

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Агрономічний факультет
ОС – «Магістр» Спеціальність – 201 «Агрономія»

«Допускається до захисту»
Завідувач кафедри рослинництва
д. с.-г. н., професор Цилюрик О. І.

_____ 20__ р.

**«Ефективність використання системи Precision Planting в технології
виращування кукурудзи в умовах товариства з обмеженою
відповідальністю «Гайдамацьке» Дніпровського району
Дніпропетровської області»**

Студент-дипломник _____ Корж Сергій Олександрович

Керівник дипломної роботи

к. с.-г. н., доцент _____ Румбах М. Ю.

Консультанти:

з економіки

професор

_____ Приходько І. П.

з охорони праці

доцент

_____ Деркач О. Д.

Дніпро – 2022 р.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет – агрономічний
Кафедра – Рослинництва
ОС «Магістр» Спеціальність – 201 „Агрономія”

«Затверджую»:

Зав. кафедрою рослинництва
професор О.І. Циліорик

« ____ » _____ 20 ____ року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

Коржа Сергія Олександровича

1. Тема роботи: «Ефективність використання системи Precision Planting в технології вирощування кукурудзи в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Гайдамацьке» Дніпровського району Дніпропетровської області».

2. Термін здачі студентом закінченої роботи: _____

3. Вихідні дані до роботи: Культура – кукурудза, підприємство - товариство з обмеженою відповідальністю «Гайдамацьке» Дніпровського району Дніпропетровської області

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

5. Перелік графічного матеріалу(з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Економіка		
2	Охорона праці		

7. Дата видачі завдання: _____

Керівник _____
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний огляд – обґрунтування теми		виконано
2.	Умови проведення досліджень		виконано
3.	Експериментальна частина		виконано
4.	Економічний аналіз		виконано
5.	Охорона праці в господарстві		виконано
6.	Оформлення роботи, висновки і рекомендації виробництву		виконано

Студент дипломник _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

ЗМІСТ

Реферат	5
Вступ	7
1. Огляд літератури	9
2. Об'єкт, предмет та умови проведення досліджень	30
2.1 Об'єкт та предмет досліджень	30
2.2 Умови проведення досліджень	30
3. Методика проведення досліджень	36
4. Результати досліджень та їх аналіз	39
5. Економічна оцінка результатів наукових досліджень	45
6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	48
Висновки та пропозиції виробництву	55
Список використаної літератури	56

Реферат

Найперші сівалки промислового типу почали з'являтися у 50-х роках. До того часу вони сіяли, поширюючи насіння руками та використовуючи дуже примітивні агрегати з кінною тягою. Сьогодні ми працюємо з 24-рядними сівалками, в яких точність макета насіння можна назвати хірургічною. Precision Planting був одним із перших, хто зосередився на перевірці точності і якості кожного окремого етапу навчання. Сьогодні ця компанія - світовий лідер у сфері технології посіву, до якої прагнуть виробники гігантів.

Точне сільське господарство має на меті оптимізувати сільськогосподарське виробництво та якість навколишнього середовища, будучи визначеною як складна система, яка застосовує передові технології в поєднанні з практиками управління сільським господарством та інформацією, специфічною для сільськогосподарських культур, з урахуванням аспектів їх часової та просторової мінливості [1-5]. У поточному контексті він може істотно сприяти задоволенню ринкового попиту на сільськогосподарську продукцію, все більше орієнтуючись на здорову та високоякісну продукцію [6]. Точний посів - це спосіб застосування загальної та поточної концепції, описаної вище. Удосконалення спеціалізованого обладнання, яке може виконувати цю операцію з точністю для різних видів сільськогосподарських культур, є безперервною турботою про фахівців на місцях [9-11]. Для овочевих культур, розміщення правильної кількості насіння на одиницю площі, дотримання встановленої глибини посіву, а також досягнення рівномірності відстані між насінням на ряду і між рядами, значно впливає на врожайність. Правильний розподіл насіння овочів є передумовою вирощування культур з рівномірним і якісним виробництвом, досягаючи економії коштів [3, 10, 12]. Ефективність овочевих культур, особливо тих, що мають лише один урожай на рік, обумовлена рівномірним розподілом насіння в ґрунті, крім підготовки землі, зрошення, утримання культур тощо. Правильна норма посіву забезпечує кращу схожість і оптимальний простір для розвитку рослин, з ефектами придушення бур'янів [13, 14]. Також роботи з контролю бур'янів на овочевих культурах можуть

бути виконані ефективно, як за допомогою класичних, так і інтелектуальних систем, знаючи, що ці культури, порівняно з іншими, мають високу чутливість до нападу шкідливих рослин. [15-18].

Технології точного землеробства дозволяють сільгоспвиробникам покращувати управління конкретними ресурсами сільськогосподарських культур у рослинництві. Досягнення технології посіву для впровадження змінної швидкості руху дозволяють краще використовувати мінливість ґрунту. Змінна швидкість руху дозволяє адаптувати популяцію до мінливості поля і допомагає забезпечити точне виробництво в області, щоб зменшити помилки в процесі посіву. Ще одним важливим аспектом є те, що інтерес до змінної швидкості руху по всьому світу зростає завдяки взаємодії цих технологій з поточними цінами на насіння. Оптимальна популяція рослин може підвищити врожайність сільськогосподарських культур при максимізації прибутку ферми. Метод *site-specific sowing* (SSS), де змінна норма висіву застосовується до кожної ділянки поля окремо, дає можливість оптимізувати щільність посіву в очікуванні найкращого агрономічного та економічного ефекту.

Вступ

Сільське господарство відіграє ключову роль у світовій економіці в останні роки. Оцінки показують, що поточне сільськогосподарське виробництво має збільшитися на 60-100 відсотків, а все інше не зміниться, щоб задовольнити потреби в харчуванні майбутнього людського населення в 9-10 мільярдів. Крім того, інтенсифікація сільського господарства за останні кілька десятиліть мала негативний вплив на навколишнє середовище [2]. В результаті тиск на сільськогосподарську систему більший, ніж будь-коли раніше [1]. З метою мінімізації цих проблем традиційні методи управління сільським господарством були доповнені новими технологіями зондування та водіння та вдосконаленими інформаційно-комунікаційними технологіями (ІКТ) [3].

Грунтуючись на концепції «виробляти більше з меншою кількістю» [4], точне землеробство, також відоме як точне землеробство або розумне землеробство, має потенціал сприяти більш широкій меті задоволення зростаючого попиту на продукти харчування, забезпечуючи при цьому стійкість первинного виробництва, заснованого на більш точному та ресурсоефективному підході до управління виробництвом [5].

Технології точного сільського господарства використовуються на важливих етапах циклу росту культур (підготовка ґрунту, посів, управління посівами, збирання врожаю). Однак, не тільки вирощування сільськогосподарських культур і фруктів отримало вигоду від технологій точного землеробства - фермери, що займаються вирощуванням худоби, також відчують позитивні переваги, отримані від технологій точного землеробства [5]. Точне сільське господарство можна розділити на дві категорії: точне землеробство, яке складається з застосування технологій точного землеробства для управління просторовою і часовою мінливістю для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур і якості навколишнього середовища, і точне тваринництво, яке заснована на використанні передових технологій оптимізації внеску кожної тварини. Завдяки такому підходу «на тварину» фермер прагне

досягти кращих результатів у тваринництві [4]. Точне землеробство та точне тваринництво в даний час формуються двома основними технологічними тенденціями: великими даними та можливостями передової аналітики, з одного боку, та аерофотознімками, роботами з годування та доїння, та інтелектуальними датчиками, з іншого [6].

Точне сільське господарство має потенціал сприяти більш широкій меті задоволення зростаючого попиту на продукти харчування, забезпечуючи стійкість первинного виробництва, заснованого на більш точному і ресурсоефективному підході до управління рослинництвом і тваринництвом. Метою наших досліджень є короткий огляд новітніх науково-технічних засобів і датчиків точного землеробства та їх застосування в рослинництві. Цей огляд літератури дозволив нам зрозуміти, що точне землеробство було доведено як високо досліджена і постійно розвивається область через потреби фермерів використовувати ресурси більш оптимізованим способом.

1.Огляд літератури

Впровадження методів точного землеробства дозволяє ЄС збільшити обсяги виробництва сільськогосподарської продукції, забезпечуючи при цьому стійкість європейського агропродовольчого сектора. Отже, ЄС підтримує передові дослідження та інновації в ряді захоплюючих рішень, які посправжньому використовуватимуть всі можливості від того, що обіцяє бути посправжньому сільськогосподарською революцією 21 століття.

Точне землеробство має потенціал сприяти більш широкій меті задоволення зростаючого попиту на продукти харчування, забезпечуючи стійкість первинного виробництва, заснованого на більш точному та ресурсоефективному підході до управління виробництвом - по суті «виробництво більше з меншим». З вибухом цифрової революції технології, орієнтовані, наприклад, на велику дату та «Інтернет речей», також відкрили численні двері для просування методів точного землеробства.

З 70 до 80 % нового сільськогосподарського обладнання, що має певну форму компонента точного землеробства, технології точного землеробства зараз присутні на всіх чотирьох етапах циклу росту культур (підготовка ґрунту, посів, управління та збирання врожаю). Проте користь отримали не лише вирощування врожаю та фруктів - фермери, які займаються вирощуванням худоби, також відчують позитивні переваги, отримані від технологій точного землеробства.

Європейська Комісія надзвичайно зацікавлена у сприянні методам точного землеробства, забезпечуючи фінансування нових інвестицій як за допомогою програм FP7, так і Горизонт 2020. Це гарантує, що фермери не тільки здатні ефективно знижувати витрати без скорочення виробництва, але і пропонують можливість істотно збільшити врожайність, забезпечуючи тим самим ще сильніший поштовх для місцевої економіки. Поряд з економічними міркуваннями, точне землеробство також обіцяє істотні екологічні вигоди розглядається як засіб зробити агропродовольчий сектор Європи більш стійким у довгостроковій перспективі, особливо в прагненні зменшити використання

сектором агрохімікатів, таких як пестициди. Такі екологічні вигоди також вплинуть на набагато більші екологічні амбіції ЄС, такі як жорсткі цілі, передбачені Паризькою угодою про зміну клімату.

Цей CORDIS Results Pack знайомить вас з 17 проектами, що фінансуються ЄС, які були на передньому краї революції точного землеробства. Кілька представлених ініціатив, в тому числі ECHORD Plus Plus (через свої спеціальні субпроекти GAROTICS і MARS), SWEEPER і VINEROBOT зосередилися на розробці передових роботизованих рішень, які будуть безпосередньо розгорнуті на полях і теплицях, щоб зробити оцінку і збирання культур більш ефективними і менш трудомісткими. Інші проекти зосередилися на найсучасніших сенсорних системах, які здатні контролювати та аналізувати дані сільського господарства [11, 14-16].

Зокрема, проект Фігаро розробив складний набір датчиків, який суттєво покращує управління зрошенням для високопродуктивних культур, в той час як проект Симфонія розробив систему раннього попередження, яка швидко виявляє наявність токсинів у молоці, обіцяючи тим самим надати величезну допомогу молочним фермерам. Нарешті, розробка інноваційних додатків та відкритих ІКТ-платформ, які мають на меті консультивати, інформувати та допомагати фермерам, а також заохочувати активну співпрацю між користувачами, була основною метою іншої групи проектів.

Проект Агро ІТ реалізував таку відкриту платформу, використовуючи потужність сучасних смартфонів і економіку додатків. Тим часом, проект FOODIE впровадив хмарну платформу для розміщення як просторових, так і непросторових сільськогосподарських даних, в той час як проект Аудитор розробив наземну систему збільшення GNSS, здатну надавати фермерам високоефективні та економічно ефективні послуги та додатки.

