

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“ ____ ” _____ 2024р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (дипломний проект)
магістр
(назва освітнього ступеня)

тема роботи **«Обґрунтування раціонального комбінованого
грунтообробного агрегату для стрічкового обробітку ґрунту при
виробництві сільськогосподарських культур.»**

Виконав: студент 2 курсу, групи 21 м-ім
освітньої програми магістр
спеціальності 208«Агроінженерія»
Бардецький Д.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник канд. с-г наук, доцент Головатюк А.А.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Освітня програма магістр
Спеціальність 208 «Агроінженерія»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
А.В. Войтік
“___” 2024р

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)

Студенту: Бардецький Дмитро Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Обґрунтування раціонального комбінованого ґрунтообробного агрегату для стрічкового обробітку ґрунту при виробництві сільськогосподарських культур.»

керівник роботи Головатюк Анатолій Анатолійович, канд. с-г наук, доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
“ 24 ” вересня 2024 р. № 01-06/258

2. Строк подання студентом роботи 20.11.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: конструктивно-технологічної схеми агрегатів і параметрів робочих органів для комбінованого ґрунтообробного агрегату для стрічкового обробітку ґрунту.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: вступ; сучасні етапи застосування прогресивних технологій обробітку ґрунту; теоретичне обґрунтування конструктивно-технологічної схеми агрегатів; дослідити вплив ширини захвату, глибини обробки ґрунту і робочої швидкості руху агрегату на продуктивність; охорона праці; економічна оцінка; загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 20 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломної роботи: мета і завдання дослідження; конструктивно-технологічної схеми агрегату, параметрів та режимів роботи робочого органу; результати розрахунку економічного ефекту; висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/ п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	При- мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	16.10.2023 р.	
2.	Розділ 1. Сучасний стан досліджуваного питання. Мета та завдання дослідження	14.11.2023 р.	
4.	Розділ 2. Теоретичні дослідження	05.02.2024 р.	
5.	Розділ 3. Експериментальні дослідження	4.03.2024 р.	
6.	Розділ 4. Охорона праці	24.05.2024 р.	
7.	Розділ 5. Техніко-економічне обґрунтування запропонованої технології	15.09.2024р.	
8.	Виконання ілюстративної частини роботи	5.10.2024р.	
9.	Представлення роботи керівнику на перевірку	20.10.2024 р.	

Студент _____ Бардецький Д.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Головатюк А.А.,
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Для аналізу існуючої техніки, яка вже використовується в технології смугової обробки ґрунту або аналогічних технологіях, було проведено аналіз ринку та технічний аналіз сільськогосподарських машин. Аналізувалися ринки Північної Америки та Західної Європи. Було визначено ступінь розробленості сільськогосподарських машин на етапі реалізації подальшої її класифікації. Додатково було проведено патентний пошук при Бюро з реєстрації патентів і торгових марок Німеччини, так як багато розробок запатентовані, але на ринок виведені не були.

Метою роботи є підвищення ефективності технологій обробітку сільськогосподарських культур із застосуванням смугового осіннього обробітку ґрунту за рахунок раціонального вибору складу МТА, глибини обробки та дози внесення мінеральних добрив в умовах посушливого клімату.

Відповідно до метою дослідження поставлені такі завдання:

- провести аналіз існуючих ґрунтообробних машин для реалізації технології смугової обробки ґрунту та обґрунтувати доцільність їх застосування;
- удосконалити математичну модель, що описує зв'язок між параметрами впливу на ґрунт і вихідними показниками роботи МТА стосовно смугової обробки;
- обґрунтувати раціональні склади та режими роботи комбінованого агрегату для смугової обробки ґрунту та дати економічну оцінку запропонованих рішень. Об'єкт дослідження: технологічний процес осіннього смугового обробітку ґрунту при обробітку технічних культур.

Предмет дослідження: закономірності, що пов'язують параметри обробітку ґрунту, водний режим та врожайність технічних культур.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що:

- вперше в умовах степу встановлено вплив глибини смугової обробки ґрунту та доз внесення мінеральних добрив на водний режим ґрунту та врожай соняшника.

-удосконалено математичну модель комбінованого ґрунтообробного агрегату та обґрунтовано раціональні склади МТА при обробітку технічних культур за технологією смугової обробки ґрунту.

- розроблено критерії оцінки ефективності обробітку ґрунту.

Теоретична і практична цінність роботи полягає у вдосконаленні математичної моделі комбінованого ґрунтообробного агрегату, як системи взаємодій «ґрунт-знаряддя-трактор», розробці рекомендацій щодо підвищення ефективності осінньої смугової обробки ґрунту за рахунок обґрунтування раціонального ґрунтообробного агрегату, глибини обробки.

Методологія та методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань застосовувалися методи математичного моделювання МТА, математичної статистики, кореляційно-регресійного аналізу, планування польового досліді.

Результати теоретичних досліджень підтверджено експериментальною перевіркою роботи МТА. Достовірність даних базується на застосуванні сучасних методів математичної обробки та статистичного аналізу багатфакторного експерименту з використанням програм Statistica 6.0, Microsoft Office, Matlab.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, 5 розділів , висновків, списку літератури зі 71 найменувань. Зміст роботи викладено на 82 сторінках, включаючи 52 рисунки та 6 таблиць.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 СУЧАСНІ ЕТАПИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРЕСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ОПУСТЕЛЮВАННЮ ҐРУНТІВ.	
1.1 Технології вирощування сільськогосподарських культур.	8
1.2 Смугова обробка ґрунту з одночасним внесенням добрив.	11
1.3 Сільськогосподарська техніка для реалізації смугової технології обробітку сільськогосподарських культур.	18
1.4 Удосконалення технології смугової обробки та конструкції робочого органу для її реалізації. Висновки по розділу. Мета та завдання дослідження.	31
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ СМУГОВОЇ ОБРОБКИ	
2.1 Моделювання роботи ґрунтообробних агрегатів.	37
2.2 Удосконалена математична модель комбінованого ґрунтообробного агрегату.	40
2.3 Визначення енергетичних показників комбінованого агрегату для смужного посіву.	43
2.4 Дослідження впливу ширини захвату, глибини обробки ґрунту і робочої швидкості руху на продуктивність та паливну економічність.	45
2.5 Раціональні параметри комбінованого агрегату для смугової обробки ґрунту. Висновки по розділу.	48
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.	
3.1 Методика польового досліджу	52
3.2 Використовувана техніка на дослідних полях та Методика визначення агрономічних характеристик	54
3.3 Порівняльний аналіз результатів за три польові сезони. Висновки.	62
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	
4.1 Вимоги безпеки під час обробітку ґрунту, сівби, садіння і догляду за посівами.	69
4.2 Рекомендації щодо дотримання вимог техніки безпеки на весняно-польових роботах. Висновки по розділу.	70
5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА	72
5.1 Порівняльна оцінка варіантів глибини смугової обробки ґрунту та доз внесення мінеральних добрив.	72
5.2 Техніко-економічна оцінка ефективності використання МТА для смугової обробки ґрунту. Висновки по розділу.	73
ВИСНОВКИ	76
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	77

ВСТУП

Для забезпечення населення достатньою кількістю якісних та доступних за вартістю продуктів харчування необхідне підвищення ефективності процесів їх виробництва та мінімізація витрат. При прогнозованому зростанні чисельності населення у світі потрібно забезпечити подальшу оптимізацію технологій і процесів виробництва, а також їх адаптацію таким чином, щоб максимально відповідати вищевказаним вимогам [8, 15]. У цьому відношенні оптимізація технологій обробітку ґрунту та обробітку сільськогосподарських культур є актуальним завданням.

Висока ефективність застосування консервуючих технологій смугової обробки ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур встановлена дослідженнями вчених Канади, США, Європи та ін. (Saxton), Дж. Тулберг (J.Tullberg), Шт. Шмідехаузен (S. Schmiedehausen) та В. Цорн (W.Zorn) та ін.).

Це стосується інтенсивності обробки ґрунту, живлення рослин, застосування різних комбінацій робочих органів машин.

На ринку широко представлені конструкції машин для смугової обробки ґрунту провідних світових виробників (Unverferth, Carrotech, Schlagel, JohnDeere та BlueJet, HORSCH, AMAZONE, Kuhn/Krause, Claydon, Hiniker, Environmental Tillage Systems, Claudon, Mzuri, Orthmann та ін.). Вони відрізняються конструктивними виконаннями і призначені для обробітку широкого спектру сільськогосподарських культур.

І СУЧАСНІ ЕТАПИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРЕСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ОПУСТЕЛЮВАННЮ ҐРУНТІВ.

1.1 Технології вирощування сільськогосподарських культур.

Введені в сільськогосподарський оборот степових районів, як і в багатьох регіонах у світі, дали лише тимчасовий позитивний результат. Спочатку висока врожайність на цих територіях була нетривалою, тому сільськогосподарським підприємствам доводилося адаптувати відповідним чином технології, щоб забезпечити населення продовольством на більш тривалий термін [7, 16].

Несвоєчасне прийняття відповідних рішень часто призводить до опустелювання (рис. 1.1). Разом з тим у регіонах, схильних до ґрунтової та (або) кліматичної посушливості, ґрунтовий, рослинний та водний баланс був порушений внаслідок втручання цивілізації [9, 15].

