

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра загального землеробства

«Допущено до захисту»
Зав. кафедрою загального землеробства,
к.б.н., професор
_____ Микола Мостіпан
«__» _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:
**Вплив глибини основного обробітку на
продуктивність соняшнику в Степу України**

Виконав здобувач вищої освіти
II курсу, групи АГ 22М-2
ОПП «Агрономія»
спеціальності 201«Агрономія»
_____ Проценко А.М.
«__» _____ 2023 р.

Керівник, ст. викладач, к.с.-г.н.
_____ Микола Ковальов
«__» _____ 2023 р.

Рецензент
_____ Сергій Омеляненко
«__» _____ 2023 р.

Центральноукраїнський національний технічний університет
 Агротехнічний факультет
 Кафедра загального землеробства
 Рівень вищої освіти: другий (магістерський)
 Галузь знань: 20 Аграрні науки та продовольство
 Спеціальність: 201-Агрономія
 Освітньо-професійна програма: Агрономія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загального
 землеробства

_____ Микола Мостіпан
 “ ____ ” _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Проценко Анастасії Миколаївни

1. Тема роботи Вплив глибини основного обробітку на продуктивність соняшнику в Степу України

2. Керівник роботи Ковальов М.М, кандидат сільськогосподарських наук, ст.. викладач

затверджений наказом ЦНТУ “ 04 ” вересня 2023 року № 60 - 13

3. Строк подання роботи до захисту 2 грудня 202 року

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи. Метою випускної кваліфікаційної роботи була – визначити вплив ресурсозберігаючих прийомів основного обробітку ґрунту за різними попередниками на фоні застосування гербіцидів та добрив на врожайність соняшнику та родючість чорнозему типового.

Завдання:

- 1) встановити зміну агрофізичних властивостей ґрунту при обробітку соняшнику під впливом різних прийомів основного го обробітку ґрунту на тлі вирощування ячменю, кукурудзи та люцерни в якості попередників;
- 2) визначити вплив мінімізації обробітку ґрунту на формування весняних запасів продуктивної вологи у ґрунтах;
- 3) вивчити зміни агрохімічних властивостей чорнозему типового під впливом мінімізації обробітку ґрунту за різними попередниками;
- 4) встановити роль різних прийомів ресурсозберігаючих обробітків ґрунту на кількісно-видовий склад бур'янів у посівах соняшника;

- 1) виявити вплив розроблених агроприйомів на врожайність насіння соняшника;
- 2) розрахувати економічну ефективність вирощування соняшника при різних прийомах обробітку чорнозему типового на тлі вирощування ячменю, кукурудзи та люцерни в якості попередників

5.Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування результатів досліджень	Малаховська В.А., викладач		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ П/П	Строк виконання етапів роботи	Назва етапів кваліфікаційної роботи
Перший	15.11.2023 року	Розділ 1.Огляд літератури, Розділ 5 Охорона праці та довкілля
Другий	22.11.2023 року	Розділ 2. Місце та умови проведення досліджень
Третій	14.12.2023 року	Розділ 3. Спеціальна частина
Четвертий	20.12.2023 року	Розділ 4. Економічне обґрунтування результатів досліджень
П'ятий	25.12.2023 року	Висновки, список літератури, вступ.

Дата видачі завдання

« 17 » вересня 2023 р.

Підпис керівника

_____ Микола Ковальов

Завдання прийнято до виконання

« 17 » вересня 2023 р.

Підпис здобувача

_____ Проценко А.М.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	6
РОЗДІЛ 1. СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В БОГАРНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ (літературний огляд)	10
1.1. Значення соняшнику	10
1.2. Біологічні особливості	10
1.3. Обробіток ґрунту	12
1.4. Особливості удобрення соняшнику	16
РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ФГ «ОЛДЕН К» ТА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1. Організаційно-економічні умови ФГ «ОЛДЕН К»	19
2.2. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови ФГ «ОЛДЕН К»	21
РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ГЛИБИНИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ	25
3.1. Методика проведення досліджень	25
3.2. Структурність ґрунту.	26
3.3. Вплив обробітку на щільність ґрунту	31
3.4. Вплив обробітку на загальну шпаруватість ґрунту	38
3.5. Вплив обробітку на пористість аерації	43
3.6. Вплив обробітку на капілярну пористість	47
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКА	54
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКА	56
5.1. Аналіз ризиків, які можуть виникнути при вирощуванні соняшнику	56
5.2. Розробка заходів по запобіганню дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів і покращенню умов праці.	58
5.3. Розробка заходів з охорони довкілля	59
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	62

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	64
ДОДАТКИ	71

Вступ

Актуальність теми. Соняшник – найважливіша олійна культура регіону. Збільшення валового виробництва олійного насіння має бути нерозривно пов'язане з постійним зниженням технологічних витрат на вирощування цієї культури та собівартості насіння. Найбільша питома вага серед усіх витрат при вирощуванні соняшника за існуючими технологіями припадає на обробіток ґрунту. Особливо великі витрати праці та пального вимагає оранка, тобто глибоке розпушування. Відмова від оранки та перехід на мілкий та нульовий обробіток ґрунту – одне з основних завдань землеробства.

Обробіток ґрунту покликаний підвищувати запаси доступної вологи в ґрунті, знижувати випаровування вологи з поверхні, покращувати поживний режим ґрунту та акумуляцію опадів, запобігати накопиченню хвороб, шкідників та бур'янів. Частину цих завдань обробітку ґрунту можна замінити внесенням мінеральних та органічних добрив, застосуванням пестицидів, мульчуванням поверхні ґрунту соломною, впровадженням науково обґрунтованих сівозмін з просапними культурами.

Це дає можливість застосування енергозберігаючого обробітку ґрунту у поєднанні з різними прийомами хімізації. До енергозберігаючих обробітків ґрунту належать лущення стерні, дискування, боронування, культивація, застосування комбінованих знарядь тощо. Сюди ж можна включити прийоми нульової обробки ґрунту та посів за науково обґрунтованим попередником.

Мінімізація обробітку ґрунту усуває негативний вплив на родючість ґрунту. У існуючій системі землеробства оранка негативно впливає на родючість ґрунту. При постійному її застосуванні зменшується вміст гумусу, руйнується структура, зростає засміченість ґрунту насінням бур'янів, посилюються ерозійні процеси. Глинисті частинки при руйнуванні структури з водою вимиваються у глибокі шари ґрунту, зменшують капілярну пористість та знижують фільтрацію вологи у нижні горизонти.

Тому вивчення впливу мало затратних обробітків ґрунту на врожайність насіння соняшника та на зміну родючості ґрунту необхідно вважати актуальним завданням наукового землеробства.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проведені в рамках випускної кваліфікаційної роботи є логічним продовженням низки теоретичних та прикладних досліджень кафедри загального землеробства з питань вирощування польових культур, в тому числі в природно-кліматичних умовах зони Степу України, а саме науково-дослідні роботи проводилися за планами наукової діяльності в Центральнотернопільському національному технічному університеті (м. Кропивницький): 01149U002814 «Застосування нетрадиційних органічних добрив та ЕМ препаратів під овочеві культури в умовах північного Степу України».

Мета і завдання дослідження – визначити вплив ресурсозберігаючих прийомів основного обробітку ґрунту за різними попередниками на фоні застосування гербіцидів та добрив на врожайність соняшнику та родючість чорнозему типового.

Для реалізації зазначеної мети були поставлені наступні завдання:

- 1) встановити зміну агрофізичних властивостей ґрунту при обробітку соняшнику під впливом різних прийомів основного обробітку ґрунту на тлі вирощування ячменю, кукурудзи та люцерни в якості попередників;
- 2) визначити вплив мінімізації обробітку ґрунту на формування весняних запасів продуктивної вологи у ґрунтах;
- 3) вивчити зміни агрохімічних властивостей чорнозему типового під впливом мінімізації обробітку ґрунту за різними попередниками;
- 4) встановити роль різних прийомів ресурсозберігаючих обробітків ґрунту на кількісно-видовий склад бур'янів у посівах соняшника;
- 5) виявити вплив розроблених агроприйомів на врожайність насіння соняшника;

б) розрахувати економічну ефективність вирощування соняшника при різних прийомах обробітку чорнозему типового на тлі вирощування ячменю, кукурудзи та люцерни в якості попередників.

Об'єкт дослідження. Об'єкти досліджень – соняшник, попередники (кукурудза, люцерна, ячмінь), чорнозем типовий.

Предмет дослідження – особливості формування врожайності насіння соняшника на тлі різних прийомів обробітку ґрунту, попередників та прийомів хімізації. У роботі використано результати раніше проведених досліджень, інформаційні видання та інші матеріали за технологією вирощування соняшнику. При отриманні та обробці польових даних використовувалися аналітичний, експериментальний, статистичний, енергетичний та економічний методи досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів. Виявлено вплив різних прийомів обробітку ґрунту на щільність, загальну пористість, пористість аерації, капілярну пористість, будову орного шару, структурність чорнозему типового та його водостійкість за попередниками кукурудза, ячмінь та люцерна. Виявлено особливості формування весняних запасів вологи у ґрунті під впливом змін орного шару в осінній та весняний періоди. Було розглянуто та встановлено, що зменшення інтенсивності розпушування ґрунту підвищувало вміст гумусу, знижувало кількість нітратного азоту у ґрунті, покращувало фосфатний режим живлення соняшника.

Визначено економічну ефективність вирощування соняшнику на тлі розроблених агроприйомів.

Особистий внесок здобувача в наукові дослідження полягає в обґрунтуванні адаптації соняшнику до мінімізації обробітку ґрунту при застосуванні агроприйомів енергозберігаючого землеробства для підвищення врожайності та рентабельності виробництва цієї культури та збереження родючості ґрунту. Надано наукові рекомендації щодо застосування безплужного обробітку ґрунту при вирощуванні соняшнику на тлі різних попередників із застосуванням гербіцидів та добрив на чорноземах типових.

Отримані результати досліджень дозволяють вибрати найефективніші прийоми обробітку ґрунту в конкретних виробничих умовах. Доведено можливість отримання врожайності олійного насіння соняшника 1,5 т/га в умовах Степу України при використанні нульового та мінімального обробітку ґрунту.

Рекомендації автора запроваджено у 2022-2023 роках. на площі 95 га у ТОВ «ОЛДЕН К» Кропивницького району Кіровоградської області, ефективність впровадження становила 0,9 тис. грн./га.

Апробація результатів роботи. Основні положення випускної кваліфікаційної роботи доповідалися на міжнародних та всеукраїнських конференціях: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Кропивницький, 17-18 листопада 2022 р), а також XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки», м. Кропивницький, ЦНТУ, 8-10 листопада 2023 року.

Публікації. Результати проведених досліджень в даній магістерській роботі опубліковані у вигляді тез доповідей: Проценко А.М. Урожайність насіння соняшника під впливом різних способів обробітку ґрунту. Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Кропивницький, 17-18 листопада 2022 р), ЦНТУ, 2022 С. 112-113 та М. Ковальов, А. Проценко Урожайність насіння соняшника під впливом різних способів обробітку ґрунту. Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». (м. Кропивницький, 8-10 листопада 2023 р), Кропивницький: ЦНТУ. 2023. С.377-379 [1, 2].

РОЗДІЛ 1 СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В БОГАРНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ (літературний огляд)

1.1. Значення соняшнику

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) із сімейства *Asteraceae* – основна олійна культура країни. Насіння сучасних сортів та гібридів містить 50 – 52 % харчової олії з хорошими смаковими якостями, до 16 % білка. На частку соняшника в Україні припадає близько 80 % посівів основних олійних культур [3]. За кордоном він також є поширеною культурою [4].

Олія соняшника відноситься до групи напіввисихаючих; воно володіє високими смаковими якостями і перевершує інші рослинні жири по поживності та засвоюваності [5]. Забарвлення сім'янок олійної групи переважно темно-сіре зі слабкою смугастістю, чорно-вугільна, рідко сіра зі смугами; гризовий - сіра зі смугами, рідко біла [6].

На корм худобі використовують макуху, шрот та обмолочені кошики соняшнику [7]. Основу кошика складає квітколоже, на якому розташовані по краях язичкові, а всередині — трубчасті квітки. Язичкові квітки великі, оранжево-жовті, безплідні, іноді з недорозвиненим маточкою [8]. Також ця культура визнаний медонос [9]. Менш відомо, що соняшник – каучуконосна рослина [10].

1.2 Біологічні особливості

Вимоги до тепла Насіння соняшника починає проростати при температурі 4-6 °С, при підвищенні температури до 20 °С сходи з'являються через 6-8 днів. Сходи соняшника при оптимальному зволоженні та температурному режимі ґрунту з'являються на 8-10 день після посіву.

Насіння соняшника, що наклюнулося, переносять заморозки до -10 °С, набряклі - до -13 °С. Сходи соняшника можуть переносити короточасні заморозки, що дозволяє проводити посів у ранні терміни. Цвітіння соняшнику

продовжується – 25–30 днів, досягає він фізіологічної зрілості через 35–40 днів після цвітіння [11].

Найбільш оптимальна температура для зростання та розвитку 20–24 °С, у фазі цвітіння 25–26 °С. при дозріванні 26–28 °С. Заморозки – 1–2 °С у фазу цвітіння діють згубно на квітки.

Соняшник споживає велику кількість води. Відомо, що оцінювати показник вологозабезпеченості треба не за кількістю опадів, а щодо суми опадів до максимальної в конкретних умовах потреби посівів у волозі, що дорівнює випаровуваності з відкритої водної поверхні [12]. У зарубіжній літературі ступінь забезпеченості посівів вологою зазвичай характеризується співвідношенням фактичної та потенційної евапотранспірації [13], у тому числі при вивченні водного режиму посівів соняшника [14]. Завдяки потужно розвиненій і глибоко проникаючій кореневій системі він здатний витягувати воду з глибоких шарів [15]. Глибина їхнього залягання залежить від погодних умов та стану ґрунту [16]. Ушкодження бічних коренів під час обробок міжрядь шкідливе для рослин лише за посухи. Якщо ж під час розпушування у шарі 0–10 см вологи достатньо, життєздатність бічного коріння швидко відновлюється [17].

Соняшник – світлолюбна рослина короткого дня. При просуванні на північ вегетаційний період цієї культури продовжується. Рослини соняшника мають активний фотосинтезуючий апарат великого розміру, завдяки чому вони відрізняються великою фотосинтезуючою та біологічною здібностями, створюючи за добу 8–11 г/мл сухої речовини, використовуючи сонячну енергію 1,5–2,6 % [18].

Кращими ґрунтами для соняшника – є чорноземні та каштанові. Соняшник добре росте і розвивається на близьких до нейтральних ґрунтах з значенням рН 6,0–6,8. Соняшник висуває певні вимоги до щільності ґрунту в період проростання насіння. Першим рушає в ріст, виходить із насіння і заглиблюється в ґрунт зародковий корінець. За рахунок зростання підсім'ядольного коліна виходять і виносяться на поверхню сім'ядолі. У цей час важливо, щоб насіння

мало тісний контакт із ґрунтом, тобто. важливими є формування щільної основи для них, наявність вологи та щоб верхній шар був пухким [19].

1.3. Обробіток ґрунту.

Обробіток ґрунту — потужний фактор мобілізації його потенційної родючості. Зростання технічної оснащеності сільського господарства призвело до інтенсивного використання орних земель. Воно супроводжувалося збільшенням глибини та числа механічних обробок для знищення бур'янів, збільшення глибини орного шару та активізації діяльності мікроорганізмів, покращення водного та харчового режимів та підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Інтенсивний обробіток призводив до руйнування структури ґрунту, яке неминуче призводить і до погіршення водного та повітряного режимів ґрунту [20]

Обробіток ґрунту розглядається, перш за все, з точки зору регулювання його щільності. При зіставленні величин рівноважної та оптимальної для культур щільності ґрунту визначається потреба у тому чи іншому механічному обробітку. Зменшення інтенсивності розпушування ґрунту до повної відмови від нього можливе лише на ґрунтах, де рівноважна щільність близька або дорівнює оптимальній [21]. Поруч із традиційним обробітком ґрунту, потребує високих енергетичних витрат, тому сьогодні широко використовується енергозберігаючий обробіток ґрунту. Сюди варто віднести мінімальний, смуговий та нульовий обробіток. Головним показником оцінки різних систем обробітку ґрунту є врожайність сільськогосподарських культур та якість отриманої рослинницької продукції [22].