Тепер ми комплексно оновили пакет з додаванням чотирьох нових проектів, які були недостатньо просунуті, щоб бути показані, коли він був вперше опублікований в 2017 році. Включений в це нове оновлення, проект 4D4F допоміг молочним фермерам прийняти рішення щодо управління даними, такі

як, що збираються за допомогою сенсорного обладнання, що призводить до кращих практик для більш стійкого молочного тваринництва. Проект IoF2020 розробив нові рішення для кращої інтеграції технологій «Інтернет речей» (IP) в сільськогосподарські процеси, в той час як проект RECAP надає сховище даних, які можуть бути використані для керівництва фермерів, щоб відповідати правилам CAP, що застосовуються до їх ферм. Щоб обійти це оновлення Pack, проект Smart-AKIS представляє фермерів, радників, дослідників, підприємців, інноваційних брокерів та інших зацікавлених у цій темі, з детальною інформацією про те, які нові технологічні розробки в галузі розумного сільського господарства розгортаються [25].

Змінна швидкість висіву (ЗШР) - це точна сільськогосподарська технологія, яка може правильно і точно регулювати швидкість висіву відповідно до мінливості властивостей ґрунту, рельєфу місцевості, метеорологічних умов та інших факторів. ЗШР не тільки надає кращі можливості для використання змінних характеристик поживних речовин ґрунту та ємності для зберігання води, він також може підвищити врожайність сільськогосподарських культур за рахунок зменшення споживання насіння. Проростання насіння, розвиток культур і потенціал врожайності можуть відрізнитися в різних областях поля, і, таким чином, ЗМР є методом з'єднання кількості насіння з конкретною областю, тим самим збільшуючи врожайність сільськогосподарських культур і виробничі прибутки. Впроваджуючи практику ЗШР, фермери можуть краще управляти ризиком ферми і більше зосереджуватися на інвестуванні в області із найбільшою вірогідністю повернення потенціалу. У більшості регіонів світу впровадження ЗШР в сільське господарство було відносно низьким [1,2]. Карта рецепта - це електронний файл даних, що містить певну інформацію про вхідні ставки, які будуть застосовуватися в кожній зоні поля. Однією з головних причин підвищеного інтересу до ЗШР є те, що технологічні рішення ЗШР були впроваджені в сільськогосподарську техніку і стали легше впроваджуватися. Крім того, інновації ЗШР в поєднанні з високоточними глобальними навігаційними супутниковими системами дозволяють фермерам створювати та

впроваджувати приписи ЗШР для оптимізації розміщення насіння та врожайності [2, 3, 19].

Посів і посадка з різною швидкістю особливо корисні на дуже різномірних полях, тобто на полях з дуже різними ємностями утримання води або рівнем органіки ґрунту. Вимірювання властивостей ґрунту, стану та врожайності рослин проводяться за допомогою системи точного землеробства. Використовуючи отримані дані, коригуються технологічні параметри бура, оптимізується кількість насіння, що вставляється, збільшується потенціал врожайності, поліпшується якість рослин [4]. ЗШР, ймовірно, буде добре працювати у зміні стратегій захисту рослин та живлення рослин [2, 25, 30]. При розробці прикладної програми ЗШР на рівні конкретної ферми необхідний правильний вибір точних агротехнологій для всього комплексу і хороше розуміння середовища зростання різних рослин для кожної галузі. Формування цього розуміння вимагає не тільки гарної інтуїції самим фермером, але і просторових шарів польових даних, які дозволяють розділити поле на окремі зони управління ґрунтами (МЗ), в яких кожному МЗ підвладні унікальні ВРС. Загальні просторові шари польових даних повинні включати карти властивостей ґрунту, дані про різницю висот та карти врожайності раніше вирощених культур [5, 17]. Технології точного землеробства (ПА), операції удобрення та вапнування зі змінною швидкістю застосовуються до окремих польових МЗ [6, 14]. Інші автори підкреслюють, що одним з найважливіших завдань для успішного застосування технології ПА є присвоєння оптимальних показників добрив, вапняків або посіву в окремих польових МЗ [7, 8, 16]. Сучасні фермери добре знають про відмінності в їх продуктивності ґрунту і визнають потенціал використання технологій змінної швидкості в порівнянні з рівномірними показниками. Зображення, що зображують сильно мінливий ріст врожаю на полях, часто використовуються для сприяння привабливості інтуїтивно зрозумілих змінних темпів землеробства. Однак, щоб окупити витрати на застосування змінної ставки, необхідно використовувати тільки добре керовані і точно передбачувані зміни поля. Елемент фізичного огляду ґрунту також буде потрібно, оскільки зв'язок з

установою врожаю пов'язаний з вмістом каменю і текстурою ґрунту, і тому не буде надійним використовувати карти ЄС тільки для прогнозування якості та створення насінневого ложа. Карти врожайності були використані для визначення зон різного потенціалу врожайності та розмірів посадок [7]. ЗШР є дуже важливою, але все ще розвивається технологічною операцією точного сільського господарства, яка має особливо важливий вплив на подальші етапи розвитку заводу та ефективність виробництва всього господарства. Тому важливо мати достатню інформацію для того, щоб застосування ЗШР було успішним. На жаль, ресурси наукової літератури по застосуванню ВРС до різних рослин ще досить обмежені. Зокрема, на посівах під ВРС з однією з найпопулярніших рослин - озимою пшеницею опубліковано небагато результатів досліджень. Озима пшениця є однією з найпопулярніших рослин у світі і є найпопулярнішою рослиною Литви. Крім того, кількість досліджень, проведених з пшеницею ЗШР, залишається обмеженою. Основна мета цього дослідження полягала в тому, щоб переглянути і забезпечити синтез останніх досягнень в методах ЗШР і критично проаналізувати їх придатність з огляду на проблеми, що виникають в польових умовах.

Залежно від країни та регіону для розробки ЗШР використовуються різні методи. Важливим елементом реалізації ЗШР є виявлення факторів, що впливають на врожайність та конкретне розташування, з метою класифікації посівних площ та присвоєння їм необхідних норм, створюючи таким чином рецептурну карту, що ілюструє мінливість ґрунту [2, 37]. Для збільшення значення ЗШР необхідно визначити відповідні зони управління посівами або зони прийняття рішень, в яких можна описати типи ґрунтів, топографію, зрошення, довготривалу історію врожайності, видиму електропровідність тощо [9, 13].

Важливим елементом реалізації ЗШР є встановлення специфічних факторів, що впливають на врожайність, з метою створення зон посіву та призначення ставок, таким чином генеруючи карту рецепту посіву (RX). Принципово

виділяють два основних методи застосування змінної швидкості висіву - ЗШР на основі карти і ЗШР на основі даних датчиків [10, 11, 16].

За допомогою методу картування визначаються властивості ґрунту та врожаю, відбираються проби, виконується моделювання та картування та готуються рекомендації щодо змінної швидкості висіву. Ці кроки виконуються заздалегідь від фактичного використання точного висіву в польових умовах. Тим часом, в датчику на основі даних, ці різні згадані кроки виконуються в режимі реального часу з використанням передових алгоритмів, апаратного та програмного забезпечення [11, 38].

Останні інновації ЗШР збільшують нашу здатність вставляти в поле два різних сорти рослин. Це відповідає багатошаровому методу посіву, де насіння або два різних сорти розподіляються по-різному в одному полі одночасно [2].

З розвитком точних технологій все частіше використовуються технології застосування змінної швидкості. Вони часто базуються не тільки на попередній врожайності, але і на продуктивності ґрунту, структурі ґрунту, органічній речовині, ландшафтному положенні, рельєфі або деякому поєднанні цих [12, 26]. Каспар та ін. [13, 17, 31] виявили, що потенціал врожайності більш високих ландшафтів і крутих схилів був нижчим, ніж у нижчих ландшафтних позицій у роки, коли опади були нижче середнього.

Гріффін і Холліс [14] використовували карти рельєфу ландшафтного положення для визначення ділянок різної врожайності в полі. Іншим поширеним способом отримання плану насіння зі змінною швидкістю є початок обстеження електропровідності ґрунту, яке, поряд з іншими властивостями ґрунту, визначає зміни текстури ґрунту. На малюнку 4 зображена карта польової місцевості, що виділяє різницю висоти в різних місцях поля.

Використання фактичних даних малої площі з ряду локацій може забезпечити наближення плану сівби зі змінною швидкістю з метою збільшення економічної віддачі від сільськогосподарського виробництва. Однак визначення оптимальної норми висіву для кожного поля залишається проблемою. Визначення конкретних зон контролю може бути можливим з використанням

різних властивостей ґрунту [12], але може знадобитися час для встановлення послідовних моделей при різних сівозмінах або режимах обробки ґрунту [38-40].

На основі ґрунту Тейлор та ін. [41] створив карти ЗШР і оцінив їх за допомогою глобальних інформаційних систем ГІС. У своєму дослідженні ґрунт ЕКа вважався показником якості ґрунту, який показав різну (позитивну і негативну) кореляцію між врожайністю і швидкістю посіву в різні роки. Дані ЕСа, зібрані за допомогою пристроїв Veris або електромагнітних ЕМ, показують зони продуктивності ґрунту. Висота і нахил місцевості, зібрані за допомогою кінематики в реальному часі (RTK), також є цінною інформацією. Всі ці дані допомагають визначити МЗ ґрунту і дозволяють встановити відповідну щільність рослин і потенціал врожайності для кожної з цих зон. Це має призвести до виявлення максимальної врожайності для кожної зони. Топографія та ландшафтне положення часто мають значний вплив на властивості ґрунту та, отже, врожайність сільськогосподарських культур, і тому можуть посилювати проксимальне та дистанційне зондування ґрунту.

ЗШР було доведено, що це вигідно для полів з дуже змінними рівнями продуктивності [42]. Муннаф та ін. [43] стверджують, що рівномірна швидкість посіву (РШП), де характеристики поля відрізняються, є недоречним підходом до сталого управління ресурсами ферми. Вони виконали дослідження за допомогою сканування поля онлайн видимої та ближньої інфрачервоної (vis-NIR) спектроскопії та електромагнітного індукційного (ЕМІ) сенсора. Метод рівномірної швидкості висіву порівнювали з двома методами VRS, перший заснований на мапі ґрунтових МЗ, що генерується за даними ЕМІ, і другий обробці на основі злиття vis-NIR вимірних даних ґрунту з Sentinel-2-derived нормалізованим індексом різницевої рослинності (vis-NIRsen). Останній метод дає можливість оцінити взаємозв'язки між основними характеристиками ґрунту і врожайністю за допомогою різних інтервалів висіву. Отримані результати досліджень показали, що обидва методи ЗШР призвели до підвищення врожайності бульб картоплі та вищої економічної віддачі в порівнянні з РШП [43]. Карта проникності ґрунту - це простий, недорогий інструмент, який

фермери можуть використовувати для швидкого та точного опису відмінностей ґрунтів на полях ферм. Ґрунт ЕСа - це здатність ґрунту передавати або передавати електричний струм в одиницях мілісіменів на метр [26, 44-46]. У сільськогосподарській галузі врожайність та карти посівів стають все більш важливими, оскільки ці двопараметричні шари даних допомагають нам краще зрозуміти доцільність ЗШР. Стратегія сівби зі змінною швидкістю для кожного МЗ ґрунту базується на наступних даних: довготривала історія врожайності, продуктивність поля, сухість ґрунту та вологість, очевидна електропровідність, блоки екологічного реагування, тип ґрунту, топографія, ландшафт, схил, дренаж та колір, індекс рослинності культур, ґрунтів та рослин [9].