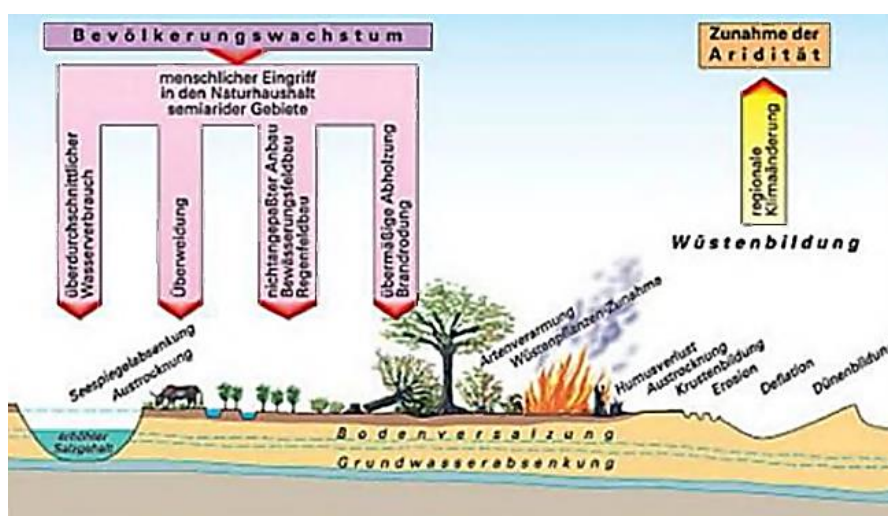


Рисунок 1.1 - Основні причини опустелювання ґрунтів [1, 4]

Внаслідок видалення рослинного покриву, що забезпечує ефективність використання опадів, схильність території до висихання може посилюватися [4, 5].

Поряд із солеутворенням індикаторами процесів опустелювання можуть бути також зменшення кореневого простору для рослин, зниження вмісту поживних речовин у ґрунті або погіршення структури ґрунту.

Щоб уникнути цих процесів, необхідний ґрунтовий покрив повинен становити мінімум 20-40 % [7, 15].

Запобігання швидкому опустелюванню ґрунту можна досягти шляхом зміни способів обробітку ґрунту.

Згідно з класифікацією Центру з впровадження консервуючої технології (Conservation Technologie Integration Center, СТІС) розрізняють три різні групи технологій вирощування сільськогосподарських культур (три типи землеробства) залежно від ступеня покриття поверхні ґрунту. Значною мірою ступінь покриття залежить від інтенсивності обробітку ґрунту.

Технології обробітку ґрунту консервуюча технологія мінімальне землеробство традиційне землеробство технологія нульової обробки технологія грейонової обробки.

Традиційне землеробство включає способи обробітку ґрунту, при яких менше 15 % поверхні ґрунту залишається покрито. До традиційних способів обробки відносяться плужна технологія та всі інші види технологій інтенсивної обробки ґрунту.

При мінімальному (щадному) землеробстві застосовуються технології обробітку ґрунту, при яких після обробітку 15-30 % поверхні ґрунту залишається покрите пожнивними залишками. Залишена на поверхні органічна речовина перешкоджає висиханню ґрунту і тим самим протистоїть утворенню ерозії. Поряд із цим має скорочуватися ступінь розпушування ґрунту, оскільки існує небезпека зниження рівня вологи в ґрунті з кожним подальшим технологічним проходом.

Мінімальна обробка ґрунту знаходиться у тісному взаємозв'язку з розподілом органічного матеріалу на поверхні та всередині ґрунту (управління балансом вуглецю (C)). Якщо цей процес здійснюється, то сільськогосподарська екосистема самостійно знижує рівень ерозії, очищає питну воду і підвищується продуктивність [8, 11].

Консервуюче землеробство передбачає технології обробки ґрунту (іпосіву), при використанні яких понад 30 % поверхні ґрунту залишається покрита пожнивними залишками.

Система консервуючого землеробства підрозділяється своєю чергою на трипідсистеми:

1. Технологія нульової обробки ґрунту (нім. No-Till) та технологія смугової обробки ґрунту (нім. Strip-Till): способи обробки ґрунту, при яких ґрунт залишається необробленим у період між збиранням врожаю і посівним. Винятком є операція із внесення добрив. Посів здійснюється у вузькі посівні борозенки (ряди), створювані ґрунтообробними робочими органами, такими як сошник, розчищаючий орган, долотоподібний сошник і приводний ротор.

При використанні технології смугової обробки ґрунту обробляються вузькі смуги. Як правило, це здійснюється восени, що дозволяє проводити дану технологічну операцію одночасно з внесенням добрив. Навесні дані смуги здійснюється посів. Технологія передбачає застосування хімічних засобів захисту 14 рослин. Під нульовою обробкою ґрунту мається на увазі обробка, при якій порушується менше 25% поверхні ґрунту.

2. Технологія гребеневої обробки ґрунту (нім. Ridge-Till): спосіб обробки ґрунту, при якому на полі механічним шляхом створюються гребені (гряди). У період після збирання врожаю і до моменту обробітку ґрунту обробіток між грядками не проводиться, проводиться лише внесення добрив у посівні ложі на гребенях. Посів також проводиться у посівне ложе на гребенях. Вершини гребенів обробляються за допомогою стрілкової лапи, хвилястого диска, сошників або робочого органу, що розчищає. Поживні залишки залишаються між гребенями. Захист рослин виробляється за допомогою хімічних засобів або механічним способом у процесі обробки ґрунту та формування гребенів.

3. Технологія мульчуючої обробки ґрунту (нім. Mulch-Till): Перед посівом поверхня ґрунту обробляється повністю. Для цього застосовуються такі сільськогосподарські знаряддя, як глибокорозпушувач, культиватор, позовна борона або також може використовуватися поверхневий культиватор. У цій технології можуть застосовуватися хімічні чи механічні засоби захисту рослин.

Таким чином, класичний варіант технології смугової обробки ґрунту, що розглядається в роботі, для обробітку просапних культур згідно з

класифікацією СТІС відноситься до технологій консервуючого землеробства. В даній класифікації технологія смугова обробка ґрунту (Strip-Till) розглядається ближче до технології нульового обробітку ґрунту (No-Till).

Впровадження консервуючої технології обробітку сільськогосподарських культур є найперспективнішим, т.к. мало порушує поверхню ґрунту, що дозволяє скоротити витрати на її обробку.

1.2 Смугова обробка ґрунту з одночасним внесенням добрив.

Поряд із впровадженням консервуючої технології обробітку ґрунту вчені Д. Рейкоски (D. Reicosky) та К. Сакстон (K. Saxton) також вказують на важливість сівозміни та стійкого ґрунтового покриття, наприклад за допомогою проміжних культур [8].

На підставі цих висновків був розроблений спосіб смугової обробки ґрунту, при якому рівень обробки частини оброблюваної поверхні ще більше знижується, але при цьому зберігаються необхідні умови для росту рослин. На думку А. Макгайєра (A. McGuire) технологія смугової обробки є перспективною, т.к. якщо на полі будуть оброблятися тільки смуги, то необроблена поверхня ґрунту складе приблизно 60-80% загальної площі [7, 11].

В обробленій смузі мають бути створені ідеальні умови для розподілу посівного матеріалу. Смуга повинна бути очищена від пожнивних залишків, розпушена, ґрунт подрібнений, засипаний, і в разі потреби внесено добрива. При швидкому прогріванні гребенів навесні досягаються кращі умови для проростання та оптимального росту рослин (рисунок 1.2).

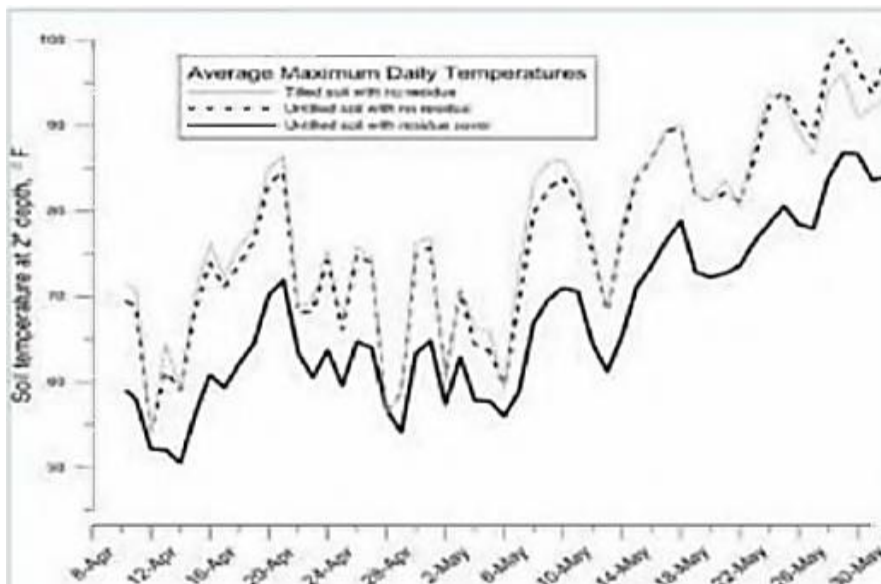


Рисунок 1.2 - Прогрівання ґрунту при різній інтенсивності обробки навесні [7, 11].

У необроблених міжряддях структура ґрунту залишається недоторканою, що у свою чергу не порушує активність ґрунту і, відповідно, призводить до його консервуючого стану.

Такий взаємозв'язок за різної інтенсивності обробки Дж. Тулберг (J.Tullberg) показав з прикладу популяції дощових черв'яків (рисунок 1.3 а).

