, що впливає на врожайність. Високі температури або нестача вологи можуть скоротити цей період і зменшити вагу зерна.

6. **Дозрівання:** на заключному етапі рослина завершує свій розвиток, і зерно досягає повної зрілості. Пшениця змінює колір на золотистий або жовтий, що свідчить про готовність до збору врожаю. У цей час вологість у зерні значно знижується, і воно готове до збирання.

1.1.1 Особливості температурного та світлового режиму для росту та розвитку пшениці озимої

Температура відіграє важливу роль у вирощуванні озимої пшениці. Незважаючи на те, що культура адаптується до різних температур, на кожному етапі розвитку потрібні певні оптимальні умови. Наприклад, нормальна температура під час проростання становить $+10^{\circ}\text{C}$, тоді як озима пшениця росте при температурі від $+1^{\circ}\text{C}$ до $+3^{\circ}\text{C}$. Це робить її готовою для осінньої посадки в прохолодному кліматі.

Після проростання озима пшениця переходить в період спокою при низьких температурах перед зимовими морозами. Час проростання важливий для отримання високих врожаїв і стійкості до несприятливих умов; оптимальною є температура від $+5^{\circ}\text{C}$ до $+15^{\circ}\text{C}$. Озима пшениця є зимостійкою і витримує екстремально низькі температури. Взимку вона впадає в стан спокою і може витримувати температуру до -20°C , а іноді навіть нижче.

З ростом температури та настанням весни озима пшениця починає активний ріст. Температура від $+15^{\circ}\text{C}$ до $+25^{\circ}\text{C}$ є оптимальною для подальшого розвитку, кущіння та посіву. Однак підвищення температури в цей період може негативно вплинути на виробництво пшениці, знижуючи як врожайність, так і якість. Серйозною проблемою є різке зниження температури в період цвітіння пшениці, що викликає стрес у рослин і знижує врожайність.[33]

Важливо також зазначити, що толерантність озимої пшениці до екстремальних температур залежить від сорту. Сучасні методи селекції дозволили вирощувати сорти, які адаптовані до різних кліматичних умов і можуть забезпечити стабільну врожайність навіть у регіонах з суворою зимою. Тому відповідний температурний режим під час фази вегетації є важливим для забезпечення оптимальної врожайності зерна.

Вплив світла на ріст і розвиток озимої пшениці

Світло є основним чинником, що дуже впливає на ріст і розвиток пшениці. Незважаючи на те, що озима пшениця не є надто чутливою до світла, інтенсивність та тривалість освітлення можуть суттєво впливати на врожайність цієї культури.

Процес фотосинтезу, котрий постачає рослинам енергію, залежить від обсягу сонячного світла, яке вони отримують. Отже, світло безпосередньо впливає на біосинтез, розвиток рослинної флори, утворення олітів та формування насіння.

Вимоги до освітлення

Світло не є критично важливим під час проростання насіння, але стає необхіднішим для росту і розвитку листя під час цвітіння. У цей період формуються основні репродуктивні органи пшениці, а тривалість світлового дня разом з інтенсивністю освітлення відіграють дуже важливу роль у процесі фотосинтезу.

Оскільки озима пшениця – це високоросла рослина, сонячне світло сприяє її розвитку. Восени, коли рослина починає засихати, інтенсивність світла може знижуватися, що є необхідним для успішного переживання зимових умов. На цьому етапі важливо, щоб рослини отримували достатньо світла для підготовки до зими, але так, щоб це не заважало їхньому виживанню в холоді.[25]

Вплив весняного світла

Навесні, з подовженням дня, інтенсивність світла безпосередньо впливає на ріст, проростання насіння та етап формування бульбоцибулин. У цей період рослинам потрібно більше світла для фотосинтезу, що позитивно впливає на здоровий врожай. Нестача світла може призвести до уповільнення зростання, зменшення кількості зерна на полі та загального зниження врожайності.

Оптимальні умови освітлення

Якісне освітлення особливо важливе для росту озимої пшениці навесні. Рослини мають бути розташовані так, щоб не затінюватися іншими культурами чи рослинами, а піддаватися впливу прямих сонячних променів. Таким чином, належне освітлення є важливим фактором, що впливає на формування врожаю якісної озимої пшениці.

1.1.2 Ґрунтові умови для вирощування озимої пшениці

Ґрунтові умови мають вирішальне значення для успішного вирощування озимої пшениці. Оптимальні характеристики ґрунту сприяють правильному розвитку кореневої системи, ефективному засвоєнню поживних речовин та підвищеній стійкості рослин до несприятливих кліматичних факторів. Родючі,

добре дреновані глинисті та піщані ґрунти, багаті на органічну речовину, з достатньою аерацією та вологою, є найкращими для цієї культури.

Однією з важливих характеристик є кислотність ґрунту (рН). Для озимої пшениці найбільш підходять слабокислі або нейтральні ґрунти з рН 6,0-7,5. У таких умовах рослини можуть ефективно засвоювати основні поживні речовини, такі як азот, фосфор і калій. Кислі ґрунти (рН нижче 5,5) обмежують розвиток коренів, знижуючи доступність важливих живильних елементів і сприяючи токсичності алюмінію та марганцю. Тому для кислих ґрунтів рекомендується застосування вапна для поліпшення їхніх властивостей.

Глибина верхнього шару ґрунту також має велике значення для розвитку кореневої системи пшениці. Глибокий обробіток ґрунту сприяє проникненню коренів на більшу глибину, що дозволяє рослинам краще засвоювати воду та поживні речовини, особливо в періоди посухи. Оптимальна глибина обробітку для озимої пшениці становить 20-25 см, що забезпечує достатній простір для розвитку кореневої системи і доступ до поживних елементів.

Структура ґрунту впливає на аерацію та управління водою. Пухкі, добре структуровані ґрунти забезпечують кращий доступ повітря до кореневої системи, що є важливим для підтримки мікробної активності та розкладання органічних матеріалів. Додатково, такі ґрунти мають добру водопроникність і запобігають затопленню, яке може призвести до захворювань коренів.

Озима пшениця є досить посухостійкою культурою, проте їй необхідна достатня волога, особливо під час сівби і формування колосу. Отже, збереження вологи в ґрунті є критичним аспектом технології вирощування. Для цього використовують різноманітні методи обробітку ґрунту, зокрема мульчування, скорочення кількості механічних операцій та застосування покривних культур.

1.1.3 Фенологічні фази розвитку пшениці озимої

Фенологічні стадії розвитку озимої пшениці становлять критично важливі етапи її життєвого циклу та визначають, коли і які агротехнічні заходи слід реалізувати для досягнення максимальної врожайності. Основні фенологічні фази

включають ключові етапи: проростання, вегетативний ріст, колосіння, формування колоса, налив зерна та дозрівання.[12]

Перший етап - проростання. Після висіву насіння озимої пшениці, за оптимальних умов вологості та тепла, воно починає проростати, утворюючи корені та бруньки. На цьому етапі важливо забезпечити достатню вологість ґрунту; в іншому випадку проростання може затримуватися або не відбутися зовсім. Фаза проростання завершується, коли на поверхні ґрунту з'являються перші листки.

Другий етап - є підготовка, під час якої рослина формує пагони біля основи. Ця стадія є надзвичайно важливою, оскільки кількість сформованих пагонів безпосередньо впливає на кількість продуктивних стебел, а отже, і на кількість колосків і зерен. У фазі бутонізації рослина активно розвиває кореневу систему, забезпечуючи себе поживними речовинами для подальшого росту.

Третій етап — стеблування, коли починає формуватися вертикальне стебло. У цей період відбувається формування вузлів стебла і починається диференціація генеративних органів, зокрема колосу. Оптимальні умови вологості та живлення в цей час надзвичайно важливі для утворення великих і добре розвинених колосків.

Четвертий етап — вихід у трубку, під час якого колос піднімається та розкривається. Цей етап характеризується інтенсивним ростом і активними фотосинтетичними процесами, які потребують достатньої кількості світла та вологи. Протягом цього періоду існує ризик пошкодження рослин шкідниками та хворобами, тому важливо застосовувати заходи для захисту врожаю.

П'ятий етап — етап наливу і дозрівання зерна, під час якого в зерні формуються і накопичуються поживні речовини. Тут можливе формування якості, ваги та кількості зерна. Тривалість цього періоду залежить від кліматичних умов: оптимальне дозрівання зерна забезпечується при помірних температурах і достатній волозі, тоді як їх нестача або надмірна спека можуть призвести до зниження врожайності та якості зерна.

Отже, фенологічні стадії розвитку озимої пшениці є вирішальними фазами, кожна з яких потребує певних умов для забезпечення оптимального розвитку

рослин. Розуміння цих етапів дозволяє фермерам своєчасно впроваджувати агротехнічні заходи та ефективно управляти культурою.

1.2 Основні технології обробітку ґрунту для вирощування пшениці озимої

Правильний вибір технології обробітку ґрунту є важливим фактором для досягнення високих врожаїв озимої пшениці. Основними завданнями обробітку є покращення фізичних властивостей ґрунту, створення оптимальних умов для розвитку кореневої системи рослин, боротьба з бур'янами, а також накопичення і збереження вологи в ґрунті.

Вибір технології обробітку ґрунту визначається низкою факторів, серед яких основними є кліматичні умови, тип і стан ґрунту, а також застосовувана агротехніка. Існує три основні технології обробітку ґрунту для вирощування озимої пшениці: традиційна оранка, мінімальний обробіток та нульовий обробіток (No-till). Кожна з цих систем має свої переваги та недоліки, тому вибір конкретної технології залежить від конкретних агрокліматичних умов і господарських завдань.

1.2.1 Традиційна система обробітку ґрунту

Обробіток ґрунту створює сприятливі умови для росту рослин, покращуючи його фізичні характеристики та оптимізуючи водний, тепловий, повітряний і поживний режими. Вибір технології обробітку ґрунту та механізації ґрунтообробних процесів залежить від забезпечення найкращої сумісності між можливостями машин і тракторних агрегатів та ґрунтово-кліматичними умовами, а також агрономічними вимогами. Механічний обробіток може призвести до порушення природної структури ґрунту, що інколи позитивно позначається на розвитку окремих культур.

Відсутність природної мульчі (підстилки, дерну) та розпушування ґрунту можуть збільшити сток води, посилити ерозійні процеси та сприяти їх розширенню. Механічна оранка руйнує ґрунтову екосистему, зменшуючи чисельність ґрунтових організмів, знищує тунелі дощових черв'яків і кореневі системи рослин, а також знижує здатність ґрунту до самовідновлення.

Інтенсивний вплив техніки часто призводить до переуцільнення ґрунту, що створює замкнене коло, яке потребує повторного обробітку. Також ущільнюється підорний горизонт, що веде до утворення орного шару. Інтенсивна оранка активізує мінералізацію органічних сполук ґрунту, що може спричинити втрату гумусу і знизити ефективність використання органічних речовин.

Обробіток ґрунту є енергозатратним процесом, що потребує значних витрат матеріалів та ресурсів. Комплексне поєднання технологічних заходів для знищення бур'янів і створення сприятливих умов для розвитку культур визначає систему обробітку, що включає основний, передпосівний та післяпосівний етапи.

Системи обробітку ґрунту залежать від технології вирощування культур, біологічних особливостей рослин, ґрунтово-кліматичних умов, ступеня еродованості ґрунту, рівня вологозабезпеченості та схильності до розвитку бур'янів.

Сучасні системи обробітку ґрунту включають традиційні методи (оранка, лущення стерні, зяблева оранка), мінімальні технології (ґрунтозахисний обробіток із застосуванням комбінованих агрегатів, що виконують кілька операцій за один прохід, та формують мульчуючий шар), а також нульовий обробіток, який передбачає прямий посів без обробки ґрунту.

Традиційна система обробітку ґрунту

Основним елементом цієї технології є полицева оранка. Під час цього процесу верхній шар ґрунту перевертається і розпушується, що дозволяє підрізати бур'яни, а також змішувати добрива та рештки рослин з ґрунтом. Для ефективнішого перевертання та обробки пожнивних решток плуг обладнаний скребком, який розташовується перед кожним стеблом. Цей скребок знімає верхній шар ґрунту товщиною 10-12 см і переносить його на дно канави.