Дані поля, такі як цифрові карти ґрунту, аерофотознімки, очевидні карти електропровідності або карти врожайності попереднього року, є основою для розрахунку оптимальної швидкості посіву, специфічної для сайту. Таким чином створюються карти застосунків ЗШР, що показують відмінності в швидкості посіву через різні умови, пов'язані з місцем розташування, системою обробітку та короткостроковими параметрами. Це означає, що згенеровані карти ЗШР описують ситуацію лише в певний момент часу [41]. Підготовлені карти за рецептом VRS розпізнаються більшістю сівалок [8].

На різноманітних полях корисно змінювати кількість насіння відповідно до потенціалу ґрунту. У точному сільському господарстві техніка дозволяє адаптувати оптимальну кількість насіння, таким чином заощаджуючи сільськогосподарські ресурси та досягаючи більш екологічно чистого сільськогосподарського виробництва [39]. Основним процесом ЗШР є створення карти попереднього запису для окремих полів.

Дослідження показали, що розробкою таких прогностичних карт необхідно управляти окремо через відмінності в унікальній мінливості та історичному управлінні кожною областю. При проектуванні зон необхідно враховувати близько чотирьох-п'яти змінних (врожайність, ґрунт, місцевість тощо), звертаючи увагу на ті, що обмежують врожайність [2, 14]. При створенні карти рецепта необхідно визначити кількість і різноманітність популяцій рослин у

кожній області перед завантаженням карти на екран кабіни трактора. У більшості випадків може бути близько чотирьох-п'яти змінних, які слід враховувати при проектуванні зон (врожайність, ґрунт, місцевість, органічні речовини тощо), при цьому увага приділяється тим, які є факторами, що обмежують врожайність. При роботі з популяцією (насіння на гектар) необхідно підтримувати різну норму зонування не менше 15-20 %, щоб максимально збільшити врожайність у відповідь на ЗШР.

Загалом, більш високі насінневі популяції будуть знайдені в ґрунтових районах з кращим потенціалом врожайності, а в більш низьких областях врожайності рівень насінневого населення нижчий [37]. Методи зонування можуть включати оцінки повітряних зображень [28], типу ґрунту, знань фермерів про поля [40], характеристик ґрунту [41], історії культур, доступності води, місцевості, карт врожайності або дистанційного зондування [36].

Картографічні системи не підходять для великих варіацій ґрунтових умов, які сильно залежать від погодних умов. Тому майбутнє передове землеробство вимагає систем, які долають обмеження картографічного підходу. Датчик в реальному часі посіву для конкретного місця (site-specific seeding - SSS) вимагає високої роздільної здатності даних, зібраних за допомогою передових сенсорних технологій. Цей безперервний потік даних датчиків послідовно перекладається в інформацію і рекомендації, які повинні бути реалізовані правильним контролером, все в режимі реального часу [10].

Посів за допомогою датчика дає можливість подолати обмеження методу карти. Конструкція пристрою зондування і управління дуже важлива, оскільки неправильна конструкція системи іноді може викликати проблеми [11]. SSS - це точний метод застосування, який враховує притаманну неоднорідність ґрунту для максимізації врожайності сільськогосподарських культур і мінімізації врожайності насіння. Більшість програмних практик SSS базуються на картах зони управління (МЗ), що генеруються з використанням різних входів [11], які включають загальну продуктивність поля, землю та вологу, рослинність ґрунту та сільськогосподарських культур, індекс екологічної реакції [8], атрибути

рельєфу [2], стан родючості ґрунту, структуру [33], колір [9], видиму електропровідність [23, 25] та історичні врожаї [35, 37, 40]. Основними вимогами до впровадження системи ЗШР є наявність правильної технології, правильного процесу картографування рецептів та підготовлених фахівців.

Ключові технології ЗШР включають GPS-приймач та дисплей кабіни з можливістю завантаження та виконання карт за рецептом, збору даних та надання зворотного зв'язку оператору трактора в режимі реального часу про продуктивність свердла та можливості свердління ЗШР. Параметри ЗШР включають гідравлічний привід, який дозволяє змінювати швидкість посіву посівної машини протягом всієї сівозміни [2]. З розвитком кінематики реального часу (RTK) та інших високоякісних GPS-приймачів можна отримати точні топографічні вимірювання одночасно з проксимальними показаннями ґрунтових датчиків [40]. Технології регулювання посіву зі змінною швидкістю можуть працювати на картах рецептів або показаннях датчиків в режимі реального часу (онлайн), які можуть бути адаптовані для зміни швидкості посіву за певними алгоритмами. Специфічні властивості ділянки в польових умовах (властивості ґрунту, OM, ландшафтні відмінності тощо) можна виявити під час посіву зернових або перед посівом за допомогою різних датчиків. Оптичні датчики виявляють частку органічної речовини та/або вологи в ґрунті, безконтактні датчики ЕК виявляють електромагнітну індукцію, електромагнітні індукційні датчики виявляють електропровідність або вологість ґрунту (наприклад, EM38 TopSoil Mapper GEM-2 і DUALEM), електричні датчики опору визначають електропровідність ґрунту, з якого визначається вологість ґрунту, а гамма-датчики визначають частку органічної речовини в ґрунті та текстурі (наприклад, SoilOptix) [25]. Дослідження показали, що датчик реального часу на мультисенсорній платформі Veris (MSP) точно відповідає просторовим моделям органічної речовини (OM) і катіонної обмінної потужності (CEC). Veris OpticMapper може реєструвати значення ґрунту OM і CEC в режимі реального часу за допомогою оптичного датчика з подвійною довжиною хвилі, встановленого на спеціально налаштованому рядному блоці [24].

Це дозволяє видаляти рослинні залишки, а вікно сапфіра внизу датчика прилипати до ґрунту, записуючи показання щосекунди. Звичайні зразки ґрунту отримують з поля після проходження за допомогою OpticMapper, а місця проб ґрунту контролюються вимірюваннями OpticMapper [15, 34].

Інтеграція систем автоматичного зондування, моделювання та управління є складним завданням. Програму «VRfertilizer» та застосування пестициду Chlorpyrifos можна виділити як приклади застосування на основі датчиків [37]. SSS також мають потенціал для застосування подібних принципів і, таким чином, майбутні дослідження повинні зосередитися на розробці та оцінці сенсорних SSS в різних якостях ґрунту та сільськогосподарських культур, місцевих та погодних умовах [11]. Вимірювання видимої електропровідності корелюють з властивостями ґрунту, які впливають на врожайність сільськогосподарських культур, включаючи структуру ґрунту, ємність катіонного обміну, умови дренажу, солоність та властивості надр [26, 38]. Контактний метод картування ґрунту ЕСа використовує сошники, які безпосередньо контактують з ґрунтом, для вимірювання його ЕСа. Інший безконтактний метод використовує електромагнітну (ЕМ) індукцію для вимірювання ґрунту ЕСа [40]. Останній метод може бути використаний для визначення відмінностей властивостей ґрунту в польових умовах. Для створення точного плану відбору проб ґрунту та карти сівби зі змінною швидкістю можна використовувати сканер EM-38 МК-2. При монтажі на пластикові сани ЕСа вимірює від 0 до 150 см глибини ґрунту [22]. Комерційна система картографування ЕКА Veris Technologies вимірює ЕКА на двох глибинах (0-30 см, 0-90 см), коли пристрій протягується через поле.

Можливість вимірювання та отримання результатів приблизно з 25 ділянок проби на гектар надає фермеру або консультанту набір даних з більш високою роздільною здатністю для вимірювання змін у полі рН. Звичайна практика відбору проб ґрунту сітки може забезпечити значення рН для кожної площі 2,5-4,0 га. Роздільна здатність Veris Soil pH Manager від 25 до 40 разів вища, ніж це передбачено звичайною сіткою ґрунту. Контролер рН може бути поєднаний з

грунтовим масивом ЕСа для одночасного захоплення рН ґрунту, ЕСа ґрунту та кольору ґрунту [15]. Датчик працює, опускаючи механічний важіль відбору проб в ґрунт, щоб взяти зразок, а потім підняти зразок перед електродом, встановленим для вимірювання рН перед повторенням процесу. Дослідження показали, що одні одиниці сітки мають широкий діапазон значень рН, часто починаючи від ґрунту, який вимагає вапна до ґрунту з особливо високим рН [29].

Як згадувалося раніше, виділяють два основних методи SSS на основі карт і сенсорних систем. [10]. Відповідно до методу картування, ідентифікація та вибірка ґрунту та врожаю, моделювання, відображення g та підготовка рекомендацій SSS виконуються заздалегідь щодо фактичного використання поля, а в SSS на основі датчика ці різні кроки реалістично виконуються алгоритмами, апаратним та програмним забезпеченням [11]. Карта на основі SSS пов'язана з регулюванням швидкості посіву відповідно до раніше створеної і завантаженої карти рецепта у віртуальному терміналі машини точного висіву. ГІС і геостатистичний аналіз дозволяють зв'язати виміряні атрибути. Виходячи зі стану врожайності різних польових зон, поле ділиться на кілька менших зон, яким присвоюється певна швидкість висіву для створення карти прикладних програм (AM) або карти управління.

Після того, як AM генерується, він перетворюється в машинно-сумісний файл форми і завантажується у віртуальний термінал [30]. При роботі в польових умовах контролер пересіву зі змінною швидкістю забезпечує норму висіву відповідно до оптимальної кількості та відповідного місця, як зазначено в AM. Позитивним аспектом цієї системи є час, необхідний для проведення досліджень, а потім застосування VRS. Це покращує відповіді контролера і згладжує перехідні процеси VRS. Для роботи за цим принципом обладнання використовує датчики на ходу для пересіву зі змінною швидкістю. Датчики органічних речовин в ґрунті визначають різні рівні органічних речовин і відповідно регулюють кількість насіння. Є також лічильники вологості ґрунту, які можуть бути використані для регулювання глибини і для зміни швидкості посіву [10].

Іншим сучасним датчиком ґрунту є SoilXplorer, який використовує інноваційні методи для аналізу структури ґрунту в реальному часі. Це безконтактний датчик, який використовує електромагнітні сигнали для вимірювання ЕСа ґрунту і використовується для виправдання змінної глибини обробки ґрунту, змінної глибини посіву та змінної швидкості висіву. Ґрунт ЕСа сильно корелює з розміром частинок ґрунту і структурою ґрунту. Наприклад, піщані ґрунти мають більші частинки і низьку здатність до утримання води, що призводить до зниження ЕСа, в той час як ЕСа вище в глинистих і органічних ґрунтах. Тому датчик ґрунту може виявити ущільнені ділянки і відповідно виправити робочу глибину. На основі цього принципу вимірювання можна визначити зони типу ґрунту, відносний вміст води та зони ущільнення. В результаті чотирьох котушок прийому ЕКА можна виміряти в чотирьох різних шарах ґрунту (0-25 см, 15-60 см, 55-95 см і 85-115 см) одночасно [23-25]. Датчик SoilXplorer встановлюється на висоті 30-40 см перед трактором або іншою машиною, щоб свердло або ґрунтообробна машина могли кріпитися ззаду [20]. Датчик автономно визначає різні властивості ґрунту, а в режимі реального часу сівалки ISOBUS регулюють швидкість посіву відповідно до текстури ґрунту та відносної кількості ґрунтової води. Найвища норма висіву застосовується до найкращих умов ґрунту та найнижчих до поганих умов, хоча протилежним може бути випадок. За допомогою датчика SoilXplorer фермери можуть поглибити свої знання про ґрунт та підвищити ефективність процесів обробки ґрунту та посіву. Польові випробування показали, що зменшення глибини обробки ґрунту з 18 до 10 см зменшує витрати енергії в процесі обробки ґрунту на 45 %. Крім того, під час цього ж процесу ковзання коліс може бути зменшене приблизно на 53 %, а вихід може бути збільшений приблизно на 20 % [21].

