

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Технічне забезпечення посіву озимої пшениці в умовах ФОП
«Зеря» Сумського району Сумської області»

Виконав:	_____	<u>Дудник О. Ю.</u>
	(підпис)	(Прізвище, ініціали)
Група:		<u>АІ 2201-1,ст</u>
(Науковий) керівник:	_____	<u>Соколік С. П.</u>
	(підпис)	(Прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дудник О.Ю. «Технічне забезпечення посіву озимої пшениці в умовах ФООП «Зеря» Сумського району Сумської області»

Кваліфікаційна (бакалаврська) робота на здобуття ступеня бакалавра за спеціальністю 208 Агроінженерія. - Сумський національний аграрний університет. М. Суми, 2025р.

Пояснювальна записка містить в собі 48 аркушів, 9 – таблиць, 25 – використаних джерел літератури, і 6 – графічних аркушів.

Кліматичні та погодні умови: Детальний опис природно-кліматичних особливостей Лісостепової зони, що впливають на вирощування сільськогосподарських культур. Розглядаються температурні режими, рівень зволоження ґрунту та їх вплив на вегетацію рослин.

Аналіз тракторно-машинного обладнання Представлено склад техніки підприємства та її значення для оптимізації трудових витрат та підвищення врожайності.

Технічне забезпечення посіву озимої пшениці: Розглядаються оптимальні строки, стандарти та умови сівби, а також фактори, що впливають на норму висіву. Наголошується на важливості врахування ґрунтово-кліматичних умов та необхідності коригування термінів сівби у зв'язку зі змінами клімату.

Проведено аналіз та обґрунтування вибору оптимального агрегату (МТЗ-892 – СЗ-3.6) для посіву озимої пшениці, а також розрахунки щодо ефективності його використання.

Представлено опис конструкції сівалки СЗ-3,6 та пропозиції щодо її модернізації висіваючого апарата.

Ключові слова: сільськогосподарське підприємство, вирощування зернових, озима пшениця, машинно-тракторний парк, сівба, управління технікою, добрива, модернізація сівалки.

ABSTRACT

Dudnyk O.Y. "Technical support for sowing winter wheat in the conditions of FOP "Zerya" of Sumy district of Sumy region"

Qualification (bachelor's) work for a bachelor's degree in the specialty 208 Agricultural Engineering. - Sumy National Agrarian University. Sumy, 2025.

The explanatory note contains 48 sheets, 9 tables, 25 used sources of literature, and 6 graphic sheets.

Climatic and weather conditions: A detailed description of the natural and climatic features of the Forest-Steppe zone that affect the cultivation of crops. Temperature regimes, the level of soil moisture and their effect on plant vegetation are considered.

Analysis of tractor and machine equipment The composition of the enterprise's machinery and its importance for optimizing labor costs and increasing yields are presented.

Technical support for sowing winter wheat: The optimal timing, standards and conditions of sowing, as well as factors affecting the seeding rate, are considered. The importance of taking into account soil and climatic conditions and the need to adjust the sowing dates due to climate change is emphasized.

The analysis and justification of the choice of the optimal unit (MTZ-892 – SZ-3.6) for sowing winter wheat, as well as calculations on the efficiency of its use have been carried out.

A description of the design of the SZ-3,6 seeder and proposals for its modernization of the seeding unit are presented.

Keywords: agricultural enterprise, grain cultivation, winter wheat, machine and tractor park, sowing, machinery management, fertilizers, modernization of the seeder.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ФОП «ЗЕРЯ ОЛЕКСАНДРА ІВАНІВНА» СУМСЬКОГО РАЙОНУ	7
1.1 Основна характеристика господарства	7
1.2 Клімат і погодні умови	8
1.3 Характеристика і межі виконуваних робіт	10
1.4 Аналіз машино-тракторного парку	11
1.5 Складові частини управління процесами використання техніки	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	16
2.1 Сівба: строки, стандарти, умови	16
2.2 Період відновлення весняного зростання рослин	20
2.3 Внесення добрив під посів озимої пшениці	21
2.4 Вибір раціонального складу агрегату	23
2.5 Розрахунок організації виконання сівби озимої пшениці	27
3 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	35
3.1 Удосконалення сівалки СЗ-3,6	35
3.2 Аналіз продуктивності дозувального механізму сівалки СЗ-3,6	39
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	41
4.1 Організація охорони праці	41
4.2 Безпечне використання агрохімікатів і добрив	42
4.3 Умови праці в рослинництві	42
ВИСНОВОК	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	46

ВСТУП

Здобуття якісного врожаю неможливе без застосування сучасної техніки.

Для покращення продуктивності та ефективності вирощування рослин у сфері аграрного виробництва необхідно використовувати механізми. Підготовка ґрунту до посіву формує основу успішного збору врожаю і є ключовим елементом сільськогосподарської діяльності. Вона створює оптимальні умови для росту та розвитку рослин. Земельна поверхня має бути належним чином оброблена й готова до засіву зернових культур. Збагачення ґрунту корисними речовинами, зволоження та аерація сприяють активному зростанню посівів.

Залежно від виду рослин, місця посадки та очікуваного результату обирається відповідне обладнання для обробки землі. Іноді під час підготовки площі для посіву застосовують традиційні методи: спочатку проводять оранку, потім здійснюють прополювання та боронування.

Способи обробки ґрунту для вирощування технічних рослин включають специфічні вимоги до їх посіву. Ці рослини належать до окремої групи, оскільки культивуються для задоволення технологічних і промислових запитів. Їх застосовують у фармацевтичному секторі, текстильному виробництві та у сфері виготовлення біопалива.

Важливу роль у процесі вирощування технічних культур відіграє якісна підготовка ґрунту. Вона охоплює низку заходів, спрямованих на покращення структури землі, її аерацію, насичення поживними речовинами та регулювання вологості. Завдяки впровадженню сучасних методів обробки ґрунту аграрії мають змогу підвищити врожайність, скоротити витрати на вирощування та забезпечити відповідність продукції високим стандартам якості.

Основним напрямом у технологічному забезпеченні підготовки ґрунту перед посівом зернових культур є розробка та впровадження передових технологій і матеріалів. До таких технологій належать глибокий обробіток землі, застосування біологічних стимуляторів росту та інтегровані системи управління агропроцесами. Використання інноваційних підходів дозволяє покращити

ефективність сільськогосподарських робіт, зменшити негативний вплив на довкілля та оптимізувати використання природних ресурсів.

Аналіз і дослідження традиційних та інноваційних методів обробки ґрунту надають цінну інформацію щодо вдосконалення агротехнічних процесів та їх оптимізації для продуктивного вирощування технічних рослин. Вивчення новітніх тенденцій у сільському господарстві допомагає аграріям впроваджувати найефективніші практики, що сприяють стійкому розвитку галузі та забезпеченню стабільних врожаїв.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ФОП «ЗЕРЯ ОЛЕКСАНДРА ІВАНІВНА» СУМСЬКОГО РАЙОНУ

1.1 Основа характеристика господарства

ФОП «Зеря Олександра Іванівна» знаходиться в Сумському районі, в селі Косівщина. Розташоване неподалік від міста Суми, де розміщене відоме «сумське море».

Земельна площа, якою користується ФОП «Зеря Олександра Іванівна» 307 га.

Господарство спеціалізується на вирощуванні зернових. Основними культурами є ранні зернові, ярові, технічні рослини, серед яких виділяється соняшник, а також кормові, включаючи кукурудзу.

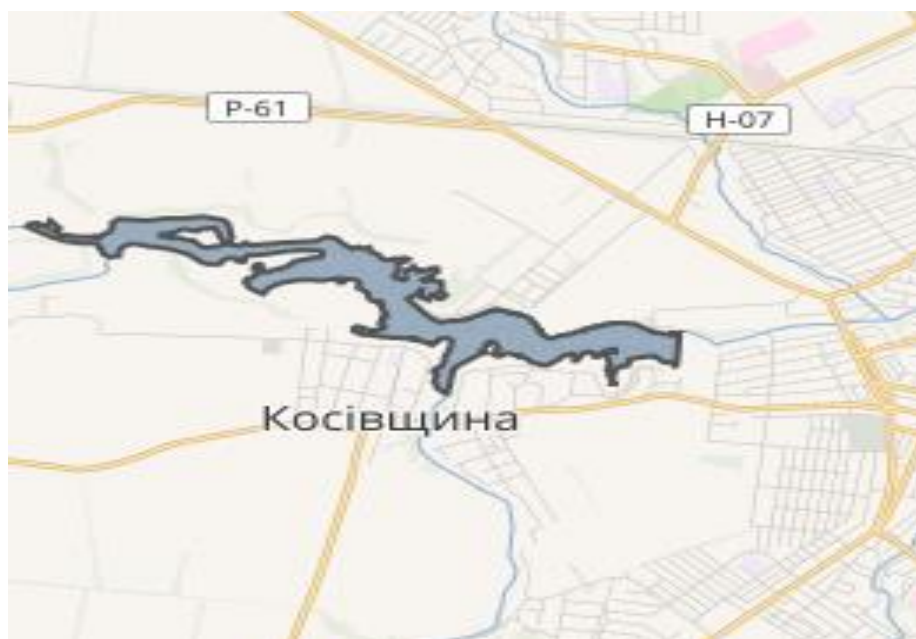


Рис. 1.1- Розташування земель господарства

Господарство зосереджує свою діяльність на вирощуванні зернових культур, які продаються за ринковими цінами здебільшого місцевим підприємствам, а в окремих випадках і іншим покупцям. Це сприяє розвитку аграрного сектору, забезпечує продовольчі потреби регіону та створює економічні можливості для розширення ринку збуту.

Щоб значно підвищити ефективність і якість вирощування сільськогосподарських культур, нині активно застосовуються передові GPS-технології. У поєднанні з системами точного землеробства залучаються висококваліфіковані спеціалісти, які забезпечують глибоке розуміння аграрних процесів та сприяють максимальному зростанню продуктивності господарств. Без досвідчених агрономів і кваліфікованих інженерів існує суттєва загроза серйозних ризиків і втрат.

