

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

Ступінь вищої освіти «Магістр»

Спеціальність 208 Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

агроінжинірингу

_____ Шуляк М.Л.

“__” _____ 202_ року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ (МАГІСТЕРСЬКУ) РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Лисенку Сергію Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності МТП при вирощуванні соняшнику шляхом впровадження систем точного землеробства

керівник роботи: Хворост Тетяна В'ячеславівна, к.е.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “01” березня 2024 року № 669/ос

2. Строк подання здобувачем роботи: «_» _____ 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Нормативно-технічна документація по розробці механізованих технологічних процесів у рослинництві. 2. Науково-технічна література. 3. Літературні джерела інформації та Інтернет ресурси. 4. Монографії, тощо за темою наукового дослідження. 5. Методичні рекомендації до виконання проекту (роботи).

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. 1. Аналіз стану питання. 2. Огляд цифрових платформ для ведення цифрового землеробства. 3. Експериментальна частина. 4 Охорона праці. 5. Економічна доцільність. Загальні висновки. Список літературних джерел.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Презентація

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Хворост Т.В.		
Економічна доцільність	Мікуліна М.О.		

7. Дата видачі завдання « ____ » _____ 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної (магістерської) роботи	Строк виконання етапів дипломної (магістерської) роботи	Погоджено з керівником дипломної (магістерської) роботи
1.	Збір інформації про діяльність господарстві	до 12.04.2024 р.	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 16.04.2024 р.	
3.	Складання плану роботи	до 19.04.2024 р.	
4.	Написання вступу	до 22.04.2024 р.	
5.	Підготовка розділу «Аналітична частина»	до 26.04.2024 р.	
6.	Підготовка розділу «Основна частина»	до 03.06.2024 р.	
7.	Підготовка розділу «Охорона праці»	до 14.06.2024 р.	
8.	Підготовка розділу «Економічна доцільність»	до 28.06.2024 р.	
9.	Написання висновків та пропозицій	до 05.07.2024 р.	
10.	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 08.07.2024 р.	
11.	Подання роботи на рецензування	до 15.07.2024 р.	
12.	Подання до попереднього захисту	до 19.07.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Лисенко С.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник дипломної (магістерської) роботи

_____ (підпис)

Хворост Т.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Тема роботи – «Підвищення ефективності МТП при вирощуванні соняшнику шляхом впровадження систем точного землеробства».

Пояснювальна записка магістерської роботи на 56 сторінках машинописного тексту, 11 рис., 4 табл., 26 літературних джерел

СИСТЕМИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА, ЦИФРОВІ ПЛАТФОРМИ, ЗАСТОСУНКИ, СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА, АГРЕГАТИ, ВРОЖАЙНІСТЬ

У роботі проведено аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку систем точного землеробства, розглянуто їх вплив на ефективність вирощування соняшнику, а також розроблено методику впровадження цих систем з урахуванням специфіки вирощування соняшнику та можливостей існуючого МТП. Експериментальні дослідження підтвердили ефективність впроваджених систем точного землеробства, що дозволило знизити витрати на виробництво, підвищити врожайність та покращити якість продукції.

Наукова новизна роботи полягає у комплексному аналізі ефективності використання систем точного землеробства при вирощуванні соняшнику в умовах України, розробці методики їх впровадження та визначенні економічного ефекту від їх використання на основі реальних експериментальних даних.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих результатів сільськогосподарськими підприємствами для підвищення ефективності вирощування соняшнику, зниження витрат на виробництво, підвищення врожайності та якості продукції. Це сприятиме збільшенню прибутковості аграрного бізнесу та підвищенню конкурентоспроможності українських сільськогосподарських підприємств на внутрішньому та зовнішньому ринках.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Аналіз стану питання	7
1.1 Соняшник, як цінна експортна культура.....	7
1.2 Сучасні технології та енергетичні засоби для вирощування соняшника	8
1.3 Проблеми підвищення ефективності вирощування соняшника	13
1.4 Обґрунтування теми дипломної роботи	17
2 Огляд цифрових платформ для ведення цифрового землеробства	19
2.1 Пасивні онлайн-платформи	19
2.2 Інтерактивні цифрові платформи та застосунки	27
3 Експериментальна частина.....	34
3.1 Програма досліджень.....	34
3.2 Розробка технології вирощування соняшника.....	34
3.3 Робота агрегата на ділянках	41
4 Охорона праці.....	43
5 Економічна доцільність.....	45
Загальні висновки.....	50
Список використаних джерел.....	52
Додатки	

ВСТУП

Актуальність теми

Сільське господарство є однією з провідних галузей економіки України, що забезпечує не лише внутрішні потреби країни, але й експортний потенціал. Однією з найбільш значущих культур в аграрному секторі є соняшник, який є основною сировиною для виробництва рослинної олії. Збільшення врожайності соняшнику та зниження витрат на його вирощування є важливими завданнями, які стоять перед аграріями.

В сучасних умовах підвищення ефективності машинно-тракторного парку (МТП) є одним з ключових напрямків удосконалення сільськогосподарського виробництва. Впровадження систем точного землеробства дозволяє значно підвищити продуктивність праці, оптимізувати використання ресурсів та знизити виробничі витрати. Ці системи забезпечують точне виконання агротехнічних операцій, що позитивно впливає на врожайність та якість продукції.

Мета і завдання дослідження

Метою даної магістерської роботи є підвищення ефективності машинно-тракторного парку при вирощуванні соняшнику шляхом впровадження систем точного землеробства.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Провести аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку систем точного землеробства.
2. Вивчити досвід використання систем точного землеробства у вирощуванні соняшнику.
3. Розробити рекомендації щодо впровадження систем точного землеробства для підвищення ефективності МТП.
4. Випробувати впроваджені системи на реальних полях та оцінити їх ефективність.

5. Провести економічний аналіз результатів впровадження систем точного землеробства.

Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є процеси вирощування соняшнику в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва.

Предметом дослідження є системи точного землеробства та їх вплив на ефективність машинно-тракторного парку при вирощуванні соняшнику.

Наукова новизна

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

1. Вперше проведено комплексний аналіз ефективності використання систем точного землеробства при вирощуванні соняшнику в умовах України.

2. Розроблено методику впровадження систем точного землеробства, що враховує специфіку вирощування соняшнику та можливості існуючого МТП.

3. Запропоновано нові підходи до оптимізації використання ресурсів при вирощуванні соняшнику за допомогою систем точного землеробства.

4. Визначено економічний ефект від впровадження систем точного землеробства на основі реальних експериментальних даних.

Практичне значення роботи

Результати даного дослідження можуть бути використані сільськогосподарськими підприємствами для підвищення ефективності вирощування соняшнику. Впровадження розроблених рекомендацій щодо використання систем точного землеробства дозволить знизити витрати на виробництво, підвищити врожайність та покращити якість продукції. Це сприятиме збільшенню прибутковості аграрного бізнесу та підвищенню конкурентоспроможності українських сільськогосподарських підприємств на внутрішньому та зовнішньому ринках.

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

1.1 Соняшник, як цінна експортна культура

Соняшник (*Helianthus annuus*) є однією з найважливіших олійних культур у світі, а також має значне економічне значення для України. Україна вже багато років залишається одним із провідних виробників та експортерів соняшnikової олії, що забезпечує країні значні валютні надходження та підтримує економічний розвиток сільськогосподарського сектору.

Виробництво соняшника в Україні

Україна має сприятливі кліматичні та агрономічні умови для вирощування соняшника. Значна частина чорноземних ґрунтів та оптимальний режим зволоження сприяють високим врожаям цієї культури. Сільськогосподарські підприємства активно впроваджують сучасні технології вирощування та використовують високоякісне насіння, що дозволяє досягати конкурентоспроможних показників виробництва. За даними Державної служби статистики України, площі під соняшником щороку стабільно займають близько 6 мільйонів гектарів, що становить приблизно 20% від загальної площі оброблюваних земель в країні.

Експортний потенціал та економічне значення

Соняшnikова олія є одним з ключових експортних товарів нашої країни, частка експорту соняшnikової олії становить понад 50% від загального обсягу виробництва, а Україна займає лідируючі позиції на світовому ринку цього продукту. Основними імпортерами української соняшnikової олії є країни Європейського Союзу, Індія, Китай, Туреччина та країни Близького Сходу.

Соняшник також має високу економічну рентабельність. Високий попит на світовому ринку сприяє стабільному зростанню цін на соняшnikову олію та продукти її переробки. Це забезпечує сільськогосподарським виробникам значний дохід, що стимулює розвиток аграрного сектору, впровадження новітніх технологій та підвищення продуктивності виробництва.

Виклики та перспективи розвитку

Незважаючи на високі показники виробництва та експорту, галузь стикається з певними викликами. Основними проблемами є зниження родючості ґрунтів через інтенсивне землеробство, нестабільність кліматичних умов, а також ризики, пов'язані з глобальними економічними та політичними коливаннями. Для забезпечення сталого розвитку галузі необхідно впроваджувати комплексні заходи з охорони ґрунтів, адаптації до змін клімату та диверсифікації ринків збуту.

Перспективи розвитку виробництва та експорту соняшника в Україні пов'язані з підвищенням якості продукції, вдосконаленням логістичної інфраструктури та розширенням географії експортних поставок. Інвестиції в наукові дослідження та розробки, спрямовані на створення нових сортів соняшника з покращеними характеристиками, також сприятимуть зміцненню позицій України на світовому ринку.

У підсумку, соняшник є не тільки важливою аграрною культурою, але й стратегічним експортним товаром, що відіграє значну роль у формуванні економічної стабільності та розвитку України.

1.2 Сучасні технології та енергетичні засоби для вирощування соняшника

Впровадження сучасних технологій та використання енергетично ефективних засобів є ключовими аспектами для підвищення врожайності соняшника та зниження витрат на виробництво. У цьому контексті важливу роль відіграють сучасні агротехнічні підходи, інноваційні сорти соняшника, застосування високотехнологічної техніки та енергоощадних рішень.

Сучасні агротехнічні підходи

Сучасні агротехнічні підходи включають використання точного землеробства, що дозволяє оптимізувати процеси посіву, догляду та збору врожаю. Основними складовими цього підходу є:

1. Грунтовий аналіз та моніторинг: Використання GPS та GIS-технологій для створення детальних карт ґрунтів, що дозволяють виявляти проблемні ділянки та ефективно управляти ресурсами.

2. Оптимізація системи зрошення: Впровадження систем крапельного зрошення, що забезпечують економію водних ресурсів та рівномірний розподіл вологи, що особливо важливо в умовах змін клімату.

3. Точкове внесення добрив та засобів захисту рослин: Використання дронів та роботизованих систем для точного внесення необхідних речовин без перевитрат та шкоди для навколишнього середовища.

Інноваційні сорти соняшника

Розвиток генетики та селекції дозволив створити нові сорти соняшника, які мають підвищену стійкість до хвороб, шкідників та стресових умов. Основні переваги таких сортів включають:

1. Стійкість до гербіцидів: Сучасні сорти соняшника можуть бути генетично модифіковані для стійкості до певних гербіцидів, що дозволяє ефективно контролювати бур'яни без шкоди для культур.

2. Підвищена олійність: Селекційні досягнення дозволяють отримувати сорти з високим вмістом олії, що підвищує економічну рентабельність виробництва.

3. Стійкість до кліматичних стресів: Нові сорти мають кращу адаптацію до змін клімату, таких як посухи або надмірні опади, що забезпечує стабільність врожаїв.