Технологія ЗШР вимагає підготовки рецептурної карти, що показує, як електронний контролер сівалки повинен змінювати проміжки між насінням поспіль, щоб зробити максимально зручною зміну норми висіву. Дійсно, ЗШР може виконуватися комерційними сівалками з електронними контролерами дискового дозування насіння, які можуть змінювати швидкість висіву, змінюючи

відстань насіння по ряду [23]. Існує два основних способи адаптації однорідних сівалок для посіву зі змінною швидкістю, тобто шляхом зміни активної довжини кормового рулону або зміни швидкості обертання валу насінневого лічильника [12]. З додаванням контролера до звичайної сівалки можна змінювати швидкість приводу вузла дозування насіння на ходу. Джафарі та ін. (2010) представила систему модифікації звичайної сівалки в сівалку зі змінною швидкістю. Він складався з двигуна постійного струму з коробкою передач з фіксованою швидкістю кодери для визначення ведучого колеса і швидкості двигуна сівалки, GPS-приймач, контролер електродвигуна постійного струму і ноутбук. Результати досліджень з використанням різних показників посіву від 87,5 (низький) до 262,5 (високий) кг га – 1 показали, що час переходу посіву від низького до високого і від високого до низького становив 7,4 і 5,2 с відповідно [64]. В даний час виробники сівалки адаптувалися до потреб точного землеробства і пропонують фермерам широкий спектр моделей сівалки для посіву зернових культур за змінною швидкістю. Казлаускас та ін. [22] провели посів озимої пшениці за змінною нормою з сівалкою прямого посіву Horsch Avatar 6.16 SD, а швидкість висіву варіювалася від 146 до 214 кг га – 1. Посів зернових культур зі змінною швидкістю також можна проводити за допомогою 400C Vaderstad Spirit, 6TD Horsch Focus та інших сівалок.

ЗШР було показано, що це вигідно для полів з дуже різноманітною продуктивністю ґрунту. Кількісні оцінки мінливості поля слід враховувати при прийнятті рішення про використання ЗШР. Ми дійшли висновку, що ЗШР може мати мінімальне значення для полів з врожайністю кукурудзи в середньому від 9415 до 16477 кг/га. Якщо типи та характеристики ґрунтів суттєво не відрізняються по полю, ЗШР не може виявитися прибутковим, використовуючи наявні в даний час технології та агрономічні знання [2, 27]. Дослідники на півдні Бразилії оцінювали ЗШР, створюючи зони на основі даних виробника про рівні продуктивності поля, а також восьмирічні дані про врожайність [28]. Швидкість висіву малопродуктивних потенційних площ знизилася, а продуктивність зросла на 1197-1900 кг га – 1 в залежності від врожайності [23]. Рівень популяції

потенційних МЗ з високою родючістю ґрунту збільшився і продуктивність зросла на 888-942 кг га – 1, в залежності від врожайності [23].

Економічне повернення є ключовим питанням для фермерів, зацікавлених у ЗШР. Лоуенберг-ДеБур [30] оцінив економічне повернення ЗШР, використовуючи зони потенціалу врожайності. Потенційна економія ЗШР може становити близько 6,25 га – 1 доларів США в полях різних популяцій посівів [6]. Ці заощадження від ЗШР можуть бути ефективними в умовах зростання цін на насіння. За допомогою цифрових інструментів та збору даних на місцях ЗШР може дозволити фермерам досліджувати та повністю впроваджувати ЗШР та отримувати економічні вигоди від цього [2]. Дані економічного аналізу пшениці показують вплив різних кількостей насіння і різних N рівнів. З даних видно, що посів 120 кг га – 1 дає найвищий чистий дохід, а 60 кг га – 1 дає найнижчий чистий дохід. Найвищий чистий прибуток спостерігався шляхом об'єднання 120 кг га – 1 норми висіву та 120 кг N га – 1 кількості добрив, при цьому мінімальний прибуток був отриманий при внесенні норми висіву 120 кг га – 1, а азотне добриво не використовувалося. Найвища гранична швидкість повернення спостерігалася шляхом об'єднання 120 кг N га – 1 і 120 кг га – 1 seding rate і найнижча гранична швидкість повернення була виявлена на контрольних ділянках, посіяних на 60 кг га – 1 [31]. Кілька дослідників проаналізували економіку SSS з точки зору економічного населення рослин, ступеня мінливості поля, економічної ефективності технологій ЗШР, споживання насіння та врожайності. Bullock та ін [5] встановлено, що оптимальна щільність насіння кукурудзи SSS коливалася від 44 000 до 104 000 насіння га – 1, а врожайність коливалася від 5,1 до 18,3 мг га – 1. Виявлено позитивний коефіцієнт кореляції Пірсона між якістю ґрунту тієї чи іншої площі поля та оптимальною швидкістю висіву. Моделювання показало, що, практикуючи ЗШР, фермери могли збільшити свій дохід до 12 га – 1 доларів США в порівнянні з рівномірною швидкістю висіву. Роберт та ін. [22] оцінювали економічні наслідки посіву кукурудзи для певної області. Їх дослідження визначило кілька комбінацій різних варіантів врожайності (низький, середній і високий) і включило витрати

на насіння і технології VRS, що використовуються в аналізі витрат і вигод. Для надання рекомендацій SSS були використані дві окремі стратегії, а саме рекомендації з агрономічної та економічної норми висіву, які розглядали потенціал врожайності кожного MZ. Згідно з агрономічною рекомендацією, норма висіву кукурудзи становила 44,460, 69,160 та 74,100 га – 1, а за економічною рекомендацією при низькій, середній та високій врожайності MZ становила 49,400, 64,220 та 74,100 га – 1 відповідно [11]. Тейлор та ін. [41] оцінив потенціал SSS в східному Канзасі, США протягом трьох років і показав, що SSS не є прибутковим в умовах вирощування вивчених. Вони також запропонували шукати дешевший метод, щоб зробити SSS економічно доцільним. Елмор і Абендрот [24] критично розглянули кілька досліджень і прийшли до висновку, що SSS є неекономічною технологією. Дані показують, що загальна швидкість посіву кукурудзи 86 450 га – 1 є хорошою швидкістю тестування на місцях, але не обов'язково є економічно ідеальною. Оптимальна щільність рослин кукурудзи в даний рік може коливатися від 12350 до 29640 рослин га – 1, залежно від призначення врожаю (тобто зерна, силосу) і умов вирощування [11]. Прийнято вважати, що занадто висока або занадто низька норма висіву є субоптимальною, тому має бути деяке економічно обґрунтоване оптимальне значення норми висіву або діапазон значень [27]. Економічний аналіз Холмса [36] показав, що найвища валова врожайність з гектара отримується при меншій нормі висіву, ніж та, що має найвищу врожайність. У високопродуктивній зоні оптимальна норма висіву для максимізації валових врожаїв була на кілька тисяч нижчою за норму висіву, при якій досягалися найвищі врожаї. Результати досліджень також показали, що ЗШР є цінним інструментом для зменшення втрат через надлишок поживних речовин у неякісних культурах, тобто посів зі змінною швидкістю забезпечує оптимальне використання іншої сільськогосподарської сировини, такої як добрива. ЗШР усуває подвійний посів у мисах і точкових рядах і перерозподіляє оптимальну кількість насіння на дуже неоднорідних полях. У дуже рівномірних полях рентабельність інвестицій ЗШР буде низькою, тоді як у гетерогенних полях з диференційованими зонами продуктивності ґрунту

рентабельність інвестицій буде значно вищою [8, 36]. Автоматична технологія контролю посівних рядів (секцій) дозволяє автоматично контролювати посівні ділянки за допомогою карти посіву, щоб зменшити площі поля, які можуть бути посіяні двічі за рахунок перекриття. Автоматичне управління секцією дозволяє в середньому заощадити 4,3 % насіння, а також знизити втрати врожаю кукурудзи на 17 % в порівнянні з методами посіву, які неминуче викликають подвійні посівні площі [24]. З ЗШР загальна кількість насіння, що використовується в полі, може бути нижчою, що призводить до зниження викидів парникових газів від виробництва насіння [26]. Позитивний вплив ЗШР на викиди парникових газів також може бути обумовлений більш високою врожайністю [35]. Інший показник скорочення ПГ пов'язаний з меншою кількістю палива, необхідного для отримання того ж виходу [36]. Узагальнення аналізу літератури, особистого досвіду та неопублікованих оцінок дозволяє зробити висновок, що застосування ЗШР окупається, коли варіативність поля становить понад 10 %. На думку німецьких дослідників, ефективно застосовувати ЗШР, коли очевидна електропровідність змінюється в полі в середньому кожні 25 м і для NPK (азотний фосфор калію), коли рН змінюється в середньому кожні 50 м. Посів зі змінною швидкістю коштує 10 відсотків.

Мінливість видимої електропровідності, органіки і рельєфу призводить до мінливості густини рослин. Тому корисно застосовувати змінну швидкість азоту. Окупність ЗШР така, що якщо людина заробляє в середньому 100 євро за га, то робота на 400 га окупиться за 1 рік. Таким чином, висновок полягає в тому, що найефективніше і найвигідніше застосовувати ЗШР, коли розмір ферми більше, ніж в середньому 150 га. Однак це також залежить від вирощених культур (можливо, менших), а також використовуваних супутникових карт. Через метеорологічні умови, якщо використовуються супутникові карти, в Литві часто буває похмуро, що може викликати проблеми. Тому краще застосовувати віддалені і проксимальні датчики, близькі до землі, які ефективні в будь-яких метеорологічних умовах. Це збільшує використання безконтактних очевидних приладів оцінки електропровідності через непотрібну потребу в певних умовах.

Ключовим висновком є те, що чим вища мінливість поля (висота, місцевість, пісок тощо), тим вища ефективність ЗШР та окупність. У Литві мінливість більшості полів обумовлена нинішньою культурною, політичною, історичною та кліматичною ситуацією, тому ЗШР окупається і діє по всій країні. Існують різноманітні технології VRA, які можна використовувати з системою GPS або без неї. Дві основні технології для VRA: на основі карт і на основі датчиків. Sensorbased VRA не вимагає карти або системи позиціонування. Датчики на аплікаторі вимірюють властивості ґрунту або характеристики врожаю «на ходу». На основі цього безперервного потоку інформації система управління обчислює вхідні потреби ґрунту або рослин і передає інформацію контролеру, який доставляє вхід до місця, вимірюваного датчиком. Оскільки VRA на основі карт та датчиків має унікальні переваги та обмеження, деякі системи SSCM (site-specific crop management) були розроблені, щоб скористатися перевагами обох методів. Метод на основі карт використовує карти попередньо вимірянних елементів і може бути реалізований за допомогою ряду різних стратегій. Виробники сільськогосподарських культур і консультанти розробили стратегії для різних входів, заснованих на типі ґрунту, кольорі і текстурі ґрунту, топографії (висока земля, низька земля), врожайності культур, даних польової розвідки, віддалених зображень і численних інших джерел інформації, які можуть бути crop- і locationspecific. Деякі стратегії засновані на одному джерелі інформації, в той час як інші включають комбінацію джерел. Незалежно від фактичної стратегії, користувач в кінцевому рахунку контролює швидкість застосування. Ці системи повинні мати можливість визначати розташування машини в межах поля і пов'язувати положення з потрібною швидкістю застосування, «зчитуючи» карту рецепта.