Прохідність по ґрунту при проведенні наступних робіт також може значно збільшитися, що підтверджується коефіцієнтом інфільтрації (рисунок 1.3 б).

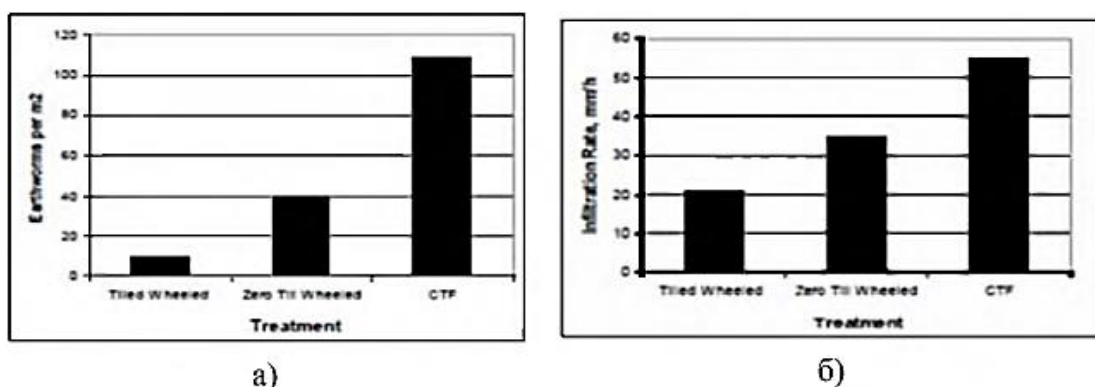


Рисунок 1.3 - Населення дощових черв'яків (а), коефіцієнт інфільтрації (б) при різній інтенсивності обробки ґрунту [9].

За технологією смугового обробітку ґрунту компанія Sudzucker AG з 2008 р.знімається вирощуванням цукрових буряків (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 - Порівняння густоти насаджень цукрових буряків, господарство в Кустенлор (Німеччина, червень 2020 р.) [7, 8].

Компанія має на меті здійснення лише одного технологічного проходу між прибиранням попередника і бурякопосадкою [7, 8].

Головним аргументом на користь використання технології є точновнесення поживних елементів та збереження структури ґрунту.

Компанія Nordzucker AG вже з 2006 року проводить польові експерименти з використанням технології смугової обробки ґрунту, називаючи цю технологію «щілинний», «рядковий» посів (нім. Schlitzsaat).

Польові досліді проводяться спільно з фірмою-виробником сільгосптехніки Kockerling, внаслідок чого технологія протягом цих років значно вдосконалилася.

Паралельно дослідам у буряківництві за технологією смугової обробки ґрунту Університет Хоенхайма також проводив досліді з кукурудзою та ріпаком. Особливий акцент при цьому також зроблено на інфільтрації води та температурі ґрунту (рисунок 1.5).

Певну складність становлять рівномірно розподілена поверхнею солома попередника і глибока колія від тракторних коліс після проведення попередніх технологічних операцій. Ще одним негативним моментом щодо традиційного способу обробки ґрунту є високий рівень популяції мишей на окремих ділянках.

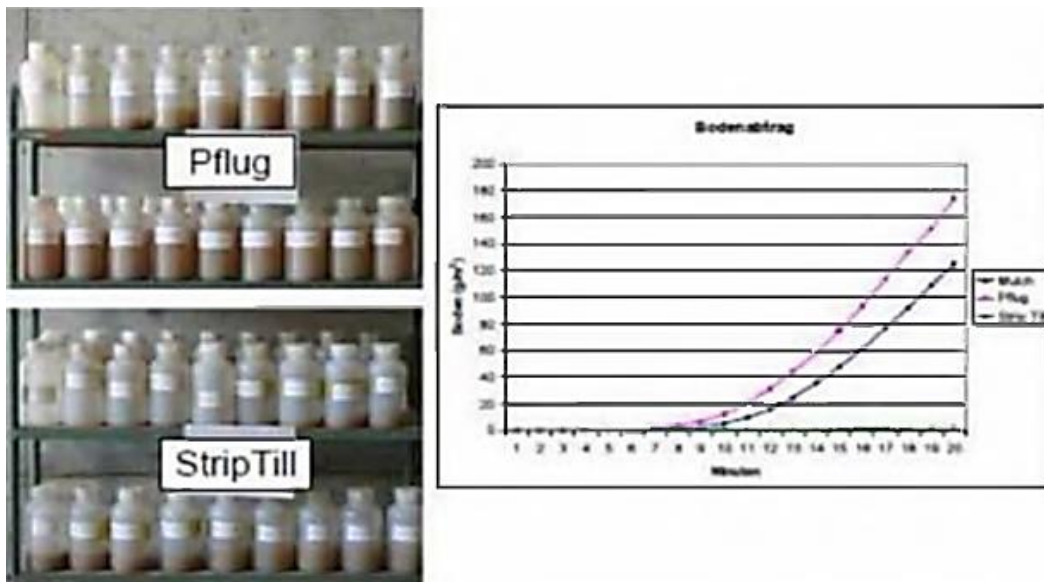


Рисунок 1.5 - Знесення ґрунту при плужній та смуговій технології [5, 9].

Певне поширення вже набуло внесення рідких добрив до ряду для вирощування кукурудзи на силос у регіонах з тваринницьким ухилом. Найчастіше це пропонується фермерам як послуги.

Запропонована технологія дозволяє дотримуватися правові норми щодо попадання нітрату в ґрунтові води.

При використанні технології обробітку ґрунту з можливістю одночасного внесення добрив розрізняють поверхневе та підґрунтове внесення добрив. При внесенні добрив у технології смугової обробки гранульоване добриво вноситься відразу за робочим органом, що розпушує (підґрунтовий горизонт). Сівалка точного висіву, оснащена механізмом внесення добрива (під ґрунтовий горизонт), вносить стартову дозу добрива в ґрунт поблизу посівного ряду [4].

Внесення поверхневих добрив, наприклад, за допомогою розкидачу, на напівзасушливих територіях не рекомендується, оскільки добриво не потрапляє близько до кореня і протягом року внесення залишається недоступним для рослин.

При використанні технології з внесенням добрив у ґрунт передбачається, що добриво впливатиме на рослини інтенсивніше та довше [3, 9].

Насамперед передбачається ефективність впливу певних добрив (наприклад, фосфору та амонію). Калій і магній, навпаки, не мають подібних властивостей і не можуть впливати на кореневу структуру.

Висока концентрація фосфору і амонію у верхньому шарі ґрунту і дефіциту середньому шарі може навіть стримувати зростання кореневої системи.

Б. Бауер (B. Bauer) зазначає, що при комбінованому підґрунтовому позасенсі добрив, склад поживних елементів повинен бути підібраний таким чином, щоб він міг сприяти формуванню кореневої системи (рисунк 1.6).

Добриво без ефективного впливу завжди повинне вноситися під коріння рослин. Культурні рослини виявляють виражений геотропізм, тобто. їх коренева система зростає у напрямку до центру Землі, при цьому в процесі росту рослини освоюють ці добрива випадково в міру зростання. homogene Einarbeitung platzierte Düngung Nährstoffe Am mononium Phosphat Nitrat Kalium Magnesium.

В іншому випадку, до складу добрива, що вноситься, необхідно додати добрива з ефективним впливом.

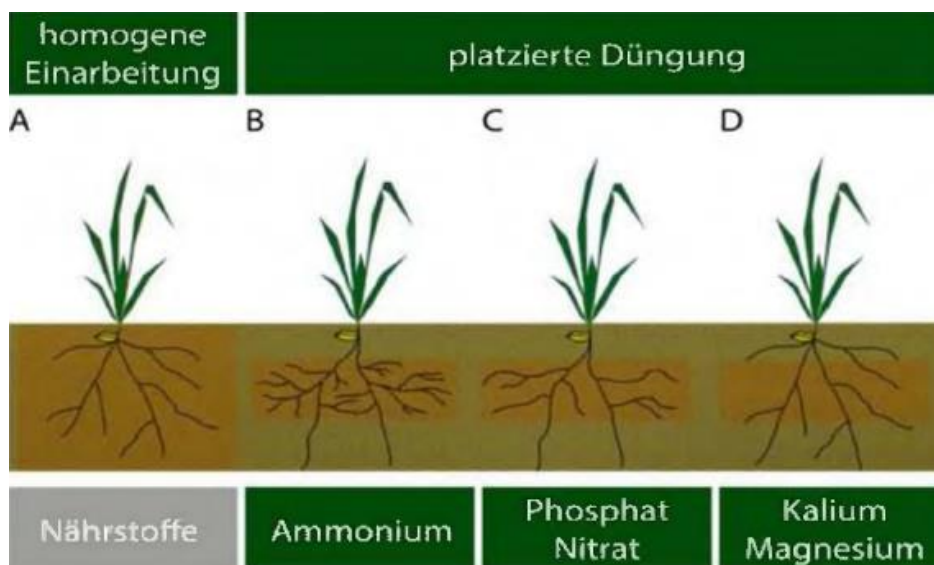


Рисунок 1.6 - Вплив внесених поживних макроелементів на формування кореневої системи [4, 20].

При одночасному підґрунтовому та внутрішньогрунтовому внесенні добрив, обсяг стартової дози (одного з ефективно діючих добрив) повинен бути невеликим – для живлення рослини не більше, ніж протягом двох тижнів . Якщо цей обсяг вищий за норму, зростання кореневої системи рослин сповільнюється, так як живильні елементи знаходяться в межах досяжності, а при настанні посухи через недостатньо сильно виражену кореневу систему може призвести до проблем з харчуванням [4, 10].