Розподіл посаджених територій та урожай ключових сільськогосподарських культур за останні три роки наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Розподіл земельних ділянок

Культури	2022 рік		2023 рік		2024 рік	
	Площа, га	Урожайність ц/га	Площа, га	Урожайність ц/га	Площа, га	Урожайність ц/га
Озима пшениця	100	45	105	47	110	50
Кукурудза	120	85	115	88	100	90
Соняшник	87	30	87	32	87	35

1.2 Клімат і погодні умови

У зоні Лісостепу теплий сезон триває 230-275 діб, період вегетації — 190-210 днів, а активне зростання рослин — 150-180 діб. Для визначення теплових можливостей, які впливають на вирощування різних сільськогосподарських культур або активність шкідників, зазвичай застосовують сумарні показники активних та ефективних температур. У Лісостепу значення активних температур перевищують +5°C та +10°C.

Середня найнижча температура ґрунту на глибині залягання вузла куціння озимих культур становить 10°C, а абсолютний мінімум у лютому сягає -21°C. Зазвичай глибина промерзання ґрунту змінюється в межах 50-70 см (максимально — 150 см, мінімально — 10-15 см). Формування надземної маси

рослин і їх розвиток дедалі більше залежить від температури довкілля. Однак у різні фази вегетаційного періоду рослини мають неоднакові потреби щодо тепла.

Наприклад, для росту вівса необхідна сумарна температура понад +10-13°C, для кукурудзи залежно від гібрида — 15-20°C, для ячменю — 11-12°C, сої — 17-19°C, озимої пшениці — 13-16°C, а соняшнику — 18,5-21,5°C. Мінімальна температура дозрівання зернових колосових та зернобобових культур — 10-13°C. Як при низьких, так і при надмірно високих температурах у рослин сповільнюються фізіологічні процеси — фотосинтез, дихання, випаровування вологи тощо. Надмірна спека може спричинити посилене розщеплення органічних речовин та ослаблення їхнього синтезу, що суттєво порушує життєві функції рослинних органів і навіть може призвести до їх загибелі.

Рівень зволоження ґрунту є одним із ключових чинників стабільного врожаю аграрних культур. В Україні значна частина території потерпає від дефіциту вологи, що несприятливо позначається на розвитку та врожайності рослин. Основним джерелом вологи для них є атмосферні опади. Найбільша їх кількість випадає у березні, а з квітня обсяг опадів поступово зростає, досягаючи пікових показників у період з травня по липень. У липні в Лісостепу спостерігається найвищий річний рівень опадів. Серпень і вересень характеризуються зменшенням кількості опадів, а у жовтні фіксується невелике збільшення порівняно з вереснем. Листопад приносить поступове скорочення дощів у порівнянні з жовтнем, а в грудні їхня кількість ще більше зменшується. Найменше опадів випадає у літні та зимові місяці — не більше 10 мм.

У Лісостеповій зоні періоди без дощів доволі поширені. До бездощових належать проміжки часу, коли опади відсутні понад 10 днів, що може завдати значної шкоди сільському господарству, порушуючи нормальне функціонування рослин. Частота таких періодів збільшується в напрямку від північного заходу до південного сходу, однак випадки з тривалістю понад 20 днів трапляються не щорічно. Для більшості аграрних культур зволоженість у період вегетації оцінюється за рівнем вологи у ґрунті на глибинах 0-20, 0-50, 0-100 см.

Підприємство має всі необхідні передумови для ефективного ведення аграрної діяльності. Природно-кліматичні особливості ФОП «Зеря Олександра Іванівна» надзвичайно сприяють вирощуванню різних культур, зокрема зернових та соняшника. Клімат регіону характеризується помірно континентальними рисами: зими тут м'які, часто супроводжуються відлигами, а літо відзначається високими температурами. У середньому температура в липні сягає +21 °С, а в січні опускається до -5,5 °С.

Найбільше опадів випадає в літній та осінній періоди, переважно у формі дощів. Ґрунти в південній частині Чернігівської області вирізняються значною родючістю. Ключовим виробничим ресурсом підприємства є земля, а її ефективне використання сприяє зростанню родючості, що відіграє важливу роль у збільшенні обсягів виробництва та збуту продукції.

1.3 Характеристика і межі виконуваних робіт

Фермерське господарство ФОП «Зеря Олександра Іванівна» володіє добре оснащеним машинно-тракторним парком, що є ключовим елементом ефективного виконання численних агротехнічних заходів у сфері рослинництва. Основою цього парку є тракторна бригада, яка забезпечує безперервний цикл сільськогосподарських робіт, починаючи від підготовки ґрунту і закінчуючи збором врожаю. Завдяки широкому спектру сучасної техніки, підприємство має можливість ефективно виконувати всі етапи аграрного виробництва, додержуючись строгих критеріїв якості.

Машинно- тракторний парк включає трактори різних класів, спеціалізовані сільськогосподарські машини для різних видів обробітку, а також допоміжну техніку, що сприяє швидкому та продуктивному виконанню агротехнічних заходів. У штаті підприємства працюють кваліфіковані трактористи-машиністи, агрономи та різноробочі, що забезпечує чітку координацію робочих процесів і високу продуктивність у польових умовах.

Технологічний процес вирощування та збору різних сільськогосподарських культур передбачає детально спланований алгоритм дій,

який охоплює всі ключові етапи — від попередньої підготовки ґрунту, висадки насіння, догляду за рослинами до жнив та післязбиральної обробки. Важливу роль у цьому процесі відіграє суворе дотримання агротехнічних норм, що включає використання якісних добрив, засобів захисту рослин та сучасних методів обробки. Для забезпечення високої ефективності та організації виробничого процесу підприємство впроваджує передові технології, включаючи створення технологічних карт, використання систем моніторингу, а також контроль якості виконаних завдань на кожному етапі.

Основний період експлуатації техніки припадає на весняно-осінній сезон, коли проводяться найбільш важливі аграрні роботи — весняний посів, догляд за рослинами, внесення добрив, жнива, збирання врожаю та підготовка ґрунту до наступного сезону. Злагоджена робота машинно-тракторного парку, професіоналізм персоналу та використання сучасних технологій дозволяють підприємству успішно виконувати всі сільськогосподарські завдання, забезпечуючи стабільний розвиток та високі результати.

1.4 Аналіз машино-тракторного парку

У ФОП «Зеря Олександра Іванівна» для вирощування сільськогосподарських культур використовується розвинений машинно-тракторний парк, склад якого детально представлений у таблиці 1.2.

Завдяки цій техніці забезпечується виконання всього комплексу робіт – від попередньої підготовки ґрунту, його обробки та внесення добрив до висіву, догляду за посівами та збору врожаю. Наявність сучасних машин дозволяє оптимізувати трудові витрати, скоротити терміни виконання польових робіт і підвищити ефективність використання ресурсів, що позитивно впливає на кінцевий результат – отримання високоякісної та стабільної врожайності.

Матеріально-технічна основа аграрного сектора є сукупністю засобів виробництва, що забезпечують ефективне ведення сільськогосподарської діяльності.

Таблиця 1.2 Машино-тракторний парк

Трактори: (Всього)	6
Т-150К	2
МТЗ-892	1
ЮМЗ-6	1
John Deere 7830	2
Грузові машини: (Всього)	5
Камаз5511	2
Зил 130	1
Маз 555102-220	2
Комбайни: (Всього)	3
Claas dominator 108	1
ДОН 1500Б	1
Claas Iexion-580	1
Сівалки: (Всього)	3
СЗ-3,6	1
John Deere 1745	1
Астра-3,6	1
Культиватори: (Всього)	3
John Deere 980	2
КПС-4	1
Борони: (Всього)	3
УДА-3,8-40	1
БЗС-1	1
БШН-4,2	1
Плуги: (Всього)	3
ПЛН-5-35	1
ПЛН-3-35	1
ПОН-5-45 «Умань»	1
Розкидачі добрив: (Всього)	4
ПРТ-10	1
John Deere DN350	1
МЖТ-10	1

Розвинена матеріально-технічна база відіграє ключову роль у підвищенні продуктивності сільського господарства, оптимізації технологічних процесів і забезпеченні стабільного розвитку галузі. Вона включає інноваційні механізми, автоматизовані системи управління, а також технічні рішення, спрямовані на зменшення трудових витрат та підвищення ефективності виробництва.

1.5 Складові частини управління процесами використання техніки

Керування механізмами застосування техніки охоплює низку взаємозалежних елементів, кожен з яких відіграє вагомую функцію у гарантуванні продуктивності та стабільності та оптимізації функціонування устаткування. Ось детальніший розгляд кожної складової:

1. Планування

- Визначення необхідності в обладнанні на основі виробничих чи експлуатаційних вимог.
- Розрахунок витратних ресурсів: паливе, електроенергія, запасні частини.
- Формування графіка роботи для запобігання простою.
- Оцінка можливих загроз та розробка заходів їх мінімізації.

2. Спостереження та контроль

- Моніторинг стану техніки у режимі дійсного часу.
- Застосування сенсорних пристроїв та систем збору інформації для оцінки продуктивності.
- Регулярне проведення інспекцій та аудитів для гарантії безперебійної роботи.
- Впровадження автоматичних попереджувальних сигналів у разі несправностей.

3. Технічне обслуговування та ремонт

- Заплановане сервісне обслуговування (ТО), включаючи перевірку вузлів та механізмів.
- Діагностика потенційних несправностей задля їх запобігання.

- Організація ремонтних заходів, у тому числі заміна компонентів та усунення дефектів.

- Застосування спеціалізованого програмного забезпечення для прогнозування необхідності ремонту.

4. Автоматизація

- Використання систем керування, що зменшують потребу у втручанні людини.
- Впровадження технологій Інтернету речей (IoT) для віддаленого контролю обладнання.
- Оптимізація робочих процедур за допомогою штучного інтелекту (AI).
- Застосування цифрових інструментів для накопичення та обробки даних.

5. Безпека та регламентування

- Встановлення та забезпечення відповідності обладнання нормативам безпеки.
- Моніторинг екологічних параметрів та мінімізація шкідливого впливу на навколишнє середовище.
- Інструктаж працівників щодо безпечного використання обладнання та механізмів.
- Розробка заходів щодо мінімізації ймовірності аварійних ситуацій.

6. Аналіз даних

- Збір інформації про продуктивність та витрати.
- Використання аналітичних методів для прогнозування майбутніх потреб.
- Аналіз продуктивності обладнання у зіставленні з попередніми характеристиками.
- Впровадження моделей машинного навчання для покращення процесів управління.