Перевертання ґрунту дозволяє знищити післяжнивні залишки, насіння бур'янів, гній, а також знищує збудників хвороб і шкідників. Крім того, цей процес покращує фізичні властивості ґрунту шляхом перемішування родючого верхнього

шару з менш родючим підґрунтям, що сприяє біологічній активності верхнього шару ґрунту.

Розпушування та подрібнення ґрунту зменшує його частки, покращує їхнє змішування, збільшує пористість і знижує щільність ґрунту, що в свою чергу покращує водо- та повітропроникність, мікробіологічну активність і створює сприятливі умови для росту рослин. Перемішування дозволяє зробити верхній шар ґрунту більш однорідним, забезпечуючи рівномірний розподіл поживних речовин.

Прихильники оранки стверджують, що плуг є основним інструментом через три ключові переваги:

1. Створює чисту орну поверхню та сприятливі умови для насіння, освіжає ґрунт і заглиблює бур'яни.
2. Збагачує ґрунт органічними речовинами природним і недорогим способом.
3. Відновлює структуру ґрунту, забезпечуючи дренаж, аерацію та рівномірний розподіл мінеральних речовин.

Для оранки використовують **кінно-приводні**, напівкінні та причіпні плуги. Глибина обробітку залежить від ґрунтово-кліматичних умов та біологічних особливостей культури. Застосовують такі способи:

- Мілкий (до 14 см),
- Нормальний (14-24 см),
- Глибокий (25 см і вище),
- Плантажний (більше 40 см).

Плантажний обробіток зазвичай застосовують для закладання садів та фруктових насаджень. Глибина обробітку залежить від типу рослин: для коренеплодів (наприклад, буряк, морква) становить 30-32 см; для кукурудзи та соняшнику — 25-27 см; для зернових культур — 20-22 см.

Для підзолистих, солонцюватих і світло-сірих опідзолених ґрунтів неглибокий орний шар потребує поступового поглиблення з обов'язковим внесенням органічних і мінеральних добрив. Пошаровий обробіток забезпечує

гумус, знищує водолійні та однорічні злаки, а також зменшує кількість бур'янів на 30-60%.

Ефективно поєднує компост із сидератами, ретельно розпушує ґрунт та вирівнює поверхню обробітку, а також зменшує кількість операцій перед посівом просапних культур.

1.2.2 Мінімальний обробіток ґрунту(Verti-till , Strip-Till)

Мінімальний обробіток ґрунту стає все більш поширеним серед аграріїв завдяки його здатності зберігати вологу, зменшувати ерозію та покращувати структуру ґрунту. Основною метою мінімального обробітку є мінімізація впливу на ґрунт, що дозволяє зберегти його природні властивості, не руйнуючи його структуру та не створюючи сприятливих умов для ерозійних процесів. У сучасному аграрному виробництві два основних методи мінімального обробітку, які активно використовуються для підвищення врожайності та покращення ґрунтових умов, є Verti-till та Strip-till.

1. Суть мінімального обробітку ґрунту

Мінімальний обробіток ґрунту передбачає зменшення інтенсивності та кількості механічних дій, які виконуються на ґрунті. Це означає, що обробка здійснюється лише в тих зонах, де планується розміщення рослин, тоді як інші ділянки залишаються недоторканими. Такий підхід сприяє збереженню природної структури ґрунту, знижує ризики втрати вологи та ерозії, а також поліпшує умови для росту рослин завдяки збереженню корисних організмів і покращеній аерації.

Мінімальний обробіток ґрунту є особливо вигідним у зонах ризикованого землеробства або в умовах недостатнього зволоження, де варто зберігати кожен краплю вологи в ґрунті. Мінімізуючи втручання в ґрунт, ми зменшуємо ущільнення ґрунтового шару, підтримуємо мікробіологічну активність і підвищуємо ефективність використання поживних речовин.

2. Система Verti-till

Verti-till — це система вертикального обробітку ґрунту, яка полягає в розпушуванні ґрунту на глибину 20–30 см. Основна ідея цього методу — створення

вертикальних тріщин у ґрунті, що дозволяє воді та поживним речовинам проникати в глиб ґрунту, покращуючи живлення рослин та розвиток коренів.

Цей метод сприяє зменшенню ущільнення ґрунту, покращує дренаж та створює умови для інтенсивного розвитку кореневої системи. Вертикальні щілини в ґрунті дають змогу корінню рослин краще поглинати воду та поживні речовини, що є особливо важливим у умовах дефіциту вологи та важких ґрунтів з високим ступенем ущільнення.

Вертикальний обробіток також сприяє збільшенню органічної речовини в ґрунті, оскільки рослинні рештки залишаються на поверхні, зменшуючи ерозію та сприяючи активному розвитку ґрунтової біоти. Використання цього методу мінімального обробітку ґрунту дозволяє зменшити витрати на паливо та механічну обробку ґрунту, водночас підвищуючи врожайність сільськогосподарських культур за рахунок оптимізації водного та повітряного режиму ґрунту.

3. Система Strip-till

Система Strip-till — це ще один метод мінімального обробітку, при якому орють лише борозни, в які буде висіватися насіння. Ширина смуги зазвичай становить 15–20 см, а решта поверхні поля не обробляється. Цей метод зберігає природну структуру ґрунту на більшій частині поля, зменшуючи таким чином втрати води та зберігаючи ґрунтову біоту.

Strip-till поєднує в собі переваги як традиційного, так і нульового обробітку. Завдяки частковому обробітку ґрунту рослини можуть покращити умови свого росту, водночас як нульовий обробіток допомагає зберігати вологу та зменшувати ерозію. Крім того, цей метод зменшує кількість бур'янів, оскільки на необроблених ділянках бур'яни не мають сприятливих умов для росту.

Ще однією перевагою смугового обробітку є можливість внесення добрив під час обробітку, що дозволяє збагачувати ґрунт локально, не розбризкуючи добрива по всьому полю. Це підвищує ефективність використання добрив, зменшує їх втрати та сприяє підвищенню врожайності.

4. Переваги мінімального обробітку

Основними перевагами використання мінімального обробітку ґрунту є:

- Збереження вологи у ґрунті, що особливо важливо у посушливих регіонах.

- Зниження ризику ерозії ґрунту завдяки збереженню його структури.
- Покращення умов для розвитку кореневої системи та ґрунтової біоти.
- Зменшення витрат на механічний обробіток та паливо.
- Ефективне використання добрив через їх локальне внесення.

Таким чином, мінімальний обробіток ґрунту, зокрема системи Verti-till та Strip-till, є сучасними технологіями, які дозволяють зберігати та покращувати родючість ґрунту, мінімізуючи негативний вплив на нього. Ці методи є перспективними для використання у сучасному сільському господарстві, особливо в умовах змін клімату та зростаючої необхідності в сталому землеробстві.

1.2.3 Нульовий обробіток ґрунту (No-till)

Нульовий обробіток ґрунту — це технологія, при якій насіння висівається на території незайманої землі за допомогою спеціальної стерньової сівалки, без необхідності застосування традиційних методів землеробства, таких як оранка. Цей метод зберігає структуру ґрунту та зменшує його ерозію.

Застосування нульового обробітку ґрунту сприяє збереженню гумусу, який може зменшуватися через інтенсивний обробіток, надмірне використання просапних культур у сівозміні, надмірне зрошення та недостатнє використання органічних добрив. Зменшення вмісту гумусу негативно впливає на родючість ґрунту та екосистему.

Сільськогосподарський досвід показує, що традиційні методи обробітку ґрунту, включаючи глибоку оранку, не підтримують вміст гумусу на необхідному рівні. Для того, щоб зменшити втрати ґрунту через ерозію та знизити інтенсивність мінералізації біологічного гумусу, важливо впроваджувати екологічно стійкі та ґрунтозахисні методи господарювання.

Сучасні підходи до обробітку ґрунту, такі як використання органічних добрив, можуть сприяти природному процесу гуміфікації та підтримувати хороший баланс гумусу в сільському господарстві. В результаті можна підвищити продуктивність сільського господарства та зберегти природні ресурси.

РОЗДІЛ 2 УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 АГРОКЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

2.1.1 Загальна характеристика області

Черкаська область розташована на правобережжі України, в лісостеповій та степовій зоні, що забезпечує сприятливі умови для вирощування сільськогосподарської продукції. Площа області складає близько 209 000 км², що становить 3,5% території України. Більша частина території області займають родючі чорноземи різних підтипів, придатні для вирощування зернових, зокрема озимої пшениці.

Завдяки своєму географічному розташуванню Черкаська область розташована на межі між лісостепом і Поліссям, що спричиняє відмінності в кліматичних умовах, які впливають на врожайність сільськогосподарських культур. Область має помірно-континентальний клімат з теплим літом і прохолодною зимою, що забезпечує достатньо часу для дозрівання озимих культур.

2.1.2 Кліматичні умови та їх вплив на вирощування озимої пшениці

Агрокліматичні умови Черкащини сприяють вирощуванню озимої пшениці. Середньорічна температура в регіоні варіює від +8,0°C до +10,0°C, що забезпечує оптимальний тепловий режим для росту рослин протягом вегетаційного періоду, який триває близько 200-215 днів. М'яка зима, з середньою температурою січня -5,0°C, створює комфортні умови для перезимівлі озимої пшениці, знижуючи ризик втрат врожаю.

Кількість опадів у Черкащині становить 500-600 мм на рік, з основною частиною, що випадає влітку. Однак нерівномірний розподіл опадів протягом року ускладнює підтримання вологості ґрунту, особливо в критичні періоди розвитку рослин, що позначається на стабільності врожайності озимої пшениці.

Клімат регіону континентальний, з середньорічною температурою +7,9°C. Найхолодніший місяць — січень (середня температура -5,6°C), тоді як найтепліший — липень (+19,8°C). Максимальні температури можуть сягати

+37,9°C. Безморозний період триває 160-170 днів, що є достатнім для розвитку сільськогосподарських культур. Загальна сума температур вище 10°C коливається між 2650-2900°C, а вегетаційний період триває 200-208 днів.

Таким чином, багаторічні показники температурного режиму є сприятливими для росту і розвитку сільськогосподарських культур. Середньорічна сума опадів за багаторічними даними складає 500-510 мм, а за період з температурою вище +10°C – 280-325 мм. Хід основних метеорологічних показників упродовж вегетаційного періоду 2023 року наведено в таблицях 1. та 2.

Кількість атмосферних опадів і їх розподіл в період вегетації (мм) на господарстві ТОВ “Атлантик Фармз ІІ” за 2022-2023р.

Таблиця 1.

№ п/	Показники	2022 р.			2022-2023 рр.			2023 р.			2023 р.			Веgetаційний період
		Осінь			зима			весна			літо			
		9	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	
1	Сума опадів по декадах	37	0	10,5	10	34	5	12	2	18,5	7	12	0	148
		1,5	3	19	7	27	18	3	27	54,5	69	32	11	272
		0	15	17,5	2,5	5	26	18,5	8	57,5	31	9	0	190
2	За місяць, мм.	38,5	18	47	19,5	66	49	33,5	37	130,5	107	53	11	610
3	Багаторічна норма	41,3	34,7	34,1	32,2	23,9	22,5	22,7	35,7	55,3	60,2	65,5	55,3	483
4	Відхилення від норми	-2,8	-16,7	+12,9	-12,7	+42,1	+27,5	+10,8	+1,3	+75,2	+46,8	-12,5	-44	+127
5	К-ть днів з опадами	4	6	9	6	9	9	10	9	16	9	5	2	94
6	Середня вологість повітря, %	67	66	80	83	84	85	83	75	81	78	70	68	-
7	Середня багаторічна вологість повітря	72	80	89	86	89	88	88	74	69	68	67	69	-
9	Мінімальна вологість повітря	35	32	56	66	62	74	52	42	30	36	29	30	-
10	Максимальна величина снігового покриву, см	-	-	2	10	50	50	25	-	-	-	-	-	-
11	Максимум опадів за добу, мм	34	4,5	11	10	15	14	9	12	31	25,5	32	10	-
12	Дати з опадами більше 10 мм	6	-	20	1	7, 18	26	-	13,15	7,14,20, 27,29	13,22	18	12	-
	ГТК	0,7	0,8	-	-	-	-	-	1,0	2,7	1,8	0,8	0,17	-

Показники теплового режиму господарстві ТОВ “Атлантик Фармз ІІ” за 2022–2023 рр.