Шт. Дайка (St. Deike) вказує на необхідність адаптивної системи поживних елементів при зниженні інтенсивності обробітку ґрунту [4, 6].

У результаті посушливих районах необхідно звертати увагу до відповідний обсяг стартової дози добрива.

Д. Менгель (D. Mengel) та інші вчені встановили, що внесення добрив разом із посівом при консервуючому способі обробітку призводить до більш високої врожайності порівняно з традиційним способом [7, 24].

Й. Галлер (J. Galler), С. Шмідехаузен (S. Schmiedehausen) та В. Цорн (W. Zorn) представили розвиток фосфорозабезпечення ґрунтів у Німеччині та ступінь впливу дефіциту фосфору на врожайність [8, 17, 22].

Характер впливу на рослини аналогічний характеру впливу ущільнень ґрунту (рисунок 1.7).

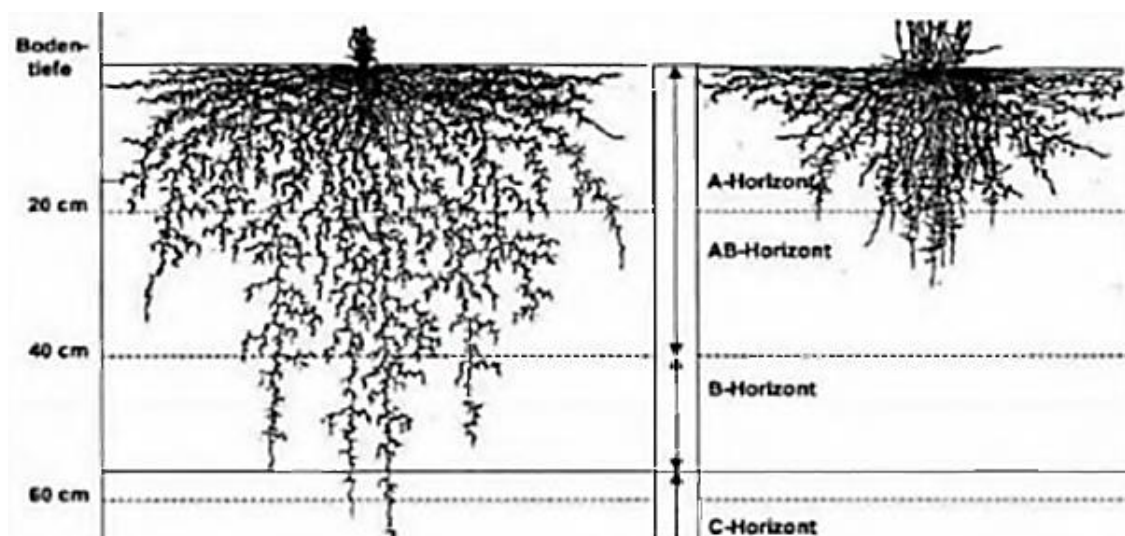


Рисунок 1.7 – Розвиток кореневої системи (М. Соботік): а) достатньо фосфору б) дефіцит фосфору.

На користь прямого внесення добрив виступає можливість уникнення емісії оксиду азоту, яка зрештою повинна розцінюватися як втрата поживних речовин [8, 9].

Технологія смугової обробки ґрунту з одночасним внесенням добрив сприяє тому, щоб азот не зв'язувався завдяки скупченням поживних залишків. За розрахунками Д. Менгеля (D. Mengel) до 33% поверхнево вносимого азоту на полі із зерною кукурудзою стає нерухомим.

При глибокому депонуванні добрив методом підґрунтового внесення рослин у період зростання в умовах зростаючої посушливості відповідно до їх природного зростання і наявності доступної вологи тривалий період часу вдається отримувати достатнє харчування.

Як приблизне значення для підґрунтового внесення наводиться цифра 70-80% дози азоту, закладеної на глибину 15-25 см [11].

У разі непрофесійного внесення добрив занадто велика доза добрива може потрапити близько до паростків і цим призвести до пошкоджень кореневої системи [6, 17].

При підґрунтовому внесенні добрив занадто близько до посівного ряду (або паростків) необхідно звертати увагу на два важливі моменти.

По-перше, вирішальну роль для визначення «відстань до посівного матеріалу» відіграє токсичність добрива, недотримання якого може призвести до випалювання насіння.

По-друге, важливе значення набуває розподіл і кількість добрива, що вноситься для рослини, яке залежить від планованої врожайності. Важливим є кількість вологи в ґрунті. У сухому ґрунті удобрювальна сільконцентрується більше на малих ділянках на відміну від вологого ґрунту [9, 21].

При цьому в розрахунок береться чистий азот, що вноситься в ґрунт одночасно з посівом. Якщо ґрунт сухий, або існує загроза швидкого висихання азоту після його внесення, необхідно зменшити дозу, що вноситься, удвічі. Управління сільському господарству та продовольству Саскачевана випустило рекомендації, представлені рисунку 1.8.

Бейкер (Baker), навпаки, рекомендує внесення максимальної кількості добрив, 15-20 кг чистого азоту.

К. Бейкер (C. Baker) та К. Афзай (C. Afzai) досліджували різні типи внесення добрива у своїй роботі при сівбі ріпаку [3, 8].

Вчені прийшли до висновку, що при прямому висіві і збільшеній кількості добрив, що вносяться, кращий результат досягається при розподілі добрив з боків смуги, а при внесенні в оброблену смугу простежується позитивний вплив на розвиток рослин при більш глибокому внесенні добрив.

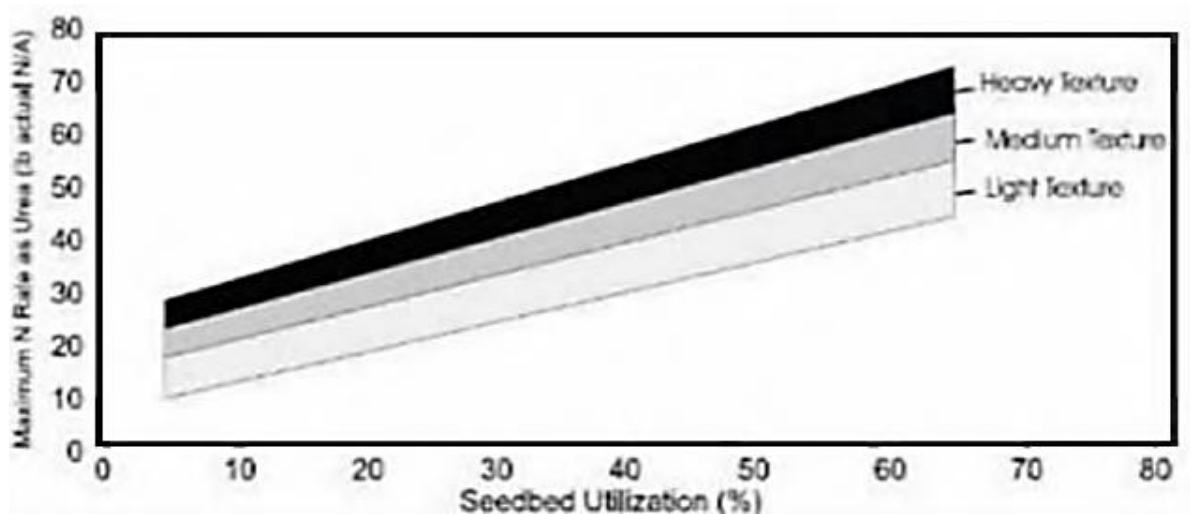


Рисунок 1.8 - Рекомендації щодо внесення сечовини (46-0-0) одночасно з посівом при зростанні вологості ґрунту [15]

1.3 Сільськогосподарська техніка для реалізації смугової технології обробітку сільськогосподарських культур.

Для аналізу існуючої техніки, яка вже використовується в технології смугової обробки ґрунту або аналогічних технологіях, було проведено аналіз ринку та технічний аналіз сільськогосподарських машин. Аналізувалися ринки Північної Америки та Західної Європи. Було визначено ступінь розробленості сільськогосподарських машин на етапі реалізації подальшої її класифікації. Додатково було проведено патентний пошук при Бюро з реєстрації патентів і торгових марок Німеччини, так як багато розробок запатентовані, але на ринок виведені не були.

Концепція будови знарядь для смугової обробки ґрунту полягає в агрегуванні декількох секцій робочих органів один за одним, що виконують кілька операцій на кожному ряді, що обробляється (рисунок 1.9).

Вибір окремих робочих органів часто визначається місцевими природно-кліматичними особливостями та властивостями ґрунту . Декілька рядів робочих органів кріпляться на рамі. Машина смугової обробки ґрунту залежно від можливості повторення контуру ґрунту мають свої особливості.



Рисунок 1.9 - Машина смугової обробки ґрунту фірми Hiniker.

Несуча рама пов'язана через тяговий елемент з трактором і дозволяє встановлювати на ній, крім робочих органів, також бункери для добрив. Залежно від комплектації моделі рама може бути оснащена колісною віссю (причепних знарядь). В інших випадках рама кріпиться на причіпний пристрій трактора. Підйомно-розсувні механізми, що додатково встановлені на рамі знарядь, дозволяють зменшити транспортну ширину машини.

Перед розглядом робочих органів знарядь потрібно представити особливості влаштування рами.

На рисунку 1.10 показано трисекційну раму для різних варіантів секцій робочих органів.