7. Координація робочого складу

- Розподіл завдань між операторами та технічним персоналом.
- Проведення навчальних заходів для підвищення кваліфікації працівників.

- Використання програмних рішень для планування робочих змін.
- Забезпечення чіткої комунікації між різними підрозділами.

Комплексне керування процесами експлуатації техніки сприяє зростанню продуктивності, скороченню витрат на використання та ефективному розподілу ресурсів.

Тракторний парк ФОП «Зеря Олександра Іванівна» обладнаний закритими приміщеннями для збереження техніки. Частина обладнання розміщується на відкритих ділянках, а деякі машини – під накриттями з бетонованою основою.

Перед розміщенням техніки на відкритому зберіганні, з неї демонтують усі вузли й механізми, які чутливі до кліматичні умов, опадів чи низьких температур. Машини ретельно очищують, миють, покривають захисним шаром і герметизують для надійності.

У межах дипломного дослідження проведено детальний аналіз виробничих процесів підприємства, а також розглянуто технологічні методи підготовки ґрунту для посіву та сам процес висівання. Виконання рекомендацій, запропонованих у дослідженні, сприятиме зростанню врожайності.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Сівба: строки, стандарти, умови

Технічне забезпечення посіву озимої пшениці включає комплекс заходів, спрямованих на підготовку ґрунту, вибір насіння, застосування добрив, використання сучасної техніки та дотримання оптимальних термінів посіву. Це важливий етап агротехнологічного процесу, який впливає на врожайність та якість зерна.

Норма висіву — змінний параметр, що залежить від широкого спектра чинників, серед яких: сорт культури, якість посівного матеріалу, оптимальна щільність продуктивного стеблостою, географічне розташування, період висіву та стан ґрунтового ложа.

На жаль, переважно фермери орієнтуються лише на прогнозовану густоту посівів і кліматичні умови, хоча слід брати до уваги всі можливі аспекти.

Комплексний підхід до встановлення норми висіву допоможе значно підвищити ефективність використання посівного матеріалу та сприятиме отриманню стабільного врожаю в умовах змінного клімату й аграрних викликів.

Експерти орієнтовно радять такі параметри: за сприятливих обставин сівби (оптимальні терміни, належний стан ґрунту, достатній рівень вологи) приблизно 3-3,5 мільйона насінин на гектар, за середніх умов — 4-4,5 млн/га, а за несприятливих — 5-5,5 млн/га. Ці показники варто застосовувати як основну норму для розрахунку відповідно до специфіки конкретного поля та умов господарювання.

При визначенні оптимальної густоти висіву необхідно враховувати рекомендації щодо конкретного сорту. Варто орієнтуватися на те, що краще висівати з меншою стартовою щільністю, ніж створювати надмірну загущеність. Збільшення норми висіву не сприяє підвищенню врожайності, а часто призводить до надмірного витрачання насіння, збільшення ризику розвитку хвороб чи вилягання, а також ускладнює контроль за посівами через використання добрив, каталізатори розвитку та препарати для охорони рослин.

Таблиця 2.1 - Методика визначення найкращої кількості посівного матеріалу з урахуванням зазначених чинників

Умова	4 млн насінин/га	400 насінин/м ²
Висока якість насіння	-300 тис.	-30
Низька якість насіння	+300 тис.	+30
Ранні терміни сівби	-200 тис.	-20
Оптимальні терміни сівби	Норма не змінюється	Норма не змінюється
Пізні терміни сівби	+200 тис.	+20
Гарна передпосівна підготовка ґрунту	Норма не змінюється	Норма не змінюється
Передпосівна підготовка середньої якості	+100 тис.	+10
Підготовка ґрунту низької якості	+200 тис.	+20
Норма куцання 1,4–1,6	Норма не змінюється	Норма не змінюється
Норма куцання більше 1,6	-200 тис.	-20
Норма куцання менше 1,4	+200 тис.	+20
Насіннєве ложе рихле, вологе, безструктурне	+200 тис.	+20
Насіннєве ложе частково рихле, вологе	+100 тис.	+10
Насіннєве ложе крупногрудкове, рихле, вологе	+300 тис.	+30
Насіннєве ложе рихле, сухе, безструктурне	+400 тис.	+40
Насіннєве ложе частково рихле, сухе	+300 тис.	+30
Насіннєве ложе крупногрудкове, рихле, сухе	+500 тис.	+50
Відсоток вимерзання рослин > 15%	+300 тис.	+30
Відсоток вимерзання рослин < 10%	-200 тис.	-20
Густота стеблостою: +100 стебел/м ² понад норму	+200 тис.	+20
Сівба до 10 днів пізніше оптимальних термінів	+200 тис.	+20
Сівба до 20 днів пізніше оптимальних термінів	+300 тис.	+30
Сівба понад 20 днів пізніше оптимальних термінів	+500 тис.	+50

Особливо важливо уникати надмірного висіву в регіонах із недостатньою вологістю.



Рисунок 2.1 - Сівба озими пшениці

Кінцева запланована густина стояння рослин є ключовим фактором, який безпосередньо впливає на формування запланованої урожайності культури. Час посіву, як правило, визначається відповідно до ґрунтово-кліматичних особливостей, розташування озимої пшениці у сівозміні підприємства, а також доступності та ефективності технічного забезпечення. Зазвичай агроном господарства встановлює строки сівби для кожного поля, знаходячи баланс між рекомендованими оптимальними періодами та реальними умовами конкретного господарства.

Рекомендовані строки посіву озимої пшениці для Сумської області 25 серпня-10 вересня.

Ці рекомендації фахівці сформували, враховуючи найбільш ймовірний період настання осіннього стану спокою для озимої пшениці. Однак запропоновані «календарні» строки варто розглядати лише як орієнтовну основу для розрахунків, адже, по-перше, поступові зміни кліматичних умов змушують аграріїв коригувати час сівби на 5-10 або й більше днів раніше. А по-друге, всі досвідчені господарники одноставно наголошують, що орієнтуватися слід не на підручники чи календар, а на рівень вологості ґрунту та температурний режим.

У південних областях, де літні засухи є майже неперервним явищем, висівати варто завчасно, щоб культури могли повною мірою скористатися зимово-весняними опадами та уникнути нестачі вологи у фазі наливу зерна. Якщо ж враховувати температурні показники, то спеціалісти стверджують, що оптимальним періодом для посіву є той, коли середньодобова температура повітря коливається в межах 14-17°C.

Надто раннє висівання несе загрозу ураження посівів патогенами та шкідниками, оскільки паростки з'являються в період активності більшості збудників кореневих недуг та комах-шкідників. Окрім того, надмірний розвиток рослин може стати причиною їхньої слабкої зимостійкості. Запізнене висівання, своєю чергою, призведе до входження пшениці у зимовий період з недостатньо сформованою кореневою системою та низькими запасами поживних речовин, оскільки рослини просто не встигнуть накопичити необхідну кількість. В умовах вибору між «двома загрозами» аграрії здебільшого надають перевагу більш ранньому висіву, якщо здійснити сівбу в оптимальні терміни неможливо. Сучасні високопродуктивні сорти та додатковий фунгіцидно-інсектицидний захист (наприклад, якісне протруювання насіння із застосуванням щонайменше двох фунгіцидних компонентів) дозволяють частково мінімізувати ризики.

Рекомендовані «календарні» строки можна розглядати лише як базову основу для обчислень, оскільки, по-перше, поступова трансформація кліматичних умов змушує аграріїв зміщувати періоди висіву на 5-10, а подекуди й більше, днів раніше. А по-друге, всі фахівці одноголосно стверджують, що орієнтуватися слід не на підручники чи календарі, а на рівень вологості та температурний режим повітря.

У південних областях, де літні засухи майже постійне явище, посів необхідно проводити раніше, щоб культури могли максимально скористатися зимово-весняними опадами та не потерпали від нестачі вологи під час формування зерна. Якщо ж зважати на температурні показники, то експерти зазначають, що найоптимальнішим періодом для сівби є той, коли середньодобова температура повітря коливається в межах 14-17°C.

Надто ранній висів супроводжується ризиком ураження рослин хворобами та паразитами, оскільки сходи формуються в момент, коли більшість збудників корневих недуг та комах ще залишаються активними. До того ж надмірний ріст культур може знизити їхню зимостійкість. Запізніла сівба призведе до входження озимої пшениці у зимовий період із слабо розвинутою кореневою системою та недостатнім запасом поживних елементів, оскільки рослини просто не матимуть часу накопичити необхідну кількість речовин. Обираючи між «двома загрозами», аграрії здебільшого віддають перевагу більш ранньому висіву, якщо здійснити посів у оптимальні терміни не виходить. Сучасні високопродуктивні сорти та додатковий фунгіцидно-інсектицидний захист (наприклад, якісне протруювання фунгіцидно-інсектицидними препаратами із застосуванням щонайменше двох активних компонентів) дають можливість частково мінімізувати ризики.

2.2 Період відновлення весняного зростання рослин

Період поновлення весняного росту (ЧВВВ) має вирішальне значення у розвитку озимої пшениці, оскільки суттєво впливає на формування продуктивних посівів. Після активації вегетаційних процесів рослини починають відростати та продовжують формування нових пагонів, що триває майже місяць—до фази виходу в трубку. Ослаблені посіви нарощують густоту стеблостою завдяки утворенню додаткових бічних пагонів, одночасно відбувається розвиток вегетативних структур і кореневої системи. Навесні також визначаються параметри та морфологія майбутнього колоса.

Занадто передчасного або надто запізненого відновлення вегетаційного періоду у рослин спостерігається значне відхилення від оптимальних темпів росту й розвитку, активності фотосинтетичних процесів, стійкості до вилягання, морфологічних особливостей, якості та обсягів урожаю. Рослини, що пробуджуються рано або пізно, отримують неоднакові початкові порції сонячної енергії. Радіаційний режим впливає на температурні умови розвитку озимої пшениці. У фазі раннього відновлення весняної вегетації інтенсивність синьо-

фіолетових хвиль сонячного спектру залишається низькою, протягом такого-то періоду пізнього пробудження вона зростає й переважає над рівнем червоних променів.