Використання високотехнологічної техніки

Сучасна сільськогосподарська техніка є невід'ємною частиною ефективного вирощування соняшника. До основних технологічних новинок належать:

1. Автоматизовані посівні комплекси: Використання посівних машин з GPS-навігацією та автоматичним управлінням дозволяє забезпечити точний висів насіння на заданій глибині та відстані, що сприяє рівномірному росту рослин.

2. Комбайни з високою продуктивністю: Сучасні комбайни оснащені системами точного зрізання та обмолоту, що мінімізує втрати врожаю та забезпечує високу якість зібраного зерна.

3. Дрони для моніторингу полів: Дрони дозволяють оперативно отримувати дані про стан посівів, виявляти ознаки хвороб або нестачі поживних речовин, що допомагає своєчасно вживати необхідних заходів.

Енергоощадні рішення

Використання енергоощадних рішень є важливим аспектом для зниження витрат на виробництво та зменшення впливу на навколишнє середовище. Основні напрями включають:

1. Використання біопалива: Переробка відходів сільськогосподарського виробництва для отримання біопалива, що може використовуватись в техніці та для опалення господарських будівель.

2. Сонячні панелі та вітрові турбіни: Встановлення відновлювальних джерел енергії для забезпечення електропостачання фермерських господарств.

3. Енергоефективні технології обробки ґрунту: Використання технологій мінімальної обробки ґрунту, які зменшують витрати пального та зберігають структуру ґрунту.

Таким чином, впровадження сучасних технологій та енергетичних засобів є ключовим фактором для підвищення ефективності вирощування соняшника, зниження виробничих витрат та забезпечення сталого розвитку аграрного сектору.

Впровадження сучасних технологій обробітку ґрунту є ключовим аспектом для підвищення врожайності соняшника та зниження виробничих витрат. Серед основних методів обробітку ґрунту виділяють інтенсивну, мінімальну, нульову та смугову (Strip-till) технології. Кожна з цих технологій має свої переваги та недоліки, а також потребує використання певних машино-тракторних агрегатів.

Інтенсивна технологія

Інтенсивна технологія включає глибоке орання ґрунту, багаторазове дискування та культивуацію, що забезпечує повне руйнування бур'янів та аерацію ґрунту.

Переваги:

- Висока ефективність боротьби з бур'янами.
- Покращена структура ґрунту завдяки аерації.
- Підвищення врожайності за рахунок кращого розвитку кореневої системи.

Недоліки:

- Високі витрати на паливо та робочу силу.
- Втрата вологи з ґрунту через часте обробіток.
- Погіршення структури ґрунту та ерозія при надмірному обробітку.

Машино-тракторні агрегати:

- Плуги для глибокого орання.
- Дискові борони для подрібнення грудок та дискування.
- Культиватори для передпосівної підготовки.

Мінімальна технологія

Мінімальна технологія обмежує обробіток ґрунту, використовуючи лише необхідні операції для збереження структури ґрунту та зменшення витрат.

Переваги:

- Збереження вологи у ґрунті.
- Зниження витрат на паливо та робочу силу.
- Збереження структури ґрунту та зменшення ерозії.

Недоліки:

- Менш ефективна боротьба з бур'янами.
- Можливе зниження врожайності у перші роки впровадження.
- Необхідність спеціальної техніки для посіву.

Машино-тракторні агрегати:

- Культиватори з обмеженою глибиною обробітку.

- Ротатори для поверхневого розпушування.
- Сівалки для мінімальної обробки ґрунту.

Нульова технологія

Нульова технологія (No-till) передбачає повну відмову від обробки ґрунту. Насіння висівається прямо в необроблений ґрунт.

Переваги:

- Максимальне збереження вологи у ґрунті.
- Зменшення витрат на паливо та робочу силу.
- Покращення структури ґрунту та зменшення ерозії.

Недоліки:

- Висока залежність від гербіцидів для боротьби з бур'янами.
- Складність контролювати ґрунтові шкідники.
- Необхідність спеціалізованих сівалок.

Машино-тракторні агрегати:

- Сівалки прямого висіву.
- Опрысківатели для внесення гербіцидів.

Смугова технологія (Strip-till)

Смугова технологія (Strip-till) поєднує елементи нульової та мінімальної технологій. Обробіток ґрунту здійснюється лише у вузьких смугах, де буде висіватися насіння.

Переваги:

- Збереження вологи та структура ґрунту.
- Ефективна боротьба з бур'янами у смугах.
- Покращення аерації ґрунту у смугах.

Недоліки:

- Складність в управлінні бур'янами між смугами.
- Необхідність спеціалізованої техніки.
- Можливе нерівномірне проростання насіння.

Машино-тракторні агрегати:

- Смугові культиватори.

- Сівалки для Strip-till.
- Опрыскиватели для міжсмугового обробітку.

Кожна з технологій має свої переваги та недоліки, і вибір найбільш підходящої залежить від конкретних умов господарства, типу ґрунту та кліматичних умов. Використання сучасних машино-тракторних агрегатів дозволяє оптимізувати процеси обробітку ґрунту, знизити витрати та підвищити врожайність соняшника. Застосування енергоощадних рішень та інноваційних технологій сприяє сталому розвитку аграрного сектору, зменшуючи вплив на навколишнє середовище та забезпечуючи високу економічну ефективність виробництва.

1.3 Проблеми підвищення ефективності вирощування соняшника

Вирощування соняшника стикається з низкою проблем, які впливають на ефективність виробництва та врожайність. Однією з основних проблем є строкатість урожаю в межах одного поля, яка може значно варіюватися залежно від різних факторів.

Строкатість урожаю соняшника в межах одного поля

Строкатість урожаю соняшника – це нерівномірність розподілу врожайності на різних ділянках одного поля. Вона може бути обумовлена декількома факторами, такими як:

1. Ґрунтово-кліматичні умови: Різниця у складі ґрунту, рівень його родючості та вологість можуть суттєво впливати на розвиток рослин та кінцевий урожай.

2. Технологічні фактори: Нерівномірне внесення добрив, пестицидів, різні способи обробітку ґрунту та посіву можуть спричиняти варіації у врожайності.

3. Біологічні фактори: Нерівномірний розвиток кореневої системи, варіації у стійкості рослин до хвороб та шкідників можуть також призводити до строкатості врожаю.

Величина строкатості в урожайності

Величина строкатості в урожайності може коливатися значно, і ці коливання можуть мати негативний вплив на загальний врожай та економічну ефективність виробництва. Дослідження показують, що різниця у врожайності на різних ділянках одного поля може сягати від 10% до 50% і більше.

Наприклад, на одному полі можуть спостерігатися такі варіації:

- На більш родючих ділянках урожайність може становити 3-4 тонни з гектара.
- На менш родючих ділянках урожайність може падати до 1-2 тонни з гектара.

Такі коливання у врожайності значно ускладнюють планування та управління виробництвом, збільшують витрати на вирощування та знижують загальну ефективність.

Для вирівнювання урожайності соняшника в межах одного поля або масиву, необхідно проводити ряд технологічних маніпуляцій, таких як: моніторинг урожайності; агрохімічний аналіз ґрунту; планування диференційованого посіву, хімічного захисту рослин та інші. Застосування на комбайнах, обладнаних системами GPS-навігації, лічильників урожайності, дозволили виявити велику строкатість урожаю. Наприклад, наші спостереження, проведені в ТОВ «МХП-Урожайна країна». на збиранні врожаю соняшника за допомогою комбайнів Case IH 9240, показали на велику різницю урожайності в межах одного поля (рис.1.1), площею 61,21 га. Як бачимо, на основній частині поля (поворотні смуги не враховуємо), урожайність коливалася в межах 1,17 до 1,66 т/га. Зони зниження урожайності можна вважати потенційними зонами зменшення ефективності вирощування соняшника, а отже і його рентабельності.

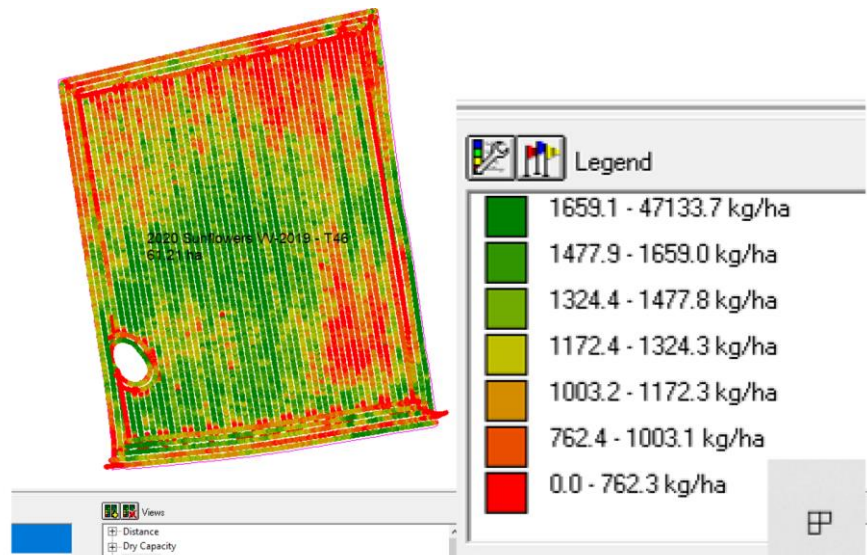


Рисунок 1.1 - Строкатість урожаю соняшника в межах одного поля*

* Дані отримано за допомогою обладнання встановленого на комбайні Case IH 9240 з про- грамним забезпеченням AFS Software та оброблено в цифровій платформі Cropwise.

Явище строкатості фактичної урожайності спостерігається на будь-якому полі і характерне для всіх с.-г. культур. Адже в межах одного поля родючість ґрунтів, звичайно, різна. Однак, крім родючості, на урожайність впливатимуть інші фактори: рельєф (зміна вологозабезпечення), конкретні терміни виконання механізованих процесів, технологічних операцій і т.д. Так, зробивши вибірку результатів урожайності з поля, можна отримати такі результати по врожайності і ділянках поля (табл.1.1).

Таблиця 1.1 – Величина строкатості в урожайності

Фактична урожайність, т/га	Площа ділянки, га	Валовий збір, т	Теоретичний вал (за макс. урож.)	Різниця між найбільшою урожайністю	Теоретичний недобір, т
1,17	5,94	6,95	9,8604	2,91	20,06
1,32	26,88	35,48	44,6208	9,14	
1,17	16,34	19,12	27,1244	8,01	
1,66	12,05	20,00	20,003	0	

Як бачимо з даних, наведених в табл. 1.1, зафіксована строкатість урожайності призводить до теоретичного валового недобору становить 20,06 т! Це з поля, площею 61,21 га. Таким чином, виробник має теоретичні збитки

в межах 560 тис. грн. Якщо підприємство має значні площі посіві соняшника, то збитки сягатимуть мільйони гривень.

Строкатість урожайності пов'язана з рядом причин, серед яких виділимо наступні: порушення технології (обробітку ґрунту, сівби, догляду, агротехніки); нерівномірність родючості поля по площі; технічні фактори (недосконалість техніки).

Шляхи вирішення проблеми строкатості врожайності

Для зменшення строкатості врожайності та підвищення ефективності вирощування соняшника необхідно впроваджувати комплексні заходи:

1. Точне землеробство: Використання GPS-технологій та GIS-систем для детального аналізу ґрунтових умов і внесення добрив та засобів захисту рослин за потребами конкретних ділянок.