Метод, заснований на датчиках, надає можливість змінювати швидкість застосування входів без попереднього відображення або збору даних. Датчики в режимі реального часу вимірюють бажані властивості - як правило, властивості ґрунту або характеристики врожаю - під час руху. Вимірювання, зроблені такою системою, потім обробляються і використовуються негайно для контролю

аплікатора зі змінною швидкістю. Метод датчика не обов'язково вимагає використання системи позиціонування, а також не вимагає широкого аналізу даних до створення додатків зі змінною швидкістю. Однак, якщо дані датчика записуються та гео-посилаються, інформація може бути використана в майбутніх вправах з управління посівами для створення карти рецепта для інших та майбутніх операцій, а також для надання запису заявки «як прикладної» для виробника [10].

Різні проксимальні та дистанційні сенсорні системи, контактне та безконтактне обладнання, а також технології картографування та моделювання ЗШР в даний час використовуються для визначення мінливості ґрунту та культур. ЗШР залежить від гарного знання характеристик поля, можливостей посівного обладнання, планованої врожайності, продуктивності ґрунту та розуміння взаємодії технології машин з навколишнім середовищем. Віддалені та проксимальні датчики, встановлені на тракторах або позашляховиках, допомагають створювати польові карти змінних властивостей. Точність цих карт і гарне призначення зон управління польовими ґрунтами є успішними результатами ЗШР. Використання обладнання ЗШР окупається за один рік, коли застосовується до 400 га орної землі, а середня вигода становить близько 100 євро за га. Прогнозуючи окупність протягом певного періоду часу, можна зробити висновок, що ЗШР є ефективним, коли розмір ферми в середньому становить не менше 150 га. Однак це також залежить від врожаю і супутникових карт використовується. Використання супутникових карт може бути проблематичним, оскільки часто буває похмуро в Балтійському регіоні. Тому доцільно краще використовувати сенсорні віддалені та проксимальні датчики, які є ефективними у всіх метеорологічних умовах. Одним з найменш чутливих до метеорологічних умов є безконтактні пристрої для видимої електропровідності. Одним з найважливіших висновків є те, що чим вище мінливість польових і ґрунтових властивостей, тим вище ефективність ЗШР і тим швидше окупність. Застосування ЗШР до посіву різних культур показує позитивні агроекономічні тенденції, додаткові врожаї та вищу економічну

віддачу. Зокрема, бракує оптимальної моделі індексу ЗШР, яка б дозволяла застосовувати прецизійний посів залежно від різних факторів продуктивності ґрунту та рослин. Незрозуміло, які мінімальні відмінності між зовнішніми зонами повинні бути для методу SSS, щоб генерувати позитивну віддачу.

Тому, з огляду на найближче майбутнє, вчені, промоутери точного землеробства, виробники машин та практики ЗШР в сільському господарстві стикаються з важливими проблемами в обґрунтуванні застосування ЗШР для різних культур, враховуючи мінливість ґрунту, врожаю, а також навколишнього середовища. Прибалтиці та іншим країнам регіону необхідно провести дослідження технологічних операцій ЗШР найбільш поширених культур, таких як озима пшениця і озимий ріпак, враховуючи агрономічні, технологічні, енергетичні, екологічні та економічні показники. Карта рецепта вказує користувачеві, скільки насіння використовувати в залежності від місця розташування посівного обладнання в полі. Майбутні дослідження повинні відповісти на питання про те, який метод ЗШР найбільш підходить для різних регіонів, оскільки є два погляди на посів з ЗШР. Перший стверджує, що краще розподіляти більше насіння на високопродуктивних ґрунтах і менше на малопродуктивних ділянках. Другий, однак, стверджує, що краще використовувати ЗШР в зворотному напрямку, тобто розподілити більше насіння в бідних ґрунтах і менше в високопродуктивних ґрунтах. Досі бракує знань щодо того, який метод більше підходить для найпопулярніших рослин у Балтійському регіоні. Наше основне майбутнє прагнення - представити схеми та методології досліджень ЗШР та моделей контролю глибини розміщення насіння, які забезпечують точний контроль та дозволяють організувати процес посіву. Методологія дослідження повинна бути розроблена при розгляді неоднорідності ґрунту за допомогою телеметричних систем і багатофункціональних ультрафіолетових (УФ), оптичних (ВІС) і ближніх інфрачервоних (НІР) методів спектроскопії для оптимізації кількості насіння на одиницю площі і глибини вставки під час посіву.

Багатофункціональна модель контролю технології стійкого точного насіння на основі спектрометрії UV-VIS-NIR дозволить нам економити насіння, краще використовувати ґрунт, підвищити продуктивність рослин, захистити навколишнє середовище та зменшити споживання енергії та економічні витрати. Тому у всіх майбутніх дослідженнях особливо важливо перевірити та оцінити новітні методики на практиці на фермах, а потім провести комплексні оцінки параметрів ґрунту, рослин та навколишнього середовища, а також зміни запропонованих методів, щоб знайти оптимальне рішення та найоптимальніші методи для аграріїв. Надалі ми плануємо провести і опублікувати результати досліджень з різних спектрів оцінки і надати точні інструкції і рекомендації для фермерів і підприємців.

2. Об'єкт, предмет та умови проведення досліджень

2.1 Об'єкт та предмет досліджень

Об'єкт дослідження: формування та реалізація генетичного потенціалу гібридів кукурудзи та шляхи їх оптимізації.

Предмет дослідження: система Precision Planting, гібриди кукурудзи диференційний висів.

Методи дослідження. Для досягнення запланованої цілі ми використовували лабораторний і польовий, статистичний та розрахунково-порівняльний методи. Лабораторним методом також визначали і структуру урожаю, та також ефективність ресурсів та навколишнього середовища. Методом статистики проводили оцінку вірогідності одержаних результатів наших досліджень. Розрахунково-порівняльним визначали економічну ефективність досліджуваних нами елементів і технології в цілому.

2.2 Умови проведення досліджень

Товариство з обмеженою відповідальністю «Гайдамацьке» розташоване на території с. Маяк Дніпровського району, що знаходиться у південній частині нашої області. Відстань до найближчого міста обласного центру м. Дніпро – 34 км.

У господарстві вирощують зернові, зернобобові, олійні і технічні культури.

2.2.1 Ґрунтові умови

Ґрунти господарства майже однорідні, бо рельєф місцевості рівнинний, місцями має невеликі схили до 3⁰. Ґрунти господарства поповнюються вологою тільки за рахунок опадів. Ґрунтові води в основному знаходяться дуже глибоко (12-16 м) і не впливають на процес ґрунтоутворення та вологоспоживання культур.

Гумусованість орного шару та ґрунтів господарства в середньому становить 25 см. Із врахуванням ґрунтоутворюючої породи і механічного складу, та гумусованості, та величини гумусованого шару і інших ознак в ґрунтовій карті господарства виділено всього три різновиди ґрунтів. Відсоток фізичної глини в ґрунтах господарства складає 45,9-53,8 %. Ґрунтоутворюючою породою на всій території землекористування є лес.

Агрохімічні показники основних типів ґрунтів господарства «Гайдамацьке» представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Агрохімічна характеристика
типів ґрунтів ТОВ «Гайдамацьке»

Назва ґрунтів	Гумус, %	Вміст рухомих форм, мг/100 г ґрунту		
		N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Чорноземи малогумусні незмиті	3,12	4,2	13,8	15,0
Чорноземи малогумусні слабозмиті	3,03	3,2	12,9	15,4
Чорноземи малогумусні і сильнозмиті	2,86	2,9	10,8	16,6

Показники даних таблиці 1 ілюструють, що основні ґрунти господарства по вмісту гумусу і рівню забезпеченості макроелементами доволі придатні для вирощування сталих врожаїв. На полях можна застосовувати оптимальні дози органічних і мінеральних добрив, повноцінно використовувати засоби захисту рослин до посіву та під час догляду за ними що не буде призводити до суттєвої зміни та реакції самого ґрунтового середовища.

2.2.2 Кліматичні умови

ТОВ «Гайдамацьке» знаходиться у зоні південного степу, який характеризується досить жарким та посушливим літом та дуже малосніжною зимою, коли середньорічна температура повітря становить 8,3°.

Січень - самий холодний місяць, середньорічна температура січня складає -6⁰С. Самий жаркий та посушливий місяць це липень. Температура в середньому +23,4⁰С. Максимальна температура, що була зареєстрована - +42⁰С, а мінімальна -28⁰С.

Осінні приморозки приходяться в період жовтень-листопад, та весняні як правило спостерігались і зазвичай в першій декаді травня. Тривалість безморозного часу у основному 170-185 днів.

В розрізі років відмічається неоднорідність випадання атмосферних опадів в різні роки і періоди року. Влітку часто опади мають зливовий характер. Велика кількість саме продуктивної вологи часто втрачається тому на поверхневе стікання.

Таблиця 2

Середньомісячні і багаторічні температури, ⁰С
(за даними Дніпровської метеостанції)

Роки	Місяці												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2021	-3,6	-1,2	2,8	10,9	17,1	23,5	24,1	21,1	14,9	11,0	2,8	1,2	9,6
2022	-4,3	-2,0	4,1	9,5	18,8	20,3	21,9	22,3	18,4	-	-	-	-
Середня багаторічна	-6,1	-4,2	3,6	10,1	17,2	18,9	23,4	22,1	17,0	10,1	4,9	-1,4	8,3

Середня температура повітря вище 0⁰С спостерігається впродовж 9 місяців (з березня по листопад). Кількість днів із температурою більше +5⁰С в середньому 208, вище +20⁰С – 46 днів. Гідротермічний коефіцієнт в теплий період року становить 1,1.

Величина ГТК показує наступне, що у 2 роки із 10 років величина врожаю формується у умовах саме достатнього рівня зволоження, 6-7 років в недостатньому, та один раз із 10 років і спостерігається дуже сильна посуха.

Таблиця 3

Середньомісячне розподілення опадів по місяцям, мм
(за даними Дніпровської метеостанції)

Роки	Місяці												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2021	33,5	20,8	39,7	40,2	26,8	33,7	36,9	28,7	30,4	37,7	40,5	20,8	389,7
2022	23,0	24,6	28,8	34,7	32,4	31,2	29,1	44,5	62,9	-	-	-	312,1
Середня багаторічна	29	24	31	36	31	42	45	39	37	41	34	38	427

Зима у основному малосніжна. Кількість снігового покриву має істотне коливання у роках від 6 до майже 40 см, максимальна кількість снігу зазвичай випадає в лютому місяці. У зимові місяці і відлиги починають змінюватись дощами, що в окремі роки сприяє утворенню висячої та притертої снігово-льодяної кірки.

Аналіз кліматичної ситуації ТОВ «Гайдамацьке» вимагає, щоб комплекс агротехнічних заходів максимально був спрямований на накопичення та збереження доступної вологи у ґрунті, та раціональне використання її у сезоні.

2.2.3 Оцінка господарської і економічної ефективності системи діяльності господарства

Основна господарська діяльність ТОВ «Гайдамацьке» - рослинництво, додаткова - тваринництво. У господарстві вирощують зернові та зернобобові культури, та технічні, та кормові. Всі вони максимально пристосовані до погодних показників місцевості.

У ТОВ «Гайдамацьке» в обробітку 2141 га землі. Склад і співвідношення на період написання роботи наведені у таблиці 4.

Таблиця 4

Структура земельних угідь

Найменування земельних угідь	га
Загальна земельна площа	2141
Всього сільськогосподарських угідь	2130
В т.ч. рілля	2130
Присадибні ділянки	2
Інші угіддя	9

Сівозміна ТОВ «Гайдамацьке» розроблена з розрахунком спеціалізації господарства і основних вимог наукового землеробства.