Беручи до уваги суттєвий вплив ЧВВВ на подальший розвиток озимої пшениці, а також на обсяги й якісні характеристики майбутнього врожаю, варто коригувати норми внесення мінеральних добрив, особливо під час весняного підживлення, залежно від погодних умов зими та весни. Дослідники, спираючись на найновіші наукові напрацювання, рекомендують у разі раннього або надраннього відновлення вегетаційного процесу скорочувати обсяг внесення азотних добрив у підживленні (до 30% від рекомендованих показників). Якщо ж весняна вегетація розпочинається із запізненням, навпаки, варто збільшити (на 20-40% від розрахункової норми) дозу внесених добрив.

Період зимового спокою рослин можна певною мірою регулювати строками висіву. Важливо також враховувати вплив попередника: на ділянках, де не застосовували парові культури, рослини здебільшого починають ріст раніше.

2.3 Внесення добрив під посів озимої пшениці

Щедрий і добірний безпосередній збір врожаю озимої пшениці залежить від гармонійних доз внесення NPK та мікроелементів. При цьому найбільшою складністю, як одностайно зазначають і дослідники, і аграрії, є забезпечення рослин оптимальним постачанням азоту.

Азотне живлення

Якщо восени внести до основного обробітку ґрунту незначну кількість азотних добрив, до початку наливу зерна пшениця відчуватиме гостру нестачу цього елемента, адже основна його частина спрямовується на формування зеленої маси, а певний обсяг вимивається ще восени та ранньою весною. Внесення ж високих доз азоту восени теж є нераціональним, оскільки це може призвести до істотного зниження морозостійкості, надмірного зростання рослин та їхнє поступове занепадання їхнього фітосанітарного стану. Значний

відсоток азотних добрив сприяє проникненню в глибші шари впливом осінньо-весняних опадів, що погіршує ефективність живлення рослин.

Щоб гарантувати забезпечення рослин азотом упродовж усього періоду вегетації в умовах Лісостепу та Полісся, варто використовувати добрива з поступовим розчиненням або ж здійснювати їхнє внесення у кілька етапів. Оскільки майже всі азотні добрива швидко розчиняються, їх зазвичай частково вносять восени, а основну кількість застосовують у весняно-літній період для підживлення у фазах найбільшої потреби, сприяючи активному росту та розвитку рослин.

Фосфорно-калійне живлення

Фосфор і калій є важливими для озимої пшениці на кожному етапі її розвитку та на будь-якому різновиді ґрунту. Значна частина фосфору поглинається вже під час проростання зерна. Недостатність цього елемента на ранньому етапі не можна компенсувати інтенсивним фосфорним живленням у пізніші періоди росту, тому фосфорні добрива, які здебільшого випускаються у малорозчинних формах, рекомендовано вносити під час основного обробітку ґрунту.

Знижена температура ґрунту ($<10^{\circ}\text{C}$) спричиняє дефіцит фосфору для рослин, навіть якщо його концентрація в землі висока. Недостатня вологість також ускладнює засвоєння цього елемента з ґрунту. Фосфор має здатність переміщуватися від старих органів рослини до молодих і повторно використовуватися (реутилізація). Фосфорні добрива варто заглиблювати на 10–20 см, оскільки вони малорухомі в ґрунті та не вимиваються у глибші горизонти.

Калій поглинається пшеницею з ґрунту від моменту проростання до періоду цвітіння, причому найбільш активно у фазах виходу в трубку та формування колоса. Найбільше калію накопичується в рослинах озимої пшениці саме під час цвітіння.

Повна доза калійних добрив застосовується разом із фосфорними під час основного обробітку ґрунту, щоб забезпечити рівномірний розподіл

поживних речовин у верхньому родючому шарі. На кислих ґрунтах ефективність фосфору та калію помітно знижується.

Інакші елементи живлення

Щоб досягти врожаю озимої пшениці на рівні 5 т/га, окрім основних поживних речовин, слід додатково збагачувати ґрунт 25 кг кальцію, 20 кг магнію, 15-17 кг сірки, 1,3-1,4 кг заліза, 0,4 кг марганцю, 0,3 кг цинку, 43-45 г міді, 25 г бору та 3,5 г молібдену. Найважливішими компонентами для цієї культури є мідь, марганець і цинк. Наукові дослідження підтверджують, що оптимальний рівень поживних елементів у легкозасвоюваній формі рідко зустрічається в ґрунті. Тому для досягнення високих показників урожайності озимої пшениці необхідно використовувати комплексні мікродобрива.

2.4 Вибір раціонального складу агрегату

Таблиця 2.2 - Технічні параметри агрегатів

Агрегат (варіанти складу)	Номінальна ефективна потужність двигуна, кВт	Маса технічного засобу, кг	Продуктивність за годину основного часу, га/год	Питомі витрати пального, г/кВт год
1	2	3	4	5
1.МТЗ-892-СЗ-3,6	65	5200	1,88	217
2.Т-150К-Астра-3,6	128,7	10100	2,40	220

Ефективність роботи машинного комплексу за одну годину змінного періоду, га/год.

$$W_{\Gamma} = W_0 \cdot \tau_{\text{зм}}, \quad (1)$$

W_0 – продуктивність за годину основного часу, га/год ;

$\tau_{\text{зм}}$ – коефіцієнт використання часу зміни .

$$W_{\Gamma \text{ МТЗ-892}} = 2.5 \times 0.75 = 1.88$$

$$W_{\Gamma \text{ Т-150К}} = 3.2 \times 0.75 = 2.40$$

Споживання пального на одиницю виконаної роботи, кг/га.

$$q_{\text{га}} = \frac{10^{-3} \cdot N_{\text{ен}} \cdot g_e}{W_{\text{г}}}, \quad (2)$$

$N_{\text{ен}}$ – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт;

g_e – питомі витрати пального двигуном.

$$q_{\text{гаМТЗ-892-СЗ-3.6}} = \frac{10^{-3} \cdot 65 \cdot 217}{1.88} = 7.51$$

$$q_{\text{гаТ-150К-Астра-3.6}} = \frac{10^{-3} \cdot 128.7 \cdot 220}{2.40} = 11.80$$

Витрати загальної невідновлюваної енергії, МДж/га.

$$E_{\text{нп}} = \alpha_{\text{п}} q_{\text{га}} + \sum_{i=1}^m \alpha_{\text{мі}} q_{\text{мі}} + \frac{\alpha_{\text{тр}} \cdot M_{\text{тр}} + \sum_{i=1}^n \alpha_{\text{рмі}} \cdot M_{\text{рмі}} + \sum_{i=1}^k \alpha_{\text{дмі}} \cdot M_{\text{дмі}} + \sum_{i=1}^j \alpha_{\text{ппі}} \cdot n_{\text{мех}}}{W_{\text{г}}}, \quad (3)$$

$\alpha_{\text{п}}$ – енергетичні еквіваленти витраченого пального, МДж/кг;

$q_{\text{га}}$ – витрати пального на одиницю обсягу роботи, кг/га;

$\alpha_{\text{мі}}$ – енергетичні еквіваленти витрачених технологічних матеріалів;

$q_{\text{мі}}$ – витрати технологічних матеріалів на одиницю обсягу роботи, кг/га;

$\alpha_{\text{тр}}$, $\alpha_{\text{рм}}$, $\alpha_{\text{дм}}$ – енергетичні еквіваленти години роботи, відповідно, трактора, робочих машин, додаткових машин (причепів, зчіпки), чи самохідного агрегату на 1кг маси;

$M_{\text{тр}}$, $M_{\text{рм}}$, $M_{\text{дм}}$ – маса, відповідно, трактора, робочих машин, додаткових машин, чи самохідного агрегату;

$\alpha_{\text{пп}}$ – енергетичний еквівалент години праці персоналу;

$n_{\text{мех}}$ – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат, люд.

$$E_{\text{нп}} = \frac{(44 \cdot 7.51) + (0.25 \cdot 4000) + (0.20 \cdot 400) + (2.5 \cdot 1)}{1.88} = 773.9$$

$$E_{\text{нп}} = \frac{(44 \cdot 11.80) + (0.25 \cdot 8200) + (0.20 \cdot 800) + (2.5 \cdot 1)}{2.40} = 1138.2$$

Вартість однієї години функціонування механічного пристрою, грн/год.

$$C_{\text{в}} = A + K_{\text{р}} + Z_{\text{б}} + П + C_{\text{т}} + Z_{\text{оп}} + B_{\text{п}} + B_{\text{м}} + B_{\text{то}} \quad (4)$$

- A – амортизаційні відрахування, грн/год;
- K_p – витрати на погашення кредиту, грн/год;
- Z_б – витрати на зберігання машинного агрегату, грн/год;
- П – податок на технічні енергетичні засоби, грн/год;
- C_T – страхові внески, грн/год;
- Z_{оп} – витрати на оплату праці персоналу, грн/год;
- B_п – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/год;
- B_м – вартість технологічних матеріалів, грн/год;
- B_{то} – вартість технічного обслуговування, грн/год.

$$C_B = 70.3 + 56.3 + 3.75 + 0.21 + 5.0 + 50.0 + 981.5 + 30.0 + 0.96 = 1198.0$$

$$C_B = 144.1 + 115.1 + 7.7 + 0.36 + 10.0 + 70.0 + 2017.3 + 50.0 + 1.87 = 2416.5$$

Амортизаційні відрахування

$$A = \frac{(C_H - C_K)}{T_{B.T3} \cdot T_{3.T3}}, \quad (5)$$

- C_H – вартість нового технічного засобу.
- T_{B.T3} – строк використання технічного засобу.
- T_{3.T3} – орієнтовна зайнятість технічного засобу на протязі року.
- C_K – вартість технічного засобу в кінці експлуатації.