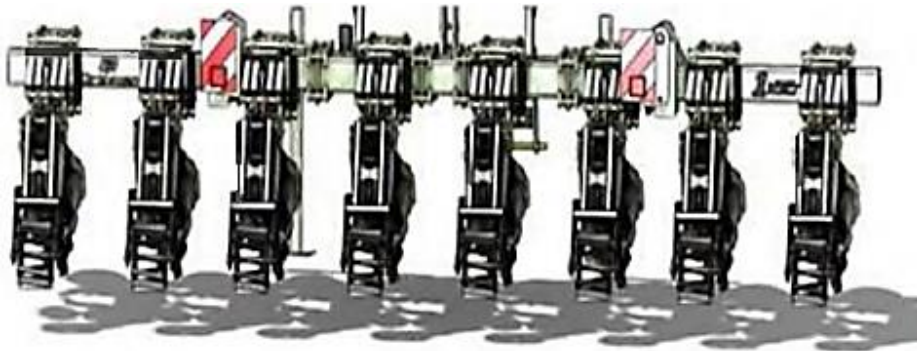


Рисунок 1.10 – Трисекційна рама для різних варіантів секцій робочих органів (машина Orthmann).

Концепція причіпної рами з можливістю здійснення точного висіву показана на рисунку 1.11.

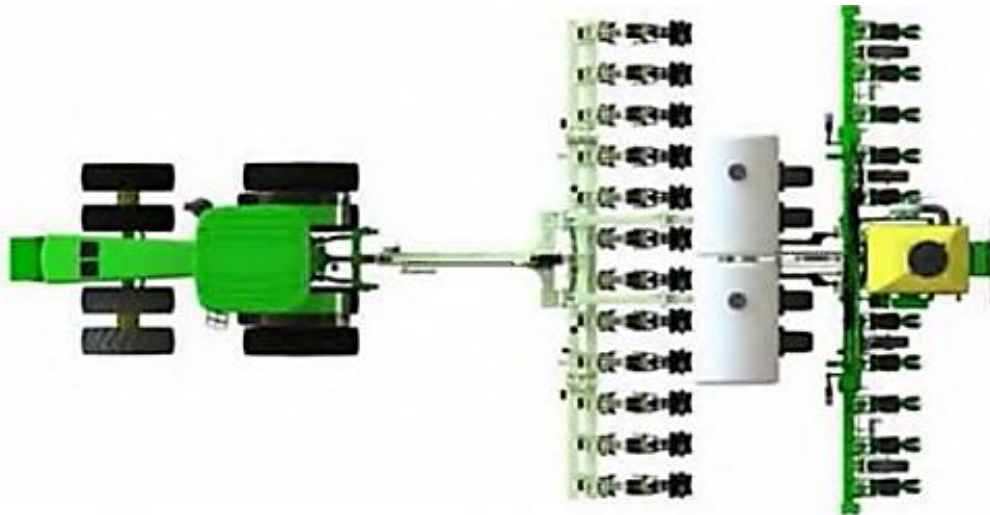


Рисунок 1.11 - Концепція причіпної рами з можливістю здійснення точного висіву (машина Orthmann).

Основа рами має прямокутний переріз. Для використання рами потрібна потужність 20-25 л. с . на один робочий орган (залежно від типу ґрунту), розрахунок при роботі сошника на глибині 20 см. Робоча швидкість руху при використанні рами становить 8-12 км/год. У цьому дозволяє проводити обробку 6, 8, 12, 16, 24 рядів за міжряддя 75 див.

Можливе встановлення додаткової колісної осі, а також оснащення системою керування.

Аналіз літератури та ринку виявив, що спочатку розробка машин для смугової обробки ґрунту здійснювалася більш простим шляхом. Вже відомі ринки машини для внесення добрива до ряду та обробки рядів були

доопрацьовані або адаптовані для смугової обробки ґрунту. Машини використовувалися фактично лише просапних культур (кукурудзи, сої та інших.) [5, 6]. Рамаорудія, як зазначено вище, запозичалася з інших машин, і неї встановлювалися відповідні робочі органи.

Подальші розробки були спрямовані на досягнення більш точного копіювання рельєфу ґрунту та відповідно до покращення характеристик технологічного процесу. У цьому здійснюється індивідуальне переміщення робочих органів глибиною.

Класифікація за цим параметром пропонованих на ринку машин дозволяє виділити три типи:

Тип I: Робочі органи, що розрізають і розпушують, жорстко закріплені на жорсткій рамі. Рама по всій своїй робочій ширині заглиблюється за допомогою опорних коліс. Розчищаючий, гребнеформуючий і подрібнюючий робочі органи сконструйовані таким чином, що вони здатні повторити рельєф ґрунту. Найбільш поширені моделі таких машин виробляються фірмами Unverferth, Carrotech, Schlagel, JohnDeere та BlueJet. У деяких випадках назви даних машин вказують на їхнє функціональне призначення (Carrotech-StripRipper, Unverferth - StripperRipper) (рисунк 1.12).

Тип II: На кожен секцію машини передбачений підрамник, де кріпляться окремі робочі органи. Підрамник з'єднаний з рамою машини за допомогою паралелограмного механізму. Таким чином, цей тип отримує переваги перед першим типом за рахунок кращого копіювання рельєфу ґрунту кожною секцією машини поперек напрямку обробки. Окремі робочі органи можуть бути також індивідуально встановлені на даному підрамнику (рисунк 1.13). Виробниками такої моделі машин є Strip-Cat, Orthman, B&H manufacturer, Bigham Brothers, Hiniker, Carter, Yetter, Kongskilde та Sunflower/Agco. Така модель представлена на ринку виробниками більшою мірою.

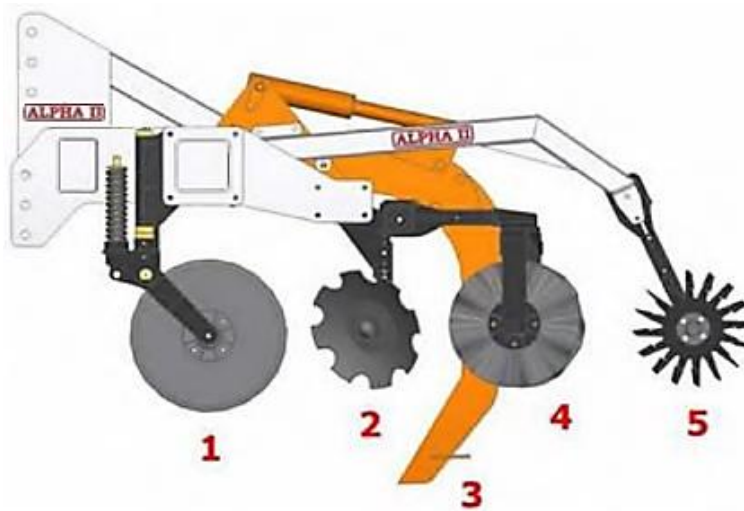


Рисунок 1.12 - Схема секції робочих органів машини для смугової обробки ґрунту Carrotech: 1 - робочий орган, що розрізає, жорстко встановлений на рамі; 2 - робочий орган, що розчищає, пов'язані по 4 шт., рухомий; 3 - рихлячий робочий орган, жорстко змонтований на рамі; 4 - гребнеформуючий робочий орган, здвоєний, рухливий; 5 - робочий орган, що подрібнює, рухливий.

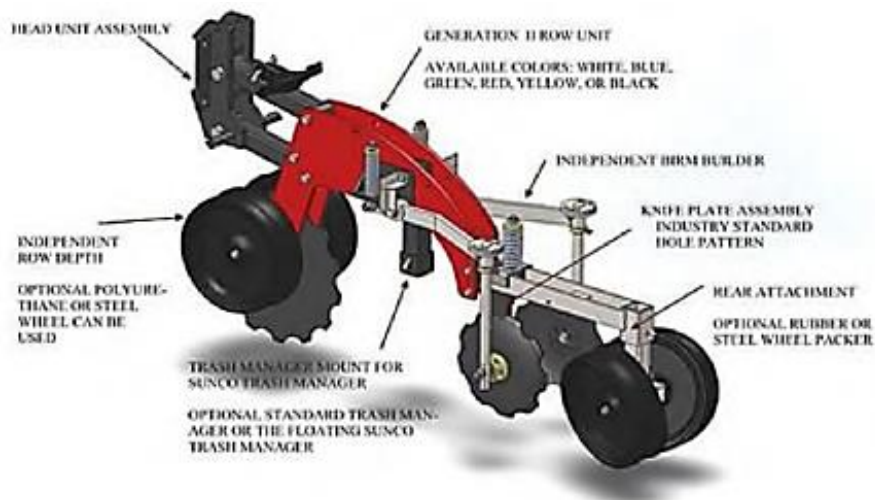


Рисунок 1.13 - Машина Twin Diamonds Industries LLC (Введення з глибинних робочих органів проводиться за допомогою колісної пари).

В описі представлено п'ять функціональних зон робочих органів та їх завдання. Для забезпечення індивідуального копіювання рельєфу ґрунту кожною секцією необхідно ведення по глибині підрамника за допомогою коліс або роликів. На наведеному зразку з цією метою в області ріжучого робочого органу встановлено колісну пару. Встановлені з обох боків від ріжучого

робочого органу колесоподібні елементи також можуть виконувати цю функцію заглиблення.

Тим самим здійснюється виключення необхідності виконання робочими органами, що здійснюють розчищення, гребнеутворення і подрібнення, функції ведення по глибині, яку виконують ріжучий і розпушуючий робочі органи. Це означає, що перелічені робочі органи не мають функціонального навантаження.