Традиційна система обробки включає основний обробіток ґрунту з оборотом пласта або безвідвальне глибоке розпушування. Після збирання попередника проводять у першому випадку два лущення стерні і глибоку оранку оборотними плугами. Встановлено, що при глибокій відвальній обробці вміст ерозійно небезпечної фракції вищий, ніж в інших видах обробок, що призводить

до підвищеної ерозії та втрати родючості, так само збільшується вміст вологи в ґрунті [23].

Безвідвальне глибоке розпушування знижує інтенсивність ерозійних процесів. Це відбувається за рахунок збільшення кількості цінних фракцій. Цей показник корелює з чисельністю ґрунтових мікроорганізмів. На утримання елементів живлення на чорноземах звичайних в основному впливають сівозмінна та система удобрення. Це спостерігалось більшою мірою, ніж вплив обробітку ґрунту. Відзначалося зниження вмісту водорозчинного фосфору при глибокій оранці більш ніж на 3 мг/кг [24]. Глибоке розпушування збільшує вміст нітратного азоту на 2,49 мг/кг порівняно з глибоким оранкою, що узгоджується з даними інших авторів, які проводили свої дослідження [25]. Глибока оранка призводить до зменшення нітратного та збільшення кількості амонійного азоту, що пов'язано з високим ступенем аерації. За даними тих самих авторів, оранка провокує збільшення частки ерозійно небезпечних фракцій 20 % і знижує кількість водорозчинного фосфору 45,5 мг/кг. Кількість мезобіонтів при даному обробітку менша порівняно з іншими досліджуваними прийомами. Безвідвальний обробіток ґрунту характеризується мінімальною кількістю ерозійно небезпечної фракції менше 1 % та підвищує вміст калію.

Оранка – найбільш низькопродуктивний, енерго- та ресурсомісткий процес обробітку ґрунту. На один гектар витрачається залежно від гранулометричного складу ґрунту від 20 до 25 л дизельного палива. Витрати енергії на обробіток ґрунту становлять понад 40 % від загальних технологічних витрат на обробіток сільськогосподарських культур [26].

За мінімізації обробки ці витрати скорочуються до 10-15 % [27]. Витрати пального та мастильних матеріалів при застосуванні ресурсозберігаючих технологій щодо традиційної обробки можна зменшити в 2,5–3,0 рази.

Розорювання та сільськогосподарське використання чорноземів призводить до зниження в них вмісту гумусу та загального азоту в порівнянні з цілиним ґрунтом. Розорювання чорноземів та 60-річне сільськогосподарське їх

використання призвело до пропорційного зниження вмісту гумусу та загального азоту [28].

Вихід із ситуації, що склалася – це впровадження ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту. Їх використання стало наслідком науково-обґрунтованих законів розвитку науково-технічного прогресу. Перехід його з ресурсоемного до ресурсозберігаючого етапу є якісною зміною технологічного рівня. Чорноземи звичайні найбільш придатні для енергозберігаючих технологій, внаслідок оптимальної щільності складення для багатьох сільськогосподарських культур [29].

З питань використання енергозберігаючих прийомів обробітку ґрунту немає єдиної думки. Світовий та український досвід з обробітку сільськогосподарських культур з використанням енергозберігаючих технологій обробітку ґрунту показує, що врожайність може бути нижчою, однаковою або вищою, порівняно з традиційним оранкою. Ряд авторів стверджує, що врожайність при оранці, мінімальному та нульовому обробітку ґрунту була практично однаковою [30]. Інші автори вважають, що врожайність при мінімальному та нульовому обробітку ґрунту в порівнянні з оранкою знижується. Деякі автори стверджують, що при енергозберігаючих обробітках ґрунту врожайність зернових вища, ніж за оранки [31].

Мінімальний обробіток ґрунту знижує енергетичні витрати шляхом зменшення числа та глибини обробітків, поєднання операцій в одному робочому процесі. Він передбачає широке застосування при високій засміченості гербіцидів і включає восени безвідвальне розпушування ґрунту після збирання попередника, а навесні передпосівну культивуацію.

Багато дослідників у своїх роботах показали, що застосування мінімального та нульового обробітку сприяло нагромадженню вологи навесні в орному та кореневмісному шарі більше, ніж на ораних полях на ґрунтах чорноземного типу [32].

Можливості мінімізації обробітку ґрунту зростають у міру забезпеченості виробничими ресурсами, добривами, пестицидами при дотриманні сівозмін, високої культури землеробства [33].

Наукові дослідження свідчать на користь зменшення глибини та кількості обробок. При обробітку просапних культур на чистих від багаторічних бур'янів полях, а також з використанням ефективних гербіцидів кількість міжрядних розпушень можна скоротити до 1-2 в період вегетації або повністю виключити [34]. Скорочення боронувань та розпушування міжрядь у післяпосівний період з використанням гербіцидів зменшує ущільнення ґрунту, покращує його фізичні та технологічні властивості, що збільшує врожай.

Культивація міжрядь при вирощуванні просапних культур у низці країн, наприклад, США, поступово замінюється обробкою гербіцидами. Це з тим, що з механічної обробки збільшується випаровування вологи в посушливі роки, підрізаються коріння вирощуваних культур, що веде до недобору врожаю, підвищення витрат і собівартості продукції. Ще більш ефективна з точки зору енергозбереження нульова обробка ґрунту прямий посів, якому в останні роки агрономічна наука та практика низки країн, таких як Великобританія, Канада, США, Німеччина, Нова Зеландія, Угорщина та ін. приділяють дедалі більшу увагу. Це можна вважати новим етапом у мінімізації обробітку ґрунту. Нульовий обробіток ґрунту можна розглядати як технологію, найбільш близьку природі [35]. До переваг нульового обробітку відносять зниження працевитрат, витрат палива та зносу технічних засобів, забезпечення можливості виконання польових робіт у стислі агротехнічні терміни, поліпшення ґрунтових умов для розвитку культур за рахунок збереження структури ґрунту, підвищення вмісту гумусу та зниження ризику розвитку водної та особливо вітрової ерозії.

При нульовому обробітку починаються процеси поліпшення агрофізичних та агрохімічних показників родючості ґрунту, збільшується вміст гумусу [36].

Варто враховувати і негативні явища застосування нульового обробітку ґрунту. Це небезпека засміченості полів, особливо багаторічними бур'янами. Часті поверхневі обробки без оберту пласта при розміщенні зернових по

зернових у вузькоспеціалізованих сівозмінах можуть збільшити ураження їх кореневими гнилями.

Для усунення негативних явищ нульового обробітку ґрунту необхідно в його системі в сівозміні вміло поєднувати відвальний та безвідвальний, глибокий та поверхневий обробіток. Нульова технологія постійно вдосконалюється, оскільки з'являються нові підходи з метою зменшення виробничих витрат. Одним із таких напрямків є система Clearfield (у перекладі з англійської – «чисте поле»), за якою можна обробляти основні сільськогосподарські культури. Вперше дана виробнича система почала використовуватися на соняшнику, набула широкого поширення та використовується у світі на площі 2,5 млн. га. Основною відмінністю системи Clearfield є повна відсутність міжрядних обробок із збереженням у ряді випадків оранки. Дана система в російських умовах, крім того, заснована на разовому застосуванні щодо дорогого гербіциду «свролайтинг» [37].

Нульовий обробіток (прямий посів) широко використовують для посіву соняшнику. У цьому випадку використовуються спеціальні просапні посівні комплекси. Вони повинні бути обладнані турбодисками для смугового обробітку ґрунту. Такі комплекси за один прохід проводять обробіток ґрунту, посів, внесення добрив та коткування. В Австралії прямий посів застосовується на площі 16 млн. га. При цьому збільшується родючість ґрунту, покращується та стабілізується навколишнє середовище, підвищується врожайність зернових культур на 10-15 % [38].

1.4. Особливості удобрення соняшнику.

Винесення поживних речовин рослинами соняшнику найвище порівняно з іншими відомими культурними рослинами: ця величина становить 272 кг на 1 т урожаю насіння та побічної продукції, в т.ч. азоту – 60 кг, фосфору – 26 кг, калію – 186 кг. З урожаєм у 1 тоні насіння азоту виноситься 28–29 кг, фосфору – 12–13 кг та калію – 90–100 кг. Вся побічна продукція, в якій міститься 25 кг азоту, 12 кг фосфору, 90–100 кг калію, залишається на полі і як винос не може бути

використана. Тому наведені цифри варто оцінювати не винесенням поживних речовин культурою, а залученням до обігу елементів живлення при її вирощуванні [39].

При внесенні основного добрива під зяблеву оранку найкращим поєднанням є азотно-фосфорне добриво при співвідношенні азоту до фосфору рівним 1:1 або 1:1,5. Урожайність насіння при цьому підвищується в середньому на 0,21-0,35 т/га. Основне добриво – добрива, внесена у ґрунт до посіву польової культури, забезпечує рослини поживними речовинами протягом усього періоду вегетації. Разом із передпосівним добривом та підживленням складає систему добрива у сівозміні [40].

Дослідженнями ІСГС НААН України та інших наукових установ встановлено, що для соняшника найкращим є азотно-фосфорне добриво. Доза азотно-фосфорного добрива залежить від кількості у ґрунті рухомого фосфору. Оптимальною дозою є при низькій забезпеченості орного шару рухомим фосфором $N_{40-60}P_{60}$, при середній $N_{20-30}P_{30}$, при підвищенні норм ефективність цих доз знижується. При високій забезпеченості ґрунту фосфором внесення добрив - економічно не вигідні [25]. При цьому дозу $N_{20-30}P_{30}$ вносяться одночасно із посівом соняшника. Цей спосіб дозволяє ефективно використовувати поживні елементи з добрив при будь-яких системах основного обробітку ґрунту [19].

Лукашев А.І. [1983] узагальнивши численні та багаторічні дані наукових установ про чуйність соняшнику на мінеральні добрива, показав, що оптимальні їх поєднання та норми внесення різняться залежно від вирощування цієї культури. У більшості випадків найбільше ефективно азотно-фосфорне добриво у дозі $N_{40}P_{60}$. Дослідженнями ІСГС НААН України встановлено, що щодо агроекономічної ефективності доза $N_{20-30}P_{30}$, внесена при сівбі, рівноцінна дозі $N_{40-60}P_{60}$, внесений під зяблеву оранку [41].

З урахуванням повернення поживних речовин у ґрунт із рослинними рештками дефіцит балансу останніх у землеробстві країни в середньому склав 53,6 % [42].

Мінеральні добрива викликають зменшення відсотка жиру в насінні соняшнику, при суттєвому переважанні в живильному середовищі азоту над фосфором. У таких умовах вміст цукрів, з яких утворюються складові частини жиру – гліцерин та жирні кислоти, знижується внаслідок підвищеної витрати їх на синтез білків [29]. Особливо помітно зниження вмісту жиру в насінні під впливом азотних добрив в умовах недостатнього зволоження [5]. На родючих ґрунтах чуйність соняшнику на мінеральне харчування невисока, особливо при мінімальному обробітку ґрунту [43].

Як показали дослідження багатьох учених, ефективність позакореневого підживлення багато в чому залежить від складу добрив, термінів їх застосування, потреб рослин у додатковому надходженні макро- та мікроелементів, ґрунтових та погодних умов [44].

Калійні добрива в нормі 40-60 кг/га діючої речовини вносять на легких ґрунтах.

Для успішного використання соломи як добрива її слід подрібнювати, рівномірно розподіляти по поверхні поля, вносячи компенсаційні дози азотних добрив з розрахунку 10 кг діючої речовини азоту на 1 тону соломи з закладенням у ґрунт або без закладення в ґрунт за технології No-till [45]. В результаті великих доз добрива, що вносяться в ґрунт, відбувається деградація ґрунту, який перешкоджає підвищенню врожайності сільськогосподарських культур.

Внаслідок високих доз добрив на деяких ґрунтах окремі види корисних мікроорганізмів знаходяться на межі зникнення. Їхнє місце займають нетипові для ґрунтоутворювальних процесів мікроорганізми. Вони не покращують живлення рослин, особливо при мінімальній обробці, а паразитують на рослинному організмі. Тому на соняшнику слід застосовувати невеликі дози добрива у поєднанні з деструкторами рослинних решток [46]

РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ФГ «ОЛДЕН К» ТА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Організаційно-економічні умови ФГ «ОЛДЕН К»

Фермерське господарство «ОЛДЕН К» займається вирощуванням зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур, а також вівчарством і козівництвом, допоміжною діяльністю в рослинництві, після збиральною діяльністю, оптовою торгівлею зерном, необробленим тютюном, насінням і кормами для тварин, вантажними перевезеннями, переробкою насіння для регенерації, зберіганням, орендою і переробкою.

У їхньому користуванні знаходиться 601 га сільськогосподарських угідь, у тому числі 580 га ріллі. У тому числі у власності – 196 га, у постійному безстроковому користуванні та довічному володінні – 80 га, земельні ділянки пайової власності фізичних осіб – 304 га (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Структура земельних угідь

Показники	2021 рік		2022 рік		2023 рік		Відхилення 2023 р. від 2021 р, га. (+; -)
	га	%	га	%	га	%	
Загальна земельна площа	564	100,0	601	100,0	601	100,0	37,0
В т.ч. сільськогосподарських земель	564	100,0	601	100,0	601	100,0	37,0
З них: рілля	543	96,27	580	96,51	580	96,51	37,0
сінокоси	21	3,73	21	3,49	21	3,49	-

Посівна площа у ФГ «ОЛДЕН К» в 2023 році склала 580 га, що на 37 га більше за рівень 2021 року, у тому числі площа зернових та зернобобових склала 366,56 га, технічні культури – 193,72 га, з них цукровий буряк 22,04 га, соняшник – 168,2 га, гірчиця – 3,48 га. Площа картоплі та баштанних – 0,58 га, кормові культури – 19,4 га. Площа ріллі відведена під зайнятий пар у 2022 року становила 53,94 га (див. табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Розмір та структура посівних площ ФГ «ОЛДЕН К»

Культури	2021 рік		2022 рік		2023 рік	
	га	%	га	%	га	%
Зернові та зернобобові	323,58	62,8	432,68	74,6	366,56	63,2
в т.ч. пшениця озима	172,13	31,7	179,22	30,9	179,8	31,0
ячмінь ярий	123,8	22,8	160,66	27,7	139,78	24,1
гречка	11,95	2,2	13,34	2,3	12,76	2,2
кукуруза на зерно	33,12	6,1	25,52	4,4	34,22	5,9
люцерка		-	53,94	9,3		-
Технічні культури	162,9	30,0	138,04	23,8	193,72	33,4
в т.ч. цукрові буряки	5,43	1,0	25,52	4,4	22,04	3,8
соняшник	149,33	27,5	112,52	19,4	168,2	29,0
гірчиця		-		-	3,48	0,6
соя	8,15	1,5		-		-
Кормові культури	38,01	7,0	8,12	1,4	19,14	3,3
Картопля та баштанні	1,09	0,2	0,58	0,1	0,58	0,1
Всього	543	100	580	100	580	100

Основні фонди є виробничим апаратом господарства та складовою зростаючою частиною національного багатства. Обов'язковою умовою виробництва сільськогосподарської продукції використання основних фондів. Забезпеченість сільськогосподарських підприємств основними факторами виробництва та ефективність їх використання – важливі фактори, від яких залежать результати господарської діяльності, зокрема якість, повнота та своєчасність виконання сільськогосподарських робіт, а отже, і обсяг виробництва продукції, її собівартість, фінансовий стан підприємства. У зв'язку з цим аналіз забезпеченості підприємств основними засобами та пошук резервів підвищення ефективності їх використання мають велике значення.