2. Оптимізація сівозміни: Правильне чергування культур для зменшення виснаження ґрунтів та покращення їх структури.

3. Інноваційні агротехнічні підходи: Впровадження сучасних методів обробітку ґрунту, таких як мінімальна та нульова технології, для збереження вологи та структури ґрунту.

4. Агрохімічний аналіз: Регулярний аналіз ґрунтів для визначення потреб у добривах та корекції агрохімічних заходів.

5. Моніторинг стану посівів: Використання дронів та сенсорів для моніторингу стану рослин та своєчасного виявлення проблемних зон.

Строкатість урожайності соняшника в межах одного поля є значною проблемою, що впливає на загальну ефективність виробництва. Для її подолання необхідно застосовувати сучасні технології точного землеробства, оптимізувати агротехнічні підходи та проводити регулярний моніторинг стану посівів. Впровадження цих заходів дозволить зменшити строкатість урожайності, підвищити ефективність вирощування соняшника та забезпечити стабільний розвиток аграрного сектору.

1.4 Обґрунтування теми дипломної роботи

Актуальність теми дипломної роботи полягає у необхідності підвищення ефективності вирощування соняшника за допомогою сучасних цифрових технологій. Використання цифрових платформ у землеробстві дозволяє оптимізувати процеси управління господарством, підвищити врожайність та забезпечити раціональне використання ресурсів. У даній роботі буде проведено аналіз існуючих цифрових платформ, спроектовано технологію вирощування соняшника із застосуванням однієї з таких платформ, розроблено заходи з охорони праці та надано економічне обґрунтування впровадження запропонованих рішень.

Завдання дипломної роботи

1. Аналіз цифрових платформ, що застосовуються у цифровому землеробстві:

- Проведення огляду сучасних цифрових платформ для землеробства.
- Визначення ключових функцій та можливостей кожної платформи.
- Оцінка їхнього впливу на ефективність вирощування сільськогосподарських культур.

2. Проектування технології вирощування соняшника із застосуванням цифрової платформи:

- Вибір оптимальної цифрової платформи для вирощування соняшника.
- Розробка детального плану вирощування соняшника із використанням обраної платформи.
- Визначення необхідних технологічних операцій, інструментів та обладнання.

3. Розробка заходів з безпеки та ОП

- Аналіз потенційних ризиків та небезпек, пов'язаних з впровадженням цифрових технологій у землеробстві.
- Розробка рекомендацій та заходів для забезпечення безпеки працівників при використанні цифрових платформ та обладнання.

4. Економічне обґрунтування роботи:

- Оцінка економічної ефективності запропонованих заходів.

Впровадження цифрових технологій вимагає певних інвестицій, проте вони окупаються за рахунок підвищення врожайності, зменшення витрат на ресурси та покращення якості продукції. Економічне обґрунтування роботи дозволить визначити рентабельність запропонованих рішень та оцінити їхній вплив на фінансові результати господарства.

У підсумку, тема дипломної роботи є актуальною та має важливе практичне значення для розвитку сучасного землеробства. Виконання зазначених завдань дозволить комплексно вирішити питання підвищення ефективності вирощування соняшника за допомогою цифрових технологій.

2 ОГЛЯД ЦИФРОВИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ВЕДЕННЯ ЦИФРОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Цифрове землеробство стрімко розвивається завдяки використанню сучасних технологій та цифрових платформ, які забезпечують аграріям можливість ефективно управляти всіма аспектами сільськогосподарського виробництва. Серед таких платформ виділяються пасивні онлайн-платформи, що надають користувачам доступ до великого обсягу даних та інформаційних ресурсів для прийняття обґрунтованих рішень.

2.1 Пасивні онлайн-платформи

Пасивні онлайн-платформи для цифрового землеробства функціонують як джерела інформації, надаючи користувачам доступ до різноманітних даних без активної взаємодії з агрономічними процесами в реальному часі. Вони включають бази даних, інформаційні портали та аналітичні системи, що збирають, аналізують та представляють інформацію про різні аспекти сільськогосподарського виробництва.

Основні функції пасивних онлайн-платформ

1. Збір та зберігання даних:
 - Пасивні платформи накопичують дані з різних джерел, таких як супутникові знімки, метеорологічні дані, ґрунтові аналізи та інше.
 - Вони забезпечують централізоване зберігання великих обсягів даних, що дозволяє користувачам швидко знайти необхідну інформацію.
2. Аналіз та інтерпретація даних:
 - Аналітичні інструменти цих платформ обробляють зібрані дані та надають користувачам інтерпретовану інформацію у вигляді звітів, графіків та карт.
 - Вони можуть виявляти тенденції та закономірності, які допомагають аграріям приймати більш обґрунтовані рішення.
3. Інформаційна підтримка:

- Платформи надають доступ до новин, наукових статей, досліджень та інших ресурсів, що стосуються сільського господарства.
- Вони можуть включати навчальні матеріали та рекомендації щодо впровадження нових технологій та методів.

Приклади пасивних онлайн-платформ

1. FAO Global Information and Early Warning System (GIEWS):

- Глобальна інформаційна система FAO забезпечує моніторинг продовольчої безпеки та надає інформацію про стан сільськогосподарських культур у різних регіонах світу.
- Вона збирає дані про погодні умови, врожайність та ринкові ціни, надаючи звіти та прогнози, які можуть бути корисними для планування сільськогосподарського виробництва.

2. NASA Harvest:

- Платформа NASA Harvest використовує супутникові дані для моніторингу сільськогосподарських угідь та оцінки стану культур.
- Вона надає доступ до високоякісних знімків, що дозволяють виявляти проблеми, такі як посухи, захворювання рослин та інші стресові фактори.

3. SoilGrids by ISRIC:

- Платформа SoilGrids надає глобальні карти ґрунтів з високою роздільною здатністю, що включають інформацію про властивості ґрунтів на різних глибинах.
- Вона дозволяє аграріям отримувати дані про родючість ґрунтів, вміст поживних речовин та інші параметри, необхідні для оптимізації агротехнічних заходів.

Переваги та обмеження пасивних онлайн-платформ

Переваги:

- Доступ до великого обсягу даних: Пасивні платформи забезпечують централізований доступ до різноманітних джерел інформації.

- Покращення обґрунтованості рішень: Аналіз даних допомагає аграріям приймати більш точні та ефективні рішення.

- Підтримка знань: Наявність навчальних матеріалів та досліджень сприяє підвищенню рівня знань користувачів.

Обмеження:

- Відсутність інтерактивності: Пасивні платформи не дозволяють безпосередньо керувати агротехнічними процесами в реальному часі.

- Залежність від якості даних: Точність та корисність платформ залежить від якості та актуальності зібраних даних.

- Обмежена функціональність: Вони не надають можливостей для активного моніторингу та управління процесами вирощування.

Пасивні онлайн-платформи відіграють важливу роль у цифровому землеробстві, забезпечуючи аграріїв необхідною інформацією для прийняття обґрунтованих рішень. Вони надають доступ до великого обсягу даних, аналітичних інструментів та інформаційних ресурсів, що допомагає підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва. Однак, для досягнення максимальної ефективності, їх слід використовувати у поєднанні з активними та інтерактивними платформами, які дозволяють безпосередньо управляти агротехнічними процесами в реальному часі.

OneSoil: Безкоштовна платформа для цифрового землеробства

OneSoil є однією з провідних безкоштовних платформ для цифрового землеробства, яка надає фермерам інструменти для аналізу даних, моніторингу стану полів та оптимізації агротехнічних заходів. Вона поєднує супутникові знімки, погодні дані та інші джерела інформації, щоб допомогти аграріям приймати обґрунтовані рішення. Платформа має певний набір функцій необхідних для початкового рівня точного землеробства. Це такі прості функції, як: відстеження змін на полях (стан посівів, швидкість росту, планування польових робіт тощо). Як результат, користувач-фермер має отримати підвищення урожайності за умови економії ресурсів. Платформа складається з мобільних додатків OneSoil Scouting та веб-додатку (рис.2.1).

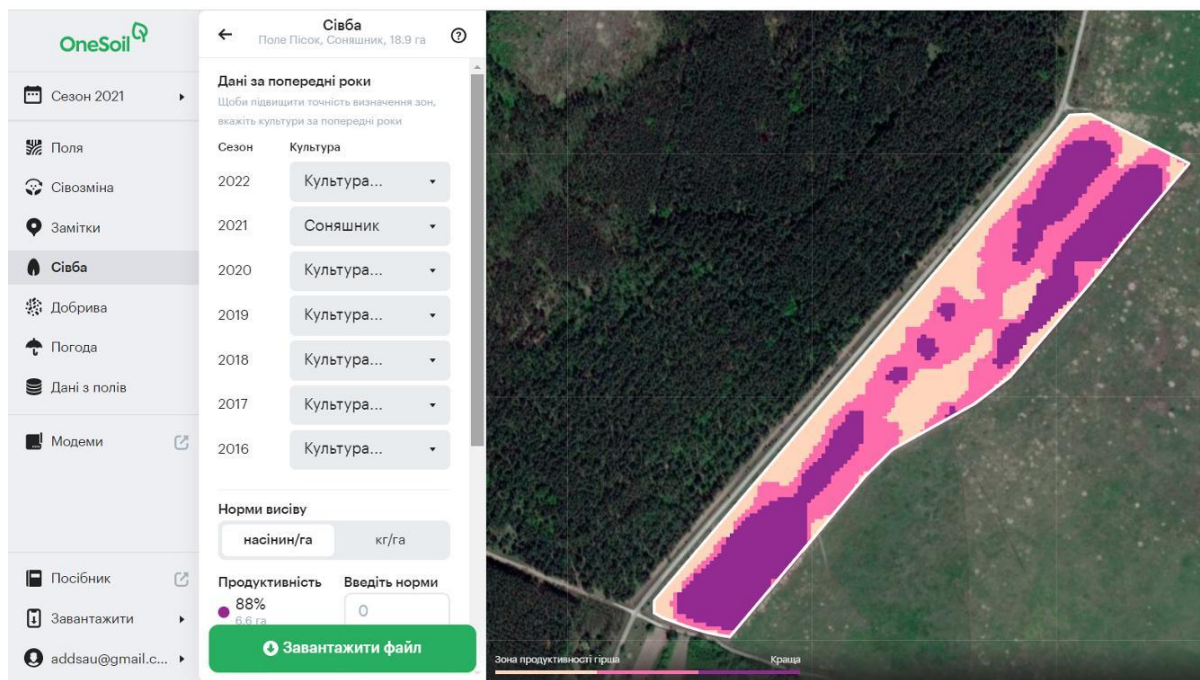


Рисунок 2.1 - Інтерфейс веб-додатку OneSoil має набір функцій для ведення точного землеробства на початковому етапі впровадження.

Отже, основні функції OneSoil

1. Моніторинг полів:

- OneSoil використовує супутникові знімки високої роздільної здатності для регулярного моніторингу стану посівів.

- Користувачі можуть відстежувати зміни в рослинності, виявляти проблемні зони та аналізувати динаміку розвитку культур протягом сезону.

2. Аналіз врожайності:

- Платформа надає інструменти для оцінки врожайності на основі супутникових даних та історичних даних про врожайність.

- Це дозволяє фермерам планувати врожай та визначати потенційні проблеми, що можуть вплинути на кінцевий результат.

3. Зонування полів:

- OneSoil автоматично розбиває поля на зони на основі аналізу супутникових знімків та інших даних.

- Це допомагає визначати ділянки з різною родючістю та потребами в добривах і засобах захисту рослин.