Таблиця 2

№ п/п	Показники	2022 р.			2022-2023рр.			2023 р.			2023 р.			За вегетаційний період
		осінь			зима			весна			літо			
		09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	
1	Середня температура по декадах	19.0	9,5	5,7	1,7	-10,0	0,9	4,9	11,3	14,8	16,2	20,6	22,5	9,76
		16.4	5,9	5,9	1,0	-4,0	1,9	2,7	13,8	13,9	19,2	23,5	19,2	9,95
		17.9	5,8	2,1	0,4	-5,7	2,9	4,3	11,9	17,2	23,9	21,4	20,4	10,61
2	Середня температура повітря	17.8	7,0	4,6	1,0	-6,8	1,9	3,9	12,2	15,4	19,8	21,3	20,7	10,0
3	Багаторічна норма	13.8	7.2	1.1	-3.4	-6.0	-5.6	-0,8	7.9	15,1	18.5	20.5	19.7	7,4
4	Відхилення від норми	+4.0	-0,2	+3,5	+4,4	-0,8	+7,5	+4,7	+4,3	+0,3	+1,3	+1,3	+1,0	+2,6
5	Абсолютний максимум	31	25	13	9	+4	+10	16	26	27	33	38	33	-
6	Число	2	5	22	23	28, 29	16, 23	31	18, 19	31	22, 27, 28	17, 15	1, 5, 23, 28, 29	-
7	К-ть жарких днів	9	-	-	-	-	-	-	-	1	14	20	19	63
8	Середня температура на поверхні ґрунту	20	7	5	2,7	-4,5	+1,7	3	12	15	23	27	23	-
9	Абсолютний максимум на поверхні ґрунту	52	32	14	9	+4	6	15	33	40	52	52	43	-
10	число	1, 2, 4	3	12	21	29	12, 16, 22, 23	31	30	26	26-28	2, 3, 15-18	7, 9	-

Вирощування сільськогосподарських культур проводили відповідно до технологій вирощування, рекомендованих для зони Лісостепу, Черкаської області.

**Середні багаторічні місячні суми ФАР на території Черкаської області,
МДж/м²**

Таблиця 3

Зона, область	Місяць							За період з температурами		За Рік
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	+5°C	+10°C	
Черкаська	223	297	319	320	371	191	114	1719	1467	2125

Середньорічне значення ФАР за вегетаційний період в зоні складає 1676 Мдж/м². Цієї кількості цілком достатньо для формування високого врожаю сільськогосподарських культур.

Середні місячні температури повітря в Черкаській області за 2023 рік

Таблиця 4

Рік	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII I	IX	X	XI	XII	I-XII
2023	0,8	2,5	6,5	9,9	12, 4	21, 7	21, 9	21, 4	18, 4	12, 5	3,8	-0,5	10,9

Сільськогосподарські рослини вирощували за технологіями вирощування, рекомендованими для лісостепової зони Черкаської області.

Середньорічна сумарна хмарність 6,4 бала, максимальна в грудні (8,2), мінімальна в серпні (4,8). Середня вологість коливається від 64% (травень) до 85% (листопад).

У теплу пору року майже щороку спостерігаються дні з атмосферними посухами малої та середньої інтенсивності. Отже, можна зробити висновок, що

умови зволоження зони відповідають потребам культурних рослин. Хоча в окремі роки може спостерігатися нестача вологи.

Від несприятливого клімату. явища - інтенсивні сильні дощі з грозами, град, посушливі періоди, посухи, піщані бурі влітку, крижана кірка, ожеледиця та ін.

2.1.3 Ґрунтово-екологічні особливості

Черкаська область вирізняється високою родючістю ґрунтів, зокрема чорноземів, які становлять понад 60% її території. Ці ґрунти, що багаті на гумус та поживні речовини, слугують основою сільськогосподарського виробництва регіону та забезпечують відмінні врожаї, зокрема озимої пшениці. Проте питання збереження родючості ґрунтів залишається важливим, оскільки їх піддають ерозії. Водна та вітрова ерозія здатні значно погіршити стан ґрунтів, що веде до зниження врожайності та якості земель.

Типові профілі чорноземів мають характерну структуру, в якій вміст гумусу поступово зменшується з глибиною. Ці ґрунти виділяються активною діяльністю ґрунтових організмів, зокрема в перехідних горизонтах. Глибокі чорноземи характеризуються значним розповсюдженням гумусу, що позитивно скасовує вплив на вологість та фізичні властивості ґрунту. Рухливість фосфатів у чорноземах з низьким вмістом гумусу знижується в порівнянні з ґрунтами, у яких вміст гумусу високий, що залежить від насиченості ґрунту основами.

Для збереження продуктивності чорноземів у Черкаському регіоні важливо впроваджувати ефективні агрономічні практики, які мінімізують ризики ерозії, покращують структуру ґрунту та підтримують тривалу продуктивність. Осушені чорноземи мають низький вміст гумусу (0,5-1,0%), обумовлений наявністю горизонту НР, вилуженими карбонатами та вираженою структурою з призматичними шарами.

Сильно вилужені чорноземи зазвичай зустрічаються на нижчих висотах, наприклад, в нижніх частинах схилів і западин. Їх стійкість до деградації визначається агротехнічними, меліоративними та протиерозійними заходами.

Деградаційні процеси чорноземів також суттєво підлягають впливу масштабного зрошуваного землеробства, відсутності дотримання сівозмін, зменшення посівів багаторічних культур та недостатнього внесення органічних добрив.

Типові чорноземи формуються під пасовищною та лучною рослинністю в помірно вологих кліматичних умовах, супроводжуючись накопиченням рослинних решток при повільній мінералізації. Вміст гумусу в горизонті може досягати 4-8%.

Ці чорноземи є поширеними в Черкаській області, за винятком південно-сходу та південно-заходу, і вважаються найбільш родючими ґрунтами регіону, з показником ґрунтового індексу 65-100 балів. Вони багаті на азот, фосфор і калій, не містять шкідливих для рослин солей і мають оптимальний рівень ґрунтових вод. Основні характеристики типових чорноземів включають:

1. Майже чорний гумусовий шар товщиною 45-150 см;
2. Поритий кротоми алев'яльно-карбонатний перехідний шар з масивною або призматичною структурою, колір якого з глибиною стає світлішим (товщина 40-80 см);
3. Блідо-жовта карбонатна порода.

Характеристика провідних ґрунтових відмін у господарстві

Таблиця 5

Тип ґрунту	Площа	Механічний склад	Ємкість вбирання, мг екв/100г	Ступінь насичення основами	рН сольової витяжки	Глибина перегнійного горизонту	Глибина орного шару	Вміст гумусу, см	Валовий вміст %			Вміст рухомих форм, мг/100г		
									N	P	K	P ₂ O ₅	Легко гідролізний азот	K ₂ O
Чорнозем типовий	2500	Малогумусний	36,2	95,9	6,8-7,1	40	20	2,58-3,08	0,21-0,27	0,10	0,08-0,10	9,0		12 мг на 100 г

У складі обмінних катіонів кальцій становить 78-90%. Реакція ґрунтового розчину чорноземів типових переважно нейтральна, глибоко-карбонатних – слабокисла. Вміст гумусу коливається від 2,5 до 8%, іноді більше. Серед чорноземів типових нашого краю за механічним (гранулометричним) складом переважають важкосуглинкові види. Для підвищення їхньої родючості вносять органічні і мінеральні добрива, здійснюють заходи щодо захисту від ерозії.

2.1.4 Основні проблеми ерозії ґрунтів у регіоні

З розвитком суспільства кожного року спостерігається зростання викидів шкідливих речовин, що забруднюють ґрунти, роблячи їх невідповідними для сільського господарства [31]. Захист ґрунтів від забруднення важкими металами є майже неможливим, оскільки антропогенний вплив зазнала вся планета [32]. Приблизно третина світових ґрунтів страждає від помірної або істотної деградації внаслідок надмірного використання хімічних речовин, солонцю та ерозії. Важкі метали, потрапляючи в ґрунт, постійно перебувають у зміні форм хімічних сполук: частина з них зазнає гідролізу, інші ж формують важкорозчинні сполуки [33]. В Україні, окрім чорноземів, існують й інші типи ґрунтів (сірі лісові, дерново-підзолисті, піщані тощо), очищення яких від забруднення відбувається ще повільніше. Отже, навіть незначна кількість важких металів та агрохімікатів може призвести до небезпечного забруднення сільськогосподарської продукції [34].

У сільському господарстві пестициди та агрохімікати використовуються для боротьби з шкідниками, підвищення стійкості та врожайності культур. Вони також широко застосовуються в лісовому господарстві, парках та скверах. Ці речовини здатні накопичуватись у рослинах, потрапляючи в організми людей і тварин [35]. Надмірні дози пестицидів в організмі людини можуть викликати ускладнення дихання, ураження центральної нервової системи, сильні головні болі, проблеми з шлунком, підвищення температури, а в деяких випадках — кому або смерть. Постійний вплив малих доз пестицидів на організм може супроводжуватись різким зниженням маси тіла, порушенням слуху, розвитком

катаракти та алергічних реакцій. Всі без винятку пестициди, при детальному вивченні, демонструють мутагенні або інші негативні впливи на живу природу і людину. Приблизно 90% фунгіцидів, 60% гербіцидів та 30% інсектицидів є канцерогенними, що свідчить про їх високу токсичність для довкілля і людей. Таке забруднення призводить до зниження врожайності, що підкреслює необхідність постійного моніторингу стану сільськогосподарських ґрунтів [36].

Основна небезпека отруєння важкими металами найбільше загрожує сільськогосподарським тваринам, які споживають рослинні частини, що можуть бути забруднені як аеральним, так і ґрунтовим шляхом. Солома, сіно та бадилля рослин безпосередньо пов'язане з живленням мікроелементами з ґрунтового розчину і практично не захищене біологічним бар'єром, яким є флоєма, що оберігає генеративні органи від потрапляння забруднювачів з транспіраційним потоком. Генеративні органи рослин, відповідальні за виживання виду, захищені більш надійно, але також часто зазнають відносно слабкого забруднення [37].

В їжу людині потрапляють, переважно, ці частини рослин, тому гострі отруєння важкими металами через споживання рослинної їжі є практично виключеними. Проте існує ймовірність хронічного забруднення харчових продуктів металами, які можуть мати негативну кумулятивну дію на організм [38]. Основними джерелами забруднення ґрунту в Черкаській області є відходи тваринницьких ферм і надмірне використання агрохімікатів. Наприклад, у селі Дмитрушки, площею 5911 км², розташовані кілька великих підприємств, що є основними забруднювачами ґрунту:

1. Приватне акціонерне товариство «Уманське племпідприємство», що займається розведенням великої рогатої худоби.

2. Колективне підприємство «Уманське міжгосподарське підприємство з виробництва комбікормів», яке спеціалізується на виробництві кормів для тварин.

3. ТОВ «Вітанко», що вирощує зернові культури.