Ефективність використання основних фондів ФГ «ОЛДЕН К» Кропивницького району представлені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Ефективність використання основних виробничих фондів

Назва показника	2021 рік	2022 рік	2023 рік	Відхилення 2023 р. від 2021 р, га. (+; -)
Середньорічна вартість основних засобів, тис. грн.	1507	1743	2754	1247
Площа с/г., га	564	601	601	37
Вартість валової продукції в цінах реалізації, тис.грн.	5127	6204	8500	3373
Середньорічна чисельність працівників, чол.	11	10	12	1
Фондозабезпеченість, тис.грн.	26,3	29,5	45,9	19,6
Фондоозброєність, тис.грн.	12,54	14,9	22,2	9,66
Фондовіддача, грн.	3,40	3,56	3,09	-0,31
Фондомісткість, грн.	0,29	0,28	0,32	0,03

Аналізуючи дані таблиці, можна назвати, що протягом останніх 3 роки у господарстві спостерігається збільшення середньорічної вартості основних виробничих фондів: з 1507 тис.грн. 2021 році до 2754 тис. грн. 2023 році. Це пов'язано з тим, що у 2022 році господарством було придбано два колісні трактори Джон Дір 6920 2015 та 2017 років випуску.

Придбання нової техніки спричинило зростання фондозабезпеченості господарства та фондоозброєності на 19,6 тис.грн. та 9,66 тис.грн. відповідно.

2.2. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови ФГ «ОЛДЕН К».

Досліди проводились на полях Фермерського господарства «ОЛДЕН К» с. Аджамка, Кропивницького району, Кіровоградської області на слабовмитих чорноземах типових середньо потужних слабогумусованих важко суглинкових за гранулометричним складом [47, 48]. Потужність горизонту Н – 49 см. Реакція середовища близька до нейтральної рН водної витяжки дорівнює 7,1–7,2. Сума обмінних підстав відповідає даному підтипу ґрунтів і становить 25,5–28,0 мг-екв.

на 100 г ґрунту. У складі поглинених основ переважає обмінний кальцій (55,2–69,1 % від суми основ), магній становить 28,1–34,54 %. Вниз за профілем кількість його збільшується. Вміст натрію 2,0–2,8 %. За сухим залишком ґрунту незасолені (0,01–0,02 %) і не містять токсичних солей.

Вміст нітратного азоту дорівнює 21,9–36,0 мг на 1 кг ґрунту, гідролізованого азоту за Тюріном – 41,2–48,7 мг, доступного фосфору P_2O_5 по Мачигіну – 33,0–40,0 мг, обмінного калію K_2O по Чірікову – 16–26 мг на 100 г ґрунту. За вмістом поживних речовин цей ґрунт відноситься до середньозабезпечених як щодо азоту, так і фосфору і калію.

Щільність ґрунту в орному горизонті коливається в межах 1,20–1,30 г/см³, у підорному горизонті – 1,31–1,34 г/см³, на глибині 1 м він зростає до 1,35–1,40 г/см³, на двометровій позначці становить 1,41 – 1,43 г/м.

Найменша вологоємність у шарі 0–30 см м дорівнює 26,3–28,1 % від маси сухого ґрунту, у шарі 30–50 см – 23,7–26, , а у глибших шарах стає приблизно постійним і коливається в межах від 20,0 до 21,8 %. Вологість стійкого в'янення змінюється за шарами від 9,3–10,1 до 8,4–9,0 %. Агрономічно цінна структура становить 57–59 %, а водоміцність її – 51,7–52,5 % у шарі 0–20 см та 32,3–33,1 % у шарі 30–40 см. Кількість гумусу за Тюріном у шарі 0–20 см – 3,26–3,90 %, у шарі 20–40 см – 3,08–3,50, у шарі 40–60 см – 1,64–2,20 % від маси абсолютно сухого ґрунту.

Низький вміст гумусу та наявність у ГВК натрію зумовлюють несприятливу структуру ґрунтів, що вивчаються. За Вадюніною А.Ф. (1970), якщо вміст поглиненого натрію становить 2–3 %, а відношення кальцію до магнію 3:1, ґрунт має погані фізичні властивості.

Район проведення досліджень розташований у зоні чорноземних степів. Клімат цієї території характеризується як рівномірно спекотний і рівномірно посушливий. За даними метеостанції міста Кропивницький [49], найхолоднішим місяців року є січень, середньомісячна температура повітря якого за середньобаторічними даними становить – 12,0 °С. Мінімальна температура повітря

знижується до $-41,4^{\circ}\text{C}$. Найтепліший місяць – липень мав середньомісячну температуру повітря $21,5^{\circ}\text{C}$. (див. рис 2.1, дод. А1 табл. 1).



Вис. 2.1 Кліматичні умови району проведення дослідження (за метеостанцією м. Кропивницький)

Максимальна температура повітря цього місяця досягає 41°C . Амплітуда коливання температури дорівнює $8-24^{\circ}\text{C}$. У момент переходу середньодобової температури через 5°C навесні. Запас продуктивної вологи у метровому шарі дорівнює 125–150 мм. Цієї кількості вологи вистачає на короткий період, тому що висока температура та низька вологість повітря 54–57 % сприяє сильному випаровуванню вологи з ґрунту, що досягає у липні 209 мм. Крім того, протягом вегетаційного періоду 20-30 днів бувають із суховіями. Гідротермічний коефіцієнт становить 0,78.

Початок вегетації 2022 року характеризується як спекотний та сухий період (див. табл. 2. дод А2).

У квітні випало лише 17 мм опадів, це становило 57 % від норми. Температура повітря у квітні перевищувала середню багаторічну величину на 7°C . Висока температура у третій декаді квітня 19°C та хороші запаси вологи у ґрунті забезпечили гарне відростання та інтенсивний розвиток багаторічних трав та просапних культур. Травень 2022 був середньо забезпечений вологістю.

Середня температура травня склала 19,3 °С, що на 4,3 °С вище норми. Кількість опадів у травні випала лише 10 мм, що було 23,2 % норми.

Червень був вологим та жарким. Середня температура в червні дорівнювала 23°С, що вище за норму на 3,6°С. Опадів у червні випало 46,7 мм, що на 4% більше за норму.

Липень був посушливим та спекотним. У липні середня температура повітря досягала 23,9°С, що вище за середню багаторічну величину на 2,5°С.

Максимальна температура вдень піднімалася до 42°С. У липні сума опадів за місяць не перевищувала 27,2 мм. Це відповідало 53 % середньої багаторічної величини. Торішнього серпня у третій декаді випало багато опадів – 94,8 мм, що у 115 % перевищило багаторічну норму. Гідротермічний коефіцієнт за вегетацію становив 0,70.

У квітні 2023 року випало 30,8 мм опадів, що дещо вище за норму. Температура повітря у квітні перевищувала середню багаторічну величину на 3,1°С. Оптимальна температура повітря у третій декаді квітня (12°С) та гарні запаси вологи у ґрунті забезпечили дружню появу сходів.

Травень 2023 був середньо забезпечений вологістю. Випало 44 мм замість 43 мм за нормою, середня температура травня становила 19,6°С, що на 4,6°С вище за норму.

Червень був вологим та теплим. Середня температура в червні дорівнювала 20,9°С, що вище за норму на 1,5°С. Опади у червні склали 141 мм, що більше за тримісячні норми.

У липні середня температура повітря досягла 21,3 °С, що практично дорівнювало середньої багаторічної величини. Кількість опадів випало 72 % норми (див. табл. 3 дод. А3).

Така погода у червні та липні сприяла формуванню та наливу насіння соняшника. У серпні випало 11,1 мм, що становило лише 25 % багаторічної норми. Гідротермічний коефіцієнт за вегетацію соняшника дорівнював 0,93.

Загалом погодні умови 2023 року були сприятливими для формування врожаю насіння соняшника.

РОЗДІЛ 3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Методика досліджень

Польовий дослід. Для спостережень і досліджень були використані загальноприйняті методики з проведення польового дослід [50]

У процесі досліджень велися такі спостереження за [48]:

- вологістю ґрунту - польовим, термостатно-ваговим методом із відбором проб ґрунтовим буром БН25-15;

- щільністю ґрунту - у польових умовах буром М.А. Качинського методом ріжучих кілець пошарово через 10 см до глибини 60 см;

- структурністю ґрунту - сухим розсіюванням;

- ступенем водоміцності структурних агрегатів - методом П.І. Андріянова;

- настання фенологічних фаз - окомірно на суміжних ділянках дослід;

- вмістом нітратного азоту - дисульфифеноловим методом з реакцією Лунге-Грісса;

- вмістом доступного фосфору - за Мачигінім;

- обмінним калієм - за Масловою;

- нітрифікаційною здатністю ґрунту;

- рухомими формами фосфору - за Мачигінім у модифікації ЦІНАО;

- обмінними основами Ca^{2+} і Mg^{2+} - згідно;

- обмінним натрієм;

- гумусом - за методом І.В. Тюріна в модифікації ЦІНАО;

- урожайністю соняшнику - методом пробних майданчиків 5 м².

Експериментальні дані обробляли методами дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізів на комп'ютері за методикою [51].

Схема дослідження включала шість варіантів і була закладена за двофакторною схемою:

1. Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль);
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю;
3. Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю;
4. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю;

5. Смоговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи;
6. Смоговий обробіток ґрунту (strip-till) по оберту пласта люцерни на другий рік після оранки.

Площа ділянок 200 м². Розміщення ділянок рендомізоване. При збиранні попередників соломка подрібнювалася і розкидалася поверхнею дослідної ділянки за всіма варіантами. Після збирання попередників вся дослідна ділянка оброблялася гербіцидом Раундап дозою 4 л/га проти багаторічних бур'янів. При традиційному обробітку проводили лущення стерні та оранку на глибину 25-27 см; у варіанті з дискуванням – дисковою бороною на глибину 12-14 см.

У випадках з смоговим обробітком лінії нарізалися культиватором зі знятими через ряд стрілочастими лапами. Ширина розпушеної смуги 22 см. Відстань між смугами по центру 070 см, а по краях смуги 50 см. Глибина розпушування 10-12 см. При традиційному та дрібному обробітку ґрунту навесні проводили боронування та передпосівну культивацію на глибину 6-8 см. Під передпосівний обробіток ґрунту та посів вносили 40 кг д.р. азотних добрив на всіх варіантах досліду.

Навесні соняшник висівався нормою 45 тисяч схожих зерен на 1 гектар. Сіявся гібрид Піонер PPLE 25. У фазу 4-6 листя поле оброблялося гербіцидом Форвард нормою 0,7 л/га за всіма варіантами досвіду.

3.2 Структурність ґрунту

Структурність - здатність ґрунту розпадатися на окремі агрегати. Агрегати розміром 10 – 0,25 мм надають ґрунту сприятливі для рослин властивості та називаються агрономічно цінними.

Вміст агрономічно цінних структурних агрегатів – найважливіший показник родючості ґрунту. Структурний стан ґрунту впливає на щільність складання, на пористість, водний, повітряний та поживний режими кореневого шару, на запаси продуктивної вологи в ґрунтогрунтах тощо.

За словами академіка В. Р. Вільямса (1951), структурний стан – найдостовірніший інтегральний показник родючості ґрунту, що відбиває

найкраще поєднання твердої фази і пористості. У структурному ґрунті немає антагонізму між водою та повітрям. По С. Д. Долгову (1953) параметри структурного стану ґрунту нараховують при відмінній структурі понад 70% водомісних структурних агрегатів, при добрій – 70-55%; при задовільній – 55-40%; при незадовільній – 40-20% та при поганій – менше 20%.

Найважливішою властивістю структури є водомісність. Вона визначається мокрим розсіюванням. Водомісну структуру прийнято вважати основним показником родючості для районів із великою кількістю опадів. Однак, за висловом І. Б. Ревута (1964), у посушливих умовах, де випадає мало опадів, можна вважати важливим показником родючості та структури, отриманої сухим просіюванням. На структурний стан ґрунту впливає, насамперед, механічна обробка ґрунту, рослинність, кількість у ґрунті органічної речовини, вміст обмінних катіонів кальцію, магнію та натрію, гранулометричний склад ґрунтів тощо.

Інтенсивна обробка ґрунту руйнує структуру в чистому парі, після просапних культур. Хороша структура утворюється під багаторічними травами, під якими відсутнє розпушування ґрунту та які залишають по собі багато органічної речовини (В.Р. Вільямс, 1951).

У наших дослідях зниження інтенсивності обробітку ґрунту під соняшником сприяло збереженню структури (див. табл. 3.1).

Досліди закладені на стаціонарній ділянці, де протягом 7 років проводилося дослідження впливу обробки ґрунту в польовій сівозміні на структуру ґрунту, соняшник розміщувався по ячменю. Крім того, він висівався при смуговій обробці після кукурудзи і після люцерни другого року після розпушення ґрунту.

У 2022 році на шостий рік проведення стаціонарного дослідження найменшу кількість цінних структурних агрегатів відзначено після оранки 67,8 %. При дрібному обробітку ґрунту кількість структурних агрегатів зросла на 5,3 %. При цьому на варіанті з оранкою відзначався більший відсоток глибинної фракції на 3,5% і пилової фракції – на 1,8 %.

Таблиця 3.1

Зміна структурного стану ґрунту в шарі 0-20 см під впливом обробки та попередників у 2023 р., %

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Величина структурних агрегатів, мм			Коефіцієнт структурності
	> 10	10 - 0,25	< 0,25	
1.Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	26,7	67,8	5,5	2,10
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	23,2	73,1	3,7	2,71
3.Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	22,7	75,8	1,5	3,13
4.Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	23,2	74,8	2,0	2,97
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	21,8	75,4	2,8	3,07
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	20,0	77,3	2,7	3,40

Коефіцієнт структурності зріс на 29,0 % з 2,10 до 2,71.

При нульовому обробітку, де ґрунт не розпушувався, кількість агрономічно цінних агрегатів зросла до 75,8 % або на 8,0 % порівняно з традиційним обробітком ґрунту. У цьому випадку кількість глибистих частинок та пилу знизилася на 4% кожної фракції. Коефіцієнт структурності підвищився на 49,0% порівняно з контролем із 2,10 до 3,13.

Смужкові посіви соняшнику по ячменю та кукурудзі мали однаковий структурний стан ґрунту 74,8 та 75,4 %. Це перевищувало контроль на 7,0 та 7,6 %. Глибиста фракція становила 21,8 та 23,2 %, а пилова – 2,0 – 2,8 %. Коефіцієнт структурності підвищився до 2,97-3,07 чи 41,4 і 46,2 % у порівнянні з контролем.

При вирощуванні соняшнику після люцерни на другий рік після її розпушення дисковою бороною кількість цінних структурних агрегатів зросла порівняно з контролем на 9,5 % і становила 77,3 %. Після люцерни структурний стан ґрунту при смуговому обробітку був вищим, ніж після ячменю на 2,5 % і більше ніж після кукурудзи – на 1,9 %.

При посіві соняшнику після люцерни був найбільший коефіцієнт структурності 3,40, що вище за контроль на 61,9 %. Таким чином, структурний стан ґрунтів під соняшником залежав не тільки від обробітку ґрунту, а й від попередньої культури.

У 2023 році, тобто на сьомий рік проведення досліджень на стаціонарному досвіді, найменша кількість структурних агрегатів була після оранки 66,3 %. Глибиста фракція становила 27,9 %, а пилова – 5,8 %.