4. Погодні дані:

- Платформа надає доступ до актуальних погодних даних, прогнозів та історії погодних умов для кожного поля.

- Це допомагає фермерам планувати роботи в полі з урахуванням погодних умов, що знижує ризики та підвищує ефективність.

5. Сівозміна:

- OneSoil дозволяє відстежувати сівозміну на кожному полі, допомагаючи фермерам планувати чергування культур.

- Це сприяє покращенню родючості ґрунту та зменшенню ризиків захворювань та шкідників.

Переваги OneSoil

- Безкоштовний доступ: OneSoil є безкоштовною платформою, доступ дається всім.

- Простота використання: Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс дозволяє швидко освоїтися навіть користувачам без спеціальних технічних знань.

- Мобільний додаток: Наявність мобільного додатку дозволяє отримувати базу даних та аналітики з будь-якого місця, що робить платформу зручною для використання безпосередньо в полі.

- Актуальні дані: Використання супутникових знімків та погодних даних в режимі реального часу забезпечує точність та актуальність інформації.

- Інтеграція з іншими інструментами: OneSoil може інтегруватися з іншими системами управління господарством, що забезпечує комплексний підхід до управління аграрним виробництвом.

Обмеження OneSoil

- Залежність від супутникових знімків: Якість та точність аналізу можуть залежати від доступності та якості супутникових знімків.

- Обмежена функціональність: Як безкоштовна платформа, OneSoil може мати обмежену функціональність порівняно з деякими платними платформами.

- Відсутність інтерактивних інструментів: OneSoil надає переважно аналітичну інформацію та не дозволяє безпосередньо керувати агротехнічними процесами в реальному часі.

Використання OneSoil у вирощуванні соняшника

OneSoil може бути ефективно використана для оптимізації технології вирощування соняшника. Наприклад:

- Моніторинг посівів: Фермери можуть регулярно моніторити стан посівів соняшника, виявляти проблемні зони та вчасно реагувати на зміни.
- Зонування полів: Автоматичне зонування дозволяє оптимально розподілити добрива та засоби захисту рослин відповідно до потреб конкретних ділянок.
- Аналіз врожайності: Оцінка потенційної врожайності допомагає планувати маркетинг та збут продукції.
- Погодні дані: Актуальні погодні дані допомагають планувати посіви та інші агротехнічні заходи, мінімізуючи ризики погодних несприятливостей.

Пасивні онлайн-платформи, такі як OneSoil, відіграють важливу роль у цифровому землеробстві, надаючи фермерам доступ до актуальних даних та аналітики, що допомагає підвищити ефективність аграрного виробництва. Використання таких платформ дозволяє покращити врожайність, оптимізувати використання ресурсів та знижувати витрати.

Однією з ефективних пасивних онлайн-платформ для цифрового землеробства є програма «Агропрофіль». Ця платформа надає аграріям можливість аналізувати дані про ґрунти, кліматичні умови, стан посівів та інші важливі параметри для прийняття обґрунтованих рішень у сільському господарстві.

Основні функції програми «Агропрофіль»

1. Моніторинг стану полів:
 - Програма «Агропрофіль» використовує дані супутникових знімків для моніторингу стану полів. Вона дозволяє відстежувати розвиток рослинності, виявляти проблемні зони та аналізувати динаміку росту культур.

2. Аналіз ґрунтів:

- Платформа надає інструменти для аналізу складу та властивостей ґрунтів. Це включає інформацію про родючість, вміст поживних речовин, кислотність та інші важливі параметри, що допомагають оптимізувати використання добрив і агротехнічних заходів.

3. Кліматичні дані:

- «Агропрофіль» забезпечує доступ до актуальних кліматичних даних, таких як температура, вологість, опади та інші метеорологічні показники. Це допомагає аграріям планувати польові роботи, враховуючи погодні умови.

4. Зонування полів:

- Платформа автоматично розбиває поля на різні зони на основі аналізу ґрунтів та стану рослинності. Це дозволяє ефективно планувати агротехнічні заходи та раціонально використовувати ресурси.

5. Аналіз врожайності:

- Програма «Агропрофіль» надає інструменти для оцінки потенційної врожайності на основі історичних даних та поточного стану посівів. Це допомагає прогнозувати врожай та планувати маркетингову стратегію.

Дана програма прив'язана до карт Google і в ній відсутні показники вегетації рослин. Тобто, прямого зв'язку із агроданними, які надають супутники тут відсутні. Користувач сам повинен позначити межі своїх полів, внести назву культури (рис. 2.2.) та сформувати виробничу базу в цілому. Межі полів позначаються двома способами: засобом редагування полів у самій програмі та за допомогою навігаційного монітору (наприклад Геотрек EVO-8). Для цього, необхідно увімкнути GPS-навігацію на приладі та об'їхати поле. У створеному особистому кабінеті відобразяться межі цього поля. Полю присвоюється ім'я і вносяться необхідні дані.

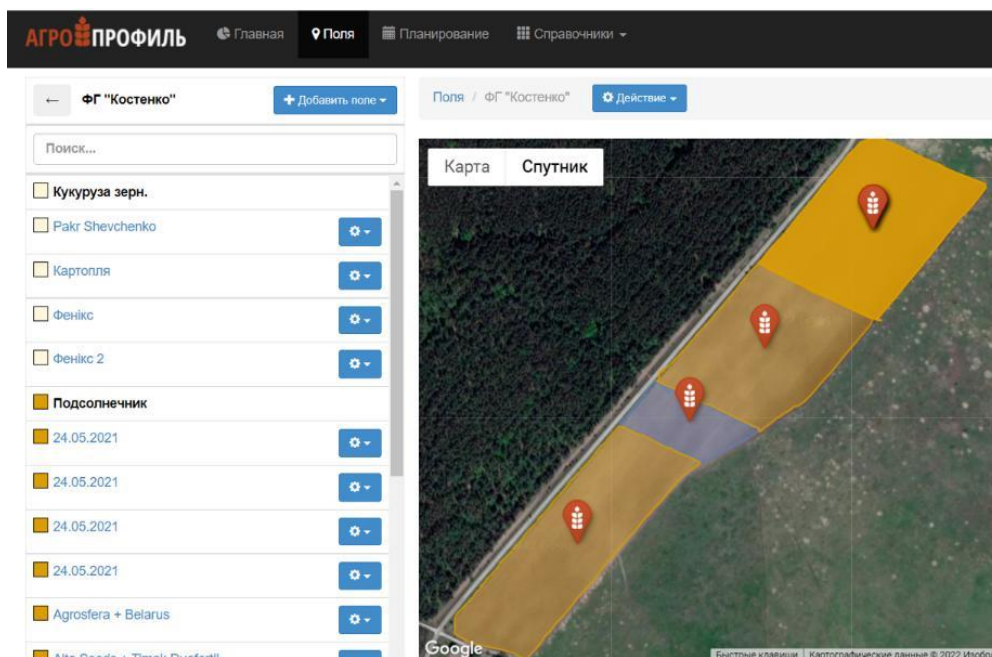


Рисунок 2.2 - Загальний вигляд інтерфейсу онлайн програми «Агропрофіль»

Преваги програми «Агропрофіль»

- Детальний аналіз даних: Програма забезпечує глибокий аналіз різноманітних даних, що дозволяє аграріям приймати обґрунтовані рішення.
- Інтеграція з іншими системами: «Агропрофіль» може інтегруватися з іншими аграрними системами управління, що забезпечує комплексний підхід до управління господарством.
- Доступність: Платформа надає доступ до широкого спектру інформації та аналітичних інструментів, що робить її корисною для різних типів аграрних підприємств.

Обмеження програми «Агропрофіль»

- Залежність від якості даних: Точність аналізу та прогнозів залежить від якості та актуальності зібраних даних.
- Потреба в навчанні: Для ефективного використання платформи може знадобитися навчання користувачів, що вимагає додаткових ресурсів.
- Обмежена інтерактивність: Як і інші пасивні платформи, «Агропрофіль» переважно надає аналітичну інформацію та не дозволяє безпосередньо керувати агротехнічними процесами в реальному часі.

Використання «Агропрофіль» у вирощуванні соняшника

Програма «Агропрофіль» може бути ефективно використана для оптимізації технології вирощування соняшника. Наприклад:

- **Моніторинг посівів:** Фермери можуть регулярно моніторити стан посівів соняшника, виявляти проблемні зони та вчасно реагувати на зміни.
- **Аналіз ґрунтів:** Інформація про властивості ґрунтів дозволяє оптимально використовувати добрива та засоби захисту рослин.
- **Кліматичні дані:** Актуальні погодні дані допомагають планувати посіви та інші агротехнічні заходи, мінімізуючи ризики погодних несприятливостей.
- **Аналіз врожайності:** Оцінка потенційної врожайності допомагає планувати маркетинг та збут продукції.

Пасивні онлайн-платформи, такі як програма «Агропрофіль», відіграють важливу роль у цифровому землеробстві, надаючи аграріям доступ до актуальних даних та аналітики. Використання таких платформ дозволяє підвищити ефективність аграрного виробництва, оптимізувати використання ресурсів та покращити врожайність. Впровадження програмного забезпечення, як «Агропрофіль», є важливим кроком до підвищення продуктивності та сталого розвитку сільського господарства.

2.2 Інтерактивні цифрові платформи та застосунки

Інтерактивні цифрові платформи та застосунки для землеробства є сучасними інструментами, які дозволяють аграріям не лише отримувати та аналізувати дані, але й безпосередньо управляти агротехнічними процесами в реальному часі. Ці платформи інтегруються з обладнанням, машинами та датчиками, забезпечуючи високу точність та ефективність управління сільськогосподарськими операціями.

Advanced Farming Systems (AFS)

Advanced Farming Systems (AFS) є комплексною платформою, розробленою компанією Case IH, яка забезпечує точне землеробство. AFS надає можливість використовувати сучасні технології для управління всіма

аспектами сільськогосподарського виробництва, від підготовки ґрунту до збору врожаю.