Таблиця 2.3 - Вартість нових тракторів і С-г машин

Марка трактору	МТЗ-892	Т-150К
Вартість, грн	650000	1200000
Марка с-г машини	СЗ-3.6	Астра-3,6
Вартість, грн	120000	315000

$$C_H = B_B \cdot k_{бв}, \quad (6)$$

Трактору

С.г. машини

$$C_{H1} = 5 \times 4000 = 650000$$

$$C_{H1} = 5 \times 1200 = 120000$$

$$C_{H2} = 5 \times 8200 = 1200000$$

$$C_{H2} = 5 \times 2200 = 315000$$

$$C_K = C_{мб} \cdot M_{T3} \quad (7)$$

Трактору

С.г. машини

$$Ц_{к1} = 5 \times 4000 = 20000$$

$$Ц_{к1} = 5 \times 1200 = 6000$$

$$Ц_{к2} = 5 \times 8200 = 41000$$

$$Ц_{к2} = 5 \times 2200 = 11000$$

Відрахування на амортизацію обладнання

$$A_a = A_{тд} + A_{рм}. \quad (8)$$

$$A_{азр1} = 52.5 + 17.8 = 70.3$$

$$A_{азр2} = 96.6 + 47.5 = 144.1$$

Витрати, пов'язані зі сплатою боргу

$$Kp_a = Kp_{тд} + Kp_{рм}. \quad (9)$$

$$Kp_{азр1} = 41.9 + 14.4 = 56.3$$

$$Kp_{азр2} = 77.2 + 37.9 = 115.1$$

Витрати на утримання агрегату

$$Зб_a = Зб_{тд} + Зб_{рм} \quad (10)$$

$$Зб_{азр1} = 5.16 + 2.54 = 7.7$$

$$Зб_{азр2} = 2.79 + 0.96 = 3.75$$

Внесок за технологічні засоби

$$\Pi = \frac{\Pi_p}{T_{з.тз}}, \quad (11)$$

$$\Pi_{азр1} = 0,10 + 0,11 = 0,21$$

$$\Pi_{азр2} = 0,22 + 0,14 = 0,36$$

Затрати на паливно-змащувальні ресурси

$$B_{п} = (1,1 \dots 1,15) \cdot Ц_{п} \cdot q_{га} \cdot \gamma_{п} \cdot W_{г} \quad (12)$$

$Ц_{п}$ – ціна пального, грн/л

$\gamma_{п}$ – питомий об'єм пального, л/кг

$$B_{n1} = 1.12 \cdot 52.89 \cdot 7.51 \cdot 1.2 \cdot 1.88 = 981.5$$

$$B_{n2} = 1.12 \cdot 52.89 \cdot 11.80 \cdot 1.2 \cdot 2.40 = 2017.3$$

Видатки на сервісне обслуговування

$$B_{TOa} = B_{TOtr} + B_{TOpm} \quad (12)$$

$$B_{mo.agp1} = 0.84 + 0.12 = 0,96$$

$$B_{mo.agp2} = 1.55 + 0.32 = 1.87$$

Таблиця 2.4 – Формування множини Парето по розрахованим критеріям

Варіанти	$W_{Гj}$, га/год	$q_{Гaj}$, кг/га	$E_{нпj}$, МДж/га	C_{Bj} , грн/год
1	2	3	4	5
1 МТЗ-892 – СЗ-3.6	1.88	7.51	773.9	1198
2 Т-150К – Астра-3.6	2.40	11.80	1138.2	2416.5

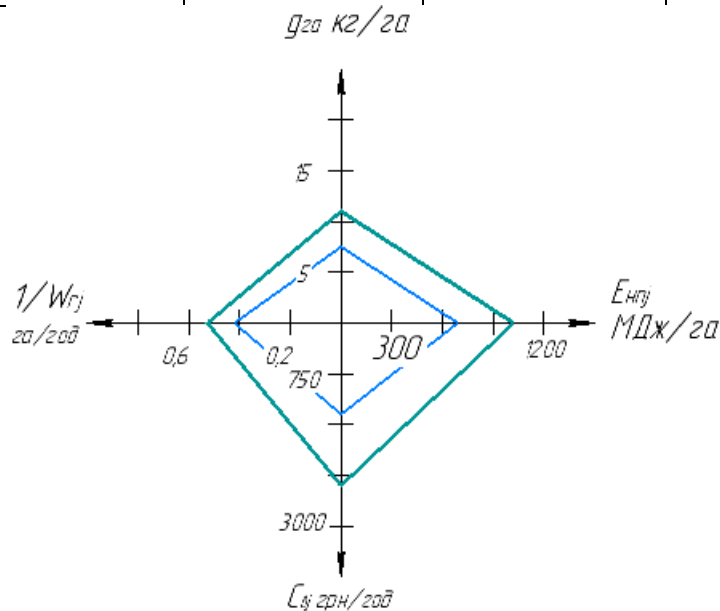


Рисунок 2.2 – Графічний метод вибору кращого агрегату по найменшій відстані до цілі

Визначаємо загальний показник дистанції до мети (μ)

$$\mu_1 = \frac{466793.6}{466738.7} = 1 \quad \mu_2 = \frac{1382416.7}{466738.7} = 2,96$$

Агрегат МТЗ-892 – СЗ-3.6 має найменше значення узагальненого критерію $\mu_j = 1.00$, що означає найближчий до ідеального варіанту склад.

Таблиця 2.5 - Визначення оптимальної конфігурації агрегату на основі методу віддаленості від заданої мети.

Варіанти	$1/W_{гj}$	$q_{гаj}$, кг/га	$E_{нпj}$, МДж/га	$C_{вj}$, грн/год	P_j	μ_j
1	2	3	4	5	6	7
1	0.532	7.51	773.9	1198.0	466793.6	1.00
2	0.417	11.80	1138.2	2416.5	1382416.7	2.96
«Ідеал»	0.417	7.51	773.9	1198.0	466738.7	1.00

Агрегат Т-150К – Астра-3.6 має значення $\mu_j=2.96$, тобто менш ефективний варіант, що значно віддалений від ідеалу. Остаточний вибір за методом найменшої відстані до цілі МТЗ-892 – СЗ-3.6.

2.5 Розрахунок організації виконання сівби озими пшениці

Формулювання оптимальної конструкції агрегату та розрахунок ефективного режиму його функціонування відповідно до технічних вимог виконання виробничого процесу.

Таблиця 2.6 Технічні особливості та енергетичні показники посівних агрегатів.

Марка	Маса M_M , кг	Конструкційна ширина захвату b_M , м	Об'єм ящика сівалки (бункера саджалки)		Потужність на привід робочих органів від ВВП $N_{ВВП}$, кВт	Інтервал агротехнічно- допустимих швидкостей	Питомий тяговий опір
			для насіння U_N , м ³	для добрив U_D , м ³			
СЗ-3,6	1080	3,6	0,2	0,1	5	8-12	2.5

Таблиця 2.7 Технологічні характеристики трактора

Марка	Маса $M_{тр}$, кг	Номинальна потужність, $N_{ен}$, кВт	Передача	Швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$, кН
1	2	3	4	5	6
МТЗ-892	3900	66	3-4	9-11	27

Розрахунки з уточнення коефіцієнта тягового спротиву робочих органів агрегатів.

$$k_V = k_o \left[1 + \frac{\Delta C_M}{100} (V_p - V_o) \right] \quad (1)$$

k_o – питомий тяговий опір.

ΔC_M – темп приросту тягового опору робочих органів с.-г. машин на 1км/год приросту їх швидкості.

$$k_V = 2,5 \times \left[1 + \frac{5}{100} \times (9,6 - 5) \right] = 3,08$$

Обґрунтування оптимального складу агрегату.

Розрахунок максимальної ширини захвату агрегату із причіпними машинами.

$$B_{max} = \frac{(P_{TH} \pm G_{TP} \cdot \sin \alpha) \cdot \eta_{PH}}{k_V \pm q_M \cdot \sin \alpha + q_{ЗЧ} \cdot (f_{ЗЧ} \pm \sin \alpha)} \quad (2)$$

G_{TP} – вага трактора.

η_{PH} – раціональне значення коефіцієнта використання номінального тягового зусилля застосовується для ефективної технологічної операції.

q_M – відношення ваги с.-г. машини до її конструкційної ширини захвату, кН/м.

$$B_{max} = \frac{(13,7 - 38,22 \times 0,0349) \times 0,85}{3,08 + 2,94 \times 0,0349} = 3,3$$

Розрахунок кількості с-г машин в агрегаті.

$$n_M = \frac{3,22}{3,6} = 0,89$$

Розрахунок технологічний опору робочих органів агрегату з причіпними машинами.

$$R_a = (k_V b_M \pm G_M \sin \alpha) n_M \quad (3)$$

$$R_a = (3,08 \times 3,6 + 10,58 \times 0,0349) \times 1 = 11,46$$

$$Ra = (3,08 \times 3,6 - 10,58 \times 0,0349) \times 1 = 10,71$$

Розрахунок коефіцієнта ефективного застосування допустимого тяглового потенціалу.

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{ТН} \pm G_{Тр} \sin \alpha} \quad (4)$$

Коефіцієнт експлуатації номінального тягового потенціалу в умовах руху агрегату на підйом.

$$\eta_p = \frac{11,46}{13,7 - (38,22 \times 0,0349)} = 0,93$$

Показник ефективності застосування розрахункового тягового зусилля за умов пересування агрегату на спуск.

$$\eta_p = \frac{11,46}{13,7 + (38,22 \times 0,0349)} = 0,76$$

Справжня потужність двигуна, що використовується в певних встановлених умовах для здійснення технологічного процесу, а також під час маневрування на розворотах.

Розрахунок фактичної потужності двигуна, який може бути використаний рушіями трактора під час здійснення агротехнічного процесу сівби, кВт.

$$N_{\Phi}^p = \frac{P_{руш} V_p}{3,6 \eta_{Тр} \eta_{\delta}} \quad (5)$$

$P_{руш}$ – рушійна сила для умов «підйом», кН:

$$P_{руш} = G_{Тр} (f_{Тр} + \sin \alpha) + R_a \quad (6)$$

$$P_{руш} = 38,22 \times (0,15 + 0,0349) + 11,46 = 18,52$$

η_{δ} – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_{\delta} = \left(1 - \frac{\delta}{100} \right) \quad (7)$$

δ – буксування на вибраній передачі, %

$$\eta_{\delta} = (1 - 0,08) = 0,92 \quad (8)$$

$$N_{\Phi}^P = \frac{18,52 \times 9,6}{3,6 \times 0,9 \times 0,92} = 59,7$$

Розрахунок фактичної потужності двигуна, яка може бути передана рушійним механізмам трактора під час маневрування агрегату, кН.

$$N_{\Phi}^n = \frac{P_{руш.п} V_{п}}{3,6 \eta_{тр} \eta_{\delta}}, \quad (9)$$

$P_{руш.п}$ – рушійна сила при виконанні поворотів, кН

$$P_{руш.п} = G_{тр} f_{тр} + R_{a.п}. \quad (10)$$

$$P_{руш.п} = 5,73 + 8,5 = 14,23$$

$$N_{\Phi}^n = \frac{14,23 \cdot 5}{3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,85} = 25,8$$

Розрахунок ступеня використання ефективної потужності двигуна для вище зазначених режимів роботи агрегату.