Таблиця 5

Структура посівних площ, валовий збір та урожайність основних культур у ТОВ «Гайдамацьке», 2022 р.

Показники	Площа, га	%	Урожайність, т/га	Валовий збір, т
Зернові – всього	1219	57,2	-	-
в т.ч. озимі – всього	790	37,0	-	-
озима пшениця	626	29,3	4,9	3067,4
озимий ячмінь	164	7,7	5,2	852,8
Ярі – всього	429	20,1	-	-
ячмінь	40	1,8	3,8	152,0
кукурудза	389	18,3	6,3	2450,7
Технічні – всього	911	42,7	-	-
соняшник	493	23,1	2,4	1183,2
Ріпак озимий	418	19,6	2,9	1212,2
Всього землі в обробітку	2130	100	-	-

Результати розрахунку валового збору в розрізі культур у таблиці 5 дозволяють нам зробити висновок, що значну частку в структурі посівних площ господарства засівають ярими і озимими зерновими культурами – 57,1 %. Кукурудза вирощувалась на площі 389 га, яка становить 18,3 % ріллі.

Наведені дані показують високий рівень врожайності у відносно посушливий рік та досить непогані валові збори сільськогосподарських культур і про використання новітніх та сучасних технологій в процесі вирощування основних культур.

3. Методика проведення досліджень

Дослідження проводилося у ТОВ «Гайдамацьке» Дніпровського району Дніпропетровської області в 2022 р. Основним методом досліджень були польові і лабораторно-польові експерименти. Для наукового обґрунтування і поставленої мети та реалізації поставлених завдань, узагальнення результатів експериментальної роботи використано метод гіпотези: вибір спрямування дослідження, визначення поточної актуальності роботи, розробка експериментальних схем; діалектичний метод - спостереження за розвитком рослин гібридів кукурудзи та процесами формування рівня врожайності; метод синтезу – узагальнена обробка отриманих результатів наших досліджень; метод аналізу - визначення рівня адаптивності гібридів відповідно умов вирощування; математична статистика - визначення важливості факторів, точності експериментів. Під час проведення спостережень, досліджень та експериментів керувалися методичними рекомендаціями для проведення польових експериментів із кукурудзою [33] та іншими науково-методичними посібниками [35].

Проведено наступні спостереження та дослідження в експериментах з вивчення особливостей розвитку, росту та формування продуктивності рослин, встановлення закономірностей їх реакції на досліджувані заходи, належного обґрунтування висновків та практичних рекомендацій щодо виробництва

1. Фенологічні спостереження. Проведено на всіх варіантах досвіду. Відзначено терміни настання фаз: сходи, цвітіння волосся, молока, воску і повна стиглість. Початок фази 10% рослин і повна фаза 75 % рослин.

1. Висота рослин і кріплення качанів. Всі тестові варіанти вимірювалися під час фази цвітіння. Вимірювання проводилися в двох непропорційних повтореннях на ділянці у 5 місцях по 5 рослин (всього 25 рослин на кожній ділянці). Вимірюється за допомогою вимірювальної рейки: у фазі цвітіння - від поверхні ґрунту до верхньої частини волоті. Висоту кріплення качанів вимірювали у фазі цвітіння на тих рослинах, де вимірювали висоту стебел.

2. Діаметр стовбура вимірювався супортами між першим і другим міжвузлом в всіх варіантах випробувань. 20 рослин були виміряні на місці в двох повтореннях, на типових місцях. Діаметр стебла визначався під час фази цвітіння.

3. Площа листя вимірювалася від фази 6-7 листя до воскової стиглості зерна кожні 20 днів у всіх тестових випадках у двох непропорційних повтореннях. Він визначався шляхом множення довжини листка і його ширини та коефіцієнта 0,75 та суми листків з кожної рослини.

В всіх варіантах індивідуальна та окрема продуктивність рослин визначалася у двох несумісних повтореннях під час фази дозрівання воску зерна. Підраховано кількість продуктивних качанів на 100 рослин. Враховувалися добре розвинені, економічно придатні качани.

Структура врожаю визначалася у всіх варіантах в двох непослідовних повтореннях шляхом аналізу зразків качана, взятих під час збирання врожаю. Була визначена довжина качана і діаметр, вага качана, вага зерна качана, кількість зерен в качані, вага 1000 зерен.

Урожайність зерна визначалася в всіх варіантах за всіма повторами відповідно до «Методичних рекомендацій до польових експериментів з кукурудзою» [33, 38].

Статистична обробка експериментальних даних проводилася за допомогою дисперсійного аналізу у ПК.

Економічна ефективність та оцінка досліджуваних нами прийомів оцінювалася за заключними результатами всіх досліджень.

Дослідження вели з середньораннім гібридом Адевей.

3.2 Характеристика досліджуваних гібридів кукурудзи

АДЕВЕЙ

(ADEVVEY) ФАО – 290

Призначення: зерно

Група стиглості: Середньоранній

Тип зерна: кременисто-зубоподібний

Тип рослини : стей грін – стабільний і високий потенціал урожайності за дуже різних умов

- розкриває свій потенціал продуктивності за інтенсивної технології вирощування

- придатний для надраних посівів та з високою початковою енергією росту

- придатний для виробництва і класичного силосу

- толерантний до посухи

Оцінка за шкалою від 1 до 9 балів:

Потенціал урожайності зерна у своїй групі стиглості

9 ●●●●●●●●●●

Швидкість вологовіддачі

7 ●●●●●●●●●●

Толерантність до пухирчатої сажки

8 ●●●●●●●●●●

Стійкість до вилягання

9 ●●●●●●●●●●

Толерантність до посухи і інших стресових факторів

9 ●●●●●●●●●●

Толерантність до фузаріозу

8 ●●●●●●●●●●

Енергія початкового росту

9 ●●●●●●●●●●

4. Результати досліджень та їх аналіз

Комплекс технологій та обладнання Precision Planting призначений для більш глибокої модернізації сівалок в відповідності вимог якісного посіву. У першу чергу це такий ідеальний вибір і для тих, хто використовує відносно старі моделі сівалок. Сучасні механічні і вакуумні сівалки точного висіву також мають досить значний потенціал модернізації із Precision Planting у наступних напрямках:

- Висока точність розкладання насіння в рядку;
- підвищення критерія сингуляції до 98 – 99 %;
- автоматичне коригування норми висіву;
- автоматичне керування притискним зусиллям;
- збільшення швидкості посіву;
- внесення також рідких добрив.

Технології Precision Planting також ідеально підходять до посіву культур, в яких високий критерій сингуляції істотно впливає на рівень врожайності: соняшник і кукурудза, соя.



Процес висіву насіння

Підраховано, що і на кукурудзі збільшення сингуляції сівби більше 1 % дозволяє отримати приріст врожаю 1 ц/га. Традиційна сівалка точного висіву у середньому дозволяє отримувати сингуляцію близько 94 %. Під час встановленні нового висівного апарату vSet і сингуляція досягатиме 99 %, відповідно можна отримати збільшення врожайності на 5 ц/га тільки за рахунок збільшення ефективності самої сівби. Використання системи DeltaForce та індивідуальних гідроциліндрів під час посіву кукурудзи дає можливість отримати прибавку врожайності аж до 10 ц/га.

Фенологічні спостереження наших досліджень представлені у вигляді таблиці.

Таблиця 6

Фенологічні спостереження у досліді з випробування
гібридів кукурудзи, 2022 р.

Гібрид	Посів	Повні сходи	Повнота сходів, %	3-5 листоків	цвітіння волоті	молочна стиглість	повна стиглість	Період вегетації
Адевей стандартна норма висіву 55000 нас./га	25.04	03.05	96	18.05	15.07	02.08	30.08	124
Адевей змінна норма висіву 47000- 59000 нас./га	25.04	03.05	96	18.05	15.07	02.08	30.08	124

Результати таблиці 6 свідчать, що сходи кукурудзи отримано одночасно на обох досліджуваних варіантах, і тому проходження всіх фенологічних фаз і дозрівання було дружним, період вегетації склав 124 дні.

Площа листової поверхні гібриду Адевей залежала не лише від його генетичних особливостей. Тому залежність площі всієї листової поверхні від досліджуваних факторів також спостерігалась (табл. 7).

Таблиця 7

Динаміка площі поверхні листкової пластини досліджуваного гібриду, дм²

Норма висіву	Гібрид	Повторення			Середнє
		I	II	III	
Стандартна 55000 тис./га	Адевей	43,9	44,8	45,7	44,8
Змінна 47000-59000 тис./га		48,3	47,9	47,1	47,7

Результати таблиці 7 підтверджують, що площа поверхні листової маси залежала у більшій мірі від метеорологічних умов протягом вегетації та особливості досліджуваного гібриду кукурудзи, а також від досліджуваного фактору – якості посіву. Система Precision Planting дозволяє висівати насіння змінною нормою та уникати пересівів на крайових смугах та розворотах техніки, саме тому ми маємо перевагу по площі листової поверхні в розмірі 6,9 % порівняно з стандартною нормою висіву.

Показники таблиці 8 показує, що діаметр качана досліджуваного гібриду кукурудзи знаходився у діапазоні помилки досліду, та довжина качана істотно також не змінювалась на варіанті змінного висіву.

Таблиця 8

Вплив гібриду на формування рослинами
кукурудзи довжини та діаметру качана

Гібрид	Показник	
	Діаметр качана, см	Довжина качана, см
Адевей стандартна норма висіву 55000 нас./га	4,88	19,2
Адевей змінна норма висіву 47000-59000 нас./га	4,92	19,3

Сортова агротехніка і технологія в цілому дуже впливає і на повноцінну реалізацію гібридами свого генотипу. Умови середовища та норма висіву, а також розташування насіння на одиниці площі прямо пропорційно впливають і на продуктивність крізь відмінності конкуренції між рослинами впродовж застосування окремих складових сортової агротехніки в процесі вирощування кукурудзи (табл. 9).

Таблиця 9

Врожайність досліджуваних гібридів кукурудзи, т/га (2022 р.)

Гібрид	Врожайність, т/га
Адевей стандартна норма висіву 55000 нас./га	6,1
Адевей змінна норма висіву 47000- 59000 нас./га	6,4

Отримані результати свідчать, що більшим рівнем врожайності відрізнявся варіант із змінною нормою висіву насіння та відсутністю ділянок поля з пересівом, особливо на розворотних смугах, що пояснюється зменшенню

конкуренції між рослинами на гірших по рівню природної родючості поля. Найбільш оптимальною та економічно вигідною для господарства виявилась система Precision Planting, результатом впровадження якої була прибавка по врожайності 0,3 т/га.

5. Економічна оцінка результатів наукових досліджень

Позитивний результат вирощування кукурудзи залежить і від правильного вибору насіння, та від своєчасно завершеного комплексу вирощування врожаю. У умовах реального стану сільськогосподарської культури, що склалася в нашій країні, та також низька якість використовуваного насінневого матеріалу, дуже важко збирати високі врожаї кукурудзи в напрямку господарств до отримання високих врожаїв зерна при мінімальних витратах робочої сили і коштів, що означає підвищення прибутку.

Прибуток фермерського господарства - продана частина їх чистого прибутку, тобто різниця між виручкою від прямої реалізації продукції та її собівартістю. У ринкових економічних умовах на нашу економічну ефективність, яка на завершальному етапі визначається як його рентабельність, впливає значною мірою ціна фактичної реалізації продукції.

Ефективність виробництва - це досить складна економічна категорія, яка віддзеркалює взаємозв'язок між отриманими результатами та ресурсами, витраченими на їх досягнення.

Високими критеріями ефективності виробництва кукурудзи є так само собівартість одиниці продукції і рівень її рентабельності.