Коефіцієнт структурності дорівнював 1,91. При поверхневому обробітку (дискуванні) кількість агрономічно цінних агрегатів склала 72,5 %, що на 6,2 % вище, ніж на контрольному варіанті. При цьому кількість глибистих частинок знизилася на 4,4 %, а пилу – на 0,2 %. Коефіцієнт структурності зріс до 2,64 чи 38,2 %. При нульовому обробітку ґрунту, де розпушування відсутнє, структура покращилася на 10,7 % порівняно з контролем і склала 77 %. Кількість глибистих частинок склала 21,9 %, що нижче за контроль на 6,0 %, а пилу – 1,1, менше варіанта з оранкою на 4,7 % (див. табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Зміна структурного стану ґрунту в шарі 0-20 см під впливом обробітку та попередників у 2023 р., %

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Величина структурних агрегатів, мм			Коефіцієнт структурності
	> 10	10 - 0,25	< 0,25	
1.Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	27,9	67,8	5,5	1,91
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	23,5	66,3	5,8	2,64
3.Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	21,9	72,5	1,1	3,34
4.Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	22,4	77,0	2,0	3,14
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	21,9	75,9	2,3	3,15
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	20,2	77,2	2,6	3,38

Смуговий обробіток ґрунту після ячменю та після кукурудзи мав однаковий структурний стан, який перевищував традиційну обробку ґрунту на 9,5-9,6 %. Глибиста фракція в цьому випадку була нижчою за контроль на 5,8-6,0 %, а фракція пилу – на 3,2-3,5 %.

Коефіцієнти структурності становили 3,14 та 3,15, що більше за контрольний варіант на 49,5-50,0 %. Найкращий структурний стан ґрунту відзначено при смуговому обробітку ґрунту після люцерни. Кількість агрономічно цінних структурних агрегатів на цьому варіанті становила 77,2 %, що вище, ніж на контролі з оранкою на 10,9 %. При цьому глибоких агрегатів знизилася на 7,7 %, а пилу на - 3,2 %. Коефіцієнт структурності зріс до 3,38 і був на 61 % вище в порівнянні з контролем.

У 2023 році, як і в першому році досліджень, структурний стан ґрунту залежав від обробки ґрунту та від попередників.

Порівняльний аналіз структурного стану ґрунту за перший останні роки досліджень показали, що при традиційній обробці ґрунту намічалася явна тенденція зниження агрономічно цінних структурних агрегатів та збільшення глибистих частинок. При поверхневому обробітку ґрунту (дискування) також спостерігалася деяке зниження цінних структурних агрегатів, але меншою мірою (0,6 %), ніж після оранки (1,5 %). При нульовому обробітку за два роки структурний стан ґрунту покращився на 1,2 %. При смуговому обробітку ґрунту після ячменю кількість цінних структурних агрегатів за два роки знизилася на 1,1 %, після кукурудзи та люцерни практично не змінилося. Відмінності було незначне і становило 0,4 % та 0,1 %.

У середньому за перший і останній роки найменша кількість цінних агрегатів була при оранці та поверхневому обробітку ґрунту (див. табл. 3.3).

Розмір їх дорівнював 67,0 і 72,8 %. При поверхневому обробітку ґрунту структурність ґрунту була вищою, ніж при традиційному обробітку на 5,8% .

На інших варіантах структурний стан ґрунту перевищував контроль на 8,2-10,3 %. На варіантах зі смуговим посівом найбільша кількість агрономічно цінних агрегатів була після люцерни 77,3 %, що вище за контроль на 10,3 %.

Таблиця 3.3

Зміна структурного стану ґрунту в шарі 0-20 см під впливом обробітку та попередників у середньому за роки досліджень, %

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Величина структурних агрегатів, мм			Коефіцієнт структурності
	> 10	10 - 0,25	< 0,25	
1. Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	27,3	67,0	5,7	2,03
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	23,3	72,8	3,9	2,68
3. Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	22,3	76,4	1,3	3,24
4. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	22,8	75,2	2,0	3,03
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	21,8	75,6	2,6	3,10
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	20,1	77,3	2,6	3,39

Найменша кількість цінних агрегатів за такої обробки була після ячменю. Це вище за контроль на 8,2 %.

Таким чином, зниження інтенсивності обробітку ґрунту зберігає хорошу структурність. Поліпшують структуру ґрунту попередники з великою кількістю післязбиральних органічних залишків.

3.3 Вплив обробітку на щільність ґрунту

У зв'язку з важливим значенням волого забезпечення в одержанні високих урожаїв сільськогосподарських культур у богарних умовах Степу України велику роль у вирішенні цього завдання відіграють весняні запаси продуктивної вологи у ґрунті. Накопичення вологи в кореневмісному шарі залежить від величини водопроникності, яка тісно пов'язана із щільністю ґрунту в осінній період. Тому після основного обробітку ґрунту перед настанням заморозків проводили визначення щільності ґрунту. На осінню щільність ґрунту значно впливали прийоми обробітку (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4

Вплив прийомів обробітку та попередників на щільність ґрунту в осінній період 2022 року, г/см³

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Шар ґрунту, см						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	30-50
1. Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	0,82	0,96	0,98	1,37	1,39	0,92	1,38
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	0,91	1,25	1,28	1,39	1,40	1,15	1,39
3. Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	1,21	1,24	1,27	1,40	1,41	1,24	1,40
4. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	1,19	1,25	1,27	1,39	1,40	1,23	1,39
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	1,15	1,22	1,25	1,38	1,40	1,20	1,39
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	1,09	1,18	1,20	1,36	1,37	1,16	1,36

У 2022 році після основного обробітку ґрунту найменша щільність відзначена на варіанті глибокого відвального розпушування на 25-27 см.

У верхньому орному шарі ґрунту 0-30 см на цьому варіанті після ячменю щільність ґрунту коливалася від 0,82 до 0,98 г/см³ і в середньому становила 0,92 г/см³. У глибших горизонтах вона перевищувала 1,37-1,39 г/см³. При поверхневому обробітку ґрунту на 12-14 см після ячменю щільність ґрунту у верхньому шарі 0-10 см становила 0,91 г/см³, у шарі 10-20 см – 1,25 г/см³, а у шарі 20-30 см – 1,28 г/см³. У другому та третьому шарі вона наближалася до рівноважної. У глибших горизонтах щільність ґрунту досягала 1,39-1,40 г/см³.

При нульовому обробітку ґрунту після ячменю щільність не знижувалася в шарі 0-30 см нижче 1,21-1,27 г/см³. У середньому вона становила 1,24 г/см³. У більш глибоких шарах щільність ґрунту була майже однаковою з попередніми варіантами і дорівнювала 1,40-1,41 г/см³.

При смуговому обробітку ґрунту після ячменю у верхньому шарі 0-10 см щільність була меншою, ніж при нульовому обробітку, але вище, ніж при поверхневому розпушуванні і становила $1,19 \text{ г/см}^3$. У шарах 10-20 та 20-30 см величина цього показника була однаковою з попереднім варіантом (нульовим обробітком). Тут вона не перевищувала $1,25\text{-}1,27 \text{ г/см}^3$.

При смуговому обробітку після кукурудзи щільність ґрунту знизилася порівняно із смуговим після ячменю і не перевищувала $1,15 \text{ г/см}^3$. На глибині 10-20 та 20-30 см щільність ґрунту була також нижчою в порівнянні з такою самою обробкою ґрунту ячменю $1,22\text{-}1,25 \text{ г/см}^3$. У підорному шарі 30-50 см після кукурудзи щільність ґрунту була близька до рівноважної і становила $1,38\text{-}1,40 \text{ г/см}^3$. Ще меншою була щільність ґрунту на варіанті при посіві соняшнику на другий рік після люцерни. На цьому варіанті щільність знизилася в шарі 0-10 до $1,09 \text{ г/см}^3$, а в шарах 10-20 та 20-30 см. – до $1,18$ та $1,20 \text{ г/см}^3$. Це менше, ніж при аналогічному обробітку ґрунту після ячменю відповідно на 11,0; 5,9 та 5,8 %.

Після люцерни відмічене зниження щільності ґрунту та в підорному горизонті. Тут вона дорівнювала $1,36$ і $1,37 \text{ г/см}^3$, що нижче, ніж у інших випадках на 2,9-3,0 %.

Таким чином, в осінній період інтенсивний обробіток ґрунту (оранка) знижувала щільність ґрунту в шарі 0-30 см порівняно з нульовим обробітком з $1,24$ до $0,92 \text{ г/см}^3$ або на 34,8 %, поверхневий обробіток - $1,24$ до $1,15 \text{ г/см}^3$, або на 7,8 %, посіви після кукурудзи при смуговій обробці з $1,24$ до $1,20 \text{ г/см}^3$ або 3,3%, а після люцерни – з $1,24$ до $1,16 \text{ г/см}^3$ або на 6,9 %. Кукурудза та люцерна в якості попередників знижували щільність ґрунту в шарі 0-30 см однаково з поверхневим обробітком на 12-14 см. Після люцерни відмічене зниження щільності та на глибині до 50 см.

В осінній період 2023 року зміни щільності ґрунту за різними прийомами обробітку були аналогічними до попереднього року.

Найменша щільність ґрунту відзначалася після глибокої відвального обробітку (оранки), у верхньому шарі ґрунту 0-30 см вона змінювалася в межах $0,80\text{-}0,90 \text{ г/см}^3$ (див. табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Вплив прийомів обробітку та попередників на щільність ґрунту в осінній період 2023 року, г/см³

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Шар ґрунту, см						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	30-50
1. Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	0,80	0,86	0,90	1,39	1,40	0,85	1,39
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	0,87	1,20	1,28	1,40	1,41	1,12	1,40
3. Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	1,22	1,26	1,27	1,38	1,39	1,25	1,38
4. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	1,20	1,24	1,27	1,39	1,39	1,23	1,39
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	1,14	1,20	1,24	1,37	1,39	1,19	1,38
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	1,10	1,17	1,19	1,35	1,37	1,15	1,36

У середньому щільність ґрунту не перевищувала 0,85 г/см³. У глибших горизонтах вона була постійною і не перевищувала 1,39-1,40 г/см³. При поверхневому розпушуванні після ячменю шарі 0-10 см щільність дорівнювала 0,87 г/см³, а шарі 10-20 см – 1,20 г/см³; у шарі 20-30 см – 1,28 г/см³. Глибше орного горизонту вона була постійною 1,40-1,41 г/см³.

При нульовому обробітку після ячменю щільність ґрунту не знижувалася у верхньому шарі 0-30 см нижче 1,25 г/см³ і коливалася шарами від 1,22 до 1,27 г/см³. На цьому варіанті щільність ґрунту була найбільшою з усіх варіантів дослідів, але змінювалася в межах оптимального значення для просапних культур.

При смуговому обробітку ґрунту після ячменю щільність ґрунту була близька до нульового обробітку. Відзначено тенденцію зниження її в шарі 0-10 і 10-20 см. В інших шарах відмінності практично не відзначено. При смуговому обробітку ґрунту після кукурудзи щільність помітно знижувалася порівняно зі смуговим обробітком після ячменю. Якщо шарі 0-30 см після ячменю вона

коливалася від 1,20 до 1,27 г/см³, то після кукурудзи коливання її були від 1,14 до 1,24 г/см³ або в середньому на 3,4 % менше.

У шарі 0-10 см ця відмінність була більша і становила 5,3 %. При смуговому обробітку після люцерни щільність ґрунту зменшилася порівняно з аналогічною обробкою після ячменю в шарі 0-30 см з 1,23 до 1,15 або на 6,9 %. З коливаннями від 1,20 до 1,27 та від 1,10 до 1,19 г/см³.

У середньому шарі 0-0,3 м інтенсивна обробка (оранка) після ячменю знижувала щільність ґрунту порівняно з нульовою обробкою з 1,25 до 0,85 г/см³ або на 47,0%, дрібне розпушування – з 1,25 до 1,12 г/см³ чи 11,6%. Смужна обробка після кукурудзи зменшувала щільність ґрунту порівняно з нульовою обробкою з 1,25 до 1,19 г/см³ або на 5,0%, а після люцерни – з 1,25 до 1,15 г/см³ або на 8, 7%. В осінній період 2022 року кукурудза та люцерна як попередники соняшника знижували щільність ґрунту в шарі 0-0,3 м майже однаково з дрібною обробкою.

Найбільша щільність ґрунту в осінній період за 2022-2023 роки була при нульовій обробці після ячменю. У середньому для шару 0-0,3 м вона становила 1,25 г/см³. Це вище, ніж на контролі при глибокій відвальній обробці на 37,4% і вище, ніж при дрібній обробці на 9,7% (див. табл. 3.6).

При смуговому обробітку ґрунту після ячменю щільність ґрунту мало відрізнялася від нульового обробітку та коливалася від 1,21 до 1,27 г/см³. При смуговому обробітку ґрунту після кукурудзи щільність знизилася у шарі 0-30 см порівняно зі смуговим обробітком після ячменю з 1,24 до 1,20 г/см³. Особливо вона відрізнялася за цими варіантами у шарі 0-10 см. Зниження показника щільності ґрунту після кукурудзи дорівнювало 5,2 %. При смуговому обробітку ґрунту восени після люцерни у шарі 0-30 см щільність ґрунту знизилася порівняно з таким самим обробітком після ячменю на 7,8 %, а порівняно з нульовим обробітком – на 8,7 %. У верхньому шарі 0-10 см вона становила 1,10 г/см³, що нижче за смуговий обробіток ячменю на 10,0 %, а після нульового обробітку – на 10,9 %. Таке ж зниження відмічене і в шарах 10-20 та 20-30 см.

Таблиця 3.6

Вплив прийомів обробітку та попередників на щільність ґрунту в осінній період у середньому за 2022-2023 роки, г/см³

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Шар ґрунту, см						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	30-50
1. Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	0,84	0,94	0,96	1,37	1,39	0,91	1,38
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	0,89	1,21	1,29	1,40	1,40	1,13	1,40
3. Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	1,22	1,26	1,28	1,38	1,39	1,25	1,38
4. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	1,21	1,25	1,27	1,39	1,39	1,24	1,39
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	1,15	1,20	1,25	1,38	1,39	1,20	1,38
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	1,10	1,17	1,19	1,35	1,37	1,15	1,36

$$F_{\text{ф.}} = 86,295 > F_{\text{т.}} = 3,59 \text{ НР}_{05} 0,042$$

У більш глибоких горизонтах на всіх варіантах дослідів за винятком посівів після люцерни щільність ґрунту була практично однаковою і коливалася в межах 1,38-1,40 г/см³. Після люцерни вона знижувалася до 1,36 г/см³. Попередники кукурудза та люцерна суттєво знижували щільність ґрунту при смуговому обробітку ґрунту.

За осінньо-зимовий період відбувається ущільнення ґрунту за рахунок гравітаційних сил, під дією опадів, талої води тощо. Тому навесні різниця у щільності ґрунту за варіантами з різними способами обробітку згладжувалася.

Чим більше випало садків, чим інтенсивніше снігостояння, тим сильніше ущільнювався ґрунт, особливо при інтенсивному осінньому розпушуванні. За роки досліджень, у середньому, навесні перед посівом соняшнику на варіанті з оранкою в шарі 0-30 см щільність ґрунту становила 1,24 г/см³ з коливаннями по шарах від 1,18 до 1,29 г/см³ (таблиця 3.7, дод. Б 1-3). При поверхневому обробітку щільність у цьому шарі ґрунту була практично однаковою з контролем

1,26 г/см³ і коливалася від 1,20 до 1,30 г/см³. Декілька вище коливання показника щільність ґрунту спостерігалася при нульовому обробітку в шарі 0-30 см де він становив 1,29 г/см³.