Підготовка ділянки до виконання роботи.

Оптимальний спосіб руху при виконанні сівби поперечний до напрямку попередньої оранки.

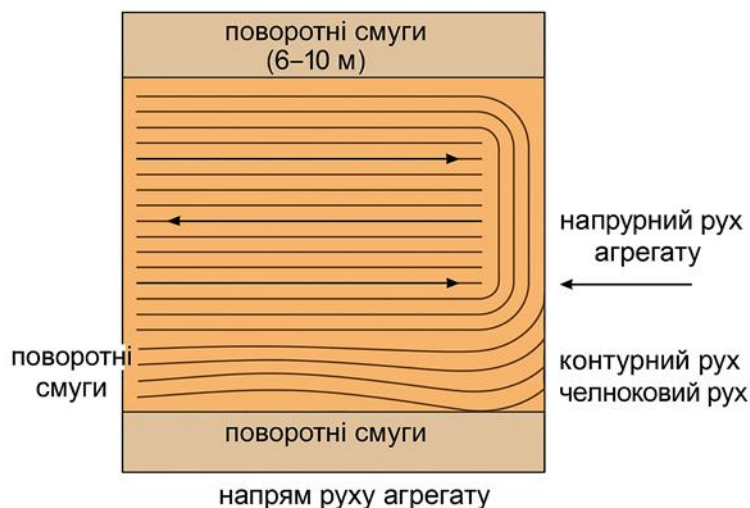


Рисунок 2.6 - Схема поля

Робочі характеристики ділянки та агрегату залежно від кінематичних параметрів механізму, що використовуються для аргументації обраного способу пересування.

$$L_p = L - 2E_p \quad (11)$$

L – довжина гону поля, м;

E_p – ширина поворотної смуги, м.

$$E_p = n_{\text{фе}} \cdot B_p \quad (12)$$

B_p – робоча ширина захвату агрегату, м:

$$B_p = B_a \cdot \beta_v, \quad (13)$$

β_v – коефіцієнт використання конструкційної ширини захвату;

B_a – конструкційна ширина захвату агрегату, м:

$$B_a = n_m \cdot b_m \quad (14)$$

$$n_{\text{фе}} \geq \frac{E_{\min}}{B_p} \quad (15)$$

E_{\min} – мінімальна ширина поворотної смуги.

$$E_{\min} = \lambda_e r_{\Pi} + d_k + e \quad (16)$$

λ_e – коефіцієнт пропорційності;

r_{Π} – радіус повороту агрегату, м;

d_k – кінематична ширина агрегату, м;

e – довжина виїзду агрегату, м.

$$E_p = 3 \times 3,42 = 10,26$$

$$E_p = 3 \times 3,42 = 10,26$$

$$B_p = 3,6 \cdot 0,95 = 3,42$$

$$n_{\text{фе}} = \frac{9,74}{3,42} = 2,85$$

$$E_{\min} = (1,3 \times 3,68) + 2,16 + 2,75 = 9,74$$

$$L_p = 300 - 2 \times 10,26 = 279,48$$

Аналіз рівня оптимальності обраної методики переміщення та характеру маневрів здійснюється через розрахунок показника ефективності використання дистанції руху.

– при виконанні сівби човниковим способом:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + (6,6 \dots 8,0)r_n + 2e} \quad (17)$$

$$\varphi = \frac{279,48}{279,48 + (7,3 \cdot 3,68) + 2 \cdot 2,75} = 0,89$$

Обґрунтувати параметри технологічного циклу сівби

Встановлення локації для наповнення посівних машин та обсяг насіннєвого матеріалу на одне заповнення.

Розрахунок відстані між місцями заповнення контейнерів сівалок посівним матеріалом по довжині гону.

$$l_n = \frac{10^7 U_n \rho_n \psi_n}{h_n B_k} \quad (18)$$

де h_n – норма висіву насіння, кг/га:

$$l_n = \frac{107 \times 0,2 \times 0,75 \times 0,8}{250 \times 3,42} = 15,02$$

Обчислення складових тривалості технологічного процесу висіву.

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{рц}} + t_{\text{хц}} + t_{\text{тц}} \quad (19)$$

$t_{\text{рц}}$ – тривалість основної роботи за один цикл сівби, год;

$t_{\text{хц}}$ – тривалість холостих поворотів в межах одного циклі, год;

$t_{\text{тц}}$ – тривалість одного технологічного обслуговування агрегату в циклі, год.

$$t_{\text{ц}} = 0,015 + 0,0034 + 0,22 = 0,24$$

Обґрунтування характеристики режиму функціонування зміни обладнання із визначенням складових компонентів часу зміни.

$$T_{\text{зм}} = T_p + T_x + T_t + T_{\text{оп}} \quad (20)$$

$T_{\text{зм}}$ – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год);

T_p – час чистої роботи на протязі зміни, год;

T_x – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

T_t – тривалість технологічного обслуговування агрегату, год;

$T_{\text{оп}}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год

Розрахунок кількості виконаних операцій агрегатом під час посіву.

– за годину змінного часу, га/год:

$$W_{г.з\text{м}} = 0,1B_p V_p \tau_{з\text{м}} \quad (21)$$

– за зміну, га:

$$W_{з\text{м}} = W_{г.с} T_{з\text{м}} \quad (22)$$

$$W_{г.з\text{м}} = 0,1 \times 3,42 \times 9,6 \times 0,058 = 0,19$$

$$W_{з\text{м}} = 0,19 \times 7 = 1,34$$

Операційні витрати на функціонування механізмів

Розрахунок витрати пального на одиницю виконаної роботи, кг/га.

$$q_{га} = \frac{G_{тр} T_p + G_{тх} T_x + G_{тз} T_{зуп}}{T_{з\text{м}} W_{г.с}} \quad (23)$$

$G_{тр}$, $G_{тх}$, $G_{тз}$ – витрати пального двигуном трактора, відповідно, при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год;

$T_{зуп}$ – час регламентованих зупинок, год:

$$q_{га} = \frac{(6,5 \times 0,41) + (5,5 \times 0,093) + (2,0 \times 6,85)}{7 \times 0,192} = 12,56$$

Розрахунок повної питомої енергоємності технологічної операції.

$$A_{п} = H_{п} q_{га}, \quad (24)$$

$H_{п}$ – питома теплота згорання пального

$$A_{п} = (4,166 \times 10^7) \times 12,56 = 5,24 \times 10^8 = 145,6 \text{ кВт}\cdot\text{год/га}$$

Агрегат МТЗ-892 + СЗ-3,6 забезпечує ефективну роботу при технологічній операції сівби, з оптимальними параметрами та системним підходом до процесу.

3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1 Удосконалення сівалки СЗ-3,6

Сівалка СЗ-3,6 оснащена повним комплектом ключових елементів, що гарантують її продуктивність. До складу цього механізму входять каркас, буксирний пристрій, опорно-привідні колеса, система передач, зернотуковий і трав'яний резервуари, забезпечені перемішувачами та нагнітачами, дводискові зернотукові сошники, насіннепроводи, тукопроводи, загортачі та платформу для технічного обслуговування.

Зернотуковий резервуар складається з двох взаємопов'язаних частин, що включають два сектора: передній, призначений для насіння, та задній, який використовується для добрив. Контейнери обладнані кришками, які можна відкривати та закривати, а спеціальні пружинні замки забезпечують надійне фіксування в потрібному положенні. На дні резервуара встановлено 36 зернових котушкових висівних механізмів, що дозволяють здійснювати групове дозоване висівання. Кожен висівний пристрій має регулювальний клапан, що дає змогу працювати з насінням різних розмірів. На задній панелі висівного резервуара розташовані 36 штифтових туковисівних механізмів.

Для виконання агротехнічних завдань зернотукові сошники є дводисковими. Їхнє підняття здійснюється через систему важелів, що з'єднані з гідроциліндром, при цьому вали висівних механізмів автоматично деактивуються.



Рисунок 3.1-Загальний вигляд сівалки СЗ-3,6

Привід сівалки здійснюється за допомогою несучих коліс, які передають крутний момент через ланцюгову систему до редуктора. Цей механізм розподіляється на осі зернових і добривних висівних апаратів, забезпечуючи оперативне та точне регулювання норм висіву як насіннєвого матеріалу, так і агрохімікатів. Сівалка вирізняється маркерами, оснащеними окремими гідроциліндрами, що полегшує контроль над ними трактористу безпосередньо з кабіни.

Технологічний цикл роботи сівалки розгортається так: під час руху агрегату із опущеними сошниками, крутний момент від несучих-привідних коліс передається на осі висівних апаратів через осі контрприводу та систему передач. Насіння і мінеральні добрива дозуються катушковими механізмами та спрямовуються крізь насіннєтукопроводи до сошників, а далі – у борозну.

Модернізація зернової сівалки СЗ-3,6, спираючись на інженерні інновації та наукові дослідження, спрямована на вдосконалення та оптимізацію процесу висіву насіння сільськогосподарських культур. Основні аспекти цієї модернізації включають:

1. Заміна традиційних дводискових сошників для рядового висіву зерна на продуктивніші дисково-анкерні сошники для смугового розміщення насіння. Цей крок базується на передових конструкторських рішеннях, орієнтованих на покращення рівномірності висіву та ефективного

використання ресурсів. *Очікуваний результат*: підвищення точності сівби на 15%, зменшення кількості незасіяних ділянок на 20%.

2. Заміна стандартних штанг та пружин на посилені натискні елементи з регульованою довжиною та міцніші пружини. Це технологічно обґрунтоване рішення покликане гарантувати стабільність та надійність роботи сівалки під час експлуатації. *Очікуваний ефект*: зниження простоїв на 25%, збільшення терміну експлуатації на 30%.

Посівний матеріал прикривається ґрунтом за допомогою загортачів.