Собівартість - грошове вираження витрат товариства на виробництво і реалізацію продукції. Собівартість відображає, що саме коштує економіка виробництва відповідного виду продукції і якою мірою вона економічно вигідна в конкретних природних і економічних умовах. Зі зниженням рівня собівартості підвищується цінова конкуренція продукції, у зв'язку з чим покращується позиція товариства на товарному ринку.

З досвіду виробників свідчить, що враховуючи високий економічний ефект та економію ресурсів і водночас підвищення врожайності, період окупності модернізації традиційної сівалки точного висіву рівня Precision Planting складає всього тільки 1 рік. Це справедливо і за умови, що такою сівалкою Precision Planting впродовж сезону буде засіяно площу, що найменше 600 га.

В таблиці 10 розраховано економічну складову диференційного посіву кукурудзи в структурі – кількість насіння кукурудзи при сталій нормі і при змінній нормі висіву.

Таблиця 10

Витрати на посівний матеріал кукурудзи в ТОВ «Гайдамацьке», 2022 р.

Норма висіву насіння, шт/га	Стандартна норма – 55000	47000	50000	55000	59000
Площа, га	40	8	19	11	2
Кількість, пос. од	44	7,5	19	12,1	2,4
Всього пос. од, шт.	44	41			
Вартість пос. од., грн.	2480				
Виробничі витрати на посівний матеріал, грн	109120	101680			

Показники таблиці 10 свідчать, що технологія Precision Planting має досить непогану економічну користь, тому при купівлі високовартісного посівного матеріалу кожен фермер може заощадити до 20 % коштів.

Таблиця 11

Економічна ефективність вирощування кукурудзи
в ТОВ «Гайдамацьке», 2022 р.

Показники	Гібрид	
	Адевей стандартна норма висіву 55000 нас./га	Адевей змінна норма висіву 47000- 59000 нас./га
1. Врожайність, т/га	6,1	6,4
2. Ціна 1 т кукурудзи, грн.	6500	6500
3. Вартість валової продукції, грн.	39650	41600
4. Виробничі витрати на 1 га, грн.	23160	22985
в т.ч. на насіннєвий матеріал, грн	2728	2542
5. Виробничі витрати на 1 т, грн.	3796	3591
6. Умовно чистий прибуток, грн.	16490	18615
7. Рівень рентабельності, в. п.	71,2	81,0

Розрахункові дані таблиці 11 вказують, що впровадження сучасної технології посіву суттєво впливає на врожайність та економічну ефективність вирощування зерна кукурудзи.

За рахунок впровадження системи Precision Planting під час посіву кукурудзи господарство отримує на 2125 грн більше чистого прибутку з 1 га, та відповідно на 9,8 в.п. покращується показник рентабельності виробництва.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1. Дослідження стану охорони праці у ТОВ «Гайдамацьке»

Основа політики України у сфері охорони праці відображена у Законі «Про охорону праці».

За стан охорони праці у господарстві відповідає директор. До обов'язків директора належать: фінансування заходів по охороні праці, забезпечення та контроль безпечних умов праці на виробничій ділянці, впровадження техніки безпеки, яка запобігатиме виробничому травматизму, створення санітарно-гігієнічних умов для працівників.

Відповідальність за охорону праці в рослинництві делегується наказом директора на агронома. У господарстві немає спеціаліста з охорони праці, та функції його за внутрішнім сумісництвом виконує інженер. До його обов'язків належить проведення вступних інструктажів, початкових інструктажів, повторних інструктажів, позапланових і цільових інструктажів, організаційне управління охороною праці економіки, навчання працівників, що працюють на підприємстві і здійснення поточного контролю їх контролю.

Працівники частково забезпечені засобами індивідуального захисту і спецодягом та взуттям. Останнім часом працівникам часто не дають спеціального одягу і спеціального взуття. У господарстві не вистачає засобів індивідуального захисту, та ті, які не завжди в належному стані, часто вони потребують повної заміни.

Спостережна агітація на господарстві представлена плакатами і вивісками, та деякі з таких вимагають оновлення. Кабінет охорони праці відсутній. Куточок для охорони праці достатньо давно не оновлювався.

Становище загальної санітарії задовільне. Працівники забезпечені переодягненням, душовими і миючими засобами.

Фінансування основних заходів з охорони праці здійснюється за рахунок підприємства. Працівники не несуть жодних матеріальних затрат стосовно

заходів по охороні праці. Фінансування всіх заходів з охорони праці є недостатнім, і використовується часто не за призначенням.

6.2. Аналіз виробничого травматизму і захворювань, причини їх виникнення у господарстві

Дослідження захворювань визначаємо за три останні роки.

З метою проведення аналізу показників основних захворювань використовуємо в основному статистичний метод. Дані для проведення аналізу вибираємо із статистичної звітності нашого господарства за ф. 7-ТНВ, 9-т, та також на основі всіх актів розслідування нещасних випадків і захворювань за ф. Н-1, Н-2, П-4, П-5 та НТ.

Для кількісного розрахунку захворювань у господарстві використовують наступні показники:

- коефіцієнт частоти захворювань:

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} 100;$$

- коефіцієнт важкості захворювань::

$$K_{\text{в}} = \frac{D}{T};$$

- коефіцієнт втрат робочого часу:

$$K_{\text{вт}} = \frac{D}{P} 100;$$

де: Т – кількість захворювань за досліджуваний період;

Р – середньосписочна кількість працівників, чол.;

Д – сумарна втрата днів працездатності в результаті професійних захворювань, дн.

Головний агроном підприємства щорічно звітує про потерпілих при нещасних випадках і освоєння засобів на основні заходи з охорони праці у формі 7-Тнв. Звіт складається з основи актів форми Н-1 та включають у нього нещасні випадки, які пов'язані тільки з виробництвом.

Враховуючи той факт, що у господарстві випадків травматизму за звітний період не відбулося, проводимо розрахунок тільки показників захворювань.

$$K_{ч\ 2020} = \frac{3}{30} * 100 = 10$$

$$K_{ч\ 2021} = \frac{2}{30} * 100 = 15$$

$$K_{в\ 2020} = 15/3 = 5,0$$

$$K_{в\ 2021} = 8/2 = 4,0$$

$$K_{вт\ 2020} = \frac{15}{30} * 100 = 50$$

$$K_{вт\ 2021} = \frac{8}{30} * 100 = 27$$

Результати розрахунків приведені у таблиці 12.

Таблиця 12

Основні показники захворювань в ТОВ «Гайдамацьке» за 2020 – 2022 роки

Показники	Роки		
	2020	2021	2022
Кількість працюючих, чол.	30	30	29
Кількість захворювань	3	2	-
Втрати днів непрацездатності:	-	-	-
- від захворювань	15	8	-
Коефіцієнт частоти захворювань	10	15	-
Коефіцієнт важкості захворювань	5	4	-
Коефіцієнт втрат робочого часу	50	27	-

Аналіз таблиці 12 свідчить, що загальна кількість працюючих за звітні роки майже не змінилась. За 2020-2022 рр. зареєстровано 5 випадків захворювання, що вказує на важкі та складні умови праці, часте недотримання вимог з техніки безпеки працюючими, відсутність або неналежний контроль в процесі виконання багатьох робіт, відсутність або зношеність засобів захисту.

6.3. Вимоги з охорони праці при посіві кукурудзи

6.3.1 Загальні положення

До роботи на сільськогосподарських підрозділах допускаються особи, які пройшли відповідні навчання, медогляд, інструктажі по охороні праці та є достатньо дорослими.

Не допускаються до роботи вагітні жінки, особи в стані наркотичного та алкогольного сп'яніння.

Роботи необхідно починати в спеціальному одязі, які є спеціалізованим, а також в засобах індивідуального захисту.

Під час зміни слідкуйте за своїм здоров'ям, якщо воно незадовільне, то потрібно припинити роботу, повідомити про це головного працівника охорони праці та проконсультуватися з лікарем.

6.3.2. Вимоги безпеки перед початком роботи

Не починайте роботи, не переконавшись, що всі захисні огорожі встановлені безпечно і правильно.

Періодично перевіряйте надійність зчіпного пристрою, від приводу до його технічних вимог.

Переконайтеся, що опори (підніжки) і поручні (ручки) трактора справні і сухі.

Перед входом в салон очистіть взуття і сходи від бруду.

Переконайтеся, що на відстані 10 м від їх краю біля ярів розорана контрольна канавка і встановлені межі відведених для робіт на схилі і попереджувальні маяки.

Передбачити з усіма учасниками підрозділу виконання своїх обов'язків і порядок виконання робіт. Прибрати сторонніх осіб з робочої зони.

6.3.3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

Не усувати несправності в процесі експлуатації і не допускати до цього інших співробітників підрозділу, не чіпати відкриті рухомі деталі.

Наповніть агрегат добривами після повної зупинки агрегату і транспортного засобу (трактора) матеріалом. Рух агрегату та трактора можна починати тільки після того, як всі учасники процесу зайняли робочі місця, надіслали відповідні, узгоджені сигнали. Постійно стежити за розташуванням співробітників, що обслуговують підрозділ.

Не можна зупиняти агрегат і на крутих схилах, не виконуйте обслуговування агрегату, зупиненого на ненавмисній місцевості. У разі вимушених зупинок з необхідністю виходу з кабіни, гальмо трактора надійно фіксуйте.

Виконувати підйом і опускання робочих стрижнів можна тільки при прямолінійному русі агрегату. Маневрувати в межах певного повороту смуги, не допускаючи при цьому різких поворотів, ривків. Не варто здавати назад з глибокими робочими органами.

Не виконують робіт і не транспортують агрегат по площах з нахилом більше 8-9° (15-16 %). У період роботи агрегату сидіти тільки на спеціально призначених сидіннях, що передбачені конструкцією машини.

Не можна стрибати на землю із кабіни і іншої частини трактора. Коли агрегат рухається не стрибати і не ставати на нього, не відкриватися двічі і не стирчати з кабіни трактора, не стояти на сходинках для огляду робочих органів, не ремонтувати (не коригувати) робочі органи, не сидіти і не стояти на крилах трактора, причіпних зазорах або робочих органах.

6.3.4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

У разі виникнення пожежі терміново зупинити трактор та приступити за допомогою вогнегасника до ліквідації центру горіння, ґрунту, води і повідомити

керівництво і пожежну службу про пожежу. Кожен трактор повинен бути оснащений двома вогнегасниками, багнетною лопатою.

До початку роботи призначають одного відповідального працівника з протипожежної підготовки техніки та організації протипожежного інструктажу механізаторам і комбайнерам.

Забороняється палити категорично і розводити вогнище біля трактора і на полі.

У грози в полі потрібно припинити роботи на механізмах і відійти подальше від техніки на таку відстань, що не менше ніж 50 м.

6.3.5. Вимоги безпеки після закінчення роботи

По закінченню робіт вимкнути вал відбору потужності трактора і акуратно залишити поле та їхати на стоянку сільгосптехніки.

На стоянці перевірте робочі механізми трактора і очистіть його від землі і від сміття.

В кінці всіх робіт змініть робочий одяг та скористайтесь душем.

6.4. Безпека у надзвичайних ситуаціях.

У разі виникнення пожежі негайно телефонуйте в пожежну команду по телефону «101», повідомляйте керівництво та починайте ліквідовувати джерело пожежі відповідно до інструкції про заходи пожежної безпеки.

В разі виникнення осередка пожежі в виробничому приміщенні відключити вентиляційну систему, повідомити пожежну частину, керівника робіт та взяти участь в ліквідації пожежі.

В процесі пожежогасіння видаляють пестициди з району можливого потрапляння води, взаємодія з водою якої неприпустима, або, у крайньому випадку, накривають брезентом, засипають піском, землею.