Таблиця 3.7

Вплив прийомів обробітку та попередників на щільність ґрунту у весняний період (середнє за 2022-2023 роки), г/см³

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Шар ґрунту, см						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	30-50
1.Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	1,18	1,24	1,29	1,35	1,39	1,24	1,37
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	1,20	1,27	1,30	1,38	1,40	1,26	1,39
3.Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	1,28	1,29	1,31	1,39	1,40	1,29	1,40
4.Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	1,24	1,28	1,32	1,39	1,40	1,28	1,40
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	1,22	1,29	1,30	1,38	1,39	1,27	1,38
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	1,19	1,29	1,31	1,33	1,37	1,26	1,35

$$F_{\text{ф.}} = 3,165 < F_{\text{т.}} = 3,59$$

При смуговому обробітку щільність ґрунту після ячменю мало відрізнялася від варіантів з такою самою обробкою після кукурудзи та після люцерни. Відмінність становили у шарі 0-30 см 0,8-1,6 %. Якщо після ячменю коливання щільності ґрунту було не більше 1,24-1,32 г/см³, після кукурудзи – не більше 1,22-1,30 г/см³, після люцерни – 1,19- 1,31 г/см³. Відмінність із контролем (оранка) не перевищувала 1,6-4,0 %.

Математичний аналіз взаємозв'язку щільності ґрунту, як в осінній, так і у весняний період, виявив тісний зворотний взаємозв'язок між глибиною обробітку ґрунту (X) та щільністю орного шару (Y). Взаємозв'язок цих властивостей в осінній період виражалася рівнянням виду: Осінь = 1,30-0,013X. Коефіцієнт кореляції - 0,950 вказує на тісний зворотний взаємозв'язок щільності орного шару

та глибини обробітку ґрунту. Навесні залежність щільності ґрунту (Y) від глибини обробітку (X) апроксимувався лінійним рівнянням: $Весна = 1,289 - 0,00202X$. Коефіцієнт кореляції становив $-0,990$. За рівнем нахилу кривих і за коефіцієнтами регресії очевидно, що різниця за варіантами в осінній період була значно більшою ніж навесні.

3.4. Загальна шпаруватість ґрунту

Загальна пористість в осінній період змінювалася за варіантами досвіду відповідно до густини складання ґрунту. У 2022 році при глибокій відвальній обробці ґрунту загальна пористість була найбільшою та становила за шарами орного горизонту $69,6-63,8\%$. Найбільш високою вона була у шарі $0-10$ см і знижувалася у шарі $20-30$ см до $63,8\%$. У глибших шарах вона перевищувала $48,6-49,3\%$.

При дрібній обробці на глибину $12-14$ см висока пористість була в шарі $0-10$ см $66,3\%$. Починаючи з глибини $10-20$ см вона знижувалася до $53,7$ та $52,6\%$. У середньому у шарі $0-30$ см величина її не перевищувала $57,5\%$. Це на $8,4\%$ нижче за контрольний варіант.

У більш глибоких шарах загальна пористість була постійною та змінювалась у межах $48,2-48,5\%$. Найменша загальна пористість відзначена при нульовій обробці ґрунту після ячменю. У верхньому шарі $0-10$ см пористість на цьому варіанті не перевищувала $55,2\%$. Це нижче, ніж за нульової поверхневої обробки ґрунту на $11,1\%$ і менше, ніж за глибокої відвальної обробки на $14,4\%$. У шарах $10-20$ та $20-30$ см загальна пористість склала $54,1$ та $53,0\%$.

Це практично однакові значення показника з попереднім варіантом, але менше за контрольний варіант на $11,5$ і $9,7\%$. У більш глибоких шарах при рівноважному ґрунті пористість не перевищувала контроль і становила $49,2$ і $48,5\%$.

При смуговому обробітку після ячменю пористість ґрунту була практично однакова з нульовим обробітком і коливалась у верхніх шарах у межах $53,0-55,2\%$. Відмінність із нульовим обробітком становила за шарами $0,4-0,7\%$. У

середньому шарі 0-30 см при смуговій обробці ґрунту після ячменю пористість була меншою, ніж при дрібній обробці на 3,0 %, ніж при глибокому відвальному обробітку – на 11,4 %. При смуговому обробітку ґрунту після кукурудзи відмічене збільшення загальної пористості щодо смугового обробітку після ячменю за шарами на 1,5; 1,1 та 0,8 %. У середньому шарі 0-30 см пористість становила на цьому варіанті 55,5 %. Це більше, ніж при смуговому обробітку після ячменю на 1,0 %, але менше, ніж при поверхневому обробітку на 2,0 %, і ніж при глибокому відвальному обробітку на 10,4 % (див. табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Вплив прийомів обробітку та попередників на загальну пористість ґрунту в осінній період 2022 року, % від об'єму ґрунту

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Шар ґрунту, см						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	30-50
1. Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	69,6	64,5	63,8	49,3	48,6	65,9	48,9
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	66,3	53,7	52,6	48,5	48,2	57,5	48,3
3. Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	55,2	54,1	53,0	48,2	47,8	54,1	48,0
4. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	55,9	53,7	53,0	48,5	47,9	54,5	48,2
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	57,4	54,8	53,8	48,9	48,1	55,5	48,5
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	59,6	56,3	55,6	46,9	49,3	57,1	49,5

При смуговому обробітку з обертанням пласта люцерни загальна пористість у верхніх шарах ґрунту зросла до 55,5-59,6 %. У середньому шарі 0-30 см вона становила 57,1 %. Це вище, ніж при смуговому обробітку після кукурудзи на 1,6 %, вище, ніж після ячменю – на 2,6 %, але менше, ніж при поверхневому обробітку на 0,4 % і чим при глибокому обробітку на 8,8 %. Смуговий обробіток з обертанням пласта люцерни був практично однаковим з варіантом при поверхневому обробітку після ячменю.

Пористість у глибоких шарах була однаковою всіх варіантах дослідів і коливалася в межах 48,0-49,5 %. Кукурудза та люцерна підвищували пористість ґрунту майже до рівня варіанта з дрібною обробкою ґрунту на 12-14 %. Після люцерни відзначено збільшення пористості ґрунту до глибини 50 см.

У 2023 році найбільша загальна пористість відзначена в осінній період після ячменю при глибокому відвальному обробітку – оранці (див. табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Вплив прийомів обробітку та попередників на загальну пористість ґрунту в осінній період 2023 року, % від об'єму ґрунту

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Шар ґрунту, см						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	30-50
1. Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	70,4	68,5	66,7	48,5	48,1	68,5	48,3
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	67,8	55,6	52,3	48,2	47,8	58,5	48,0
3. Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	54,8	53,3	53,0	48,9	48,5	53,8	48,7
4. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	55,6	55,1	53,1	48,5	48,4	54,5	48,5
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	57,8	55,6	54,1	49,3	48,5	56,0	48,9
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	59,3	56,7	56,0	50,1	49,3	57,4	49,7

Так у шарі 0-10 см вона дорівнювала 70,4 %, у шарі 10-20 см – 68,5 %; у шарі 20-30 см – 66,7 %. У середньому в орному шарі її величина досягала 68,5 %.

У глибших горизонтах пористість була постійною і дорівнювала 48,1-48,5 %. При поверхневому обробітку ґрунту в шарі 0-10 см пористість мало поступалася варіанту з глибоким обробітком і дорівнювала 67,8 %. У шарі 10-20 см вона зменшувалася порівняно з контролем на 12,9 %, у шарі 20-30 см – на 14,4 %. У середньому шарі 0-30 см пористість у 2023 році дорівнювала 58,5 %, що нижче за контроль (оранки) на 10,0 %. Ще меншою була загальна пористість на варіанті з нульовим обробітком ґрунту після ячменю. У шарі 0-10 см вона не

перевищувала 54,8 %, тобто була нижчою за пористість при поверхневому обробітку на 13,0 % і нижче контролю з глибокою відвальною обробкою на 15,6 %. У шарі 10-20 см ця різниця з контролем дорівнювала 15,2 %, а в шарі 20-30 см – 13,7 %. У шарі 0-30 см загальна пористість при нульовому обробітку становила 53,8 %, що нижче з варіантами при розпушуванні ґрунту на 4,7 та 14,7 %.

При смуговому обробітку ґрунту після ячменю пористість була близька до нульового обробітку після цього попередника. Відмінності були незначні та становили за шарами відповідно 0,8; 1,8 та 0,1 %. У середньому шарі 0-30 см різниця не перевищувала 0,7 %.

Посіви соняшника при смуговому обробітку після кукурудзи збільшили пористість ґрунту порівняно з ячменем на 2,2; 0,5 та 1,0 %. У шарі 0-30 см це збільшення склало 1,5 %. Порівняно з нульовим обробітком у цьому варіанті загальна пористість збільшилася на 2,2 %. Але при цьому вона залишалася нижчою, ніж у випадках з розпушуванням ґрунту на 2,5 та 12,5 %.

Помітно збільшилася загальна пористість при смуговому обробітку по оберту пласта люцерни. У шарі 0-10 см вона була вищою за варіанти зі смуговим обробітком на 3,7 і 1,5 %, у шарі 10-20 см - на 1,6 і 1,1 %; у шарі 20-30 см – на 2,9 та 1,9 %. У шарі 0-30 см ця відмінність дорівнювала 2,9 і 1,4 %. При смуговому обробітку після люцерни загальна пористість була близька до варіанту з поверхневим розпушуванням ґрунту.

У середньому за 2022-2023 роки загальна пористість була найбільшою за глибокого відвального розпушування (оранки) і дорівнювала у верхніх горизонтах 64,4-68,7 %.

У верхньому шарі 0-10 см вона була найбільшою і становила 68,7 %, у шарі 10-20 см вона досягала 65,8 %, а в шарі 20-30 см – 64,4 %. У середньому шарі 0-30 см загальна пористість становила 66,3 % від об'єму ґрунту.

При поверхневому обробітку пористість була порівняно високою лише у шарі 0-10 см 67,1 %. В інших горизонтах орного шару вона не перевищувала 55,1

та 52,3 %. У шарі 0-30 см загальна пористість у цьому варіанті дорівнювала 58,1 %, це нижче, ніж на контролі на 8,2 %.

При нульовому обробітку загальна пористість була найменшою у всіх горизонтах орного шару. На глибині 0-10 см вона була меншою за контроль на 13,7 %, у шарі 10-20 см – на 12,4 %, у шарі 20-30 см – на 11,4 % ; у шарі 0-30 см – на 12,5 % (див. табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Вплив прийомів обробітку та попередників на загальну пористість ґрунту в осінній період (середнє за 2022-2023 роки), від об'єму ґрунту

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Шар ґрунту, см						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	30-50
1.Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	68,7	65,8	64,4	49,1	48,4	66,3	48,7
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	67,1	55,1	52,3	48,4	48,1	58,1	48,2
3.Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	55,0	53,4	53,0	48,8	48,3	53,8	48,5
4.Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	56,2	54,9	53,1	48,6	48,4	54,8	48,5
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	57,4	55,5	53,6	49,0	48,4	55,6	48,7
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	59,3	56,7	55,7	50,1	49,4	57,2	49,8

$$F_{\text{ф.}} = 78,752 > F_{\text{т.}} = 3,59 \text{ НР}_{05}=1,602$$

У підорному горизонті загальна пористість не перевищувала 48,2-48,7 %, при проведенні обробок після ячменю.

При смуговому обробітку ґрунту після кукурудзи загальна пористість збільшилася порівняно із смуговим обробітком після ячменю на 0,5-1,2 %, а порівняно з нульовим обробітком – на 2,1-2,4 %. У шарі 0-30 см ця відмінність склала 0,8 та 1,8 %.

При смуговому обробітку після ячменю загальна пористість ґрунту була близька до нульового обробітку. Відмінність вбирається у 0,1-1,5 %.

При смуговому обробітку по оберту пласта люцерни загальна пористість зросла за шарами до 59,3 і 55,7 %, що вище, ніж за нульового обробітку на 4,3 і 2,7 % і вище, ніж при смуговому обробітку після ячменю на 3,1 та 2,6 %. У шарі 0-30 см у середньому за роки дослідження пористість склала після нульового обробітку 53,8 %, при смуговому обробітку після ячменю – 54,8 %, після кукурудзи – 55,6 %, після люцерни – 57,2 % .

При використанні попередників з великою кількістю поживних залишків після збирання загальна пористість підвищувалася на 3 % і більше. У підорному горизонті 30-50 см загальна пористість після люцерни зростала до 49,4-50,1 %. Загальна пористість у середньому за два роки у шарі 0-30 см при смуговому обробітку після люцерни була практично однакова з варіантом при поверхневому обробці після ячменю.

Кукурудза та люцерна підвищували пористість ґрунту порівняно з ячменем. Після люцерни в середньому за 2022-2023 роки відзначено підвищення загальної пористості ґрунту в підорному шарі 30-50 см.

3.5. Пористість аерації

Загальна пористість складається з двох видів – пористості аерації та капілярної пористості. Пористість аерації це великі пори більше одного міліметра. Ці пори заповнені повітрям та визначають повітряний режим ґрунту. Найкраща пористість аерації коливається в межах 30-40 % при високій вологості, близької до найменшої вологоємності, спостерігається на добре гумусованих і високо структурних ґрунтах. Висока пористість аерації відмічається і на свіжозораних ґрунтах.

Оскільки пористість аерації впливає на водопроникність в осінньо-зимовий період, необхідно знати її восени після різних прийомів обробки ґрунту. Це дозволяє пояснити відмінність весняних запасів вологи за варіантами дослідів.

Восени 2022 року після проведення основного обробітку ґрунту після збирання ячменю найбільша пористість аерації коливалася в шарі ґрунту 0-30 см у межах 44,9-32,5 %, і в середньому становила 38,6 %. На варіантах при

поверхневому обробітку у верхньому 0-10 см вона дорівнювала 39,4 %, у шарі 10-20 см – 23,5 %, а на глибині 20-30 см - 17,8 % (див. табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Вплив прийомів обробітку та попередників на пористість аерації ґрунту в осінній період у 2022 році, % від об'єму ґрунту

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Шар ґрунту, см						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	30-50
1. Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	44,9	38,4	32,5	14,1	11,8	38,6	12,9
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	39,4	23,5	17,8	12,7	11,3	26,9	12,0
3. Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	19,5	22,4	19,1	12,1	11,1	20,3	11,6
4. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	23,8	19,9	19,4	12,4	11,2	21,0	11,8
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	25,6	21,7	20,3	12,7	11,2	22,5	12,0
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	29,4	23,0	22,5	13,7	12,8	24,9	13,2

При нульовому обробітку після ячменю цей показник не перевищував 19,1-22,4 %. Пористість аерації залежить також і від інтенсивності обробітку ґрунту.

При смуговому обробітку після ячменю пористість аерації була однакою з варіантом при нульовому обробітку. Відмінність у шарі 0-30 см була 0,7 %.

При смуговому обробітку ґрунту після кукурудзи пористість аерації у верхньому шарі коливалася в межах 25,6-20,3 % і дорівнювала в середньому для шару 0-30 см – 22,5 %; при посіві соняшника по оберту пласта люцерни пористість аерації змінювалася від 22,5 до 29,4 % і дорівнювала в середньому для шару 0-30 см 24,9 %.

Пористість аерації в шарі 0-30 см при смуговому обробітку була вищою після кукурудзи на 1,5 %, а після люцерни - на 3,9 %, ніж після ячменю.

У цьому шарі при смуговому обробітку ґрунту пористість аерації була близька до варіанту з поверхневим розпушуванням. У більш глибоких шарах (глибше 30 см) пористість аерації не перевищувала 11,6-12,9 % і була практично однакою на всіх варіантах.

У 2023 році на варіантах після оранки пористість аерації в осінній період коливалася шарами від 48,0 до 36,5 %. У середньому у шарі 0-30 см вона становила 41,9 % (див. табл. 3.12).

На варіанті з поверхневим обробітком у шарі 0-10 см цей показник дорівнював 39,2, у шарі 10-20 см - 23,5 %; у шарі 20-30 см – 17,1 %. При нульовому обробітку після ячменю пористість аерації змінювалося за шарами від 22,6 до 17,6 %.

У середньому в шарі 0-30 см при поверхневому обробітку пористість аерації при оранці була більшою, ніж при дискування на 15,3 %, і ніж при нульовому обробітку після ячменю на 22,2 %. Як і в попередній рік, інтенсивність обробки ґрунту в осінній період впливала на пористість аерації.