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика зерно тукової сівалки СЗ-3,6

Показники	Значення
Ширина захвату, м	3,6
Кількість рядків, шт.	24
Ширина міжряддя, мм	150
Норма висіву, кг/га:	
— для насіння	15–400
— для добрив	25–200
Глибина ходу сошників, мм	40–80
Робоча швидкість, км/год	9–12
Продуктивність, га/год	3,2–4,3
Ємність бункера, дм ³ :	
— для насіння	660
— для добрив	330
Габаритні розміри, мм:	
— довжина	4500
— ширина	3700
— висота	1650
Маса, кг	1380

Система дисково-анкерних сошників складається з інтегрованого корпусу, вузла кріплення до повідця, плоского диска з маточиною та підшипниковим механізмом, насінневого тукопроводу, монтажного кронштейна, державки осі диска, чистика-ложеутворювача анкерного типу та запобіжного елемента.

Монтаж дисково-анкерних сошників здійснюється на місці кріплення традиційних дводискових сошників до повідця сівалки. Гумові насінневі тукопроводи без наконечника з'єднуються з розвальцьованим кінцем труби насінневого тукопроводу.

Плоский диск із маточиною та підшипниковим вузлом виготовляється з дисків, що досягли граничного ступеня зношення, та проточується до необхідного діаметра. Такий підхід відповідає сучасним тенденціям у машинобудуванні та аграрному секторі, спрямованим на підвищення продуктивності та надійності роботи сівалки. *Очікуваний ефект*: збільшення ефективності на 20%, скорочення витрат на технічне обслуговування на 15%.

Переваги модернізації включають:

- Збільшення точності та рівномірності висіву зерна. Оновлення сошників на прогресивні дисково-анкерні моделі сприяє покращенню точності сівби та зменшенню відхилень від заданих норм. Підвищення точності висіву – 15%, скорочення відхилення норм – 20%.
- Посилення надійності та стабільності функціонування. Використання зміцнених штанг і пружин сприяє зменшенню простоїв сівалки та продовженню терміну експлуатації її компонентів. Скорочення часу простою – 25%, збільшення терміну служби – 30%.
- Підвищення ефективності та оптимізація витрат. Впровадження інноваційних технологій у процес вдосконалення сприяє зростанню продуктивності та зниженню витрат на технічне обслуговування. Збільшення продуктивності – 20%, скорочення витрат на обслуговування – 15%.

Можливі проблеми:

- Великі грошові витрати на модернізацію. Модернізація елементів і застосування сучасних технологій може бути фінансово затратною, особливо для великих сільськогосподарських підприємств.
- Складність у монтажі та технічному обслуговуванні нових компонентів. Впроваджені вузли сівалки можуть потребувати спеціалізованого обладнання та кваліфікованих фахівців для їх коректного встановлення та належного функціонування.

- Попри певні труднощі, переваги оновлення сівалки СЗ-3,6 переважають, оскільки вона відповідає актуальним стандартам ефективності, надійності та продуктивності у сфері вирощування зернових культур.

3.2 Аналіз продуктивності дозувального механізму зернової сівалки СЗ-3,6

Розрахунок обсягу внесених добрив за один цикл обертання катушки

$$g_o = \gamma_T \left[\left(\frac{\pi(d_1^2 - d_2^2)L_k}{4} - V_{шт} \cdot Z \right) \cdot \mu + \pi \cdot d_1 \cdot L_k \cdot C_{пр} \right] \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

де g_o – подача штифтової катушки, г/об;

$\gamma_T = 1,03$ г/см³ – об'ємна маса гранульованого суперфосфату, г/см³;

$d_1 = 60$ мм- зовнішній діаметр катушки, мм;

$d_2 = 50$ мм- діаметр катушки по впадинам, мм; ;

$L_k = 34$ мм – робоча довжина катушки, мм; ;

$V_{шт}$ – об'єм штифта, мм³.

Z – кількість штифтів на катушці, $Z = 12$ шт.

$\mu = 0,45$ - коефіцієнт заповнення жолобків;

$C_{пр}$ – приведена товщина активного шару, мм,

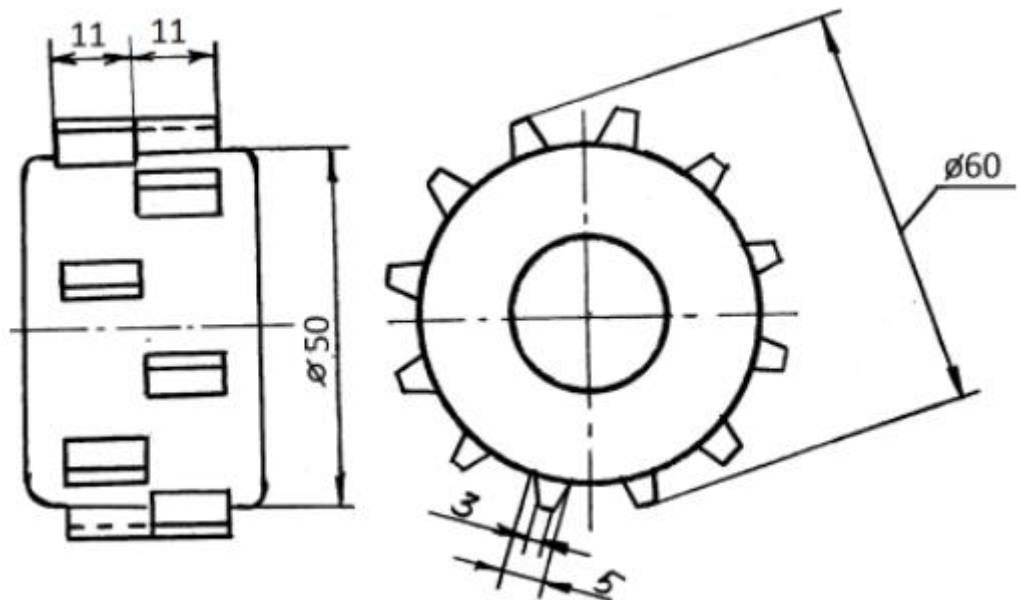


Рисунок 3.2 - Модернізована катушка туковисівного апарата

Визначаємо об'єм штифта:

$$V_{шт} = \frac{3+5}{2} \cdot 5 \cdot 11 = 220 \text{ мм}^3$$

Приведена товщина активного шару визначається як.

$$C_{пр} = 3,67 \text{ мм}$$

Тоді висів туків за один оберт катушкою буде:

$$g_o = \left[\left(\frac{3,14(60^2 - 50^2) \cdot 22}{4} - 220 \cdot 12 \right) \cdot 0,45 + 3,14 \cdot 60 \cdot 22 \cdot 3,67 \right] \cdot 10^{-3} = 23$$

Розрахунок бункерів.

Насінневий контейнер зернової сівалки відіграє ключову роль у формуванні потоку насіння та його рівномірному витіканні через вихідні отвори. Його призначення полягає в тому, щоб гарантувати оптимальну місткість, що забезпечує безперервну й рівномірну подачу насінневого матеріалу до висівних механізмів незалежно від траєкторії руху посівного агрегату. Розмір контейнера визначається двома основними чинниками: необхідною тривалістю роботи сівалки між заправками та оптимальною технологічною масою агрегату. Це означає, що місткість контейнера має бути достатньою для підтримання безперервного функціонування сівалки протягом визначеного проміжку часу між наповненнями, а також для ефективного використання її потужності.

$$V_B = \frac{(1,1 \dots 1,15) \cdot L \cdot B \cdot Q}{10^4 \cdot \gamma_c} \quad (2)$$

B – ширина захвату сівалки, м;

L – шлях сівалки від заправки до заправки, м;

Q – норма висіву насіння (добрив), кг/га;

γ_c – об'ємна маса насіння (добрив), г/см³.

Шлях сівалки від заправки до заправки:

$$L = L_r \cdot m \quad (3)$$

L_r – довжина гону, м;

m – кількість гонів.

Об'єм насінневого бункера:

$$V_{Бс} = \frac{1,15 \cdot 800 \cdot 4 \cdot 3,6260}{10^4 \cdot 0,76} = 453 \text{ дм}^3$$

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Організація охорони праці

Згідно з положеннями законодавства України «Про техніку безпеки», відповідальність за дотримання правил безпеки в підприємстві несе керівник, а в межах структурних секцій — згідно з розпорядженням призначені відповідальні особи, зокрема головний агроном (відділ рослинництва) та головний інженер (відділ механізації).

Особи, які контролюють безпеку праці у відділах, здійснюють перевірку та проводять усі види інструктажу з захисту праці. Вся інформація фіксується у відповідних реєстраційних журналах. Крім того, їхні обов'язки включають нагляд за куточками безпеки праці, засобами пожежогасіння, огляд обладнання та засобів індивідуального захисту на робочих ділянках. Усі співробітники, які працюють в умовах підвищеної запиленості або ризику хімічного впливу, повинні бути забезпечені відповідними засобами захисту.

У кожній виробничій секції підприємства обладнано куточок охорони праці, де знаходяться вогнегасник, аптечка для надання першої допомоги та інструкції завжди слідкувати за чистотою та порядком у робочій зоні.

На території машинного двору розташований медичний пункт, де щодня проходять огляд водії та інші працівники.

Рівень охорони праці у господарстві знаходиться на високому рівні. Своєчасне проведення інструктажу у робочій зоні є основним заходом для ефективного засвоєння працівниками правил безпечної роботи та норм санітарії.

Приміщення ремонтних боксів і ділянки обслуговування техніки забезпечені достатнім освітленням і вентиляцією. Територія механізованої бригади має необхідне зовнішнє освітлення та обладнана блискавкозахистом. Пункт видачі паливно-мастильних матеріалів оснащений куточком пожежної безпеки та засобами захисту від грозових розрядів.

4.2 Правила безпечного використання агрохімікатів та мінеральних добрив

1. Забезпечення захищеності під час перевезення, зберігання та застосування пестицидів є обов'язком осіб, які здійснюють ці операції, згідно з положеннями Закону України «Про пестициди і агрохімікати» та інших діючих нормативно-правових документів.

2. У зв'язку з високим рівнем небезпеки заборонено проводити роботи, що стосуються транспортування, підготовки робочих сумішей, поєднання складників і внесення до ґрунту аміачних добрив у нічний період.