Має великий розширений інтерфейс (рис.2.3). Для повного використання інструментів даного софту, необхідно мати відповідну техніку, яка була б оснащена датчиками, інтегрованими в системі ISOBUS. Це таке обладнання як: антени GPS-позиціонування; бортові комп'ютери, які передають режими роботи двигуна, робочих органів та решти систем агрегатів у систему, технічний стан агрегатів і т.д. При цьому заплановані роботи, наприклад, здійснення диференційованого посіву, виконується в програмі AFS на ноутбучі або комп'ютері (рис.2.6). Потім файл із даним завданням у розширенні «...Share» передається в бортовий комп'ютер посівного агрегату. Агрегат, «знаючи» своє місцерозташування, висіває різні норми висі- ву в залежності від того, в якій точці поля він перебуває

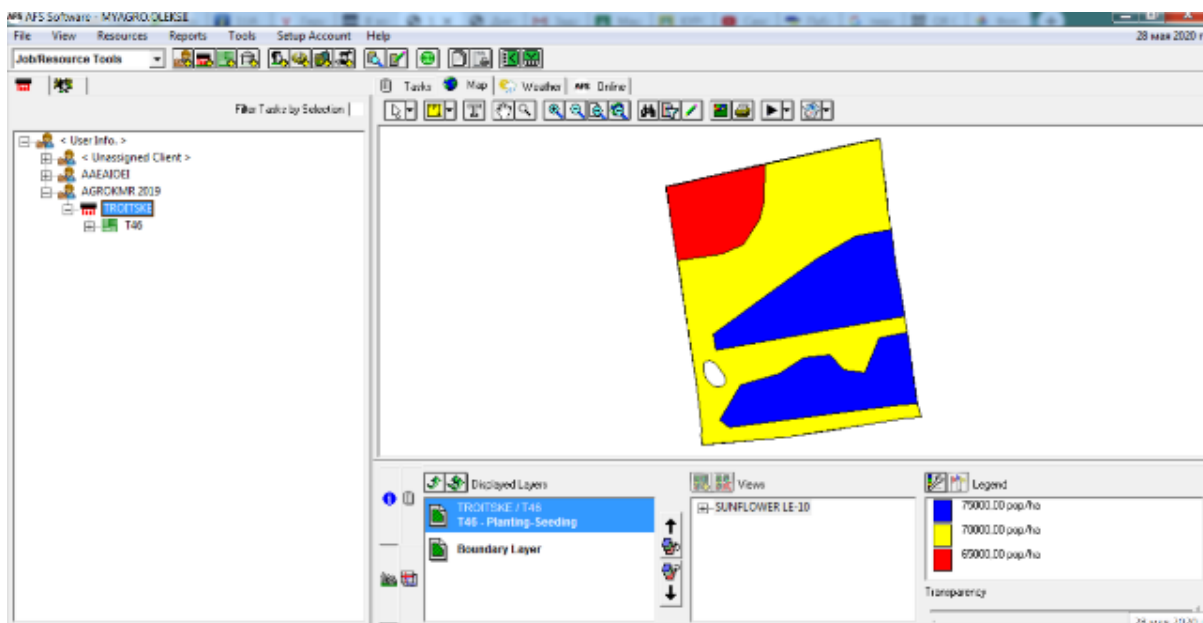


Рисунок 2.3 - Інтерфейс софту AFS на прикладі планування диференційованого посіву соняшника на полі Т46 в ТОВ «Урожайна країна».

Збір даних по урожайності поля, агрохімічний аналіз ґрунтів, диференційований обробіток і посів є основою точного землеробства. Це забезпечує підвищення ефективності використання техніки: знижується кількість холостих переїздів, оптимізуються режими роботи, логістика, скорочуються терміни ви- конання польових робіт і т.д.

Основні функції AFS:

- GPS-навігація та автопілот: Високоточні системи навігації та автопілотування для тракторів та іншої техніки, що забезпечують точність до сантиметра при виконанні польових робіт.

- Контроль висіву та внесення: Інструменти для точного контролю висіву насіння та внесення добрив, що дозволяють знижувати витрати та підвищувати врожайність.

- Моніторинг врожайності: Системи для моніторингу врожайності в реальному часі під час збору врожаю, що забезпечують дані для подальшого аналізу та оптимізації виробництва.

- Збір та аналіз даних: Інтеграція з різними датчиками та пристроями для збору даних про стан ґрунту, посівів, погодні умови тощо.

Agricultural Machinery Systems (AMS)

Agricultural Machinery Systems (AMS) від John Deere є ще однією провідною платформою для точного землеробства, яка інтегрується з технікою та обладнанням компанії.

Основні функції AMS:

- JDLink: Система для моніторингу та управління машинами в режимі реального часу через інтернет.

- AutoTrac: Автопілот для тракторів та комбайнів, який забезпечує точність руху та знижує витрати пального.

- GreenStar: Монітори та дисплеї для управління всіма аспектами точного землеробства, включаючи висів, внесення добрив та захист рослин.

- HarvestLab: Технологія для аналізу складу врожаю під час збору, що дозволяє оперативно коригувати агротехнічні заходи.

Cropwise

Cropwise від Syngenta є інтерактивною платформою для управління сільськогосподарським виробництвом, яка поєднує інструменти для моніторингу, аналізу та планування.

Основні функції Cropwise:

- Моніторинг полів: Система для відстеження стану посівів за допомогою супутникових знімків та даних з дронів.
- Аналіз даних: Інструменти для аналізу агрономічних даних та створення рекомендацій щодо покращення управління господарством.
- Прогнозування врожайності: Моделі для прогнозування врожайності на основі даних про стан посівів, погодні умови та інші фактори.
- Управління ресурсами: Інтеграція з системами управління запасами та логістикою для оптимізації використання ресурсів.

АгроОнлайн

АгроОнлайн є українською інтерактивною платформою, яка надає фермерам інструменти для комплексного управління сільськогосподарськими процесами.

Основні функції АгроОнлайн:

- Карти полів та зонування: Інструменти для створення карт полів, зонування за продуктивністю та властивостями ґрунтів.
- Моніторинг посівів: Системи для відстеження стану посівів за допомогою супутникових знімків та датчиків.
- Планування робіт: Інструменти для планування польових робіт, включаючи посів, внесення добрив, захист рослин та збір врожаю.
- Аналіз та звітність: Засоби для аналізу зібраних даних та створення звітів для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Переваги та обмеження інтерактивних платформ

Переваги:

- Точність та ефективність: Інтерактивні платформи забезпечують високу точність виконання агротехнічних операцій, що знижує витрати та підвищує врожайність.
- Реальний час: Можливість моніторингу та управління процесами в режимі реального часу дозволяє оперативно реагувати на зміни.

- Інтеграція: Більшість платформ інтегруються з різними типами техніки та датчиками, забезпечуючи комплексний підхід до управління господарством.

Обмеження:

- Вартість: Інтерактивні платформи часто вимагають значних інвестицій в обладнання та програмне забезпечення.

- Складність: Використання таких платформ може вимагати спеціалізованих знань та навчання персоналу.

- Залежність від технологій: Ефективність платформ залежить від якості та надійності використовуваних технологій та датчиків.

Інтерактивні цифрові платформи, такі як AFS, AMS, Cropwise та АгроОнлайн, є важливими інструментами для сучасного сільського господарства, що дозволяють підвищити ефективність управління агротехнічними процесами. Вони забезпечують точність, оперативність та комплексність, що є ключовими факторами для досягнення високої продуктивності та стійкого розвитку аграрного виробництва.

Недоліки інтерактивних цифрових платформ

Інтерактивні цифрові платформи для землеробства, такі як Advanced Farming Systems (AFS), Agricultural Machinery Systems (AMS), Cropwise та АгроОнлайн, мають численні переваги, проте вони також мають і певні недоліки. Розглянемо основні з них.

1. Висока вартість впровадження

- Інвестиції в обладнання: Для ефективного використання інтерактивних платформ необхідні значні початкові інвестиції в спеціалізоване обладнання, таке як GPS-системи, датчики, монітори та інше технічне оснащення.

- Вартість програмного забезпечення: Хоча деякі базові функції можуть бути доступні безкоштовно або за невелику плату, розширені можливості часто вимагають придбання дорогих ліцензій або підписок.

2. Складність використання

- **Необхідність навчання:** Використання інтерактивних платформ вимагає спеціалізованих знань та навичок. Фермери та агрономи повинні проходити навчання для того, щоб ефективно користуватися цими технологіями.

- **Технічна підтримка:** Платформи потребують постійної технічної підтримки та обслуговування, що може бути складним для малих фермерських господарств без доступу до відповідних спеціалістів.

3. Залежність від технологічних умов

- **Якість даних:** Точність та ефективність роботи платформ залежать від якості даних, які вони отримують. Ненадійні або неточні дані можуть призвести до помилкових рішень.

- **Проблеми з підключенням:** Робота платформ залежить від стабільного інтернет-з'єднання та доступу до мобільних мереж, що може бути проблемою в віддалених сільських районах.

4. Вразливість до кібератак

- **Безпека даних:** Зберігання та обробка великої кількості даних в онлайн-режимі робить ці платформи потенційними цілями для кібератак. Захист конфіденційної інформації є важливим аспектом, який потребує додаткових заходів безпеки.

- **Збої в системі:** Випадки технічних збоїв або кібератак можуть призвести до втрати даних або перерв у роботі, що може негативно вплинути на процеси управління господарством.

5. Інтеграція з іншими системами

- **Сумісність:** Не всі інтерактивні платформи можуть легко інтегруватися з існуючими системами управління господарством. Це може створити додаткові труднощі для фермерів, які вже використовують інші цифрові рішення.

- **Оновлення та підтримка:** Постійні оновлення та підтримка програмного забезпечення можуть бути складними для управління, особливо якщо вони призводять до змін у користувацькому інтерфейсі або функціоналі.

6. Обмежена адаптація до місцевих умов

- Географічні та кліматичні особливості: Інтерактивні платформи розробляються з урахуванням певних регіонів і можуть не повністю враховувати специфічні географічні або кліматичні умови інших регіонів.

- Адаптація до культур: Деякі платформи можуть бути оптимізовані для певних типів культур або агротехнічних методів, що обмежує їх ефективність при використанні з іншими культурами.

Висновок

Хоча інтерактивні цифрові платформи, такі як AFS, AMS, Cropwise та АгроОнлайн, надають значні переваги для сучасного землеробства, їх впровадження та використання можуть бути пов'язані з низкою недоліків. Висока вартість, складність використання, залежність від технологічних умов, вразливість до кібератак, проблеми з інтеграцією та обмежена адаптація до місцевих умов – усе це виклики, що мають максимально використовувати потенціал цифрових технологій у сільському господарстві.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Програма досліджень

Полевий експеримент проводимо на полі господарства ТОВ «МХТ Урожайна країна».

Для експерименту вибираємо сільськогосподарську культуру- соняшник.

Для експериментальної частини необхідне таке обладнання:

трактори ЮМЗ-8070; ЮМЗ-6АКЛ; борони зубові БЗСС-1,0; культиватор КН-3,8; сівалка СУПН-3,8; культиватор просапний КРН-5,6; зернозбиральний комбайн Case IH 9240; БПЛА DJI Mavic Air 2.

3.2 Розробка технології вирощування соняшника

Вирощування соняшнику є важливим галузевим напрямком сільського господарства і вимагає комплексного підходу, для використання сучасних агротехнологій, наукових досягнень та цифрових інновацій. Нижче наведено основні кроки та принципи розробки технології вирощування соняшника.

Аналіз умов та потреб

Першим кроком у розробці технології вирощування соняшника є аналіз умов та потреб конкретного регіону, де планується вирощування. Цей аналіз включає:

- Кліматичні умови: температури, опади, волога, тривалість сезону вирощування.
- Ґрунтові властивості: Тип ґрунту, його структура, плодородність, кислотність.
- Технічна база: Доступність сучасної сільгосптехніки, наявність технічних спеціалістів.
- Ринкові умови: Попит на соняшникову продукцію, цінова конкуренція, можливості експорту.

Вибір сортів та гібридів

Після аналізу умов необхідно вибрати сорти та гібриди соняшника, які найбільш підходять для конкретного регіону. Вибір залежить від таких факторів, як:

- Адаптація до кліматичних умов: Сорти та гібриди, що найкраще пристосовані до специфічних кліматичних умов регіону.
- Врожайність та стійкість до хвороб: Вибір сортів, які мають високу врожайність та стійкість до хвороб і шкідників.
- Технологічні властивості: Швидкість дозрівання, висота рослин, реакція на певні агротехнічні методи.