Таблиця 3.12

Вплив прийомів обробітку та попередників на пористість аерації ґрунту в осінній період у 2023 році, % від об'єму ґрунту

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Шар ґрунту, см						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	30-50
1.Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	48,0	41,3	36,5	12,5	13,0	41,9	12,7
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	39,2	23,5	17,1	11,7	11,9	26,6	11,8
3.Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	21,7	20,0	17,3	12,7	12,2	19,7	12,4
4.Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	22,6	21,4	17,6	12,2	12,4	20,5	12,3
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	25,0	22,6	18,9	13,3	12,4	22,2	12,8
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	26,7	24,0	21,3	14,6	14,1	24,0	14,3

На глибині 30-50 см пористість аерації за варіантами була практично однакова і не перевищувала 11,8-12,7 %.

При смуговому обробітку після ячменю пористість аерації була практично однакова з варіантом при нульовому обробітку. У шарі 0-30 см різниця між цими варіантами не перевищувала 0,8 %.

Після кукурудзи пористість аерації у шарі 0-30 см була вищою порівняно з ячменем на 1,7 %, а після люцерни – на 3,5 %. Попередники також впливали на пористість аерації.

Як і в попередні роки цього року пористість аерації значною мірою залежала від інтенсивності обробітку ґрунту. При смуговому обробітку після ячменю пористість аерації була близькою до нульового обробітку. Після ячменю при смуговому обробітку пористість аерації в шарі 0-30 см знижувалась порівняно з посівом соняшнику, після кукурудзи на 0,9 %, а при сівбі по оберту пласта – на 0,3 %. Попередники також впливали на пористість аерації. (див. табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Вплив прийомів обробітку та попередників на пористість аерації ґрунту в осінній період (середнє за 2022–2023 роки), % від об'єму ґрунту

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Шар ґрунту, см						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	30-50
1.Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	44,6	39,1	34,8	13,4	12,1	39,5	12,7
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	38,9	24,0	17,4	12,2	11,7	26,7	12,0
3.Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	20,6	20,5	18,3	12,8	11,7	19,8	12,2
4.Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	23,2	20,6	18,5	12,3	11,8	20,7	12,1
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	25,3	26,1	20,5	13,5	12,5	23,9	13,0
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	26,4	22,6	20,7	13,2	12,9	23,2	13,1

$$F_{\text{ф.}} = 82,616 > F_{\text{т.}} = 3,59 \text{ НР}_{05} = 2,507$$

Пористість аерації в глибших шарах (30-50 см) була практично однакова за варіантами дослідів і коливалася в межах 12,1-12,5 %. Пористість аерації в середньому за роки досліджень була найбільшою при оранці, тобто. при глибокому відвальному обробітку ґрунту. Вона дорівнювала цьому варіанті у шарі 0-30 см – 39,5 % з коливаннями за шарами 34,8-44,6 %.

При дискуванні (поверхневий обробіток) після ячменю пористість аерації в шарі 0-30 см знизилася порівняно з контролем на 12,8 % за рахунок зменшення її в шарі 10-20 і 20-30 см до 24,0 та 17,4 %

При нульовому обробітку після ячменю цей показник у шарі 0-30 см знизився порівняно з контролем на 19,7 % з коливаннями по шарах у межах 18,3-20,6 %.

Смуговий обробіток після ячменю був близьким до нульового обробітку. Відмінність у шарі 0-30 см не перевищувала 0,9 %. При смуговому обробітку після кукурудзи та після люцерни пористість аерації у шарі 0-30 см зроста порівняно з ячменем на 2,5-3,2 %. Обробіток ґрунту сильніше впливав на пористість аерації порівняно з попередниками.

Пористість аерації глибше 30 см була однаковою на всіх варіантах і не перевищувала за роки досліджень 12,1-13,1 %.

3.6. Капілярна пористість

Капілярна пористість включає пори розміром не більше 1 мм. Вона поділяється на макрокапілярну з розмірами пір від 1 мм до 0,1 мм, мезокапілярну - з розмірами від 0,1 до 0,001 мм та мікрокапілярну $< 0,001$ мм. Капіляри найчастіше заповнені водою. Вони мають значні меніскові сили і визначають вологоємність і водопідйомну здатність ґрунту.

Розпушування ґрунту призводить до збільшення некапілярної пористості та зниження капілярної. Ущільнення ґрунту збільшує капілярну та знижують некапілярну пористість. Крім того капілярна пористість відіграє певну роль у фільтрації води в ґрунт, здійснюючи волого перенесення з більш вологого ґрунту в сухіший за законом Дарсі [Е.В. Шеїн, В.М. Гончарів, 2006]. Тому капілярна пористість відіграє велику роль у фільтрації вологи у глибокі шари ґрунту та пересування вологи в посушливу зону корінням рослин.

Капілярна пористість залежить від прийомів обробки ґрунту, від попередників, вмісту гумусу в ґрунті, структури тощо.

У 2022 році на варіанті з оранкою капілярна пористість в осінній період на глибині 0-10 та 10-20 і коливалася в межах 24,7-26,7 %. У шарі 20-30 см вона зросла до 31,3 %, а в шарі 0-30 см у середньому становила 27,4 % (див. табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Вплив прийомів обробітку та попередників на капілярну пористість в осінній період 2022 року, % від об'єму ґрунту

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Шар ґрунту, см						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	30-50
1. Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	24,7	26,7	31,3	35,2	36,8	27,4	36,0
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	26,9	30,2	34,8	36,8	36,9	30,6	36,8
3. Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	35,7	31,7	33,9	36,1	36,7	33,8	36,4
4. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	32,1	33,8	33,6	36,1	36,8	33,1	36,4
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	31,8	33,1	33,5	36,2	36,9	32,8	36,5
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	30,2	33,3	33,1	35,9	36,5	32,2	36,2

При поверхневому обробітку капілярна пористість у верхньому шарі 0-10 см не перевищувала 26,9 %. На глибині 10-20 см та 20-30 см вона збільшувалася до 30,2 та 34,8 %. у шарі 0-30 см дорівнювала 30,6 %, що на 3,2 % вище, ніж на контролі.

Найбільш висока пористість аерації відзначена після ячменю при нульовому обробітку. У шарі 0-30 см вона коливалася від 32,1 до 33,8 %, а в середньому дорівнювала 33,8 %, що на 6,4 % вище, ніж на контролі і на 3,2 % більше варіанта з дискування.

При смуговому обробітку ґрунту після ячменю капілярна пористість була близькою до нульового обробітку. Відмінність цього показника у шарі 0–30 см становила 0,7 %. У шарі 0-10 см відмінність була значно 3,6 %.

При смуговому обробітку після кукурудзи у шарі 0-30 см капілярна пористість знизилася порівняно зі смуговим обробітком після ячменю на 0,3 %,

а після люцерни – на 0,9 %. Порівняно з контролем ця пористість була вищою на 5,4 та 4,8 %.

У глибших шарах капілярна пористість була приблизно однаковою та коливалася від 35,2 до 36,9 %. У шарі 30-50 см коливання не перевищували 0,6-0,8 %. Найбільш сильно впливала на капілярну вологоємність обробіток ґрунту і меншою мірою попередник соняшника.

У 2023 році в осінній період на варіанті з глибокою відвальною обробкою ґрунту капілярна пористість у верхньому 0-30 см шарі ґрунту була найменша - 26,6 % і змінювалася за шарами від 22,4 % на глибині 0-10 см до 30,2 % на глибині 20-30 см (див. табл. 3.15).

Таблиця 3.15

Вплив прийомів обробітку та попередників на капілярну пористість ґрунту в осінній період 2023 року, % від об'єму ґрунту

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Шар ґрунту, см						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	30-50
1. Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	22,4	27,2	30,2	36,0	35,1	26,6	35,5
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	28,6	32,1	35,2	36,5	35,9	32,0	36,4
3. Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	33,1	33,3	35,7	36,1	36,3	34,0	36,2
4. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	33,0	33,7	35,5	36,3	36,0	34,1	36,1
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	32,8	33,0	35,2	36,0	36,1	33,6	36,0
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	32,6	32,7	34,7	35,5	36,5	33,3	35,3

При дрібній поверхневій обробці у шарі 0-30 см капілярна пористість збільшилася порівняно з контролем на 5,4 % і коливалася по шарах з 28,6 % у верхньому шарі 0-10 см до 35,2 % на глибині 20-30 см. Найбільша капілярна пористість відзначена при нульовому обробітку ґрунту. На глибині 0-30 см вона дорівнювала 34,0 %, у шарі 0-10 см – 33,1 %; у шарі 10-20 см – 33,3 %; у шарі 20-30 см – 35,7 %. Це вище за контроль на 7,9 %.

При смуговому обробітку ґрунту після ячменю капілярна пористість була близькою до нульового обробітку. Відмінність на глибині 0-30 см дорівнювала 0,1 %. За шарами воно коливалося в межах 0,1-0,4 %.

При смуговому обробітку після кукурудзи капілярна пористість знизилася порівняно з тією самою обробкою після ячменю у шарі 0,2–0,7 %. Після люцерни аналогічне зниження на глибині 0-30 см склало 0,5 %, а за глибшими шарами - від 0,4 до 0,8 %.

Очевидно, що у 2023 році, як і у 2022, капілярна пористість сильніше знижувалася при обробітку ґрунту та набагато менше – за попередниками при однаковій обробці.

У середньому за роки досліджень в осінній період найменша капілярна пористість відзначена на контрольному варіанті з оранкою. У шарі 0-30 см вона дорівнювала 26,7 % з коливаннями по шарах від 24,1 до 29,5 % (таблиці 3.16).

На глибині 30-50 см капілярна пористість за варіантами дослідів була практично однакова і коливалася в межах 35,7-36,6 %.

Таблиця 3.16

Вплив прийомів обробки та попередників на капілярну пористість ґрунту в осінній період (середнє за 2022–2023 роки), % від об'єму ґрунту

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Шар ґрунту, см						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	30-50
1. Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	24,1	26,7	29,5	35,8	36,1	26,7	36,0
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	28,1	31,1	34,2	36,5	36,3	31,1	36,4
3. Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	34,3	32,9	34,7	36,4	36,6	34,0	36,5
4. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	32,5	33,7	34,5	36,2	36,4	33,6	36,3
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	32,8	33,2	34,1	36,3	36,4	33,4	36,3
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	31,7	33,9	34,1	35,7	36,3	33,2	36,0

$$F_{\text{ф.}} = 89,401 > F_{\text{т.}} = 3,59 \text{ НР}_{05} = 0,912$$

При поверхневому обробітку капілярна пористість підвищилася порівняно з контролем у шарі 0-30 см на 4,4 %, у шарі 0-10 см на 4,0 %; у шарі 10-20 см - на 4,4 %; у шарі 20-30 см - на 4,7 %. При нульовому обробітку після ячменю капілярна пористість була найбільшою. У шарі 0-30 см вона перевищувала глибокий обробіток (оранку) на 7,3 %; поверхневий (дискування) – на 2,9 %; смуговий – на 4,0-0,8 %. Капілярна пористість при смуговому обробітку була найбільшою після ячменю і дорівнювала шарі 0-30 см – 33,6 %. Після кукурудзи та люцерни вона незначно знизилася і склала після кукурудзи 33,4 %, а після люцерни – 33,2 %. У середньому за роки досліджень на капілярну пористість впливав, переважно, обробіток ґрунту, і мало впливали попередники.

Інтенсивність обробітку ґрунту значно збільшувала показники пористості аерації та знижували капілярну пористість.

У середньому за 2023-2023 роки врожайність насіння соняшнику на варіанті з традиційним обробітком ґрунту після ячменю (контроль) склала 1,46 т/га (див. табл. 3.17).

Поверхневий обробіток (дискування) в осінній період знизив врожайність соняшнику порівняно з контролем на 11,0 %, нульовий обробіток – на 22,6 %. Смуговий обробіток ґрунту після ячменю сформувала врожайність соняшнику 1,51 т/га, що однаково з контрольним варіантом. Відмінність 3,4 % у межах помилки дослідів.

В ґрунтово-кліматичних умовах Степу України погодні умови насамперед впливають на величину врожайності всіх сільськогосподарських культур, зокрема і соняшника. Окрім температури на врожайність соняшника впливає сума опадів за вегетацію та запаси вологи у ґрунті.

Залежність урожайності насіння соняшнику (Y) від суми опадів за вегетацію (X) виражалася рівняннями виду:

- 1) для оранки $Y_1 = -0,999 + 0,012X$;
- 2) для нульового обробітку $Y_2 = -1,311 + 0,012X$;
- 3) для смугового обробітку по ячменю $Y_3 = -0,881 + 0,011X$;

Таблиця 3.17

Урожайність насіння соняшника за різними способами обробітку ґрунту, середнє за 2022-2023 роки.

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Врожайність, т/га	Відхилення від контролю		Відхилення від смугового обробітку ґрунту після ячменя	
		т/га	%	т/га	%
1. Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	1,46	-	-	- 0,05	3,3
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	1,30	- 0,16	11,0	- 0,21	13,9
3. Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	1,13	- 0,33	22,6	- 0,38	25,1
4. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	1,51	0,05	3,4	-	-
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	1,69	0,23	15,6	0,18	11,9
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	1,79	0,33	22,6	0,28	18,5

$$F_{\text{ф.}} = 50,391 > F_{\text{т.}} = 3,59 \text{ НР}_{05} = 0,110$$

4) для смугового обробітку ґрунту після люцерни $Y_4 = -0,908 + 0,013X$. Коефіцієнти кореляції становили відповідно 0,940; 0,951; 0,956; 0,991. Останні вказують на високий рівень взаємозв'язку цих показників.

При випаданні опадів від 170 до 250 мм за вегетацію соняшнику при нульовому обробітку ґрунту можливе одержання врожайності насіння 1,0-1,5 т/га; при оранці та смуговому обробітку після ячменю – 1,2-1,9 т/га, а при смуговому обробітку після люцерни 1,5-2,5 т/га.

Відзначено тісний взаємозв'язок врожайності соняшнику (Y) із запасами вологи у ґрунті (X). Вона виражалася рівняннями виду:

- 1) для оранки $Y_1 = -5,162 + 0,047X$;
- 2) для нульового обробітку $Y_2 = -4,01 + 0,039X$;
- 3) для смугового обробітку по ячменю $Y_3 = -3,857 + 0,04 X$;
- 4) для смугового обробітку після люцерни $Y_4 = 1,37 + 0,003X$.

Коефіцієнт кореляції дорівнював відповідно 0,893; 0,784; 0,781; 0,451. Це також вказує на значну роль запасів вологи у ґрунті на формування врожайності насіння цієї культури. Найбільш чуйним на збільшення запасів вологи в метровому шарі ґрунту був соняшник після смугового обробітку з обертом пласта люцерни.

Найменший ступінь залежності врожайності насіння соняшника (Y) відзначено від глибини обробітку ґрунту (X). Цей взаємозв'язок апроксимувався рівняннями виду: для 2023 $Y(2023) = 1,999 + 0,011X$; для 2023 $Y(2023) = 1,126 + 0,010X$.

Коефіцієнти кореляції відповідно дорівнювали 0,412 та 0,491. Невисокий взаємозв'язок пояснюється незначною різницею щільності ґрунту за варіантами дослідів, що коливалася у весняний період у межах 1,24-1,29 г/см³.

Зміна щільності ґрунту в орному шарі за варіантами дослідів не перевищувала величини оптимального значення для соняшника. За рівняннями очевидно, що збільшення глибини незначно підвищувало врожайність соняшнику. Коефіцієнти кореляції також вказують на середній взаємозв'язок врожайності цієї культури з глибиною обробітку ґрунту.