4. ПП «Дмитрушки», яке вирощує с/г культури (зернові, бобові та насіння олійних культур). Таким чином, для моніторингу стану ґрунту в даній місцевості

необхідно регулярно проводити дослідження його екологічного стану, зокрема визначати наявність важких металів, які мають найбільший вплив на організми людини, тварин та рослин. Згідно з даними останніх досліджень, сільськогосподарські культури можуть витримувати певний рівень важких металів, але забруднення верхніх шарів ґрунту призводить до пригнічення та загибелі рослин. Національний центр Інституту ґрунтознавства і агрохімії повідомляє, що близько 20% ґрунтів України забруднені важкими металами [39]. Найчастіше ґрунти забруднюються органічними речовинами, пестицидами, фармацевтичними препаратами, відпрацьованими газами тракторів, мастилами. Забруднення ґрунтів, в першу чергу, впливає на їжу та воду, яку ми споживаємо, а також на вміст поживних речовин у рослинах, які зростають на таких ґрунтах [40,41,42]. Поширення забруднення з осередку по території залежить від багатьох факторів, таких як напрям вітру, погодні умови та рельєф. На розподіл важких металів у ґрунті впливають такі чинники: гранулометричний склад, оксиди і гідроксиди, реакція середовища, окислювально-відновний потенціал, карбонати, органічна речовина ґрунту, використання добрив, ґрунтова біота, міграція за профілем ґрунту та характеристики конкретних металів [43,44,45]. Забруднення ґрунту важкими металами зазвичай концентрується в радіусі 10-15 км від джерела, але за сприятливих умов токсичні речовини можуть розповсюджуватись на значні відстані, якщо потраплять у верхні шари атмосфери [46]. Шляхи надходження важких металів у ґрунти включають: промислові підприємства (солі миш'яку, ртуті, свинцю, кадмію, берилію), транспортні системи (тетраетилсвинець), комунально-побутові підприємства (сміття, залишки після ремонтних робіт, виведена з експлуатації побутова техніка), сільськогосподарські об'єкти (деякі добрива, отрутохімікати, що містять ртуть та інші важкі метали, пестициди). (рис.1)

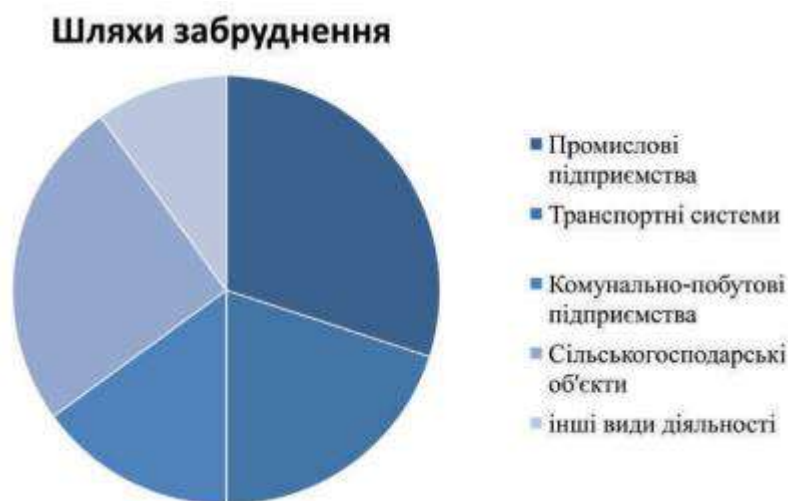


Рис.1. Шляхи забруднення ґрунтів важкими металами

Дослідження ґрунтів в Україні розпочалися в 1960-х роках, коли перші обстеження проводилися з інтервалом 3-5 років на всіх сільськогосподарських землях. В сучасний час моніторинг ґрунтів сільськогосподарського призначення здійснюється Національними науково-дослідними інститутами Міністерства аграрної політики, Міністерства екології та природних ресурсів України, а також Українською академією аграрних наук.

В українському законодавстві визначені гранично допустимі рівні вмісту хімічних елементів, включаючи важкі метали. Екологічна оцінка ґрунтів ґрунтується на ряді показників, таких як товщина гумусового шару, вміст макроелементів (азоту, фосфору, калію), рівень залягання та мінералізація ґрунтових вод, біологічна родючість, стійкість до забруднення, а також забруднення важкими металами, радіонуклідами, пестицидами й добривами.

Необхідність проведення екологічної оцінки ґрунтів обумовлена зростанням кількості територій, що стали непридатними для сільськогосподарського виробництва, що виникає внаслідок збільшення чисельності населення планети та відповідного підвищення попиту на харчові продукти.

2.2 ВПЛИВ СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Обробка ґрунту є ключовим фактором, що впливає на врожайність озимої пшениці, оскільки вона формує умови, необхідні для росту та розвитку рослин. Коректний вибір технології обробітку може значно підвищити як кількість, так і якість зібраної продукції. Основними чинниками, що впливають на врожайність озимої пшениці в залежності від системи обробітку ґрунту, є:

1. Структура ґрунту

- **Глибина обробки:** Глибокий обробіток покращує структуру ґрунту та забезпечує кореневій системі доступ до води і повітря, що позитивно відбивається на рості рослин.

- **Аерація:** Правильний обробіток сприяє кращій аерації ґрунту, що стимулює розвиток кореневої системи та загальне здоров'я рослин. Погана аерація може призводити до загнивання коренів і зниження врожайності.

2. Управління водними ресурсами

- **Збереження вологи:** Нульовий та мінімальний обробіток ґрунту сприяють збереженню вологи, що є критично важливим для озимої пшениці в умовах посухи.

- **Регулювання водних систем:** Глибокий обробіток може призводити до прискорення випаровування води. У той же час, залишення пожнивних решток на поверхні ґрунту та мінімальний або нульовий обробіток допомагають зберігати вологу.

3. Боротьба з бур'янами

- **Ефективність управління:** При традиційному обробітку ґрунту контролювання бур'янів здійснюється шляхом глибокої оранки, але мінімальний обробіток може бути також результативним при застосуванні агротехнічних заходів.

- **Конкуренція за ресурси:** Бур'яни здатні знижувати врожайність пшениці, вилучаючи з ґрунту воду та поживні речовини. Системи землеробства, що контролюють бур'яни, можуть позитивно позначитися на врожайності.

4. **Мінеральне живлення**

- **Внесення добрив:** Системи вирощування, що використовують органічні та мінеральні добрива, здатні підвищити родючість ґрунту та забезпечити рослини необхідними елементами.

- **Водорозчинні добрива:** Моніторинг доступності поживних речовин у системах без обробітку є важливим, оскільки структура ґрунту може впливати на розчинність цих елементів у воді.

5. **Системи сівозміни**

- **Попередники:** Системи обробітку ґрунту повинні враховувати попередні культури, які впливають на структуру та родючість ґрунту. Високоякісні попередники, такі як бобові, підвищують вміст азоту в ґрунті та позитивно впливають на озиму пшеницю.

- **Пожнивні рештки:** Рештки попередніх культур можуть підвищувати вміст органічної речовини в ґрунті і сприяти збільшенню врожайності.

6. **Вплив на біологічну активність ґрунту**

- **Мікробіологічні процеси:** Системи вирощування, які зберігають поживні рештки, підвищують мікробіологічну активність у ґрунті, що покращує доступ рослин до поживних речовин.

- **Здоров'я рослин:** Правильні агропрактики знижують ризик виникнення хвороб і шкідників, що позитивно впливає на врожайність.

2.2.1 Польові експериментальні дослідження

Дослідження проводилося на сорті озимої пшениці Сорріал. Експериментальні ділянки мали площу 1,5 га, і дослідження виконувалося з метою оцінки ефективності різних систем обробітку ґрунту для оптимізації врожайності та якості пшениці. Для досліду було відібрано чотири експериментальні методи обробітку ґрунту, що мали забезпечити різні умови для розвитку рослин. .



СОРРІАЛ

ПШЕНИЦЯ М'ЯКА, ОЗИМА

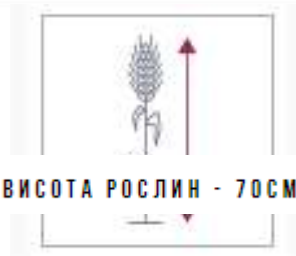


Рис 2.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ

СТИГЛІСТЬ	Середньоранній
КЛАС ЯКОСТІ	A
РІЗНОВИД	Лютесценс (безоста)
КОЛОСІННЯ	Середньораннє
ВИСОТА	Низькорослий

ЗОНИ ВИРОЩУВАННЯ	Лісостеп, Полісся
------------------	-------------------



ПЕРЕВАГИ

- Збереження оптимальної густоти після перезимівлі завдяки високому рівню зимостійкості
- Стабільно високий результат урожайності через пристосованість до різних ґрунтово-кліматичних умов
- Ефективне використання весняної вологи завдяки швидким темпам росту в період відновлення вегетації

АГРО ХАРАКТЕРИСТИКИ



Рис 3.

Сорт озимої пшениці Corrial був зареєстрований у 2019 році і виробляється компанією Caussade Semences. Цей сорт характеризується середньораннім строком дозрівання і є безостим. Він має низькорослу форму та високу стійкість до різних хвороб, зокрема фузаріозна плямистість

Основні переваги сорту Corrial включають:

- Високі хлібопекарські якості: зерно цього сорту відрізняється високим вмістом протеїнів, що робить його придатним для виробництва якісного борошна.
- Стійкість до несприятливих умов: сорт має хорошу холодостійкість (9 балів), що робить його особливо придатним для регіонів із холодними зимами. Він також стійкий до вилягання (8 балів) та інших захворювань, таких як жовта та бура іржа.

Оптимальні строки посіву для Corrial - вересень-жовтень, з нормою висіву 4-5 млн схожих насінин на гектар. Для досягнення високих врожаїв рекомендується використовувати азотні добрива навесні.

Технології обробітку ґрунту

Verti-till

Цей метод під час проведення досліду передбачав вертикальне розпушування ґрунту на глибину приблизно 25 см., спрямований на покращення проникності ґрунту для води та повітря, що сприяло розвитку кореневої системи та зменшенню ущільнення. Цей метод дозволив ефективніше використовувати вологу та створювати більш сприятливі умови для озимої пшениці в умовах недостатнього зволоження.

Глибоке рихлення

Виконувалося на глибину 30-35 см з метою зниження ущільнення ґрунту та покращення аерації. Це забезпечувало краще поглинання вологи в глибші шари та покращувало розвиток кореневої системи. Така система ефективна в умовах важких ґрунтів, де необхідне покращення структури без повного обороту пласта.

Оранка

Класичний метод із глибиною обробітку до 25 см, який полягав у перевероті ґрунту з одночасним змішуванням рослинних решток з ґрунтом. Такий обробіток сприяє активному розкладанню органіки, покращенню структури ґрунту і забезпечує знищення бур'янів. Оранка є традиційним методом обробітку для забезпечення рівномірного розподілу органічних речовин по всій глибині орного шару.

No-Till

Метод нульового обробітку ґрунту, при якому насіння висівалося без попередньої механічної обробки. Це зберегло структуру ґрунту, зменшило ерозію та втрати вологи. Даний метод підходить для регіонів із недостатнім зволоженням та є одним із сучасних підходів до сталого землеробства.

Кожен із методів мав на меті створити унікальні умови для розвитку пшениці Сорріал та оцінити їх вплив на врожайність і якість зерна в умовах Черкаської області.

Кліматичні умови дослідження

Дослідження проводилося у вегетаційний період 2022-2023 років, який тривав від осені 2022 року до літа 2023 року. Погодні умови цього періоду суттєво вплинули на ріст і розвиток рослин:

- Температура повітря: середня температура повітря за весь вегетаційний період склала 10,0°C, що на +2,6°C перевищувало багаторічну норму. Максимальна температура досягала 33°C влітку, тоді як мінімальна становила -10°C взимку.
- Кількість опадів: загальна кількість опадів за вегетаційний період склала 610 мм, що перевищувало багаторічну норму на 127 мм. Найбільша кількість опадів випала у травні (130,5 мм) та червні (107 мм), що сприяло інтенсивному росту рослин.
- Вологість повітря: середня відносна вологість повітря у вегетаційний період коливалася від 68% у липні до 85% у зимові місяці.

- Тип ґрунту: експериментальні ділянки належали до чорноземів звичайних, які відзначаються високим вмістом органічної речовини та значним рівнем родючості, що є сприятливим фактором для вирощування озимої пшениці.

2.2.2 Вплив обробітку ґрунту на фізичні показники ґрунту

На основі польових досліджень було встановлено, що різні етапи обробітку ґрунту суттєво вплинули на його фізичні характеристики, такі як щільність, аерація, вологозабезпечення та структура.

1. **Подрібнення рослинних решток** сприяло рівномірному розподілу органічної маси на поверхні ґрунту, що покращувало водопроникність і аерацію. Завдяки швидкому розкладанню подрібнених решток, збільшувалася кількість гумусу, що позитивно позначалося на структурі ґрунту.

2. **Дискування у два сліди** сприяло формуванню дрібнозему, що покращувало капілярні властивості ґрунту. Крім того, ця операція зменшувала щільність верхнього шару ґрунту, створюючи сприятливі умови для росту кореневої системи.

3. **Внесення біодеструктора** посилило мікробіологічну активність ґрунту, що прискорювало розкладання органічних речовин. У результаті покращувалися водо- і повітропроникність, знижувалася щільність ґрунту і підвищувалася його пористість, що сприяло розвитку кореневої системи озимої пшениці.

4. **Глибоке розпушування (чизелювання)** допомогло зменшити ущільнення нижніх шарів ґрунту, покращуючи дренажні властивості та запобігаючи застою води. Це також знизило ризик ерозії та забезпечило рівномірний розвиток кореневої системи на глибину.