У моделях даного типу функцію розпушувального робочого органу може виконувати не тільки стійка, а й диск (рисунок 1.14).



Рисунок 1.14 - Робочі органи машини Soilwarrior фірми EnvironmentalTillage Systems.

Моделі такого типу виготовляє фірма Environmental Tillage Systems. Машини цього виробника як пухкі робочі органи також можуть мати стійки або диски. Розгляд профілю ґрунту, обробленої машиною фірми Environmental Tillage Systems, дозволяє побачити однозначні переваги умов формування кореневої системи, наприклад, кукурудзи.

Така модель найбільш ефективна при використанні її навесні на більш вологих ґрунтах, що дозволяє уникнути переміщення надто вологого матеріалу на поверхню ґрунту.

Тип III: Фірма Kuhn / Krause завдяки своїй системі Gladiator розробила машину, у якій робочий орган, що розрізає, закріплений на рамі машини (див. тип I). Розпушуючий робочий орган - у моделей фірми Krause це стійка - кріпиться до рами машини паралелограмом (див. тип II), а робочий орган, що

подрібнює, виконує функцію ведення по глибині (рисунок 1.15). Такий функціональний принцип формує особливість моделей третього типу.

Відповідно подрібнюючий робочий орган має бути стійким ізносоустійким. Виняток із секції подрібнюючого робочого органу безпосередньо призведе до зміни заглиблення робочого органу, що розпушує.

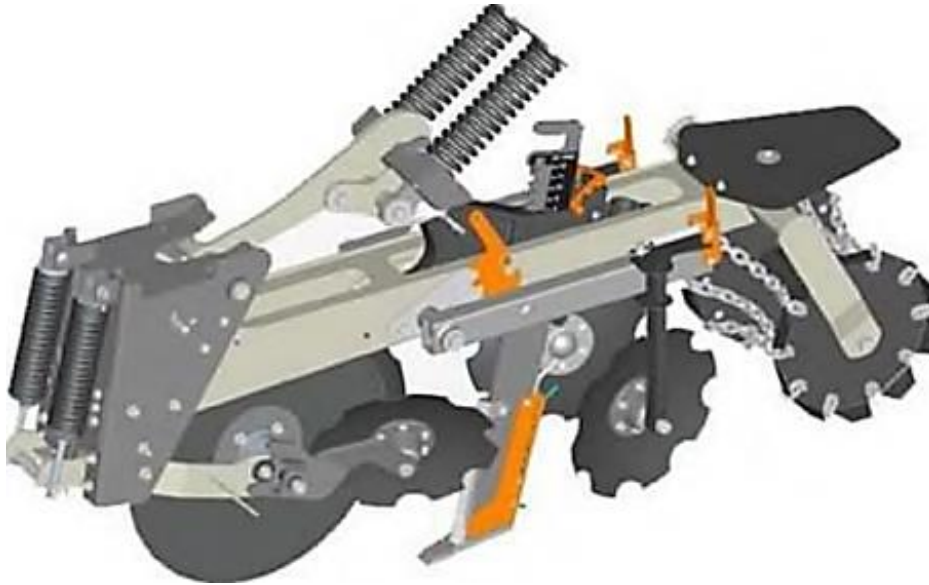


Рисунок 1.15 - Схема секції робочих органів машини Row Unit Gladiator фірми Kuhn/Krause.

Робочі органи секції спроектовані дуже компактно. Навантаження на розпушуючий робочий орган під час роботи ріжучого робочого органу знижено, що формує перевагу при використанні машини на сухих ґрунтах різного типу. Можливість виключення подрібнювального робочого органу відсутня.

Машини всіх трьох типів виконують функціональні завдання розрізання , розчищення, розпушування, гребнеутворення, подрібнення.

Машини для смугової обробки ґрунту розроблялися на основі машин для внесення добрива до ряду та обробки рядів. На машинах фірми Hiniker певні робочі органи можна замінити . В результаті можливості використання даних моделей значно ширший за рисунок 1.16.



Рисунок 1.16 – Схема робочих органів машини фірми Hiniker.

У лісовому господарстві Європи широкого поширення набув ротоватор (рисунок 1.17). Грунтообробка при цьому проводиться без внесення добрив . При первинній посадці робочі органи, жорстко встановлені на рамі стійка або диск, не здатні досягти необхідного рівня розпушування ґрунту.



Рисунок 1.17 -Ротоватор фірми ANWI Maschbau GmbH.

Згідно з дослідженнями, проведеними наприкінці 1990-х рр., використання ро-товатора при вирощуванні кукурудзи здійснювалося лише на певній території.



Рисунок 1.18 - Ротатор Okosem на полі, схильному до ерозії в Австрії (Baertschi Perma-Agrartecnic).

Талі води та дощі зумовлюють необхідність вирішення завдання захисту таких ґрунтів від ерозії у гірській місцевості.

Основними функціональними завданнями машини є розпушування (поверхневе, обмежене), формування гребеня, подрібнення.

При реалізації технології смугової обробки ґрунту з буряківництвом використовують машину, показану на рисунку 1.19 .



Рисунок 1.19 – Машина для смугової обробки ґрунту під цукрові буряки (2011 р.) [8, 14].

Машина має задній триточковий причіпний пристрій, що дозволяє агрегатувати її з сівалками буряків різних виробників. Основними функціональними завданнями машини є розчищення, розпушування, формування гребеня, подрібнення (обмежене).

Смужною обробкою ґрунту при вирощуванні ріпаку займаються два виробники сільськогосподарських знарядь, які інтенсивно співпрацюють з

фермерськими господарствами, що вирощують ріпак за технологією смугової обробки ґрунту.

Концепція компанії AMAZONE полягає в тому, що технологія повинна здійснюватися в розділеній конструктивній формі, тобто в два не пов'язані один з одним етапи. Даний принцип виражається в тому, що на першому етапі смужкова обробка ґрунту здійснюється з можливістю одночасного підґрунтового внесення добрив однією машиною. Безпосередній висів відбувається на другому етапі іншою машиною. Використовуваний принцип більшою мірою відповідає принципу виробників сільгосптехніки США.

Компанія HORSCH виробляє комплексні (комбіновані) машини, що здійснюють за один робочий цикл смугову обробку ґрунту, внесення добрив та висів насіння.

Переваги цих принципів показані у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Основні переваги комбінованого та розділеного принципу реалізації смугової технології.

Комбінований принцип	Розділений принцип
Економія трудовитрат	Ефективне використання оптимального часу висіву насіння
Менша потреба в енергії	Безпосередній висів від більш повільного процесу обробки ґрунту
Відсутність необхідного використання інтегрованої системи рульового управління (докеровування) RTK GPS	Посів може відбуватись в день, обробіток ґрунту – цілодобово
Виключення впливу погодних умов міжобробітком ґрунту і посівом	Більш важкі ґрунти (вміст глини більше 10%) можуть підсохнути перед висівом насіння

Ширина між рядами машин обох виробників порівняно однакова (35-40 см).

До основних функціональних завдань машин фірм HORSCH та AMAZONE відносяться розпушування, формування гребеня, подрібнення.

Машини обох виробників дозволяють вносити добрива (під горизонт) у ґрунт. Подача добрив на глибину здійснюється трубками, встановленими за стійками.

Причіпний механізм на машинах фірми HORSCH (рисунок 1.20) дозволяє агрегатувати їх з сівалками точного висіву та сівалками з дозуванням насіння за обсягом.



Рисунок 1.20 - Машина Focus для смугового обробітку ґрунту під зернові культури з робочою шириною 6 м, фірма HORSCH.

Компанія AMAZONE у технології смугової обробки ґрунту передбачає використання високопродуктивних сівалок точного висіву, які широко застосовуються для сівби просапних культур (рисунок 1.21).



Рисунок 1.21 - Досвідчений зразок машини смугової обробки ґрунту з робочою шириною 6 метрів, фірма AMAZONE.

Обидва вищевказані виробники тестують машини з вирощування рапсу на дослідних полях із зерновими культурами.

Компанія HORSCH скорочує ширину рядів посівних секцій на розробленій комплексній машині вдвічі (з 35-40 см до 20 см). Внесення насіннєвого матеріалу на відміну посіву ріпаку, який висівається безпосередньо в смугу, здійснюється ліворуч і праворуч від країв смуг - у щільний ґрунт.

Фірма Amazone для посіву зернових використовує сівалку точного висіву зменшеною вдвічі шириною між рядами щодо 37,5 см - ширини міжрядь кукурудзи.

Принцип розділеної технології передбачає певну гнучкість при виборі сівалки, у тому числі можливість використання традиційної сівалки (рисунок 1.22).

В цілому при посіві зернових здійснюється спроба ширину міжрядь просапних культур 35 - 75 см скоротити до вузких значень.

Результати наукових досліджень Х. Фосхенріха (H. Vofihenrich) свідчать про те, що в Західній Європі досягнення максимальної врожайності озимих зернових можливе при ширині міжрядь до 24 см [9, 13].



Рисунок 1.22 – Сходи зернових при ширшому міжрядді [5].

В Англії також проводяться випробування з обробітку зернових за один технологічний прохід. Для суцільної передпосівної обробки ґрунту використовуються машини лише для неглибокої обробки, наприклад, штригельну борону.