Визначення агротехнічних заходів

Після вибору сортів та гібридів необхідно розробити набір агротехнічних заходів, які гарантують оптимальні умови для вирощування соняшника:

- Підготовка ґрунту: Оптимізація обробіток ґрунту перед посівом, враховуючи його структуру та вологість.
 - Посів: Вибір оптимальної густоти посіву та методу посіву.
 - Добрива: Раціонально вносити добрива відповідно до поживних речовин, які вбирає соняшник.
 - Захист від хвороб і шкідників: Вчасне та ефективне застосування ЗЗР
- Впровадження цифрових рішень

Цифрові технології можуть значно підвищити ефективність вирощування соняшника:

- Моніторинг поля: Використання датчиків, дронів та супутниковий моніторинг стану посівів та розподілу ресурсів.
- Планування робіт: Використання цифрових платформ для планування та оптимізації польових робіт.
- Аналіз бази даних для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Площа експериментального поля – 18.9 га. Використовуємо цифрову платформу OneSoil, див. рис.3.1, до якої вносимо розміри поля та його межі. Зображена на рисунку рослинний покрив (в травні місяці) – вегетація на посередньому рівні. Так як операцію боронування було проведено в квітні місяці (в середині), а перша суцільна культивування аж в травні (середина місяця), то почали проростати бур'яни, а тому індекс вегетації – незначний. Затримка обробітку - із за підвищеної вологості в цей період року. Виконання технологічних операцій проходило такими МТА:

- боронування – ЮМЗ-8070 + 8БЗСС-1;
- перша суцільна культивування – ЮМЗ-8070 + КН-3,8;
- передпосівна культивування – ЮМЗ-8070 + КН-3,8.

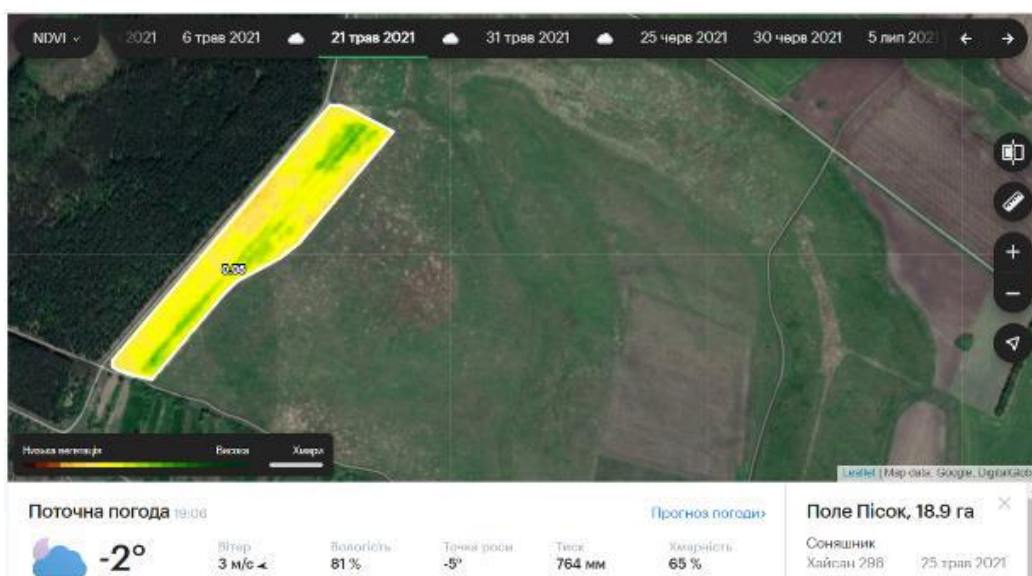


Рисунок 3.1- Створене експериментальне поле в цифровій платформі OneSoil

Технологічна операція посіву виконувалась в кінці травня машино-тракторним агрегатом ЮМЗ-6АКЛ + СУПН-8А під кутом 45 градусів. Контролювали операцію сівби за допомогою дрона DJI Mavic Air 2. Експериментальне поле розділили на чотири частини, на 2 ділянках застосували системи точного землеробства. Отже, отримати дві частини поля. Використання навігаторів Hammer виробництва Геометр Україна застосували на МТА: ЮМЗ-8070 + 8БЗСС-1; ЮМЗ-8070 + КН-3,8; ЮМЗ-8070 + КН-3,8

В таблицю 3.1. занесені отримані результати від проведення технологічних операцій.

Таблиця 3.1 – Фрагмент технологічної карти експериментальної ділянки

Операції	Склад агрегату		Виробіток			Витрати палива	
	трактор	с.-г. м.	за год	за зм.	за добу	За нормою	На весь обсяг
Дискування стерні попередника	ЮМЗ-8070	СТЕП-2,4	2,34	16,40	23,43	2,7	27
Оранка	ХТЗ-150К-09	ПЛН-3-35	1,0	6,8	13,6	19,1	191
Боронування	ЮМЗ-8070	БЗСС-1,0	3,3	22,8	45,6	2,2	22
Культивация суцільна	ЮМЗ-8070	КН-3,8	2,7	18,6	26,6	3,8	38
Культивация передпосівна	ЮМЗ-8070	КН-3,8	2,7	18,6	26,6	3,8	38
Сівба	ЮМЗ-6АКЛ	СУПН-8А	3,84	26,88	46,08	4,2	42

Після технологічної операції сівба було отримано такі значення:

При сівбі отримали такі агротехнічні показники:

- норма висіву – 79 тис./га;
- норма внесення комплексних добрив – 96 кг/га;
- затрати праці – 1,16 люд.-год/га.



Рисунок 3.2 - Посів соняшника на експериментальному полі агрегатом ЮМЗ-6АКЛ + СУПН-8А

Підвищення фактичної продуктивності при сівбі було отримано за рахунок використання курсовказівника, а також системи навігації, що привело

до зменшення холостого переїзду МТА та організації руху трактора паралельно краю ділянки(див.рис.3.2).

Підвищення фактичної продуктивності при проведенні боронування та культивуації отримали зменшенням перекриття проходів (суміжних), тобто: на боронуванні – з 0,7 м до 0,2 м; на культивуації – з 0,5 до 0,2 м.

Друга половина поля 9.8 гектарів обробляли без застосування систем навігації (їх вимкнули), також не використовували і паралельне водіння (див.рис.3.3)



Рисунок 3.3 - Вид з протилежного боку: агрегат ЮМЗ-6АКЛ+СУПН-8А здійснює посів на контрольній ділянці поля

Отримані результати на контрольній ділянці, занесли до таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Фрагмент технологічної карти контрольної ділянки

Операції	Склад агрегату		Виробіток			Витрати палива	
	трактор	с.-г. м.	за год	за зм.	за добу	За	На
						нормою	весь обсяг
Дискування стерні попередника	ЮМЗ-8070	СТЕП-2,4	2,26	15,80	22,57	2,9	29
Оранка	ХТЗ-150К-09	ПЛН-3-35	1,0	6,8	13,6	19,1	191
Боронування	ЮМЗ-8070	БЗСС-1,0	3,2	22,1	44,2	2,4	24
Культивуація суцільна	ЮМЗ-8070	КН-3,8	2,5	17,8	25,4	4	40
Культивуація передпосівна	ЮМЗ-8070	КН-3,8	2,5	17,8	25,4	4	40
Сівба	ЮМЗ-6АКЛ	СУПН-8А	3,84	24,9	46,08	4,9	49

Контрольні спостереження проводили на двох ділянках: експериментальній на площі 0.19 гектарів та контрольній площі 0.16 гектарів, де робили фотофіксацію посівів та значної забур'яненої зони (див. рис.3.4 та 3.5)



Рисунок 3.4 – Фотофіксація посівів



Рисунок 3.5 – Фотофіксація зон значної забур'яненості

За допомогою фотофіксації ми створюємо карту завдання обробітку (диференційованого) поля. Це дасть змогу ефективно використовувати гербіциди: в зоні збільшеної забур'яненості вносимо підвищену дозу, а в решті тільки страхову, яка визначається агрономом господарства.

За допомогою платформи OneSoi отримали картину посівів соняшника, де видно, що контрольна ділянка з меншою інтенсивністю вегетації (див.3.6)



Рисунок 3.6 – Явна різниця у вегетації посівів

Різний індекс вегетації одного поля може бути, якщо:

- порушення термінів посіву;
- строкатість родючості ґрунту;
- диференціація вологозабезпеченості ґрунту;
- інші причини (наприклад, порушення якості технологічних операцій).

На рис.3.7 зображені зони максимальної врожайності в діапазоні 1.12 - 2.72 тони з гектару. Збирали врожай комбайном CASE IH 9240 та жаткою з шириною захвату 13.7 метрів (Mac Don FD-75). Даний комбайн обладнаний напівгусеничними рушіями та підключений до платформ AFS /Cropwise, що й дозволило нам отримати карту врожайності і мінімізувати ущільнення ґрунту.

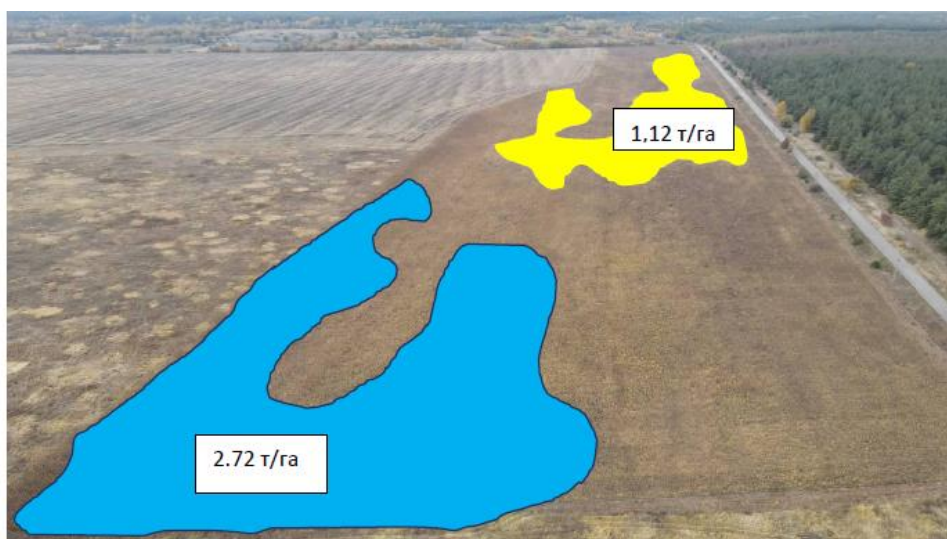


Рисунок 3.7 – Зони максимальної та мінімальної урожайності

Користуючись загальноприйнятою методикою, склали для двох ділянок технологічні карти, опираючись на фактичні терміни виконаних операцій (див. в Додатках А і Б).

3.3 Робота агрегата на ділянках

Технологічну операцію по збиранню соняшника на ділянках проводили комбайном CASE IH 9240 + Mac Don FD-75 з шириною захвату 13.7 метрів, потужністю двигуна 465 кВт, вологістю насінин, в момент збору врожаю не більше 9.8 відсотків, похилою місцевістю до одного відсотка.

При підготовці ділянки до збирання врожаю, вибираємо напрямок та спосіб руху МТА. При великому полі, розбивається на загінки, виконуються обкоси поля, прокоси. Якщо ділянка менша 30 гектарів, або поле неправильної форми. То комбайн рухається по круговому способу.

Розміри експериментального поля мають ширину 280 метрів, а довжину 357.4 метра, агрегат рухається по ділянці довшого боку.

Для нашого варіанту визначимо коефіцієнт робочого ходу так:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x},$$

де L_p – робоча довжина загінки, м. Для нашого випадку $L_p = 357$ м.; L_x - середня довжина холостого ходу, м.