5. **Культивація та передпосівна культивация** забезпечили додаткове вирівнювання ґрунту та формування дрібної поверхневої структури, що поліпшило контакт насіння з ґрунтом та сприяло кращому вологозабезпеченню на початкових етапах росту рослин.

Ці агротехнічні операції комплексно вплинули на фізичні властивості ґрунту, створюючи сприятливі умови для проростання і розвитку озимої пшениці.

2.2.3 Оцінка врожайності залежно від типу обробітку

Оцінка врожайності озимої пшениці сорту Сорріал проводилася шляхом порівняння чотирьох різних методів обробітку ґрунту: Verti-Till, глибоке рихлення, оранка та No-Till. Для кожного методу дослідження виконувалося в однакових агрокліматичних умовах на експериментальному полі площею 1,5 га, щоб забезпечити об'єктивність і репрезентативність отриманих результатів.

Процес оцінки врожайності включав наступні етапи:

1. **Вибір ділянки та підготовка:** Для кожного методу обробітку було виділено окремі ділянки з однаковими характеристиками ґрунту і кліматичними умовами. Підготовка ґрунту перед посівом забезпечила однорідність умов для росту рослин.

2. **Посів:** На всіх ділянках проводився посів насіння озимої пшениці сорту Сорріал відповідно до рекомендованих норм, щоб забезпечити рівномірне розміщення рослин.

3. **Моніторинг росту:** Впродовж вегетаційного періоду проводився регулярний моніторинг стану рослин, включаючи спостереження за ростом, розвитком кореневої системи та загальним станом культури.

4. **Збір урожаю:** Урожайність вимірювалася в момент збору, коли рослини досягали оптимальної зрілості. Для цього використовувалася комбайнова техніка, що дозволила зібрати зерно з усіх оброблюваних ділянок.

5. **Визначення врожайності:** Отримане зерно зважувалося, і результат розраховувався у центнерах на гектар (ц/га). Кожен метод обробітку ґрунту демонстрував різні результати, що були піддані аналізу для визначення ефективності кожного з них.

Під час оцінки врожайності були розглянуті особливості кожного з методів обробітку ґрунту. Основну увагу було приділено:

- Впливу обраного методу на структуру ґрунту та його фізичні властивості.
- Здатності рослин до поглинання вологи та поживних речовин.
- Спосіб контролю за ростом і розвитком рослин у різних умовах обробітку.

В результаті оцінки виявлено, що різні методи обробітку можуть суттєво впливати на врожайність, а їх ефективність залежить від агрокліматичних умов, специфіки ґрунту та особливостей вирощуваної культури.

2.2.4 Економічна ефективність застосованих систем

Економічна ефективність систем обробітку ґрунту

Економічна ефективність систем обробітку ґрунту є одним із найважливіших чинників, що впливають на їх впровадження в сільське господарство. Вибір конкретної технології обробітку ґрунту значною мірою визначає собівартість вирощування озимої пшениці та остаточну врожайність. Це дослідження аналізує три основні системи обробітку ґрунту: традиційний, мінімальний (зокрема, плоскорізний) та нульовий обробіток. Кожна з цих систем містить свої переваги та недоліки, які суттєво впливають на їх економічну доцільність.

Традиційні системи обробітку ґрунту

Традиційна система обробітку передбачала обробіток, культивуацію та передпосівну підготовку, які зазвичай забезпечують високі врожаї. Однак вони є ресурсомісткими і потребували значних витрат на паливо, техніку та працю. Внаслідок цього економічна ефективність цієї системи викликає сумніви, особливо в умовах нестабільності цін на паливо та робочу силу. Дослідження показадл, що витрати на вирощування озимої пшениці за традиційними системами на 20-30% перевищують витрати за мінімального або нульового обробітку.

Мінімальний обробіток ґрунту (вертикальний обробіток)

Мінімальний обробіток ґрунту, включав в себе вертикальний, був менш ресурсозатратним і знижує витрати на механічну обробку. Під час досліду це

було підтверджено, що використання *verti-till* дозволяє знизити витрати на паливо на 30-50% завдяки зменшенню кількості проходів техніки по полю. Більш того, мінімальний обробіток ґрунту допомагає зберігати вологу, що підвищує врожайність у посушливі роки. З економічної точки зору, скорочення витрат на обробіток ґрунту та збільшення врожайності призводять до зменшення виробничих витрат, що в свою чергу знижує ризики і підвищує прибутковість.

Нульовий обробіток ґрунту

Нульовий обробіток ґрунту є ще більш економічно вигідним підходом, оскільки він зберігає структуру ґрунту і мінімізує витрати на обробку. Дослідження засвідчують, що нульовий обробіток може зменшити витрати на обробку ґрунту до 70% і є одним із найефективніших методів у агрономії. Він також знижує ризики ерозії, що забезпечує стабільну продуктивність у довгостроковій перспективі. Враховуючи значне зменшення витрат на обробіток разом з високою врожайністю, економічна ефективність нульового обробітку є найвищою серед проаналізованих методів.

Порівняння економічної ефективності

Загалом, під час дослідження було зрозуміло навіть без розрахунків, що перехід до систем мінімального та нульового обробітку суттєво покращує економічну ефективність виробництва озимої пшениці. Хоча витрати на вирощування зменшуються, продуктивність або залишається на стабільному рівні, або зростає завдяки поліпшенню умов для росту та розвитку рослин. З точки зору екологічної стійкості, такі системи також сприяють збереженню природних ресурсів, скороченню викидів вуглецю та підвищенню родючості ґрунту.

Економічна ефективність систем обробітку ґрунту впливає не лише на фінансові показники сільськогосподарських підприємств, а й на їх конкурентоспроможність на ринку. Впроваджуючи сучасні технології обробітку, такі як вертикальний та нульовий обробіток, фермери здатні адаптуватися до змінливих кліматичних умов і вимог ринку, забезпечуючи стале та прибуткове виробництво.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводилось з метою вивчення впливу різних методів обробітку ґрунту на вирощування озимої пшениці в умовах Черкаської області на дослідному полі сільського господарства ТОВ “Атлантик ФАРМЗ ІІ”. Для цього були закладені дослідні ділянки з чотирма різними системами обробітку ґрунту: Verti-till, глибоке рихлення, оранка та No-Till. Кожен із методів має свої особливості, які впливають на агрономічні показники, такі як збереження вологи, врожайність, економічна доцільність та екологічний вплив. Досліди проводилися на чотирьох окремих ділянках, кожна з яких була оброблена відповідно до визначеного методу. Під час дослідження враховувалися кліматичні умови, структура ґрунту та агрономічні показники, що дозволило отримати достовірні результати. Значну увагу було приділено технічним аспектам проведення дослідження, таким як використання сучасної техніки для обробітку ґрунту, що дозволяє зменшити витрати на паливо і робочий час.

3.1 Методика проведення досліджень

Метою дослідження було оптимізування системи обробітку ґрунту для підвищення врожайності пшениці озимої в умовах Черкаської області. Дослідження проводилося в 2023 році на чотирьох дослідних полях площею 1,5 га кожне, з використанням чотирьох різних методів обробітку:

Verti-till, Глибоке рихлення, Оранка та No-Till.

Опис методів обробітку ґрунту:

1. Verti-till:

- **Глибина обробітку:** 20-25 см. Verti-till — це мінімальний обробіток ґрунту, що полягав в глибокому розпушуванні верхніх шарів з метою збереження вологи та покращення структури ґрунту. Завдяки цьому методу знижується ерозія ґрунту і збільшується доступ кисню до кореневої системи рослин.

- **Техніка:** Для виконання Verti-till використовували агрегати **Kuhn Krause 8000**, які мають спеціальні лапи та робочі органи для ефективного розпушування верхнього шару ґрунту. Завдяки цьому методу верхній шар

переміщується з залишками рослинності, що сприяє підвищенню органічної маси.

- **Час проведення:** Операція була проведена в середині жовтня 2023 року для підготовки ґрунту до сівби пшениці.

- **Особливості:** Verti-till дозволяє зберігати більше вологи в ґрунті, що є критично важливим для озимої пшениці в періоди засухи.



Рис 4.

2. Глибоке рихлення:

- **Глибина обробітку:** 35-45 см. Метод полягає в руйнуванні ущільнених шарів ґрунту, що знаходяться на великій глибині, для покращення проникності води та кисню до кореневої системи рослин.

- **Техніка:** Для цього методу використовували агрегати типу **Gregoire Besson Plough** або **John Deere 2720 Disk Ripper**, які ефективно руйнують ущільнення на великій глибині, зберігаючи структуру верхнього шару ґрунту.

- **Час проведення:** Проведення рихлення відбулося наприкінці вересня 2023 року, безпосередньо перед посівом пшениці.

- **Особливості:** Глибоке рихлення дозволяє створити оптимальні умови для розвитку кореневої системи, покращити водний режим та знизити ущільнення ґрунту, що може виникнути внаслідок інтенсивного обробітку.



Рис 6.

3. Оранка:

○ **Глибина обробітку:** 20-25 см. Оранка є традиційним методом обробітку ґрунту, який включає перевертання пласта ґрунту для руйнування бур'янів та покращення доступу коріння до поживних речовин.

○ **Техніка:** Для оранки використовували плуги **Lemken Opal 090** або **Kverneland EG**, які забезпечують перевертання ґрунту на глибину близько 25 см. Це дозволяє повністю заробити рослинні залишки, що прискорює їх розкладання і покращує родючість ґрунту.

○ **Час проведення:** Оранка проводилась в першій половині жовтня 2023 року.

○ **Особливості:** Оранка є одним із найстаріших методів обробітку, але вона може призводити до ущільнення ґрунту, особливо на глибоких шарах, що може негативно вплинути на розвиток кореневої системи пшениці.



Рис 7.

4. **No-Till:**

- **Глибина обробітку:** Обробіток не проводиться, оскільки насіння висівається безпосередньо в ґрунт. No-Till — це метод, який дозволяє зберегти природну структуру ґрунту і мінімізувати його порушення.
- **Техніка:** Використовували сівалки **Great Plains 3P806NT** або **John Deere 1895**, які дозволяють проводити посів без попередньої обробки ґрунту.
- **Час проведення:** Посів за методом No-Till було проведено в другій половині жовтня 2023 року.

○ **Особливості:** No-Till зберігає вологу в ґрунті та знижує ерозію, а також сприяє збереженню мікроорганізмів у верхньому шарі. Однак метод вимагає спеціального обладнання та більш точного контролю сівби.



Рис 8



Рис 9

Сівба:

- **Дата сівби:** Сівба пшениці озимої проводилась на всіх ділянках в кінці жовтня 2023 року. Норма висіву становила близько 4,5 млн насінин на гектар. Насіння використовувалось сертифіковане, з високими показниками схожості та якості.

Кліматичні умови:

- Дослідження проходило в умовах помірного континентального клімату Черкаської області. Найбільші опади спостерігалися в весняний період, що сприяло розвитку пшениці. Температурні показники протягом вегетаційного періоду коливались у межах норми, що дозволило отримати стабільні результати.

3.2 Оцінка результатів експериментів

Результати дослідження демонструють вплив різних методів обробітку ґрунту на врожайність та якісні показники озимої пшениці. Дані для аналізу охоплюють такі показники: фактична густина рослин, вологість зерна, маса 1000 зерен, вміст білка, клейковини, натура зерна, рівень зараженості фузаріозом та залікова врожайність.

Таблиця 6.