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКА

Чистий дохід з гектара після оранки становив 9,2 тис. грн, при поверхневому - 9,7 тис. грн, при нульовому - 9,1 тис. грн, при смуговому після того ж попередника - 13,2 тис. грн з одного гектара [52]. При смуговому обробітку після кукурудзи чистий прибуток був 16,03 тис. грн. Смуговий обробіток після люцерни на другий рік після оранки внаслідок підвищення врожайності чистий дохід збільшився на 4,3 тис. грн з одного гектара або на 32,6 %. На цьому варіанті чистий дохід був вищим, ніж на контролі на 8,4 тис. грн, ніж у варіанті з поверхневою обробкою – на 7,9 тис. грн, ніж за нульового обробітку – на 8,5 тис. грн або відповідно на 47,7; 44,9 та 48,3 % (див. табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування соняшника за енергозберігаючих обробітків ґрунту

Прийоми обробітку ґрунту та попередники	Врожайність, т/га	Вартість продукції, тис. грн./га	Витрати, тис. грн./га	Чистий прибуток, тис. грн./га	Собівартість 1 т насіння, тис. грн.	Рівень рентабельності, %
1	2	3	4	5	6	7
1.Глибокий відвальний обробіток (оранка) після ячменю (контроль)	1,45	23,4	14,2	9,2	9,79	65
2. Поверхневий обробіток ґрунту (дискування) після ячменю	1,30	20,8	11,1	9,7	8,53	87
3.Нульовий обробіток ґрунту (no-till) після ячменю	1,13	18,1	9,0	9,1	7,96	101
4.Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після ячменю	1,51	24,2	11,0	13,2	7,28	120

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7
5. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) після кукурудзи	1,69	27,03	11,0	16,03	6,51	146
6. Смуговий обробіток ґрунту (strip-till) з обертанням пласта люцерни на другий рік після оранки	1,79	28,6	11,0	17,6	6,14	160

Найвища собівартість насіння була за глибокого відвального обробітку (оранки). Вона становила 9,79 тис. гривень однієї тонни насіння. Найнижча при смуговому обробітку 6,14 тис. грн одна тонна. Порівняно низька собівартість відзначена при нульовому обробітку (варіант 3) 7,96 тис. грн одна тонна. Це нижче, ніж при оранці (варіант 1) на 1,83 тис. грн. або 17,7 % і нижче, ніж при поверхневому обробітку (варіант 2) на 0,57 тис. грн однієї тонни або 6,7 %.

Найбільший рівень рентабельності відзначений при смуговому обробітку ґрунту з обертанням пласта люцерни. Він дорівнював 160 %. При такому ж обробітку ґрунту після ячменю та кукурудзи він дорівнював 120 та 146 %, що вище контролю на 55 та 81 %, вище, ніж при поверхневому обробітку на 33 і 59 % і при нульовому – на 19 і 45 %.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКА

5.1. Аналіз ризиків, які можуть виникнути при вирощуванні соняшнику

У процесі експлуатації сільськогосподарської техніки важливо пам'ятати та знати правила техніки безпеки. Знання та обов'язкове виконання правил та інструкцій з техніки безпеки є найважливішою умовою запобігання нещасним випадкам [53]. Важливо пам'ятати, що порушення правил техніки безпеки або правильних прийомів виконання роботи може призвести до нещасного випадку.

До роботи на машинно-тракторних агрегатах допускаються особи, які пройшли навчання за спеціальністю машиніста-тракториста широкого профілю, які склали іспит з техніки безпеки та отримали відповідне посвідчення. Перед початком роботи необхідно переконатися, що техніка справна, присутні необхідні інструменти та пристосування, є аптечка першої медичної допомоги, підтікання палива, олії чи води відсутні, гальмівна система справна, захисні та захисні пристрої передачі, сигналізації справні.

Перед початком монтажних робіт слід звернути увагу на стан заземлення, справність вантажопідйомних механізмів, засобів стропування та такелажних пристроїв.

Технічний огляд та ремонт технічних засобів мають право особи, які пройшли спеціальну підготовку та отримали знання за спеціальністю: слюсаря-наладчика, тракториста-машиніста, шофера.

Щоб розпочати технічне обслуговування, необхідний інструктаж з техніки безпеки. Особи до 18 років, вагітні та годуючі жінки не допускаються до робіт із застосуванням етилованого бензину, епоксидних смол, по вулканізації, з газоелектрозварюванням, з пневматичним та електроінструментом, з вантажопідйомними механізмами, лакофарбовими матеріалами.

Встановлювати трактор на оглядову канаву дозволяється трактористу, шоферу при малих обертах колінчастого валу двигуна та зниженій передачі - під керівництвом досвідченого працівника.

Обслуговування сільськогосподарської техніки проводиться лише за непрацюючому двигуні, крім операцій, потребують його роботи. У цьому випадку вихлопна труба повинна бути приєднана до витяжних засобів, що є в приміщенні ремонтного пункту. За відсутності витяжних засобів слід вжити необхідних заходів для видалення з приміщення відпрацьованих газів (включити вентиляцію, відчинити вікна, двері).

При докачуванні повітря в камери коліс трактора, комбайна не можна допускати перевищення тиску понад установлений. Це може призвести до розриву камери та травмування працівника. При накачуванні повітря у зняте колесо необхідно використовувати запобіжні грати.

Перед розбиранням коліс слід випускати повітря з камер. Розбирання колеса за надмірного тиску повітря в камері не допускається.

При заправці трактора, комбайна паливом та олією не можна допускати розливання палива чи олії, забруднення їм навколишнього простору.

Після закінчення технічного обслуговування необхідно прибрати інструмент і переконатися, що в оглядовій канаві немає людей, лише після цього можна запускати двигун трактора або іншого технічного засобу. Матеріал, використаний для обтирання, слід зібрати у залізну скриньку з кришкою. Після закінчення роботи він спалюється на спеціально відведеному місці із дотриманням заходів пожежної безпеки.

При обслуговуванні агрегатів із причіпними та навісними машинами необхідно від'єднати машини від трактора або опустити раму та робочі органи на спеціальні підкладки.

При технічному обслуговуванні слід проводити миття та очищення машини, що обслуговується, у спеціально відведених місцях.

У процесі миття не можна перевищувати встановлений тиск на мийній установці.

Якщо кожух пульта керування мийною установкою випадково опинився під напругою, терміново відключіть її від електромережі та викличте електромонтера.

Для підйому трактора та окремих його частин слід використовувати домкрати. Під підняті частини машини встановлюють підставки.

При обслуговуванні очищувача повітря слід остерігатися травм рук і очей.

Під час обслуговування системи живлення не можна допускати розливання палива під час прокачування системи живлення.

При обслуговуванні електрообладнання кислотну акумуляторну батарею слід очищати за допомогою обтирального матеріалу, змоченого 5 - 10% розчином питної соди, а лужну - 5 - 10% розчином борної кислоти, при цьому треба працювати в гумових рукавичках.

При підтяжці зовнішніх кріплень трактора слід застосовувати стійкі та надійні підставки, справний інструмент.

Перебуваючи в оглядовій канаві при підтягуванні кріплень у нижній частині трактора, обслуговуючому персоналу слід працювати у захисних окулярах.

Моторне мастило при заміні його в картері дизеля слід зливати обережно в спеціальні ємності, при цьому працювати в рукавицях. Відпрацьовані хімічні речовини слід зливати у спеціальні ємності.

При зливі гарячої води із системи охолодження дизеля необхідно остерігатися опіку обличчя та рук. Відкривати кришку горловини радіатора слід у рукавицях, перебуваючи при цьому з навітряного боку.

Трактор слід заправляти лише закритим способом. Кількість палива в баку визначається за допомогою алюмінієвої або обмеженої мірної лінійки. Не можна використовувати для освітлення відкрите полум'я.

Важливо відзначити, що особи, які допустили порушення вимог інструкцій з охорони праці, можуть бути притягнуті до дисциплінарної відповідальності.

5.2. Розробка заходів по запобіганню дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів і покращенню умов праці.

Для забезпечення виконання вимог охорони праці на підприємстві необхідно забезпечити документацією окремі структурні підрозділи, функціональні служби та посадових осіб.

Постійно здійснювати контроль за станом технічного забезпечення, обладнання, інструментів, споруд і будівель та контролювати дотримання правил нормативних правових актів з охорони праці і контроль за обладнанням підвищеної небезпеки [54].

Здійснювати контроль за впливом небезпечних та шкідливих виробничих факторів на здоров'я працівників і забезпечувати їх необхідними засобами індивідуального та колективного захисту. Працівникам, які працюють в важких з підвищеним рівнем небезпеки праці надавати всі пільги та компенсації. Проведення періодичних медичних оглядів працівників та контроль стану їх здоров'я трудової діяльності.

Під час виконання робіт, коли можливий впливу на працівників різних агресивних хімічних речовин (мінеральних добрив, ЗЗР та ін.), вони повинні бути забезпечені спецодягом, який виготовлений з матеріалу, який забезпечує захист від таких речовин [53].

Під час виконання робіт при вирощуванні соняшнику працівники підприємства зобов'язані дотримуватися вимог санітарних норм та особистої гігієни: до роботи приступати тільки у засобах індивідуального захисту; протягом зміни утримувати робоче місце чистим і у належному стані, після виконання робіт вимити забруднені частини тіла. Працівникам під час виконання робіт з приготування бакової суміші для підживлювання соняшнику або внесення ЗЗР за встановленими галузевими нормами потрібне спеціальне взуття, одяг, та ін. засоби індивідуального захисту [53].

5.3. Розробка заходів з охорони довкілля

Екологічний аспект безпеки у сільському господарстві надзвичайно важливий. При виробництві сільськогосподарської продукції умови праці найчастіше несприятливі нормального функціонування організму людини [55].

Це сильна запилення при виконанні механізованих робіт у полі, ненормований робочий день, небезпека зараження інфекціями та вірусними захворюваннями від тварин, широко поширені на сьогоднішній день різні алергічні реакції, а також отруєння від контакту з біологічними речовинами.

Якщо є небезпека зараження людини від тварин, керівництво підприємства має організовувати вакцинацію своїх працівників. Необхідно також забезпечити людей спецодягом та іншими необхідними засобами захисту. Тваринницькі ферми повинні бути обладнані відповідно до санітарно-гігієнічних норм та стандартів. В умовах сільськогосподарського виробництва постійно підтримувати чистоту та порядок.

Тваринницькі ферми необхідно будувати на майданчиках, які розташовані високо над рівнем ґрунтових вод. Це виключає як підтоплення ферми, а й зараження ґрунтових вод. Обов'язково слід врахувати нормальний стан місцевості за ґрунтовими інфекціями. З метою збереження ветеринарного благополуччя ферм їх заборонено розташовувати на місцях, де раніше розташовувалися птахівницькі господарства, господарства, що розводять кроликів, скотомогильники, гноєсховища та ін. Території ферми мають бути захищені різними спорудами від житлового масиву. При розташуванні тваринницьких ферм слід також врахувати, що ті ферми, які займаються розведенням великої рогатої худоби, повинні знаходитися не менше ніж у 100 м від житлового масиву, свинарського господарства – не менше ніж 300 м.

Щоб знизити ризик забруднення навколишнього середовища, на територіях ферм потрібна присутність зелених насаджень.

Виникнення та поширення різних інфекційних захворювань часто пов'язане з тим, що на ферму надходять хворі тварини. Щоб це виключити, керівництво сільськогосподарського підприємства та його ветеринарна служба повинні ретельно стежити за тим, щоб кожна тварина, що ввозилася, супроводжувалася документально різними свідоцтвами та довідками про стан її здоров'я. Для своєчасної та правильної профілактики необхідно вчасно розпізнавати захворювання тварин. Для цього обов'язково проводиться

інструктаж персоналу ферми, що має безпосереднє відношення до роботи з тваринами, про симптоми хвороб, їх причини та наслідки.

При виробництві продукції рослинництва агрономічна служба сільськогосподарського підприємства має стежити за профілактикою хвороб і шкідників рослин.

Керівництво має чітко виконувати законодавство про охорону природи та праці. Це дозволяє найповніше захищати сільськогосподарських працівників від нещасних випадків з виробництва, розвитку професійних захворювань тощо.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Основний обробіток суттєво розпушував орний шар ґрунту 0-30 см. Найменша щільність ґрунту в осінній період була після глибокого відвального обробітку – $0,92 \text{ г/см}^3$, найбільша на варіанті з нульовим обробітком – $1,24 \text{ г/см}^3$, при смуговому обробітку ґрунту після люцерни вона склала $1,16 \text{ г/см}^3$. За осінньо-зимовий період спостерігалось осідання ґрунту та вирівнювання його щільності за варіантами дослідів.

Аналогічно щільності ґрунту змінювалась його загальна пористість та пористість аерації. Найбільша величина цих показників у шарі 0-30 см в осінній період відзначена після оранки 66,3 та 39,5 %, найменша при нульовому обробітку 53,8 та 19,8 % відповідно. Капілярна пористість була вищою при нульовому та смуговому обробітку, найменша після оранки.

Кількість агрономічно цінних структурних агрегатів була більшою за нульового та смугового обробітку. Відмінність з глибоким відвальним розпушуванням склала 5,8 і 9,7 % відповідно.

Запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту були найбільшими після глибокого відвального обробітку – 138,2 мм. Це більше, ніж при поверхневому обробітку – на 18,1 мм та ніж при нульовому – на 7,6 мм. При смуговому обробітку після люцерни вона дорівнювала 138,2 мм.

Найбільший рівень врожайності соняшник сформував після смугового обробітку ґрунту після люцерни – 1,79 т/га, найменшу – при поверхневому та нульовому обробітку – 1,30 та 1,13 т/га відповідно. Урожайність насіння соняшника при смуговому обробітку ґрунту після кукурудзи мало відрізнялася від урожайності після оранки по ячменю.

Найбільші капітальні затрати були при вирощуванні соняшнику на варіанті з глибокою відвальним обробком, найнижчі – при нульовому та смуговому обробітку ґрунту. Рівень рентабельності після смугового обробітку ячменю та кукурудзи становив 120 і 146 %, а за обортом пласта люцерни 160 %. Це вище, ніж після оранки в 1,8-2,5 рази.

У посушливих умовах Степу України для отримання врожайності соняшнику на рівні 1,5 т/га з низькою собівартістю та збереженням родючості чорнозему типового рекомендується в якості основного використовувати смуговий обробіток ґрунту в поєднанні із застосуванням гербіцидів Раундап з нормою витрати 4 л/га в осінній та Форвард з нормою витрати 0,7 л/га у після сходовий період листоутворення, а також припосівним внесенням азотних добрив у дозі 40 кг. д.р./га. Найкращу адаптацію рослин соняшника до смугового обробітку забезпечує використання в якості попередників високо середовище утворюючих культур – кукурудзи або люцерни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Проценко А.М. Урожайність насіння соняшника під впливом різних способів обробітку ґрунту. Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Кропивницький, 17-18 листопада 2022 р), ЦНТУ, 2022 С. 112-113.
2. Ковальов М., Проценко А. Урожайність насіння соняшника під впливом різних способів обробітку ґрунту. Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». (м. Кропивницький, 8-10 листопада 2023 р), Кропивницький: ЦНТУ. 2023. С.377-379.
3. Медведєв В. В., Булигін С. Ю., Булигіна М. Е. Сучасні системи землеробства і проблема обробітку ґрунту. Агроєкологічний журнал. 2017. № 2. С. 127–134.
4. Fereres, E. Genetic variability of sunflower cultivars in response to drought. *Helia*. 1983. № 6. pp. 17-21.
5. Gray, R.S. Economic factors contributing to the adoption of reduced tillage technologies in central Saskatchewan. / *Canad. J. Plant Sc.* 1996. Vol. 76. №4 pp.661-668.
6. Олійник К.М., Блажевич Л.Ю., Буслаєва Н.Г. Вплив технології вирощування на урожайність пшениці озимої в Північному Лісостепу. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2018. Вип. 1. С. 15-22.
7. Hayes, J.T. A feasible crop model for worldwide international food production. *International journal of biometeorology*. 1982. Vol. 26. № 3. P. 239- 257.
8. Jasso de Rodriguez, D. Grain yield and fatty acid composition of sunflower seed for cultivars developed under dry land conditions. D. Jasso deRodriguez, BS. Phillips, R. Rodriguez-García, JL. Angulo-Sánchez Trends in new crops and new uses. Ed. J. Janick, A. Whipkey. Alexandria. USA. 2002.