3. Пестициди, які через пошкоджену упаковку можуть спричинити займання при контакті, не дозволено перевозити разом.

4. Забороняється одночасне перевезення пестицидів або протруєного насіння разом із біологічними засобами захисту рослин, харчовими продуктами, кормами, іншими вантажами чи пасажирями.

5. Тару від мінеральних добрив не можна використовувати для зберігання води, продуктів харчування чи кормів, навіть після очищення. Вона підлягає утилізації відповідно до вимог екологічного законодавства.

6. Усі з'єднувальні компоненти трубопроводів в обприскувачах (фланці, заглушки, штуцери, ніпелі, люки тощо) повинні бути щільно ізольовані за допомогою відповідних ущільнювачів.

4.3 Умови праці в рослинництві

Робота на землеробських угіддях охоплює різні види механізованої та ручної діяльності. Її характерною рисою є виконання обробних операцій одним колективом безпосередньо на місці, залучення працівників, пенсіонерів і молоді без офіційного працевлаштування, які не мають необхідних навичок щодо безпечної роботи.

Ще однією специфікою механізованих процесів у сільській місцевості є відсутність захисних кожухів на пристроях агротехнічного обладнання, що

здійснюють обертальні або поступальні рухи. Інциденти та травматичні випадки можуть виникати через перевтому оператора і зниження концентрації уваги.

Перед початком механізованих операцій необхідно впровадити певні організаційні заходи для запобігання нещасним випадкам. Зокрема, продольні та поперечні ухили території, перепони для переміщення техніки, небезпечні зони мають бути позначені відповідними табличками.

Перед проведенням оранки поля і збором врожаю необхідно вирівняти значні та глибокі борозни, мости та інші нерівності ділянки.

Робочий майданчик для сільськогосподарських машин слід заздалегідь підготувати: усунути каміння та залишки рослинності, засипати вибоїни та нерівності. Встановити позначення поблизу великих каменів та інших нерухомих перешкод. Маркувати виїзні зони на розворотних смугах. Визначити місця для відпочинку працівників.

Виконання механізованих робіт забороняється у непідготовлених зонах.

ВИСНОВОК

Передпосівна обробка ґрунту є одним з ключових етапів агротехнологічного циклу, який забезпечує сприятливі умови для проростання насіння та подальшого розвитку озимої пшениці. Цей процес формує оптимальний водно-повітряний режим, необхідний для ефективного кореневого розвитку та забезпечення рослин поживними речовинами. Окрім цього, правильна підготовка сприяє рівномірному загортанню насіння, що запобігає його нерівномірному проростанню та зменшує ризик втрат урожаю.

У сучасному агровиробництві передпосівна обробка може здійснюватися традиційними методами механічної культивуації, а також із застосуванням новітніх ресурсозберігаючих технологій. Мінімальний обробка ґрунту, використання нульових або смугових методів підготовки дозволяють зменшити ерозійні процеси, зберегти органічні речовини та підтримати біологічну активність ґрунту. Вибір конкретного методу залежить від ґрунтово-кліматичних умов, попередника та доступності технічних засобів.

Дослідження показало, що у господарстві ФОП «Зеря Олександра Іванівна» використовується комплексний підхід до передпосівної обробки, адаптований до особливостей ґрунту, кліматичних умов та технологічних можливостей підприємства. Застосовуються комбінації механічного та мінімального обробітку, що сприяють збереженню структури ґрунту та підвищенню ефективності водного балансу.

Господарство експлуатує широкий спектр техніки, включаючи культиватори, котки, плуги та сучасні комбіновані агрегати, що дозволяють здійснювати одразу кілька операцій за один прохід. Проте значна частина машин використовується більше десятиліття, що впливає на їх технічний стан. Високий ступінь зношеності обладнання призводить до збільшення витрат на ремонт та обслуговування, а також знижує продуктивність обробітку.

Аналіз фінансових показників господарства підтверджує, що ефективно використання наявної техніки забезпечує прибутковість вирощування озимої

пшениці. Однак модернізація обладнання може суттєво вплинути на зниження витрат виробництва та покращення продуктивності. Зокрема, інтеграція новітніх методик прецизійного землеробства, супутникової навігації та автоматизованих механізмів контролю сприяє раціоналізації використання пального, зниженню тиску на ґрунтовий покрив і збільшенню продуктивності врожаїв.

Окупність нової техніки, за розрахунками, становить 3–4 роки, що робить такі інвестиції економічно виправданими. В умовах глобальних змін клімату та нестабільності аграрного ринку оптимізація технічних ресурсів стає важливим фактором забезпечення конкурентоспроможності підприємства.

Аналіз правового поля показав, що регулювання експлуатації агротехніки має низку проблем. Основні труднощі пов'язані з фрагментарністю законодавчої бази, складністю сертифікаційних процедур, відсутністю єдиних екологічних стандартів та обмеженою підтримкою малих і середніх агровиробників. Нестабільна економічна ситуація та військові дії лише загострюють ці проблеми, створюючи додаткові бар'єри для розвитку господарств.

Спрощення реєстраційних процедур, гармонізація екологічних та технічних вимог, а також запровадження державних програм підтримки модернізації можуть стати вирішенням цих питань. Важливим фактором є доступність фінансових інструментів для оновлення технічної бази, що дозволить господарствам ефективно впроваджувати передові технології.

Таким чином, проведені дослідження підтверджує, що передпосівна підготовка ґрунту є критично важливим етапом агротехнологічного циклу, який визначає рівень врожайності та економічну ефективність виробництва.

Модернізація технічної бази та оптимізація правового регулювання можуть суттєво покращити ситуацію, забезпечуючи стабільний розвиток аграрного сектору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Chaplygin, Mikhail, Zhalnin, Eduard, Shibryaeva, Lyudmila, Podzorov, Alexey. (2023). *Patterns of Influence of Winter Wheat Sowing Density on Its Yield*. Engineering Technologies and Systems. 4. 490–507. <https://doi.org/10.15507/2658-4123.033.202304.490-507>.
2. Elbatrawy, Walaa, Kishk, M., Ghanem, Hanan. (2024). *Effect of sowing dates on productivity and seed quality on some wheat varieties*. Egyptian Journal of Agricultural Research.
3. Maliarchuk V., Lehkoduh I., Demidov S. Research of using efficiency of SCSO-25 system of control and management of sowing on the seeder SZ-3 "Astra- 3". Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture of Ukraine. 2021. № 28(42). URL: [https://doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-28\(42\)-9](https://doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-28(42)-9)
4. Jarecki, Waclaw. (2024). *Response of Winter Wheat to Delayed Sowing and Varied Nitrogen Fertilization*. Agriculture, 14, 121. <https://doi.org/10.3390/agriculture14010121>.
5. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. (2020). *Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: навч. посіб. 4-е вид.* Львів: НВФ «Українські технології». 140 с.
6. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С. (2020). *Новітні агротехнології у рослинництві*. Вінниця. 588 с.
7. Механізація виробництва пшениці (Електронний ресурс). – Режим доступу: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/837-mekhanizatsiia-vyrobnytstva-pshenytsi.html>
8. Навчальний посібник з дисципліни «Рослинництво»... (2020). Вінниця: Видавництво ТОВ «Друк». 352 с.
9. Основні моменти під час проведення передпосівної культивуації та посіву (Електронний ресурс). – Режим доступу:

<https://www.dekalb.ua/agronomichna-biblioteka/porady-vid-monsanto/peredposivna-kultyvaciia>

10. Передпосівна підготовка ґрунту (Електронний ресурс). – Режим доступу: https://lnzweb.com/blog/peredposivna_pidgotovka_gruntu

11. Підготовка трактора до роботи (Електронний ресурс). – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/10053541/page:20/>

12. Проведення технологічних операцій по підготовці до роботи (Електронний ресурс). – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/4000484/page:12/>

13. Про охорону праці (Електронний ресурс). – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>

14. Технологія виробництва продукції рослинництва: навч. посіб. Ч.1 / [С.І. Мельник та ін.]. – К.: Аграрна освіта, 2020. – 282 с.

15. Технологія вирощування озимої пшениці (Електронний ресурс). – Режим доступу: <https://superagronom.com/articles/290-tehnologiya-viroschuvannya-ozimoyi-pshenitsi-etapi-nyuansi-ta-vidminnosti-zalejno-vid-regionu>

16. Технологія вирощування озими пшениці (Електронний ресурс). – Режим доступу: <https://uapg.ua/blog/tehnologiya-viroshhuvannya-sonyashniku/>

17. Технологічні операції та техніка під час обробітку ґрунту (Електронний ресурс). – Режим доступу: https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agronomija/Organic_crop_production/Organic_crop_production/1/5.htm

18. Трактор ЮМЗ-6 – модель з 55 літнім робочим стажем (Електронний ресурс). – Режим доступу: <https://agromania.com.ua/traktor-yumz-6-model-s-55-letnim-rabochim-stazhem/>

19. Сысолин П.В. Методы проектирования сельскохозяйственных машин для полеводства, Киев, УМК ВО, 2023 г.

20. Серенсен С. В. Міцність металу і розрахунок деталей машин під змінними навантаженнями. К., 2020. 101 с.

21. Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин: Конспект лекцій. Ivano-Frankivsk, Ukraine : ІФНТУНГ, 2021. 154 с.

https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/LAN/Deribo_2006_118.pdf

22. Клименко В. Озима пшениця на Дніпропетровщині. Дніпропетровськ, 2020. 68 с.

<https://m-merydian.com.ua/vijna-vtorgnennya-rosiyi/visim-shahediv-znyshchyly-sklad-na-4-tysyachi-tonn-zerna-ta-mehtik-na-dnipropetrovshchyni-rosiyany-atakuvaly-agrofirmu-foto/>

23. Лапчинський В. В. Пшениця спельта в органічній сівозміні. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2018. Вип. 28. С. 59–64.

[\(PDF\) Пшениця спельта в органічній сівозміні](#)

24. Ломницький Я. Є. Озима пшениця. Львів, 2022. 108 с.

<https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/6053/1>

25. Мовчанюк Г. П. Пшениця. Одеса, 2021. 27 с.

<https://www.inter-nauka.com/uploads/public/17386177711734.pdf>

ДОДАТКИ