Вид обробітку ґрунту	Норма висіву млн/га	Фактична густина рослин млн/га	Вологість, %	Маса 1000 г	Білок %	Клейковина %	Натура, г	% фузаріозного зерна	Клас
Verti-till	5	4,13	12,4	41,721	10	14,5	745	0,17	4
Глибоке рихлення	5	3,79	12,5	41,211	10,3	16,2	759	0,13	4
Оранка	5	4	12,5	40,412	10,6	18,3	768	0,21	4
No-Till	5	4,18	12,6	42,147	9,8	13,5	772	0,19	4

УРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ, Т/ГА

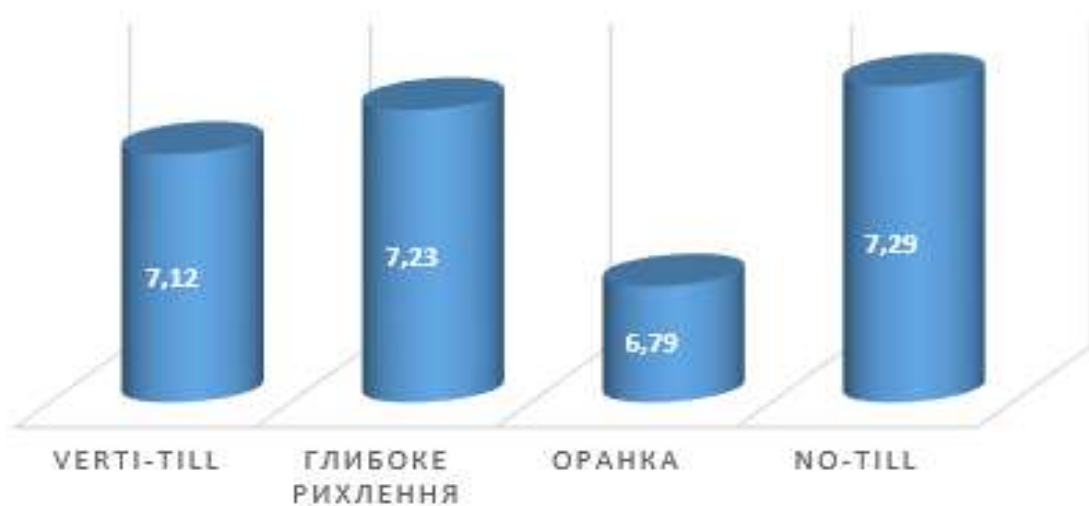


Рис.10. Урожайність пшениці озимої, сорту Сорріал

Фактична густина рослин (млн/га)

Незважаючи на те, що норма висіву для всіх методів була однаковою — 5 млн/га, результати показали деякі відмінності у фактичній густоті:

- **Verti-till** — 4,13 млн/га.
- **Глибоке рихлення** — 3,79 млн/га.
- **Оранка** — 4,00 млн/га.
- **No-Till** — 4,18 млн/га.

Це свідчить про те, що метод **No-Till** забезпечив найвищу густоту рослин, що може свідчити про більш сприятливі умови для збереження посівів.

Вологість зерна (%)

Вологість зерна була приблизно на одному рівні для всіх методів, однак незначні відмінності все ж були:

- **Verti-till** — 12,4%.
- **Глибоке рихлення** — 12,5%.
- **Оранка** — 12,5%.
- **No-Till** — 12,6%.

Метод **No-Till** показав найвищий показник вологості зерна, що вказує на здатність цього методу зберігати вологу в ґрунті краще за інші методи.

Маса 1000 зерен (M1000, г)

Цей показник відображає розмір і масу зерен:

- **Verti-till** — 41,721 г.
- **Глибоке рихлення** — 41,211 г.
- **Оранка** — 40,412 г.
- **No-Till** — 42,147 г.

Найвищий показник маси 1000 зерен був зафіксований при використанні **No-Till**, що свідчить про ефективний розвиток зерна в умовах мінімальної обробки ґрунту.

Вміст білка (%)

Якість зерна в значній мірі залежить від вмісту білка. Отримані дані показують наступні результати:

- **Verti-till** — 10%.
- **Глибоке рихлення** — 10,3%.
- **Оранка** — 10,6%.
- **No-Till** — 9,9%.

Метод **Оранка** забезпечив найвищий вміст білка, що є важливим показником для хлібопекарської якості зерна.

Вміст клейковини (%)

- **Verti-till** — 14,5%.
- **Глибоке рихлення** — 16,2%.
- **Оранка** — 18,3%.
- **No-Till** — 13,5%.

Метод **Оранка** також лідирує за показником вмісту клейковини, що підтверджує його ефективність у підвищенні якісних показників зерна.

Натура зерна (г/л)

Цей показник визначає щільність зерна:

- **Verti-till** — 745 г/л.
- **Глибоке рихлення** — 759 г/л.
- **Оранка** — 768 г/л.

- **No-Till** — 772 г/л.

Найвища натура зерна була досягнута при використанні методу **No-Till**.

Відсоток фузаріозного зерна (%)

- **Verti-till** — 0,17%.
- **Глибоке рихлення** — 0,13%.
- **Оранка** — 0,21%.
- **No-Till** — 0,19%.

Метод **Глибоке рихлення** показав найнижчий відсоток зараженого зерна, що свідчить про його ефективність у запобіганні розвитку фузаріозу.

Врожайність залікова (т/га)

- **Verti-till** — 7,12 т/га.
- **Глибоке рихлення** — 7,23 т/га.
- **Оранка** — 6,79 т/га.
- **No-Till** — 7,29 т/га.

Найвищий рівень врожайності було досягнуто при використанні методу **No-Till** — 7,29 т/га, що свідчить про його ефективність навіть за умов мінімальної обробки ґрунту.

3.3 Порівняння результатів за різних умов вирощування

Для більш детального аналізу впливу різних методів обробки ґрунту на урожай озимої пшениці сорту Сорріал були використані чотири методи: Verti-Till, метод глибокого рихлення, оранка та No-Till. Дослідження включало оцінку таких параметрів, як густина, вологість, натура, вміст білка та глютену, а також відсоток зерна, ураженого фузаріозом.

Основні результати дослідження:

- **Verti-till** забезпечив урожайність 7,12 т/га за щільності стояння рослин 4,13 млн/га. Вміст білка досягнув 10%, а клейковини — 14,5%, що є цілком прийнятним показником для випікання хліба. Вологість зерна склала 12,4%, і лише 0,17% зерен виявили ознаки ураження фузаріозом, що свідчить про низький рівень захворюваності.

- **Глибоке рихлення** дозволило досягти урожайності 7,23 т/га при щільності стояння рослин 3,79 млн/га. Цей метод позитивно вплинув на якість зерна, підвищивши вміст білка до 10,3% та клейковини до 16,2%, і значно зменшив ураження фузаріозом до 0,13%.

- **Оранка** показала найнижчу врожайність серед досліджених методів — 6,79 т/га при щільності рослин 4 млн/га. Водночас вміст білка у зерні залишався на високому рівні (10,6%), маса зерна становила 768 г, а вологість — 12,5%, подібно до інших методів. Проте рівень ураженості фузаріозом був найвищим і склав 0,21%.

- **No-till** показав найвищу врожайність (7,29 т/га) і густоту стояння рослин (4,18 млн рослин/га). Цей метод характеризувався відмінною стійкістю до хвороб, що підтверджується низьким відсотком зерен, уражених фузаріозом (0,19%). Якість зерна також була високою, з масою 1000 зерен — 772 г.

Таблиця 7. Якість зерна за різними методами обробітку ґрунту

Метод обробітку ґрунту	Вміст білка(%)	Різниця(%)	Вміст клейковини (%)	Різниця(%)
Verti-Till	10	-0,6	14,5	0,5
Глибоке рихлення	10,3	-0,3	16,2	2,2
Оранка	10,6	0	14	0
No-Till	10,5	-0,1	15,5	1,5

Традиційна оранка забезпечує найвищий вміст білка — 10,6%, що може бути важливим для отримання високоякісного зерна. Проте інші методи, зокрема глибоке рихлення та No-till, показали кращі результати за вмістом клейковини, що є критичним для виробництва хлібобулочних виробів. Найвищий вміст клейковини спостерігався при глибокому рихленні (16,2%).

Таблиця 8. Ураження фузаріозом за різними методами обробітку ґрунту

Метод обробітку ґрунту	Ураження фузаріозом(%)	Різниця з оранкою(%)
Verti-Till	0,17	-0,04
Глибоке рихлення	0,13	-0,08
Оранка	0,21	0
No-Till	0,19	-0,02

Результати досліджень показують, що метод глибокого рихлення має найнижчий рівень ураження фузаріозом (0,13%), що на 0,08% нижче порівняно з традиційною оранкою. Verti-till та No-till також показують нижчий рівень ураження фузаріозом порівняно з оранкою, що свідчить про їх ефективність у захисті зерна від хвороб.

Порівняння результатів

З аналізу отриманих даних видно, що метод No-till виявився найбільш ефективним за показниками врожайності, якості зерна та стійкості до захворювань. Цей метод забезпечив найвищу урожайність (7,29 т/га) та відмінні показники якості зерна. Методи Verti-till і глибокого рихлення також продемонстрували хороші результати, особливо у показниках якості зерна та низького рівня ураженості фузаріозом.

Традиційна оранка, хоча і широко використовується, показала найнижчу врожайність і більшу ураженість фузаріозом, що, ймовірно, пов'язано з ущільненням ґрунту та меншою здатністю утримувати вологу, порівняно з іншими методами.

Додатковий аналіз за показниками вологості та якості зерна

Кожен із досліджених методів забезпечив урожайність у діапазоні 6,79–7,29 т/га, що свідчить про їхню потенційну ефективність у конкретних умовах. Проте методи з мінімальним втручанням у структуру ґрунту, такі як No-till і глибоке рихлення, продемонстрували не лише кращі показники врожайності, а й

вищу стійкість до захворювань і підвищену якість зерна. Це може свідчити про те, що мінімальна обробка ґрунту сприяє збереженню його природних властивостей і, відповідно, покращує результати вирощування.

РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Економічна ефективність

Економічна ефективність виробництва оцінюється за максимальною кількістю продукції, яку можна отримати з одного гектара землі. Вона також відображає якість продукту та його здатність відповідати потребам споживачів. У процесі вирощування озимої пшениці важливо враховувати не лише показники врожайності, а й інші аспекти, як-от якість зерна та його придатність для переробки в різних галузях промисловості, зокрема борошномельній, кормовій та хлібопекарській. Основою для підвищення економічної ефективності виробництва зерна є модернізація виробничих потужностей, впровадження сучасних технологій і вдосконалення економічних відносин між виробничими підрозділами.

Інтенсифікація зернового виробництва є одним із ключових шляхів підвищення продуктивності сільського господарства. Вона передбачає ефективне використання органічних і мінеральних добрив, поширення високоврожайних сортів та активне впровадження сучасних технологій і механізації. У цьому дослідженні було оцінено економічну ефективність вирощування озимої пшениці, зокрема шляхом порівняння різних методів обробітку ґрунту: вертикального, глибокого, традиційного та нульового.

У дослідженнях, проведених у 2022–2023 роках, для кожного з методів обробітку ґрунту було отримано такі результати врожайності:

- **Verti-Till:** 7,12 т/га
- **Глибоке рихлення:** 7,23 т/га
- **Оранка:** 6,79 т/га
- **No-Till:** 7,29 т/га

Ці дані свідчать про те, що метод **No-Till** продемонстрував дуже хороші результати за врожайністю, проте різниця між методами Verti-Till і глибоким рихленням є не дуже значною.

Для економічного аналізу було взято ціну 330 грн за центнер пшениці озимої на 2023 рік. Таким чином було пораховано вартість валової продукції для кожного методу обробітку ґрунту:

Verti-Till:

1. Вартість валової продукції ($7,12 \text{ т/га} \times 330 \text{ грн/ц}$) = 23 496 грн/га.
2. Витрати на обробіток = 7 553,3 грн/га.
3. Чистий дохід: 23 496 грн - 7 553,3 грн = 15 942,7 грн/га.

Глибоке рихлення:

1. Вартість валової продукції ($7,23 \text{ т/га} \times 330 \text{ грн/ц}$) = 23 893 грн/га.
2. Витрати на обробіток = 6 125,4 грн/га.
3. Чистий дохід: 23 893 грн - 6 125,4 грн = 17 767,6 грн/га.

Оранка:

1. Вартість валової продукції ($6,79 \text{ т/га} \times 330 \text{ грн/ц}$) = 22 407 грн/га.
2. Витрати на обробіток = 5 521,1 грн/га.
3. Чистий дохід: 22 407 грн - 5 521,1 грн = 16 885,9 грн/га.

No-Till:

1. Вартість валової продукції ($7,29 \text{ т/га} \times 330 \text{ грн/ц}$) = 24 057 грн/га.
2. Витрати на обробіток = 4 432,8 грн/га.
3. Чистий дохід: 24 057 грн - 4 432,8 грн = 19 624,2 грн/га.