Дотримуватися спеціальних заходів при гасінні пестицидів, упакованих в металеві бочки або каністри, що від надмірного рівня тиску при підвищенні температури можуть вибухати, розливатися на великі відстані.

Гасити локальні пестицидні пожежі в протигазах з коробками, що обладнані відповідним фільтром.

6.5. Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці у ТОВ «Гайдамацьке»

На підставі аналізу стану безпеки та умов праці в ТОВ «Гайдамацьке» були виявлені малочисельні недоліки, і ми пропонуємо вжити наступних заходів щодо їх подальшого усунення:

- 1) Виділення більшого фінансування на заходи з охорони праці та безпеки.
- 2) Забезпечити всіх працівників сучасними засобами індивідуального захисту та відповідним спецодягом.
- 3) Провести заходи з реконструкції санітарних об'єктів.
- 4) Придбання та встановлення нових попереджувальних знаків у небезпечних зонах.
- 5) Створити кабінет охорони праці.
- 6) Найняти штатного інженера з охорони праці.

Висновки і пропозиції виробництву

Підсумовуючи результати проведених нами польових та лабораторних досліджень ми можемо рекомендувати такі агротехнічні прийоми і технології вирощування кукурудзи, що у умовах Степу України забезпечать умови щодо формування рівня врожайності кукурудзи, близького до її генетичного потенціалу в основі якої лежить ресурсозбереження та зниження енерговитрат.

Розрахунок та результати економічної ефективності впроваджуваних факторів показав високий рівень віддачі гібридів, що дозволяє отримати значну прибавку по основним економічним критеріям порівняно з базовою технологією господарства.

Використання системи Precision Planting у технології вирощування кукурудзи рекомендуємо для подальшого впровадження у умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Гайдамацьке», що дозволить збільшити врожайність та рівень рентабельності виробництва зерна кукурудзи.

Список використаної літератури

1. Seelan S.K., Laguette S., Casady G.M., Seielstad G.A. Remote sensing applications for precision agriculture: A learning community approach. *Remote Sens. Environ.* 2003;88:157–169. doi:10.1016/j.rse.2003.04.007.
2. Roberts D.P., Short N.M., Sill J., Lakshman D.K., Hu X., Buser M. Precision agriculture and geospatial techniques for sustainable disease control. *Indian Phytopathol.* 2021;74:287–305. doi: 10.1007/s42360-021-00334-2.
3. Joint Research Centre (JRC) of the European Commission. Zarco-Tejada P.J., Hubbard N., Loudjani P. Precision Agriculture: An Opportunity for EU Farmers—Potential Support with the CAP 2014–2020. European Parliament; Brussels, Belgium: 2014. Agriculture and Rural Development; Policy Department B: Structural and Cohesion Policies European Union.
4. Bucci G., Bentivoglio D., Finco A. Precision agriculture as a driver for sustainable farming systems: State of art in literature and research. *Calitatea.* 2018;19:114–121.
5. Research eu, European Comission . Precision Farming: Sowing the Seeds of a New Agricultural Revolution. The Community Research and Development Information Service (CORDIS); Luxembourg: 2017.
6. Perakis K., Lampathaki F., Nikas K., Georgiou Y., Marko O., Maselyne J. CYBELE—Fostering precision agriculture & livestock farming through secure access to large-scale HPC enabled virtual industrial experimentation environments fostering scalable big data analytics. *Comput. Netw.* 2020;168:107035. doi: 10.1016/j.comnet.2019.107035.
7. Методичні вказівки до виконання дипломних робіт студентами агрономічного факультету, які навчаються за освітнім ступенем – «Магістр», спеціальність 201 – «Агрономія» /Дніпров. держ. агр.-екон. ун-т. - Дніпро, 2018. – 36 с.
8. A. Nabi, S, Narayan, B. Afroza, F. Mushtaq, S. Mufti, H.M. Ummyiah, A. Malik, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6, (6), 6, (2017) 7 E3S Web of

Conferences 286, 03015 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128603015>
TE-RE-RD 2021

9. F. J. Pierce, P. Nowak, Aspects of Precision Agriculture, *Advances in Agronomy*, 67, 86, (1999)
10. E. M. Brandelero, P. F. Adami, A. J. Modolo, M. M. Baesso, A. J. Fabian, *Journal of Agronomy* 14 (3), 7, (2015);
11. A. Balafoutis, B. Beck, S. Fountas, J. Vangeyte, T. van der Wal, I. Soto, M. GómezBarbero, A. Barnes, V. Eory, *Sustainability* 9, 1339; 28, (2017)
12. D. Cujbescu, Gh. Voicu, Gh. Bolintineanu, V. Vlăduț, D. Manea, C. Persu, S. Bungescu Comparative study regarding the sowing precision of precision sowing machines distribution devices, *Proceedings of The 43 International Symposium on Agricultural engineering "Actual Tasks on Agricultural Engineering"*, Opatija, Croatia, 24th - 27th February 2015, 12, (2015);
13. L. Trivelli, A. Apicella, F. Chiarello, R. Rana, G. Fantoni, A. Tarabella, *British Food Journal*, 121, 8, 14, (2019) 7. D. Cujbescu, V. Vlăduț, Gh. Voicu, N. Ungureanu Researches on obtaining higher qualitative indices for the sowing work, 15th International Scientific Conference "Engineering for Rural Development", *Proceedings*, (15), Jelgava, Latvia, 25th – 27th May 2016, 6, (2016);
14. S. P. Singh, Mukesh K Singh, U. Ekka, M. K. Singh, *Indian Journal of Agricultural Sciences* 89 (12), 5, (2019) 9. D. Cujbescu, S. St. Biriș, Gh. Voicu, M. Matache, G. Paraschiv, V. Vlăduț, M. Bularda, *INMATEH Agricultural Engineering*, 61, 2, 8, (2020)
15. V. P. Khambalkar, D. S. Karale, U. S. Kankal, *Internat. J. Agric. Eng.*, 7 (1), 4, (2014)
16. N. Sharaby, A. Doroshenko, A. Butovchenko, A. Legkonogih, *E3S Web of Conferences* 135, 01080 (2019)
17. T. Kaur, D. Kumar, *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications (IJCSEA)* 3, (3) 8, 2013

- 18.E.A. Alhassan, D.A. Adewumi, B. Okpodjah, *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, 9 (10) 8, (2018)
- 19.T. V. Maxsudovich, M. G. Usmonjonovich, K. S. Rasuljonovich, R. A. Yakubjonovich *IJSTR* 9 (9), 7, (2020) 15. E. Pannaci, B. Lattanzi, F. Tei, *J. Crop Protection* 96, 15, (2017)
- 20.S. Korav, A. K. Dhaka, R. Singh, N. Premaradhya, G. Chandramohan Reddy, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 7 (4), 6, (2018)
- 21.S. A. Fennimore, D. C. Slaughter, M. C. Siemens, R. G. Leon, M. N. Saber, *Weed Technology* 30 (4), 15, (2016)
- 22.B. Melander, B. Lattanzi, E. Pannacci, *Crop Protection* 72, 8, (2015)
- 23.X. Jin, Q. W. Li, K. X. Zhao, B. Zhao, Z.T. He, Z. M. Qiu, *Int J Agric & Biol Eng*, 12 (2), 7, (2019)
- 24.Z. Gobor, H. Heuberger, R. Rinder, Precision plot seeder for medicinal and aromatic plants – concept, development and optimisation, *Hungarian Agricultural Engineering (HAG)* 27, 5, (2015)
- 25.C. Persu, D. Cujbescu, E. Marin, G. Gheorghe, C. Vlad, F. Burnichi, O. Kabas, Seed meters with electric drive at precision seeders, *Proceeding International Symposium, ISBINMATEH 2019*, 4, (2019)
- 26.Erickson, B.; Widmar, D.A. Precision Agricultural Services Dealership Survey Results; Purdue University Department of Agriculture Economics/Department of Agronomy: West Lafayette, IN, USA, 2015; p. 37. Available online: <http://agribusiness.purdue.edu/files/resources/2015-crop-lifepurdue-precision-dealer-survey.pdf> (accessed on 7 February 2021),
- 27.Fulton, J. Variable-rate seeding systems for precision agriculture. In *Precision Agriculture for Sustainability*; Stafford, J., Ed.; Burleigh Dodds Science Publishing Limited, Silsoe Solutions: Cambridge, UK, 2019; pp. 28–297.
- 28.Hoeft, R.G.; Aldrich, S.R.; Nafziger, E.D.; Johnson, R.R. *Modern Corn and Soybean Production*, 1st ed.; MCSP Publications: Savoy, IL, USA, 2000.
- 29.Spogis, L.; Steponavičius, D. Methodology for preparing variable seed rate maps. *Agroinžinerija Ir Energ.* 2019, 24, 194–200.

30. Plant, R.E. Site-specific management: The application of information technology to crop production. *Comput. Electron. Agric.* 2001, 30, 9–29.
31. Bunselmeyer, H.A.; Lauer, J.G. Using corn and soybean yield history to predict subfield yield response. *Agron. J.* 2015, 107, 558–562.
32. Smidt, E.R.; Conley, S.P.; Zhu, J.; Arriaga, F.J. Identifying field attributes that predict soybean yield using random forest analysis. *Agron. J.* 2016, 108, 637–646.
33. Методические рекомендації по проведенню польових опытов с кукурузой / ВНИИ кукурузы. – Днепропетровск, 1980. – 54 с.
34. Lindsey, A.J.; Thomison, P.R.; Nafziger, E.D. Modeling the Effect of Varied and Fixed Seeding Rates at a Small-Plot Scale. *Agron. J.* 2018, 110, 2456–2461.
35. Taylor, R.K.; Staggenborg, S.; Schrock, M.D.; Zhang, N. Using a GIS to evaluate the potential of variable rate corn seeding. In *Proceedings of the ASAE Meeting Presentation, Milwaukee, WI, USA, 9–12 July 2000*; pp. 9–12.
36. Heege, H.J. *Precision in Crop Farming: Site Specific Concepts and Sensing Methods: Applications and Results*; Heege, H.J., Ed.; Springer Science+BusinessMedia: Dordrecht, The Netherlands, 2013.
37. Ehsani, M.R.; Durairaj, C.D.; Woods, S.; Sullivan, M. Potential application of electrical conductivity (EC) map for variable rate seeding. *CIGR E-J.* 2005, 7, 1–17.
38. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз В. П. *Основи наукових досліджень в агрономії: Дія.* – 2005. – 288 с.
39. Dwight, K.; Craig, K.; Grant, H.; Farrell, A. Variable Rate Seeding: Easier Than You Think. Available online: <https://www.cropquest.com/variable-rate-seeding/> (accessed on 31 July 2021).
40. Holmes, A. Transforming variability to profitability—Variable seed rates in New Zealand maize. In *Proceedings of the 7th Asian-Australasian Conference on Precision Agriculture, Hamilton, New Zealand, 16–18 October 2017*; pp. 1–7.

41. Kuang, B.; Mouazen, A.M. Calibration of visible and near infrared spectroscopy for soil analysis at the field scale on three European farms. *Eur. J. Soil Sci.* 2011, 62, 629–636.
42. Silva, E.E.; Baio, F.H.R.; Kolling, D.F.; Júnior, R.S.; Zanin, A.R.A.; Neves, D.C.; Fontoura, J.V.P.F.; Teodoro, P.E. Variable-rate in corn sowing for maximizing grain yield. *Sci. Rep.* 2021, 11, 12711.
43. Bullock, D.S.; Kitchen, N.; Bullock, D.G. Multidisciplinary teams: A necessity for research in precision agriculture systems. *Crop Sci.* 2007, 47, 1765–1769.