При врахуванні загінок та рухомому комбайну робочу довжину L_p знайдемо за формулою:

$$L_p = L - 2E,$$

де E – мінімальна ширина поворотної смуги, м

$$E = 2R + e,$$

де R - радіус повороту, м (для Case IH 9240 $R = 16$ м); e - довжина виїзду агрегату, м ($e = -L_m$ - кінематична довжина агрегату, для Case IH 9240 $L_m = 4,3$ м).

$$E = 2 \cdot 16 + (-4,3) = 27,7\text{м.}$$

Але, ширина поворотної смуги має бути кратна до ширини захвату жатки, це $E = 13.7$ чи 27.4 метра. Прийmemo 27.4 метра.

Тоді довжина(робоча) поля буде така:

$$L_p = 357 - 2 \cdot 27,4 = 302,2\text{м.}$$

Середня довжина холостого ходу буде:

$$L_x = 6R + 2e = 6 \cdot 16 + 2 \cdot (-4,3) = 87,4\text{м.}$$

А коефіцієнт

$$\phi = \frac{302,2}{302,2+87,4} = 0,77.$$

Значення його отримали менше оптимального, $0,77$ менше $0,8-0,95$, це тому, що експериментальне поле не велике порівняно з робочою шириною захвату комбайна.

Програма AFS відображає траєкторію руху та геолокацію комбайна, які співсталяються із результатами розрахунків, що дає можливість оптимізації технологічного процесу прямо під час збирання.

Висновок

Таким чином, з експериментальної ділянки отримали середню урожайність $2,12$ т/га (валовий збір $21,2$ т); затрати пального склали 603 кг; затрати праці на весь обсяг робіт – $63,81$ люд.-год.

Середня урожайність з контрольної ділянки склали $1,35$ т/га; витрати пального – 618 кг; затрати праці на весь обсяг робіт – $64,87$ люд.-год.

Розрахункове значення коефіцієнта робочих ходів $\phi = 0,77$.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Вирощування соняшника є важливою галуззю сільського господарства. Це пов'язано з використанням важкої техніки, хімічних речовин та фізичної праці, що створює потенційні небезпеки для працівників.

Аналіз потенційних небезпек

При вирощуванні соняшника наявні такі різні види небезпек, які можна класифікувати наступним чином:

Механічні небезпеки: Робота з сільськогосподарською технікою:

- Трактори, комбайни, сівалки та інша техніка можуть стати причиною травм через неправильне використання або несправність.
- Високий ризик потрапляння кінцівок у рухомі частини техніки.
- Використання ручного інструменту: Неправильне використання або поганий стан інструментів приводить до порізів, ударів та інших травм.

Хімічні небезпеки: Застосування пестицидів та гербіцидів:

- Вдихання або контакт з хімічними речовинами може спричинити отруєння, алергічні реакції, опіки та інші проблеми зі здоров'ям.
- Використання добрив: Неправильне поводження з приводить до хімічних опіків або отруєнь.

Фізичні небезпеки: Тривале перебування на відкритому повітрі:

- Сонячне випромінювання може спричинити сонячні опіки та теплові удари.
- Низькі температури в певні періоди приводять до переохолодження.

Шум та вібрація від техніки: Тривала дія шуму та вібрації може спричинити втрату слуху та інші проблеми зі здоров'ям.

Біологічні небезпеки; Контакт з ґрунтовими мікроорганізмами:

- Можливий контакт з патогенними мікроорганізмами, які можуть спричинити інфекційні захворювання.

Контакт з алергенами: Пилок соняшника та інші рослинні алергени можуть викликати алергічні реакції.

Вирощування соняшника пов'язане з різними потенційними небезпеками, що вимагає комплексного підходу до забезпечення охорони праці. Важливим є впровадження організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та пожежних заходів для мінімізації ризиків та створення безпечних умов праці. Рекомендується постійно оновлювати знання працівників, використовувати сучасні технічні засоби безпеки, регулярно проводити медичні огляди та здійснювати контроль за дотриманням вимог охорони праці на всіх етапах виробничого процесу. Це забезпечить не лише збереження здоров'я та працездатності працівників, але й підвищить ефективність та продуктивність виробництва соняшника.

5 ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ

Використаємо дані технологічних карт вирощування соняшника (Додатки А і Б) для розрахунку кількості пального. матеріалів (технологічних), витрат (експлуатаційних).

Витрату пального знайдемо так:

$$Z_{\text{пал}} = C_{\text{пал}} \cdot Q_{\text{пал}},$$

де: $C_{\text{пал}}$ – ціна 1 кг дизельного палива.

На 2023 рік вартість одного літра (0,83 кг) палива (дизельного) складала 50 грн. Отже, один кілограм палива коштує $50 \times 1,2 = 60$ грн.

$Q_{\text{пал}}$ – витрати палива на весь комплекс виконання робіт, кг (додаток).

Користуючись додатком Б, маємо загальну витрату палива при всьому обсягу робіт при вирощуванні соняшника:

- технологія цифрового землеробства – 603 кг;
- класична технологія – 622 кг.

Отже,

- технологія цифрового землеробства:

$$Z_{\text{пал}}^{\text{ТЦЗ}} = 37,8 \cdot 603 = \mathbf{22\ 793,4} \text{ грн.}$$

- класична технологія:

$$Z_{\text{пал}}^{\text{КЛАС}} = 37,8 \cdot 622 = \mathbf{23\ 511,6} \text{ грн.}$$

Вартість посівного матеріалу була однаковою:

$$Z_{\text{нас}} = C_{\text{нас}} \cdot Q_{\text{нас}} = 5000 \cdot 4 = \mathbf{20\ 000} \text{ грн.};$$

де $C_{\text{нас}}$ – вартість однієї посівної одиниці (п.о.) гібриду соняшника Haisan 298 виробництва компанії Alta Seeds 5000 грн. [13]; $Q_{\text{нас}}$ – кількість посівного матеріалу, необхідного для засівання площі 10 га, складає 4 п.о.

В якості критерію витрат на оплату праці, доцільно розрахувати вартість однієї людино-години за формулою:

$$Z_{\text{пл}} = C_{\text{пл}} \cdot Q_{\text{пл}},$$

де $C_{\text{пл}}$ – оплата однієї люд-год; $Q_{\text{пл}}$ – загальна кількість затрат праці на виробництво продукції (з плану механізованих робіт).

Для механізаторів 5 розряду тарифна ставка дорівнює 450 грн./зміну [12, 13]. Отже за одну люд.-год тарифна ставка T_c складає $450: 7 = 64,28$ грн.

Надбавка за класність механізатора дорівнює 20 %.

Тоді $T_{cк} = T_c \cdot 1,2 = 64,28 \cdot 1,2 = 77,14$ грн

Єдиний соціальний внесок, відрахування в пенсійний фонд та військовий збір складають 21,5 %.

Отже, загальні витрати від тарифної ставки дорівнюють: $BВ = T_{cк} \cdot 21,5\% = 77,14 \cdot 0,215 = 16,20$ грн.

Звідси, оплата праці механізатора за одну людину-годину дорівнює: $Ц_{пл} = 77,14 + 16,20 = 93,34$ грн.

$Q_{пл}$ – затрати праці за технологією ЦЗ складають 63,81 люд.-год.; за класичною – 64,99 люд.-год.

Тоді, затрати на оплату праці будуть дорівнювати:

- за ТЦЗ

$Z_{пл}^{ТЦЗ} = 93,34 \cdot 63,81 = 5956,02$ грн.

- за класичною технологією: $Z_{пл}^{КЛАС} = 93,34 \cdot 64,99 = 6066,16$ грн.

Різниця в затратах експлуатації техніки складатиме в вартості оренди обладнання ЦЗ і БПЛА. Як бачимо з технологічних карт, ми запропонували однаковий набір технологічних операцій з однаковою технікою. Різниця була в тому, що у випадку впровадження елементів ТЦЗ ми понесли додаткові витрати на придбання навігаційного обладнання та БПЛА. Разом ці витрати склали 69 000 грн. (36 000 грн. - монітор Геометр Україна Evo 8 та антена GM та 33 000 грн. БПЛА DJI Mavic Air 2). БПЛА використовувався три рази на операціях № 9, 12, 17 (Додаток 1). Навігаційне обладнання використовувалося на технологічних операціях № 3, 4, 5, 8, 10, 14.

Тому до експлуатаційних витрат додаємо ще 69 000 грн. витрат на експериментальній ділянці.

Отже, загальні експлуатаційні витрати на вирощування соняшника за розробленою технологією з використанням ТЦЗ, будуть як сума складових:

$Z = Z_{пл} + Z_{нас} + Z_{пл} + Z_{оренда} + Z_{податок}$

де *Зподаток* - податок на землю в конкретній територіальній громаді, складає 15 134 грн.

Підставимо знайдені дані у формулу (5.4):

$$Z_{техн}^{ТЦЗ} = 22\,793,4 + 20000 + 5956,02 + 69000 + 15\,134 = 132\,883,42 \text{ грн}$$

Собівартість однієї тони пшениці озимої знайдемо за формулою:

$$C = Z / U, \text{ (5.5)}$$

де *U* – валовий збір насіння соняшника, т.

Згідно з розробленою технологією фактичний валовий збір з площі 10 га склав 21,2 тон. Тоді, розрахункова собівартість тони урожаю складе:

$$C = 132\,883,42 / 21,2 = 6\,268,1 \text{ грн/т}$$

Ринкова вартість соняшника, станом на початок 2022 року [12], складала до 17800 грн. / т.

Тоді, вартість вирощеної продукції, знайдемо за формулою:

$$V_{пр} = C_{пш} \times U, \text{ (5.6)}$$

де *C_{пш}* – ціна однієї тони насіння соняшника, грн.

Тоді:

$$V_{пр} = 17800 \times 21,2 = 377\,360 \text{ грн.};$$

Прибуток від реалізації вирощеної продукції знайдемо за формулою:

$$П = V_{пр} - Z = 377\,360 - 132\,883,41 = 244\,476,59 \text{ грн. (5.7)}$$

Враховуємо той факт, що із отриманого доходу від реалізації продукції буде виділено на вирощування урожаю під наступний рік. Ця сума буде аналогічна витратам загальним, розрахованими нами за формулою (5.4) мінус 69000 на обладнання, яке ми вже закупили і будемо використовувати наступного року. Тому $32022 = 132\,883,41 - 69000 = 63883,41$ грн., приймаємо 64 000 грн.

Тому, прибуток зменшиться на цю суму:

$$Пч = 244\,476,59 - 64\,000 = 180\,476,59 \text{ грн.}$$

Рівень рентабельності впровадження розробленої технології визначимо за формулою:

$$P = Пч \cdot 100 / Z.$$

$$P = \frac{100 \cdot 244476,59}{132883,41} = 183,97\%. \quad (5.8)$$

Загальні експлуатаційні витрати на вирощування соняшника за класичною технологією складуть (формула 5.4):

$$Z_{техн}^{КЛАС} = 23\,511,6 + 20000 + 6066,16 + 15\,134 = 64\,711,76 \text{ грн.}$$

Згідно з розробленою технологією фактичний валовий збір з площі 10 га склав 13,5 тон. Тоді, розрахункова собівартість тони урожаю складе:

$$C = 64711,76 / 13,5 = 4\,793,46 \text{ грн/т.}$$

Ринкова вартість соняшника, станом на початок 2022 року [12], складала до 17800 грн. / т.

Тоді, вартість вирощеної продукції, знайдемо за формулою:

$$V_{пр} = C_{ни} \times U, \quad (5.6)$$

де $C_{ни}$ – ціна однієї тони насіння соняшника, грн.