Отже, нульовий обробіток ґрунту виявився найбільш економічно вигідним серед усіх розглянутих методів, оскільки забезпечує високі чисті прибутки при порівняно низьких витратах на обробіток ґрунту. Глибоке розпушування також демонструє високий чистий прибуток, що підтверджує його економічну ефективність. З іншого боку, методи Verti-Till та оранки мають дещо нижчі показники, але все ще залишаються конкурентоспроможними з точки зору загальної економічної вигоди.

Таблиця 8. Економічна ефективність сортів озимої пшениці

Показники	Спосіб обробітку			
	Verti-Till	Глибоке рихлення	Оранка	No-Till
Урожайність т/га	7,12	7,23	6,79	7,29
Виробничі затрати на 1 га , грн	7 553,3	6 125,4	5 521,1	4 432,8
Собівартість 1ц продукції , грн	106,1	84,6	81,3	60,8
Чистий дохід на 1 га , грн.	15 942,7	17 767,6	16 885,9	19 624,2
Рівень Рентабельності %	211%	290%	305%	443%

Згідно з проведеним аналізом ефективності вирощування озимої пшениці на різних методах обробітку ґрунту, отримано такі результати:

1. Verti-Till:

- **Урожайність:** 7,12 т/га
- **Вартість валової продукції:** 23 496 грн/га
- **Витрати на обробіток:** 7 553,3 грн/га
- **Чистий дохід:** 15 942,7 грн/га
- **Рівень рентабельності:** 211%

2. Глибоке рихлення:

- **Урожайність:** 7,23 т/га
- **Вартість валової продукції:** 23 893 грн/га

- **Витрати на обробіток:** 6 125,4 грн/га
- **Чистий дохід:** 17 767,6 грн/га
- **Рівень рентабельності:** 290%

3. Оранка:

- **Урожайність:** 6,79 т/га
- **Вартість валової продукції:** 22 407 грн/га
- **Витрати на обробіток:** 5 521,1 грн/га
- **Чистий дохід:** 16 885,9 грн/га
- **Рівень рентабельності:** 305%

4. No-Till:

- **Урожайність:** 7,29 т/га
- **Вартість валової продукції:** 24 057 грн/га
- **Витрати на обробіток:** 4 432,8 грн/га
- **Чистий дохід:** 19 624,2 грн/га
- **Рівень рентабельності:** 443%

З огляду на отримані дані, метод нульового обробітку ґрунту (No-Till) виявляється найбільш прибутковим, оскільки він поєднує низькі витрати на обробіток ґрунту та високу врожайність. Водночас, глибоке розпушування ґрунту та оранка також демонструють значну прибутковість, незважаючи на вищі витрати на обробіток.

Аналізуючи ці результати, можна зробити висновок, що No-Till і оранка є найбільш економічно ефективними методами вирощування озимої пшениці, особливо в умовах високої та стабільної врожайності. Водночас традиційні методи обробітку ґрунту, як-от глибока оранка, також показують свою ефективність, але потребують більших витрат на обладнання та робочу силу.

4.2 Аналіз ефективності систем обробітку ґрунту

Для більш наочного порівняння та аналізу отриманих даних, було взято врожайність озимої пшениці сорту Сорріал при різних методах обробітку ґрунту, був побудований графік, де базовим значенням обрано врожайність при

традиційній оранці (67,9 ц/га). Для кожного іншого методу було розраховано різницю врожайності відносно цього значення. Це дозволяє оцінити ефективність сучасних систем обробітку щодо традиційного підходу.

Таблиця 9. Різниця в урожайності порівняно з оранкою:

Метод обробітку	Врожайність (ц/га)	Різниця від оранки (ц/га)
Оранка	67,9	-
Verti-Till	71,2	3,3
Глибоке рихлення	72,3	4,4
No-till	72,9	5

Verti-Till: Врожайність — 71,2 ц/га, різниця — +3,3 ц/га

Глибоке розпушування: Врожайність — 72,3 ц/га, різниця — +4,4 ц/га

No-Till: Врожайність — 72,9 ц/га, різниця — +5,0 ц/га

РІЗНИЦЯ ВРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД МЕТОДУ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

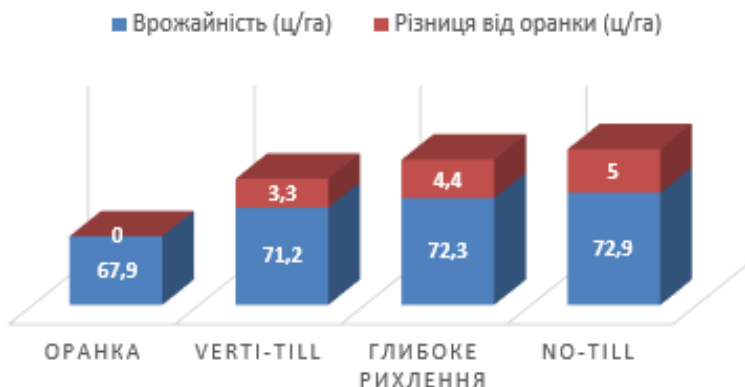


Рис.11. Різниця врожайності озимої пшениці

Як показують результати вказані на графіку, всі сучасні методи обробітку ґрунту призвели до зростання врожайності в порівнянні з традиційними підходами. Найбільший приріст врожайності спостерігався при нульовому обробітку ґрунту, який перевищив показники оранки на 5,0 ц/га. Це вказує на те,

що збереження ґрунтової структури та мінімізація механічного втручання мають позитивний вплив на врожайність за умов нестачі вологи.

Дослідження виявили, що базова врожайність озимої пшениці значно залежить від виду обробітку ґрунту. Використання різних методів, від традиційного обробітку до сучасних технологій Verti-till і No-till, впливало не лише на врожайність, але й на якісні характеристики, такі як вміст білка та клейковини, властивості зерна, вологість і рівень фузаріозу в зерні. Розглянемо ці дані більш детально.

Вплив різних систем обробітку на врожайність у різних агрокліматичних умовах

Черкаська область має помірно-континентальний клімат із сонячними сезонами та значними коливаннями рівня вологості протягом вегетаційного періоду. Це створює умови для того, щоб різні системи обробітку ґрунту по-різному впливали на врожайність.

Нульовий обробіток ґрунту та глибока оранка показали найкращі результати завдяки своїй здатності утримувати вологу в ґрунті. Це особливо актуально на критичних етапах розвитку пшениці, таких як кушіння та формування зерна, коли рослини потребують оптимальних умов вологозабезпечення. Утримання вологи в системі No-Till забезпечує сильніший розвиток кореневої системи та стійкість до посухи.

У той же час, хоч традиційні системи обробітку ґрунту покращують аерацію ґрунту, вони також збільшують випаровування води, що може мати негативний вплив на врожайність сільськогосподарських культур у посушливі періоди. В результаті, навіть за загально стабільних умов, мінімальний обробіток ґрунту та глибоке розпушування сприяли підвищенню врожайності.

Економічна доцільність застосування No-Till та Verti-Till

З економічної точки зору, методи No-Till та Verti-Till є вигідними завдяки зниженню витрат на паливо, робочу силу та технічне обслуговування. No-Till вимагає меншої кількості технологічних операцій, що дозволяє зменшити

витрати на гектар. Однак варто зазначити, що для впровадження No-Till необхідне спеціалізоване обладнання, що може збільшити початкові витрати.

Verti-Till, що є проміжним варіантом між традиційною оранкою та No-Till, також допомагає зберігати вологу в ґрунті та зменшувати енерговитрати. Однак ефективність цього методу значною мірою залежить від правильного налаштування глибини рихлення, що дозволяє уникнути надмірного розпушування ґрунту та зберегти його структуру.

Взаємозв'язок між вмістом білка та клейковини в зерні

Різні методи обробітку ґрунту мають суттєвий вплив на якість зерна, що підтверджують отримані дані. Традиційна оранка забезпечує вищий вміст білка, оскільки завдяки частим обробкам ґрунт стає більш доступним для поживних речовин. Проте врожайність при цьому може бути нижчою, що пояснюється втратами вологи в ґрунті через постійні розпушування.

Метод No-Till, навпаки, дозволяє значно зберегти вологу в ґрунті, що сприяє підвищенню врожайності. Однак це може супроводжуватися дещо зниженим вмістом білка та клейковини в зерні. Таке явище можна пояснити більш рівномірним розподілом поживних речовин у ґрунті, що знижує їх доступність для кореневої системи через менший рівень мінералізації органічної речовини.

Оцінка стійкості до хвороб та впливу фузаріозу

Різні системи обробітку ґрунту дійсно мають вплив на стійкість рослин до хвороб, зокрема на розвиток фузаріозу та інших інфекцій. Метод No-Till сприяє збереженню органічної мульчі на поверхні ґрунту, що створює бар'єр для патогенів і обмежує їх розповсюдження. Мульча може зменшувати ефективність поширення хвороботворних організмів, таких як фузаріоз, завдяки тому, що її присутність на поверхні ґрунту знижує розпилення спор патогенів, яке часто відбувається при обробітку ґрунту в традиційних методах.

Проте, при використанні No-Till важливо здійснювати регулярний моніторинг стану полів, оскільки накопичення рослинних решток може створювати умови для розвитку інших грибкових інфекцій, які можуть бути

менш активними при традиційних методах обробітку ґрунту. Традиційні методи, хоч і мають менше накопичення органічних залишків на поверхні, знижують ризики інфекцій, таких як фузаріоз, однак вони можуть сприяти ерозії ґрунту через частіші механічні впливи на ґрунт.

Рекомендації для практичного застосування

На основі аналізу отриманих даних можна зробити такі рекомендації: для умов Черкаської області, де важливим фактором є збереження вологи, доцільно застосовувати No-Till або Verti-Till. Ці системи дозволяють не лише підвищити врожайність, а й знизити витрати на обробіток. Verti-Till може бути компромісним варіантом для фермерів, які не готові повністю переходити на No-Till, але хочуть зменшити витрати та зберегти якість ґрунту.⁴

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У магістерській роботі представлено комплексне дослідження впливу різних систем обробітку ґрунту на врожайність озимої пшениці в Черкаській області. На основі виконаних досліджень сформульовано наступні висновки:

1. Агрофізичні властивості ґрунтів

Аналіз традиційного обробітку ґрунту, мінімального обробітку та нульового обробітку показав, що мінімальний та нульовий обробітки є більш ефективними в збереженні вологи, порівняно з традиційним обробітком ґрунту. Мінімальний обробіток пригнічує ерозійні процеси та сприяє збереженню структури й вологи в ґрунті, що позитивно впливає на ріст і розвиток озимої пшениці. Це особливо важливо в умовах нестабільного зволоження, що є характерним для Черкаської області.

2. Врожайність озимої пшениці

Дослідження показали, що мінімальний обробіток ґрунту та нульовий обробіток можуть забезпечити врожайність, подібну до традиційного землеробства, а в деяких випадках — вищу за неї. Найвищі врожаї були отримані при мінімальному обробітку ґрунту (Verti-Till), який позитивно впливає на баланс ґрунтової вологи та зменшує ущільнення ґрунту. Нульовий обробіток ґрунту дав хороші результати щодо збереження родючого шару ґрунту та зменшення витрат на утримання, але в деякі роки врожайність була змінною через повільне прогрівання ґрунту навесні.

3. Економічна ефективність

Порівняння економічної ефективності різних систем обробітку ґрунту підтверджує, що ґрунтообробні системи є найбільш рентабельними завдяки низьким витратам на паливо, робочу силу та технічне обслуговування. Хоча початкові витрати на впровадження цих технологій є вищими через необхідність придбання спеціалізованого обладнання, вони можуть значно зменшити загальні витрати в довгостроковій перспективі. Системи мінімального обробітку ґрунту також демонструють свою економічну ефективність, оскільки вони

забезпечують стабільні врожаї при значному зниженні витрат на обробіток ґрунту.

4. Екологічні переваги

Важливим результатом цього дослідження є позитивний вплив мінімального та нульового обробітку ґрунту на навколишнє середовище та загальний екологічний стан агроєкосистем. Збереження природної структури ґрунту, зменшення ризику ерозії та скорочення викидів вуглекислого газу є суттєвими перевагами цих методів. Оскільки мінімальний та нульовий обробіток ґрунту значно знижує механічний вплив на землю, це дозволяє зберігати її природну структуру і зменшує ерозію, що важливо для довгострокового збереження родючості ґрунту.