9. Kostova, B. Prospect for development of sunflower production in Bulgaria / B. Kostova // *Trakia journal of sciences*. 2010. Vol. 8, Suppl. 3. P. 215.
10. Lafond, G.P. Row spacing and seeding rate effects in wheat and barley under a conventional fallow management system/ G.P. Lafond, D.A. Derksen// *Canad. J. Plant Sc.* 1996. Vol. 76.№4 P.791-793.
11. Popescu, A. Research regarding oil seeds crops development in Romania in the EU context. *Economics of Agriculture*. 2012, № 1. P. 129.
12. Rahmann, G. *Landbauforschung: Sonderheft. Bundesmin.fur Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Johann Heinrich von Thunen-Inst., Bundesforschungsinst, fur landliche Raume, Wald und Fischerei (vTI). Ressortforschung fun den Okologischen Landbau. Braunschweig, 2011. H. 346. P. 126*
13. Sijtsma, C.H. Comparative tillage costs for crop rotations utilizing minimum tillage on a farm scale/ C.H. Sijtsma, A.J. Cambell, N.B. McLaughlin//*Soil Tillage res.*1998.Vol.49.№3.-P.223-231.
14. Zarson, W. Tillage accomplishment and potential. *Preparing Tillage Effects*. 1982. pp 1–11.
15. Zentner, R.P., Lafond G.P., Derksen D.A., Cambell C.A., Tillage method and crop diversification: effect on economic returns and riskiness of crop- ping systems in a thin black chernozem of the Canadian Prairies/*Soil Till- age Res.* 2002, Vol.67-No 1. P.9-21.
16. Мащенко Ю. В. Ефективність коротко ротаційних сівозмін при різних системах удобрення у зоні недостатнього зволоження правобережного Степу України / Ю. В. Мащенко, І. М. Семеняка, М. І. Черячукін, О. М. Григор'єва // *Зернові культури. Том 6. № 1. 2022. С. 169–176* Режим доступу: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0220>.
17. Мащенко Ю. Реакція соняшнику на різні види підживлення й особливості мінерального живлення культури / Ю. Мащенко, О. Гайденок // *Агробізнес сьогодні. 2022. № 3 (466). С. 49 – 50.* Режим доступу: <http://agronomy.com.ua/statti/oliini/1093-reaktsiia-soniashnyku-na-rizni-vydy-pidzhyvlennia.html>.

18. Медведєв В. В. Новітні технології і знаряддя обробітку для збереження фізичних властивостей ґрунтів. Вісник аграрної науки. 2013. № 8. С. 5–9.
19. Мащенко Ю. Економічне обґрунтування вирощування соняшнику залежно від удобрення / Ю. Мащенко, О. Гайденко, А. Ткач // Агробізнес сьогодні. 2022. № 4 (467). С. 25. Режим доступу: <https://agronomy.com.ua/statti/oliini/1235-ekonomichne-obgruntuvannia-vyroshchuvannia-soniashnyku-zalezno-vid-udobrennia.html>.
20. Мащенко Ю. Фацелія / Ю. Мащенко, Т. Мостіпан, О. Гайденко // Агробізнес сьогодні. 2022. № 4 (467). С. 30. Режим доступу: <http://agronomy.com.ua/statti/29-kormovyrobnytstvo/1058-fatseliia-syderat-kormova-i-medonosna-kultura.html>.
21. Особливості збирання та зберігання врожаю ранніх зернових і технічних культур в умовах 2022 року / І. Семеняка, В. Іщенко, О. Гайденко та ін. // науково-практичні рекомендації / Інститут сільського господарства Степу НААН. – Кропивницький, 2022. 46 с.
22. Інноваційне забезпечення агропромислового виробництва Центрального регіону. Спеціальний випуск реферативного журналу “Агропромисловий комплекс України”, 2022 / НААН, ННСГБ НААН, ІСГС НААН, 2022; Голов. ред. Я. М. Гадзало. Вінниця : ТОВ “Твори”, 2022. 76 с.
23. Шикула М.К., Демиденко О.В. Саморегуляція родючості чорноземів в умовах ґрунтозахисного землеробства. Вісник аграрної науки. 2001. № 4. С. 125-130.
24. Особливості проведення обробітку ґрунту та сівби озимих зернових під урожай 2023 року: науково-практичні рекомендації / [Ю. Кернасюк, Ю. Мащенко, Г. Томашина, О. Гайденко, Н. Умрихін, В. Іщенко, Г. Козелець, Т. Алмаєва] ; за ред. І. Семеняки, О. Гайденка. Кропивницький: Інститут сільського господарства Степу НААН, 2022. 68 с.
25. Томашина Г. Оптимізація структури посівних площ / Г. Томашина, Ю. Мащенко, О. Гайденко // Агробізнес сьогодні. 2022. № 17 – 18 (480 – 481). С. 20.

Режим доступу: <http://agronomy.com.ua/statti/ozymi-kultury/1277-optymizatsiia-struktury-posivnykh-ploshch.html>.

26. Черячукін М. Ефективність основного обробітку раннього пару під пшеницю озиму на чорноземі звичайному важкосуглинковому Правобережного Степу України / Микола Черячукін, Юрій Мащенко, Олена Григор'єва, Анна Ткач, Андрій Матях // Вісник Степу. Наук. Зб. ІСГС НААН. Вип. 19. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2022. С. 17–20.

27. Павелко О. Урожайність сої залежно від удобрення в умовах Степу України / О. Павелко, Ю. Мащенко // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції». Кропивницький: ЦНТУ. 2022. – С. 34-35.

28. Семеняка І. М. Особливості збирання та зберігання врожаю ранніх зернових і технічних культур в умовах 2022 року / Семеняка І. М. та ін. // науково-практичні рекомендації / Інститут сільського господарства Степу НААН. Кропивницький, 2022. 44 с.

29. Ярошенко П. П., Іванюта М. В. Мінімальний обробіток ґрунту – основа екологічного землеробства. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин (фахове видання). Вип. 34. Кіровоград, 2004. С.36.

30. Мащенко Ю. В., Соколовська І. М., Ткач А. Ф. Продуктивність сої залежно від її частки в сівоzmіні та системи удобрення в умовах Північного Степу. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка, Випуск 1 (38). Видавничий дім «Гельветика», 2023. С. 26 – 32. Режим доступу: https://journals.pdu.khmelnytskyi.ua/index.php/podilian_bulletin/article/view/138

31. 3. Мащенко Ю. В., Кулик Г. А., Трикіна Н. М., Малаховська В. О. Урожайність пшениці озимої у сівоzmінах Степу залежно від систем удобрення та біопрепарату. Аграрні інновації. № 18. Видавничий дім «Гельветика». 2023. С. 77 – 83. (DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.11>).

32. Кліщенко С., Урсолов В., Урсолов М. Сучасні тенденції в системах та технологіях обробітку ґрунту. Механізація сільського господарства. 2011. № 5. С. 36–45.

33. Лебідь Є. М., Сокрута І. Ф., Чумак В. С. Продуктивність зерно-паро-просапної сівозміни на різних фонах удобрення та обробітку ґрунту . Вісник сільськогосподарської науки. 1983. №5. С.26-30.
34. Заришняк А.С., Буряк І.І. Позакореневе підживлення мікроелементами і якість насіння // Цукрові буряки. 2003. №2. С. 10-11.
35. Mashchenko Yu. V., Sokolovska I. M. Yield and productivity of winter wheat depend on the fertilizer system and biopreparation. Таврійський науковий вісник № 132. Видавничий дім «Гельветика» 2023. С. 108 – 118. (DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.14>).
36. Сайко В.Ф. Землеробство на шляху до ринку. Інститут землеробства на УААН. К., 1997. С.45.
37. 6. Ковальов М.М., Топольний Ф.П., Мащенко Ю.В. Оцінка ступеня залежності структурного складу ґрунтів від вмісту і складу гумусу та амфіфільних компонентів їхнього гумусового складника. Аграрні інновації. № 19. Видавничий дім «Гельветика». 2023. С. 67–73.
38. Мащенко Ю., Гайденок О. Вплив удобрення на формування продуктивності соняшнику. Агробізнес сьогодні. 2023. № 1 – 2. С. 32..
39. Хромяк В.М., Наливайко В.В. Ризики ведення рослинництва в умовах Північно-східного Степу в зв'язку зі зміною клімату. Вісник аграрної науки. 2016. № 9. С. 17-24.
40. Мащенко Ю., Гайденок О. Застосування добрив та їх вплив на формування біометричних показників соняшнику. Агробізнес сьогодні. 2023. № 3 – 4 (490 – 491). С. 28.
41. Шерепітько В.В. Наукові підходи селекції сої на підвищену адаптивність в Лісостепу України// Зб. наук. пр. Вінницького державного аграрного ун-ту. Вінниця, 2001. С.72-78.
42. Опара М. М., Ярошенко П. П. Родючість ґрунтів і енергозбереження в землеробстві. Полтава, 2006. 62 с.

43. Мащенко Ю., Гайденок О. Урожайність та економічна ефективність вирощування гречки залежно від удобрення в умовах північного Степу України // Агробізнес сьогодні. 2023. № 17 – 18 (504 – 505). С. 46 – 47.

44. Гульванський Ігор, Мащенко Юрій, Задорожна Світлана, Ткач Анна. Баланс гумусу в п'ятипільній короткоротаційній сівозміні Північного Степу України. Вісник Степу. Наук. Зб. ІСГС НААН. Вип. 20. ТОВ "ТВОРИ", 2023. С. 13–16.

45. Лебідь Є.М., Сокрута І.Ф., Чумак В.С. Продуктивність сівозміни залежно від структури та удобрення. Енергозберігаючі технології вирощування зернових культур у степу України. Дніпропетровськ. 1995. С.140-148.

46. Чумак В.С., Циліурік О.І. Продуктивність сівозмін у північному Степу. Зб. наук. праць Інституту землеробства УААН. 2004. №1. С.34-38.

47. Агроекологічна оцінка ґрунтів : монографія / О. В. Телегуз, М. Г. Кіт ; Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2013. 257 с.

48. Тихоненко Д. Г., Дегтярьов В. В., Крохін С. В. та ін. Практикум з ґрунтознавства. Навчальний посібник / За редакцією Д. Г. Тихоненка і В. В. Дегтярьова. Вінниця: Нова Книга, 2008. 448 с.

49. Інформаційний портал погоди Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Режим доступу: <https://www.meteo.gov.ua>. (Дата звернення 16.11.2023).

50. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, П.В. Костогриз, В.П. Опришко, За ред. В.О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332с.

51. Комп'ютерні технології статистичної обробки даних [Текст] : навч. посібник для студ. вищ. навч. закладів, які навчаються за спец. «Якість, стандартизація та сертифікація» / О. В. Томашевський, В. П. Рисіков; Запорізький національний технічний ун-т. Запоріжжя : [б.в.], 2006. 174 с.

52. Економіка сільського господарства: Навчальний посібник / С. М. Рогач, Н. М. Суліма, Т. А. Гуцул, Л. В. Ярема. Київ: ЦП "Компринт", 2018. 517 с.

53. Гігієна праці. Кундієв Ю.І., Яворовський О.П., Шевченко А.М. та ін., Київ: Медицина, 2011. 904 с.

54. Основи охорони праці. навчально-методичний посібник для студентів вищих навчальних закладів педагогічного напрямку / [Укладачі: В.І. Кошель, Г.П. Сав'юк, Б.С. Дзундза] Івано-Франківськ: НАІР, 2020. 182 с.

55. Строкаль В. П., Гловин Н. М. Екологічна паспортизація територій агрофери: навчальний посібник: [для студ. вищих навч. закл. освіти III– IV рівнів акредитації з спеціал. 101 «Екологія»] Київ: Видавництво НУБіП України, 2017. 425 с.

ДОДАТКИ

Додаток А1

Таблиця 1

Місяці	Температура повітря, °С			Сума опадів, мм	Відносна вологість повітря, %	Сумарне випаровування з поверхні, мм
	середня	max	min			
Січень	–12	4,2	–41,4	22	84	4
Лютий	–11,4	4,3	–37,0	21	81	4
березень	–5,7	15,6	–29,1	20	81	9
квітень	5,3	26,6	–19,4	24	68	49
Травень	14,3	32,5	–4,8	37	54	133
Червень	18,9	38,7	–1,6	50	56	168
Липень	21,5	40,7	6,5	45	55	209
Серпень	19,5	38,2	4,8	38	57	173
Вересень	13,2	36,0	–1,5	37	63	95
Жовтень	5,5	28,3	–13,4	34	71	47
Листопад	–2,4	20,0	–30,2	35	83	11
Грудень	–9,0	7,7	–36,5	28	85	3
Середнє	4,8	40,7	–41,4	391	70	905

Додаток А2

Таблиця 2.2

Метеорологічні умови вегетативного періоду соняшнику 2022 року

Місяць	Декада	Температура повітря, °С			Кількість опадів, мм			Відносна вологість повітря, %	
		Факт.	Норма	t	Факт.	Норма	% от норм.	Клим.	Факт.
квітень	1	5,3	2,5	2,8	9,8	9	109	73	80
	2	16,3	6,7	9,6	0,0	10	0	65	59
	3	19,0	10,5	8,5	7,2	10	72	58	51
Середнє за місяць		13,6	6,6	7,0	17,0	29	59	-	-
травень	1	17,9	12,7	5,2	1,0	14	7	53	43
	2	21,4	15,8	5,6	0,0	14	0	51	39
	3	18,8	16,3	2,5	9,0	15	33	52	53
Середнє за місяць		19,3	15,0	4,3	10,0	43	14	-	-
червень	1	20,6	17,7	2,9	12,6	15	84	52	53
	2	25,5	19,7	5,8	22,1	15	147	55	53
	3	22,9	20,8	2,1	12,0	15	80	54	50
Середнє за місяць		23,0	19,4	3,6	46,7	45	104	-	-
липень	1	23,3	21,0	2,3	6,7	17	39	56	56
	2	25,4	21,7	3,7	18,6	17	109	56	46
	3	23,2	21,4	1,8	1,9	17	11	55	50
Середнє за місяць		23,9	21,4	2,5	27,2	51	53	-	-
серпень	1	27,0	21,4	5,6	2,9	15	19	57	49
	2	22,4	19,8	2,6	20,0	15	133	59	61
	3	17,8	18,6	0,8	71,9	14	514	57	67
Середнє за місяць		22,2	19,9	2,3	94,8	44	215	-	-
Всього за вегетацію					195,7	212	92,3	56,9	54

Додаток АЗ

Таблиця 3

Метеорологічні умови 2023 року (м. Кропивницький)

Місяць	Декада	Температура повітря, °С		Кількість опадів, мм		Відносна вологість повітря, %	
		Факт.	Норма	t			Факт.
квітень	1	7,6	2,5	12,1	9	73	68
	2	9,3	6,7	0,0	10	65	47
	3	12,1	10,5	18,7	10	58	58
Середнє за місяць			6,6	30,8	29		58
травень	1	16,9	12,7	10,6	14	53	48
	2	21,9	15,8	1,2	14	51	39
	3	20,1	16,3	32,2	15	52	59
Середнє за місяць			15,0	44,0	43		49
червень	1	19,3	17,7	3,7	15	52	54
	2	21,5	19,7	42,4	15	55	56
	3	21,9	20,8	94,9	15	54	66
Середнє за місяць			19,4	141,0	45		57
липень	1	23,2	21,0	1,3	17	56	50
	2	22,1	21,7	4,9	17	56	56
	3	19,0	21,4	31,0	17	55	69
Середнє за місяць			21,4	37,2	51		59
серпень	1	21,1	21,4	8,8	15	57	65
	2	23,6	19,8	0,0	15	59	54
	3	19,8	18,6	2,3	14	57	52
Середнє за місяць			19,9	11,1	44		57
Всього за вегетацію				264,1	212		56