Кількість робочих органів посівних машин для роботи за смуговою технологією значно менша, ніж на машинах вищевказаних виробників. При здійсненні смугової обробки ґрунту та внесенні добрив ширина між рядами вузька - 33 см. При висіві насіння використовують сошник стрічкового посіву та скорочують відстань необроблених міжрядь ще до 12 см.

Фірми Mzuri і Claydon, що працюють в Англії, пропонують компактні комбіновані машини з робочими органами для обробки ґрунту і висіву

посівного матеріалу. Моделі обох виробників оснащені сошниками на стійках, жорстко встановлених на рамі машини.

Машини також мають лапу культиватора, яка додатково встановлена кожному посівному ряду перед безпосереднім робочим органом внесення насіння. Функція лапи - здійснення глибокого розпушування (до 20 см) і розчищення борозни.

Тільки модель компанії Mzuri має дворядну структуру на обох рядах робочих органів з метою уникнення забивання та залипання (рисунк 1.23).



Рисунок 1.23 - Моделі машин фірм Claudon і Mzuri Фірма Claydon використовує колеса як елементи ведення по глибині, які здійснюють заглиблення рами машини. Розпушальні робочі органи також жорстко кріпляться на рамі.

На машинах фірми Mzuri пухкі сошники також кріпляться до рами, проте завдяки колесу, що прикочується на секцію забезпечується індивідуальне ведення по глибині сошника, що висіює. Колеса машини встановлені по всій ширині машини між пухкої лапою і сошником, що висіває.

Посівна машина Mzuri застосовується після плужної обробки ґрунту. Основними функціональними завданнями машин фірми Amazone та фірми Horsch є розпушування, формування гребеня, подрібнення. Основними функціональними завданнями машин фірми Mzuri є розпушування та подрібнення.

Основне функціональне завдання машин фірми Claydon – розпушування. Просування технології смугової обробки ґрунту у сільгосптоваровиробників Центральної Європи потребує відповідної техніки, яка одночасно могла б використовуватися для виробництва зернових та ріпаку.

1.4 Удосконалення технології смугової обробки та конструкції робочого органу для її реалізації.

У процесі виконання цього дослідження в Бюро патентів і торгових марок Німеччини були запатентовані дві власні розробки претендента у сфері смугової обробки ґрунту . Перший патент (Прикочувальний робочий орган на сільськогосподарських машинах для смугової обробки ґрунту) полягає в спеціальній конструкції машини-знарядь для смугової обробки ґрунту. Другий патент (Технологія та механізм обробки ґрунту) передбачає використання технології смугової обробки ґрунту для посіву культур суцільної сівби (наприклад, пшениці).

Загальне завдання обробки ґрунту як одного з етапів процесу з обробітку ґрунту при більш докладному розгляді можна подати у вигляді кількох підзадач - обробка стерні та перемішування органічних залишків із ґрунтом; розпушування ґрунту (оранка); підготовка посівного ложа; дод. глибоке розпушування.

Загальний результат обробітку ґрунту є результатом виконання сукупності цих окремих підзадач, який у технології обробітку сільськогосподарських культур представлений у формі викликаної зміни стану ґрунту, що утворює тим самим сприятливі умови для безпосереднього посіву.

Виконання даних підзавдань технологія смугового обробітку ґрунту реалізується при обробці смуг. Для різних типів ґрунтів за допомогою різного розташування робочих органів можна забезпечити необхідну якість обробітку ґрунту.

Інтенсивність обробки ґрунту може бути знижена, по-перше, завдяки вибірковій обробці ґрунту (за рахунок відмови від суцільної обробки ґрунту і переходу до обробки ґрунту смугами) і, по-друге, за рахунок оптимізації інтенсивності обробки ґрунту в ряду, на що і орієнтовано патентний винахід.

І тут важливим є комбінація робочих органів, які встановлюються на машині-знарядь для смугової обробки ґрунту. На якість виконання операції впливають також конструкція робочих органів і спосіб їх кріплення.

Новою розробкою, описаною в патенті, є робочий орган, що забезпечує подрібнення ґрунту, що дозволяє додатково здійснювати ущільнення розпушеного ряду. На ньому також можуть кріпитися рядоформуючі елементи (рисунок 1.24).

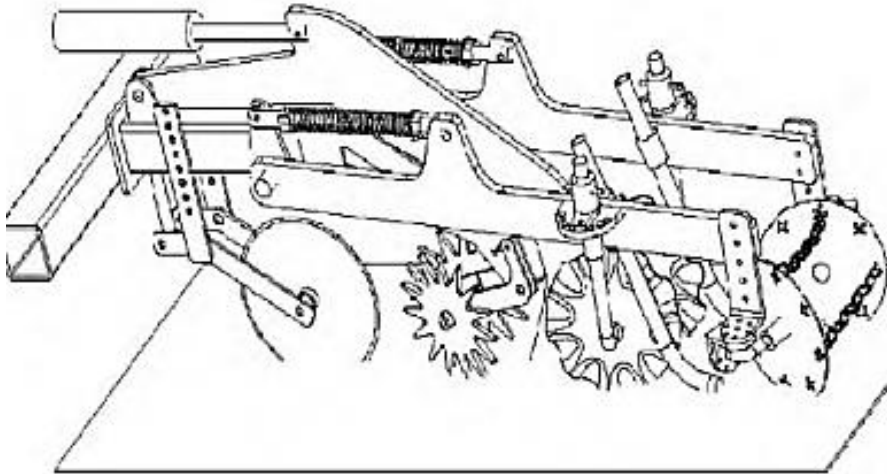


Рисунок 1.24 - Тривимірне зображення секції робочих органів машини-знарядь для смугової обробки ґрунту з особливою конструкцією подрібнюючого робочого органу (пат. DE 10 2023007970 A1).

Розрізаючий, розчищаючий і розпушуючий робочі органи встановлюються жорстко на рамі машини. Рядоформуючий і подрібнюючий робочі органи кріпляться на рамі знарядь рухомо.

Завдяки новому розробленому подрібнюючому робочому органу з'являється можливість налаштування даного робочого органу до різних типів ґрунтів та різних режимів роботи (рисунок 1.25). В результаті забезпечується оптимальна якість обробітку ґрунту для подальшого посіву.

Подрібнюючий робочий орган кріпиться до рами за допомогою довгого важеля, що коливається, з пружинною амортизацією. В результаті це забезпечує копіювання рельєфу по глибині і регулювання навантаження (тиску) подрібнюючого робочого органу за допомогою передачі навантаження від рами машини-знарядь. Бічні диски подрібнюючого робочого органу встановлюються дзеркально (асиметрично), кожен з яких незалежно, як зазначено вище , кріпиться до рами. Завдяки цьому обидва бічні диски

подрібнюючого робочого органу можуть незалежно один від одного рухатися і тим самим повторювати рельєф ґрунту.

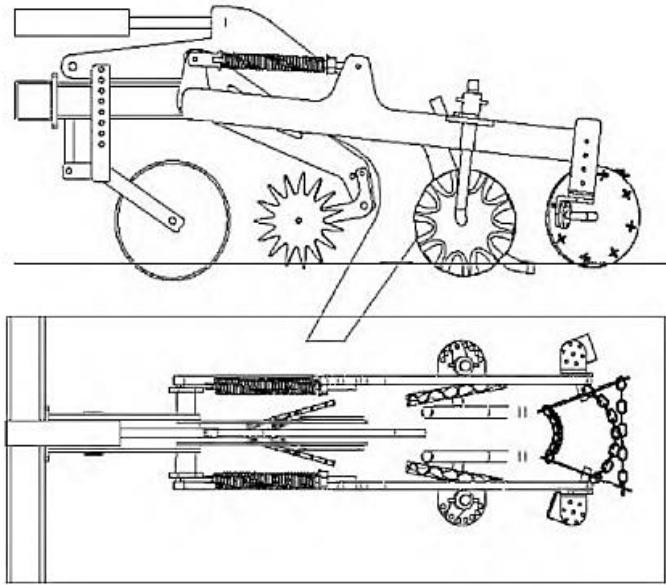


Рисунок 1.25 - Розташування подрібнюючого органу запатентованої машини-знаряддя.

Бічні диски в свою чергу можуть налаштовуватися щодо важелів, що коливаються. Існує можливість зміни кута по ходу руху диска та його кута нахилу. Таким чином дана функція дозволяє переводити робочий орган у нейтральний режим роботи (без значного руху ґрунту) або встановлювати його під кутом (з функцією розрівнювання ґрунту). Це забезпечує можливість регулювання інтенсивності роботи робочого органу і тим самим підбору відповідного режиму роботи робочого органу на різних типах ґрунтів та в різних природно-кліматичних умовах. Виконання даних функцій в інших машин-знарядь, представлених над ринком, можливе лише у разі заміни робочих органів.

Для забезпечення заглиблення (відання по глибині) робочого органу та можливості ущільнення обробленої смуги між обома дисками кріпляться ланцюги. Ланцюги повинні бути достатньої довжини, щоб забезпечувати налаштування бокових дисків як по ходу руху, так і по куту нахилу. Додатковою перевагою використання ланцюгів безперечно є можливість самоочищення даного елемента машини-знарядь.

Для застосування технології смугової обробки ґрунту для вирощування культур суцільної сівби (наприклад, пшениці), які висіваються як правило на

вужчу ширину міжрядь (12,5-25 см), також потрібні нові підходи для адаптації цієї технології. Одне з таких рішень може полягати в тому, щоб не обробляти кожен посівний ряд, а закладати на одну оброблену смугу два посівні ряди. Ця ідея також реалізована в запатентованій розробці: на кресленні органи внесення насіння мають форму відповідних трубок. Вони також кріпляться на важелях дископодрібнюючого органу, що коливаються, з можливістю зміни кута нахилу і глибини закладки. Подрібнюючий робочий орган, маючи таку форму, може здійснювати укриття посівного ряду.