Натомість традиційні системи обробітку ґрунту, такі як глибока оранка, часто призводять до виснаження ґрунтів і посилення ерозійних процесів. Тому їх використання в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва потребує перегляду, зважаючи на необхідність збереження екологічної рівноваги.

Мінімальний і нульовий обробіток ґрунту показали свою високу ефективність у вирощуванні озимої пшениці в Черкаській області, оскільки ці методи не лише покращують родючість ґрунту і підвищують врожайність, але й зменшують витрати на проведення сільськогосподарських операцій. Це, у свою чергу, підвищує рентабельність виробництва.

У контексті зростаючих викликів аграрного сектору, таких як зміна клімату та виснаження природних ресурсів, впровадження мінімальних і нульових методів обробітку ґрунту виглядає перспективним напрямом для сталого розвитку сільського господарства.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На основі досліджень ефективності різних систем обробітку ґрунту для вирощування озимої пшениці сорту Соріалл у Черкаському регіоні, рекомендовано зосередитись на використанні No-Till та глибокого розпушування, що продемонстрували вищу врожайність і економічну ефективність завдяки зниженню витрат на паливо та збереженню ґрунтової вологи. Важливо також оптимізувати застосування засобів захисту рослин, зокрема розглянути можливість використання біологічних препаратів, та впровадити моніторинг вологи для корекції поливу й обробітку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баранець, О. А. (2021). *Системи обробітку ґрунту: теорія та практика*. Чернівці: ЧНУ.
2. Ткачук, В. П. (2023). *Агровиробництво: технології та організація*. Київ: Видавництво "Агро".
3. Кривобок, Г. А. (2022). *Агроекологічні технології в землеробстві*. Харків: ХНАУ.
4. Дудко, М. В. (2021). *Фінансування аграрного сектора: проблеми та шляхи вирішення*. Львів: ЛНАУ.
5. Мельник, І. В. (2021). *Економіка агрономії: теорія та практика*. Дніпро: ДДТУ.
6. Троян, В. А. (2022). *Агроінженерія: основи теорії та практики*. Вінниця: ВНАУ.
7. Гнатюк, С. В. (2022). *Сучасні технології вирощування пшениці в Україні*. Львів: ЛДАУ.
8. Крамар, О. П. (2023). *Аграрна економіка та ринок землі в Україні*. Одеса: ОНАХТ.
9. Пилипенко, Т. А. (2021). *Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сільськогосподарських культур*. Київ: УНАП.
10. Гусар, О. В. (2023). *Системи обробітку ґрунту та їх вплив на продуктивність сільськогосподарських культур*. Харків: ХНТУ.
11. Соколов, В. І. (2021). *Економіка аграрного виробництва: теоретичні аспекти*. Харків: ХНТУ.
12. Ковальчук, Р. М. (2023). *Аграрна політика України: історія та сучасність*. Київ: НУБіП.
13. Жуков, Д. О. (2023). *Агрометеорологія та її роль у сільському господарстві*. Полтава: ПДАТУ.
14. Лапін, С. П. (2021). *Методи агрономічного дослідження*. Львів: ЛНУ.

15. Острогляд, О. С. (2023). *Технології вирощування пшениці: практика та досвід*. Дніпро: ДНТУ.
16. Костюк, М. В. (2022). *Агроекологія та біологічні методи захисту рослин*. Київ: Видавництво "Аграрна наука".
17. Шевченко, Н. В. (2022). *Агровиробництво та технології вирощування пшениці в Україні*. Київ: Університет "Київський політехнічний інститут".
18. Сергієнко, Т. М. (2021). *Агроекономіка: теорія та практика*. Харків: ХДАУ.
19. Руденко, В. П. (2023). *Сільськогосподарські технології та їх розвиток в Україні*. Черкаси: ЧНУ.
20. Кіприченко, Л. В. (2021). *Агрометодологія в сільському господарстві*. Київ: НУБіП.
21. Бондар, С. В. (2023). *Захист рослин у сучасному агровиробництві*. Одеса: ОНАХТ.
22. Мурашко, О. А. (2021). *Сільське господарство в умовах глобальних змін*. Полтава: ПДАТУ.
23. Стовбун, М. Ю. (2023). *Екологічні аспекти агрономії*. Львів: ЛНУ.
24. Пиріг, А. В. (2022). *Аграрні технології: інновації та перспективи*. Дніпро: ДНТУ.
25. Герасименко, Т. Г. (2021). *Впровадження новітніх технологій в агровиробництво*. Київ: Видавництво "Аграрна наука".
26. Микитенко, П. С. (2023). *Кліматичні зміни та їх вплив на сільське господарство*. Чернівці: ЧНУ.
27. Поліщук, В. І. (2021). *Агроінноваційні технології в рослинництві*. Вінниця: ВНАУ.
28. Коваль, О. В. (2022). *Органічне землеробство в Україні: стан та перспективи*. Київ: НУБіП.
29. Скидан, О. Г. (2021). *Виробництво та використання сільськогосподарських культур*. Одеса: ОНАХТ.

30. Мельник, Л. А. (2023). *Аграрна економіка: нові виклики та можливості*. Львів: ЛДАУ.
31. Литвин, І. О. (2021). *Основи агрономії: посібник для студентів*. Київ: НУБіП.
32. Власенко, О. П. (2022). *Технології вирощування та обробки зернових культур*. Полтава: ПДАТУ.
33. Коваленко, Р. В. (2023). *Використання новітніх технологій в агрономії*. Черкаси: ЧНУ.
34. Адаменко, Т. С. (2021). *Сучасні методи захисту рослин: теорія та практика*. Харків: ХДАУ.
35. Пащенко, В. А. (2023). *Економіка аграрного виробництва: аналіз та перспективи розвитку*. Львів: ЛНАУ.
36. Федоренко, М. І. (2021). *Основи агрономії та екології: підручник*. Вінниця: ВНАУ.
37. Яременко, Л. О. (2022). *Агрокліматичні умови України та їх вплив на сільське господарство*. Одеса: ОНАХТ.
38. Гречан, О. І. (2023). *Агроінженерія: основи теорії та практики*. Київ: Видавництво "Аграрна наука".
39. Чорнобай, Т. В. (2021). *Екологічні методи вирощування сільськогосподарських культур*. Харків: ХНТУ.
40. Савчук, В. І. (2023). *Інноваційні технології в агрономії: теорія та практика*. Чернівці: ЧНУ.
41. Громова, О. А. (2021). *Технології вирощування пшениці в умовах змін клімату*. Львів: ЛДАУ.
42. Бондаренко, Т. О. (2022). *Сільське господарство України: виклики та перспективи*. Полтава: ПДАТУ.
43. Гончаренко, С. Г. (2021). *Агроекономічні аспекти сучасного землеробства*. Київ: НУБіП.
44. Лазуренко, Н. В. (2023). *Фунгіцидний захист рослин: новітні технології та досвід*. Вінниця: ВНАУ.

45. Сидоренко, П. О. (2021). *Аграрна політика та її реалізація в Україні*. Одеса: ОНАХТ.
46. Романчук, О. І. (2022). *Сучасні технології в агрономії та їх вплив на продуктивність*. Черкаси: ЧНУ.
47. Григоренко, О. В. (2023). *Агровиробництво: технології, організація та управління*. Харків: ХДАУ.
48. Костенко, Т. І. (2021). *Кліматичні зміни та їх вплив на сільське господарство України*. Київ: Видавництво "Аграрна наука".
49. Король, А. В. (2022). *Агроекологічні аспекти сучасного сільського господарства*. Полтава: ПДАТУ.
50. Кочубей, Н. Ю. (2023). *Проблеми та перспективи розвитку аграрної економіки в Україні*. Львів: ЛНАУ.
51. Левченко, В. М. (2021). *Вирощування сільськогосподарських культур: теорія та практика*. Вінниця: ВНАУ.
52. Підгайна, О. А. (2022). *Захист рослин в агровиробництві: нові підходи та технології*. Київ: НУБіП.
53. Яремчук, В. О. (2023). *Системи сівозміни та їх роль у підвищенні продуктивності сільського господарства*. Одеса: ОНАХТ.
54. Броварський, Р. І. (2021). *Економіка агрономії: теорія та практика*. Харків: ХНТУ.
55. Дорошенко, Т. Г. (2023). *Агрокліматичні зміни та їх вплив на агрономію*. Чернівці: ЧНУ.
56. Жук, В. В. (2022). *Агровиробництво: сучасні технології та інновації*. Київ: Видавництво "Аграрна наука".
57. Ковалевська, І. А. (2021). *Система захисту рослин: екологічний підхід*. Львів: ЛДАУ.
58. Лебедева, Н. Ю. (2022). *Агроекономіка: сучасні виклики та рішення*. Полтава: ПДАТУ.
59. Чистякова, Т. А. (2023). *Засоби захисту рослин: нові технології*. Вінниця: ВНАУ.

60. Ширяєв, О. Г. (2021). *Сільськогосподарські культури: вирощування та захист*. Київ: НУБіП.
61. Турхан, Ш., Гарадж, А. М. К., Ханчерліогуллари, А., Курназ, А., Горен, Е., Дюран, Ч., ... & Айдин, А. (2020). Екологічна оцінка важких металів у ґрунті поблизу теплоелектростанції в Туреччині. **Environmental Earth Sciences**, 79(6), 1-15.
62. Яковець, Л. (2021). Токсична та екологічна оцінка сільськогосподарської продукції агроценозів правобережної лісостепової зони залежно від інтенсивності агрохімії. **Наукова спадщина**, (59-2), 19-25.
63. Степанова, Л. П., Єлізаров, Н. А., & Пісарєва, А. В. (2021, березень). Екологічна оцінка стійкості алювіального ґрунту до антропогенного впливу. У **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science** (Том 666, № 6, с. 062147). IOP Publishing.
64. Носко, Б. С., Бабинін, В. І., Гладкіх, Є. Ю., & Бурлакова, Л. М. (2010). Вплив різних факторів і типів ґрунтових процесів на формування фосфатного фонду ґрунтів. **Вісник аграрної науки**, (7), 17-22.
65. Карвалью, Ф. П. (2006). Сільське господарство, пестициди, продовольча безпека та безпека харчування. **Environmental Science & Policy**, 9(7-8), 685-692.
66. Карвалью, Ф. П. (2017). Пестициди, довкілля та безпека харчування. **Food and Energy Security**, 6(2), 48-60.
67. Махурпавар, М. (2015). Вплив важких металів на здоров'я людини. **International Journal of Research-Granthaalayah**, 3(9SE), 1-7.
68. Алоуей, Б. Дж. (2013). Важкі метали та металоїди як мікроелементи для рослин і тварин. У **Heavy Metals in Soils** (с. 195-209). Springer, Dordrecht.
69. Забруднення ґрунту важкими металами. Режим доступу – <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=732391#1>
70. Шилов, П. М., & Козлов, Д. Н. (2019). Ґрунтоагроекологічна оцінка орних земель Валдайського височини на основі загального обстеження. **Бюлетень ВВ Докучаєва**, (98), 5-36.

71. Чжоу, Х. (2015). Оцінка забруднення важкими металами ґрунту в районі шахти традиційними та екологічними методами. **Journal of Geoscience and Environment Protection**, 3(10), 28.
72. Пандей, Б., Агравал, М., & Сінгх, С. (2016). Екологічна оцінка ризиків забруднення ґрунту слідовими елементами в районі видобутку вугілля. **Journal of Soils and Sediments**, 16(1), 159-168.
73. Терехова, В. А., Пукальчик, М. А., & Яковлев, А. С. (2014). Тріадний підхід до екологічної оцінки міських ґрунтів. **Євразійський ґрунтознавство**, 47(9), 952-958.
74. Сянь, У., Ван, М., & Чен, В. (2015). Кількісна оцінка активності ґрунтових ферментів забруднених важкими металами з різними властивостями ґрунту. **Chemosphere**, 139, 604-608.
75. Алоуей, Б. Дж. (2012). Важкі метали в ґрунтах: слідові метали та металоїди в ґрунтах та їх біодоступність (Том 22). Springer Science & Business Media.
76. Акоста, Х. А., Янсен, Б., Кальбіц, К., Фаз, А., & Мартінес-Мартінес, С. (2011). Солоність збільшує рухомість важких металів у ґрунтах. **Chemosphere**, 85(8), 1318-1324.