Тоді:

$$V_{пр} = 17800 \cdot 13,5 = 240\,300 \text{ грн.};$$

Прибуток від реалізації вирощеної продукції знайдемо за формулою:

$$\Pi = V_{пр} - Z = 240\,300 - 64\,711,76 = 175\,588,24 \text{ грн.} \quad (5.7)$$

Враховуємо той факт, що із отриманого доходу від реалізації продукції буде виділено на вирощування урожаю під наступний рік. Ця сума буде аналогічна витратам загальним, розрахованими нами за формулою (5.4) Тому $Z_{2022} = 64\,711,76$ грн., приймаємо 65 000 грн.

Тому, прибуток зменшиться на цю суму:

$$\Pi_{ч} = 175\,588,24 - 65\,000 = 110\,588,24 \text{ грн.}$$

Рівень рентабельності впровадження розробленої технології визначимо за формулою (5.8):

$$P = \frac{100 \cdot 110588,24}{64711,76} = 170,89\%.$$

Отримані показники заносимо в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Економічне обґрунтування роботи

Параметр	Од. виміру	Технологія	
		Проектна (ТЦЗ)	Класична
Площа	га	10	10
Валовий збір зерна	т	21,2	13,5
Експлуатаційні витрати всього	грн	132 883,42	64 711,76
У тому числі:			
- пального	грн	22 793,4	23 511,6
- насіння	грн	20 000	20000
- заробітна плата з нарахуванням	грн	5956,02	6066,16
- податки	грн	15 134	15 134
Капітальні вкладення	грн	69 000	-
Виручка від реалізації	грн	377 360	240 300
Прибуток	грн	244 476,59	110 588,24
Затрати праці	люд-год	63,81	64,99
Рівень рентабельності	%	183,97	170,89
Термін окупності кап. вкладень	років	1,94	-

Отже, розрахунки показали, що при вирощуванні соняшника застосування систем точного землеробства забезпечить збільшення рентабельності на 13.9 відсотків.

Таким чином, можна зробити висновок, що ефективність техніки за використання техніки при вирощуванні соняшника застосуванням технологій цифрового землеробства забезпечило підвищення рентабельності на 13,97%.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Актуальність впровадження систем точного землеробства: Використання сучасних технологій точного землеробства є актуальним і необхідним кроком для підвищення ефективності машинно-тракторного парку (МТП) та аграрного виробництва загалом. Це дозволяє забезпечити точність виконання агротехнічних операцій, оптимізацію використання ресурсів та підвищення врожайності.

2. Показано, що цифрові програми (софти) можна розділити на пасивні (зі спрощеним функціоналом) та інтерактивні (з інтеграцією техніки в програми). Проведений аналіз показав, що системи точного землеробства активно впроваджуються у світовій практиці та мають значний потенціал для підвищення продуктивності аграрного виробництва. Українські сільськогосподарські підприємства також починають активно впроваджувати ці технології, що свідчить про їх перспективність та ефективність.

3. Проведені експериментальні дослідження на реальних полях підтвердили ефективність впроваджених систем точного землеробства. Встановлено, що застосування цих технологій дозволяє знизити витрати на вирощування соняшнику та підвищити врожайність. З експериментальної ділянки отримали середню урожайність 2,12 т/га (валовий збір 21,2 т); затрати пального склали 603 кг; затрати праці на весь обсяг робіт – 63,81 люд.-год. Середня урожайність з контрольної ділянки склала 1,35 т/га; витрати пального – 618 кг; затрати праці на весь обсяг робіт – 64,87 люд.-год. Розрахункове значення коефіцієнта робочих ходів $\phi = 0,77$.

4. Наведений аналіз потенційних небезпек при використанні систем точного землеробства

5. Економічний аналіз показав, що впровадження систем точного землеробства є економічно доцільним. Зменшення витрат на виробництво та підвищення врожайності забезпечують збільшення прибутковості сільськогосподарських підприємств. Ефективність техніки за використання

техніки при вирощуванні соняшника застосуванням технологій цифрового землеробства забезпечило підвищення рентабельності на 13,97%.

6. Впровадження систем точного землеробства при вирощуванні соняшнику є перспективним напрямком розвитку аграрного виробництва, що дозволяє підвищити ефективність використання машинно-тракторного парку, знизити виробничі витрати та підвищити врожайність. Це сприяє підвищенню конкурентоспроможності українських сільськогосподарських підприємств та забезпеченню їх сталого розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Soft.Farm — інформаційна система сучасної агрономії [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.soft.farm/uk/crop-husbandry>. Дата останнього звернення: 06.03.2024 р.
2. Системи точного землеробства Case IH AFS. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.caseih.com/emea/ua/ua/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8/afs%C2%AE-advanced-farming-systems>. Дата останнього звернення: 06.03.2024 р.
3. В Україні представили сільськогосподарські дрони SenseFly. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://traktorist.ua/news/3566-v-ukrayini-predstavili-silskogospodarski-droni-sensefly>. Останнє звернення: 06.03.2024 р.
4. Державна авіаційна служба України. Офіційний сайт. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://avia.gov.ua/bezpilotni-povitryani-sudna-2/>.
5. Геометр Україна. Навігаційне обладнання для сільськогосподарської техніки. Офіційний сайт. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://shop.gpsgeometer.com/>.
6. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні / А.С. Кобець, О.Д. Деркач, М.І. Ролдугін, В.М. Яцук, П.М. Кухаренко, А.М. Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет – Дніпропетровськ, 2019. – 285 с.
7. Пивовар П.В. Методологічні основи аналізу економічної ефективності використання машинно-тракторного парку / П.В. Пивовар // Вісн. ЖНА- ЕУ (економічні науки) – 2020. № 2 (27). – с. 42-51.
8. Computer development based embedded systems in precision agriculture: tools and application (Вбудовані системи на основі комп'ютерної розробки в точному землеробстві: інструменти та застосування) [Saddik, Amine;Latif, Rachid;El Ouardi, Abdelhafid;Elhoseny, Mohamed Khelifi, Adel](#) Acta Agriculturae

Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science, vol. 72, issue 1, pp. 589-611 December 2022 [10.1080/09064710.2021.2024874](https://doi.org/10.1080/09064710.2021.2024874).

9. Artificial intelligence enables mobile soil analysis for sustainable agriculture (Штучний інтелект дозволяє мобільно аналізувати ґрунт для сталого сільського господарства) [Ferreira da Silva, Ademir](#); [Ohta, Ricardo Luis](#); [Tirapu Azpiroz, Jaione](#); [Esteves Fereira, Matheus](#); [Vitor Marçal, Daniel](#); eprint arXiv:2207.10537 July 2022 10.48550/arXiv.2207.10537 [arXiv:2207.10537](https://arxiv.org/abs/2207.10537) 2022arXiv220710537F.

10. Smart Irrigation System for Precision Agriculture—The AREThOU5A IoT Platform (Розумна іригаційна система для точного землеробства — платформа AREThOU5A IoT) [Boursianis, Achilles D.](#); [Papadopoulou, Maria S.](#); [Gotsis, Antonis](#); [Wan, Shaohua](#); [Sarigiannidis, Panagiotis](#); IEEE Sensors Journal, vol. 21, issue 16, pp. 17539-17547 August 2021 [10.1109/JSEN.2020.3033526](https://doi.org/10.1109/JSEN.2020.3033526) 2021ISenJ..2117539B.

11. Computer development based on embedded systems in precision agriculture: tools and applications (Комп'ютерні розробки на основі вбудованих систем у точному землеробстві: засоби та додатки) [Saddik, Amine](#); [Latif, Rachid](#); [El Ouardi, Abdelhafid](#); [Elhoseny, Mohamed](#); [Khelifi, Adel](#) Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science, vol. 72, issue 1, pp. 589-611 December 2022 [10.1080/09064710.2021.20248](https://doi.org/10.1080/09064710.2021.20248) 2022AcASB..72..589S.

12. Research on crop growth system of precision agriculture in field management based on wireless sensor (Дослідження системи вирощування сільськогосподарських культур точного землеробства в польових умовах на основі бездротового датчика) [Yang, Guo](#); [Cheng, Guangrong](#); [Wang, LiMing](#); [Yang, RuPing](#); [Wang, Xinghui](#); [Wang, Hongwen](#); [Su, Yuqin](#) Proceedings of the SPIE, Volume 12349, id. 1234902 6 pp. (2022). October 2022 [10.1117/12.2657398](https://doi.org/10.1117/12.2657398) 2022SPIE12349E..02Y.

13. Машини для технології Strip-till. Агробізнес сьогодні. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia->

<apk/item/9965-mashyny-dlia-tekhnologii-striptill.html>. Дата останнього звернення: 07.06.2024 р.

14. Руденко М.В. Вплив цифрових технологій на аграрне виробництво: методичний аспект / Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Економіка і управління. Том 30 (69). № 6, 2019 р., с. 30 – 37. DOI: <https://doi.org/10.32838/2523-4803/69-6-28>.

15. Improvement of equipment for basic tillage and sowing as initial stage of harvest forecasting [Text] / K.V. Vasylykivska, S.M. Leshchenko, O.M. Vasylykovskiy, D.I. Petrenko // INMATEH - Agricultural Engineering – Romania, Bucharest: INMA. Vol. 50, No.3. 2019, 13-20.

16. Аніскевич Л.В., Войтюк Д.Г., Захарін Ф.М., Адамчук Н.І., Пономаренко С.О. Основи застосування високоточних технологій рослинництва. /Монографія/ – К: - НУБіП України, 2020, - 405 с.

17. Власенко В. Передові технології в аграрному комплексі / В. Власенко // Винахідник і раціоналізатор : науково-популярний, науковий журнал. - 2018. - № 2. - С. 19-21.

18. Курсова точність: технології точного землеробства // FARMER. - 2018. - № 8. - С. 14-40.

19. Огійчук В. Шлях до всебічного контролю / В. Огійчук // FARMER. - 2018. - № 8. - С. 20-23.

20. Гончарук І.В., Ковальчук С.Я., Цицюра Я.Г., Лутковська С.М. Динамічні процеси розвитку органічного виробництва в Україні. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. – 478 с. ISBN 978-966-949-672-0 .

21. Система точного землеробства: підручник / Л.В. Аніскевич, Д.Г. Войтюк, Ф.М. Захарін, С.О. Пономаренко; за ред. Л.В. Аніскевича. К: НУБіП України, 2018. – 566 с.

22. Огійчук В. «Точний» прибуток з гектара / В. Огійчук // The Ukrainian Farmer. – 2018. - № 8. – С. 24–28.

23. Точне землеробство. Офіційний сайт компанії Case. [Електронний ресурс]: - Режим доступу: <http://titanmachinery.ua/katalog-tehniki/cat/tochnoe-zemledelie>.

24. Залож В. І. Підвищення ефективності контролю технічного стану транспортних дизелів шляхом використання методу аналітичної синхронізації даних моніторингу: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Нац. ун-т "Одес. морс. акад.". Одеса. 2020. 238 с.

25. Циліорик О. Доцільність і ефективність застосування технологій точного землеробства /Циліорик О. Стаття. Журнал "[Агрономія сьогодні](http://agronomy.com.ua/)".- 07. 2023 <http://agronomy.com.ua/>.

26. Точне землеробство – зниження собівартості та підвищення врожайності/ Мельник О. /№ 11 АгроЕліта .- 2023 . <https://agroelita.info/tochne-zemlerobstvo-znyzhennya-sobivartosti-ta-pidvyshhennya-vrozhajnosti/>

ДОДАТКИ