Можливість одночасного внесення посівного матеріалу та добрив у запатентованій розробці окремо не вивчається.

Другий запатентований винахід орієнтований на культури суцільної сівби, зокрема на те, що в рослинницьких господарствах часто вирощування зернових (пшениці, ячменю) чергується з вирощуванням листяних культур (ріпаку, буряків та кукурудзи). Чергування культур дає господарствам різні переваги.

Посівні площі господарств часто не настільки великі, щоб дозволити господарствам придбати різні ґрунтообробні машини-знарядь, і тому використовуються універсальні машини для ґрунтообробки.

Враховуючи необхідність застосування технології смугової обробки ґрунту для господарств з невеликими посівними площами, машина для смугової обробки ґрунту повинна використовуватися для обробітку різних культур нарізну ширину міжрядь. Запатентований винахід являє собою секцію машини для смугової обробки ґрунту, яка забезпечує різну ширину міжрядь для різних культур. На рисунку 1.26 зображено приклад трирядної конструкції машини-знарядь для смугової обробки ґрунту з відстанню між робочими органами 75 см в одному ряду. У режимі роботи всіх робочих органів машини-знарядь здійснюється обробка ґрунту для суцільної сівби зернових культур, тим самим забезпечується обробка поверхні смужками на ширину міжрядь (смуг) 25 см.

Для обробки ґрунту на велику ширину міжрядь окремі робочі органи демонтуються або відкидаються, тобто наводяться в неробоче положення. У робочому положенні залишаються робочі органи позначені значком « X ». В результаті ширина міжрядь складає 50 см або 75 см. При цьому використовуються ті ж самі робочі органи, що і при більш вузькій ширині міжрядь . смугової технології. Багаторазове використання машини-знарядь є можливим. З економічної точки зору є більш ефективним, ніж придбання різних машин-знарядь для смугової обробки ґрунту.

Такий же принцип може бути застосований для іншої ширини міжряддя : наприклад, комбінація ширини міжрядь 16,6 см для зернових культур, 33,3 см для ріпаку і 50 см для буряків.

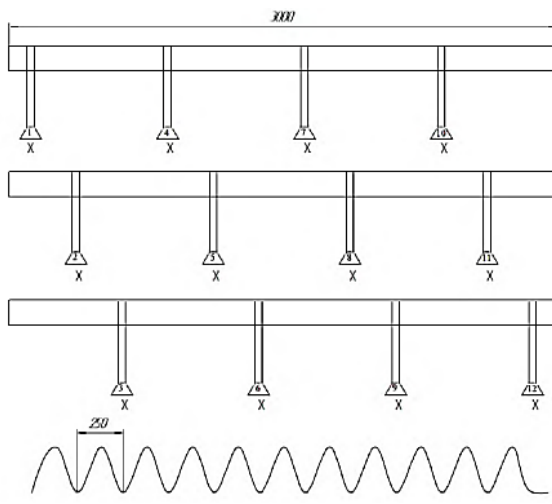


Рисунок 1.26 - Запатентована трирядна машина-знаряддя для смугової обробки ґрунту (пат. DE 10 2023 012 666 A1) .

При необхідності вирощування чотирьох культур з різною шириною міжрядь культиватор можна оснастити чотирма рядами робочих органів .

Висновки по розділу. Мета та завдання дослідження.

На підставі проведеного аналізу встановлено:

1. Технологія смугової обробки ґрунту є перспективним напрямом розвитку заощаджуючого землеробства, що дозволяє істотно знизити інтенсивність техногенного впливу на ґрунт, тим самим зберегти або підвищити ґрунтову родючість у багаторічній перспективі.

2. Застосування смугової технології забезпечує скорочення енерговитратного ґрунтообробки, підвищує продуктивність МТА та знижує витрату палива на одиницю обробленої площі, порівняно з суцільною обробкою.

3. При обґрунтуванні технології смугової обробки ґрунту найважливішими питаннями є раціональні параметри машин та їх агрегування, параметри обробки та застосування добрив стосовно умов використання.

На підставі аналізу проблеми реалізації смугової технології ґрунту в умовах посушливого степу сформульовано мету та завдання дослідження:

Метою роботи є підвищення ефективності технологій обробітку сільськогосподарських культур із застосуванням смугової осіннього обробітку ґрунту за рахунок раціонального вибору складу МТА, глибини обробки та дози внесення мінеральних добрив в умовах посушливого клімату.

Відповідно до метою дослідження поставлені такі завдання: - провести аналіз існуючих ґрунтообробних машин для реалізації технології смугової обробки ґрунту та обґрунтувати доцільність їх застосування в степу;

- удосконалити математичну модель, яка описує зв'язок між параметрами впливу на ґрунт і вихідними показниками роботи МТА стосовно смугової обробки;

- обґрунтувати глибину смугової обробки ґрунту та дозу внесення мінеральних добрив при вирощуванні соняшника у посушливому степу;

- обґрунтувати раціональні склади та режими роботи комбінованого агрегату для смугової обробки ґрунту та дати економічну оцінку запропонованих рішень.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ СМУГОВОЇ ОБРОБКИ

2.1 Моделювання роботи ґрунтообробних агрегатів.

Ґрунтообробка є однією з найбільш енергоємних технологічних операцій у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. На її частку припадає до 30% витрат [3].

У сучасних технологіях обробітку зернових культур все більше застосування знаходять комбіновані ґрунтообробні агрегати. Переваги їх застосування очевидні і підтверджені дослідженнями багатьох вчених та практиків. Це і висока продуктивність, економія палива, зниження техногенного впливу на ґрунт, скорочення витрат та ін.

Спектр техніки виробництва, що випускається, досить широкий і виникає необхідність теоретичного узгодження параметрів тракторів і ґрунтообробних машин з точки зору раціонального агрегування та особливостей умов експлуатації.

Основи досліджень з обґрунтування раціональних складів та режимів роботи машинно- тракторних агрегатів закладено в працях учених Кіртбая Ю.К., Іофінова С.А. та ін [15, 18, 19, 20, 24].

На наш погляд, найбільш правильним підходом при виборі параметрів машин у складі МТА є комплексний імовірісно-статистичний метод , про основи якого закладені в працях Іофінова С.А. та Агєєва Л.Є. [1, 2, 3, 14, 15, 16]. Подальший розвиток він одержав у працях Красовських В.С. та послідовників його наукової школи [4, 5, 9, 17, 25, 26, 27, 28, 29].

Процес функціонування машинно-тракторного агрегату (МТА) розглядається як реакція на зовнішні обурювальні впливи, у вигляді складної динамічної системи, що здійснює перетворення за типом "вхід-вихід".

Як вхідних змінних приймаються характеристики умов роботи агрегатів, а вихідними є сукупність параметрів, що визначають агротехнічні, енергетичні

та техніко-економічні показники. Незважаючи на відмінності конструкцій ґрунтово-обробних агрегатів їх розрахункові моделі можуть бути ідентичні.

Процеси окремих підсистем поділяються на дві групи: одні з них обумовлені заздалегідь відомими факторами, і їх перебіг прогнозуємо за детермінованими функціями зв'язку (зовнішні умови і властивості самої системи розглядаємо як цілком визначені з взаємно однозначною відповідністю реалізацій вхідних і вихідних процесів), а інші відрізняються тим, їх реалізації є випадковими у ймовірнісно-статистичному сенсі. Цей факт враховується підвищення достовірності одержуваних результатів.

Відмінною особливістю функціонування сільськогосподарських агрегатів є наявність великої кількості вхідних та вихідних змінних, їх мінливість у часі чи не стаціонарність.

Випробуваннями встановлено, що процеси роботи ґрунтообробних агрегатів є випадковими у ймовірнісно-статистичному сенсі [1, 25]. Головна причина, що зумовлює зміну вихідних показників роботи агрегатів в експлуатації - коливальний характер зовнішніх впливів.

Як вхідного обурювального впливу досліджуваної системи «ґрунт-знаряддя-трактор» прийнята величина приведенного до постійної робочої швидкості руху тягового опору агрегату, закон розподілу якого прийнятий нормальним на підставі аналізу численних реалізацій процесів.

Для оцінки законів розподілів вхідних та вихідних змінних використовуємо числові характеристики: математичні очікування та дисперсії

При агрегуванні трактора в різних умовах експлуатації виникає необхідність оцінки вихідних показників агрегатів у всьому робочому діапазоні завантаження по тязі, що визначається не тільки мінливістю агрофізичних властивостей ґрунтів по полях регіону експлуатації, а й параметрами машин-знарядь і режимами роботи МТА.

Зміна поточних математичних очікувань тягового зусилля на гаку трактора залежно від робочої швидкості руху при агрегуванні з різними машинами виражаємо рівнянням другого порядку.

Математичні очікування робочої швидкості руху трактора залежно від коефіцієнта використання зчіпної ваги та інших параметрів з високим ступенем точності визначаються шляхом апроксимації експлуатаційних значень швидкостей руху за передачами [5].

Розмір к.п.д. буксування рушіїв трактора визначається дослідним шляхом залежно від коефіцієнта використання зчіпної ваги трактора на різних ґрунтових фонах і апроксимується рівнянням другого порядку.

Розв'язання системи рівнянь виконується ітераційним методом. Як обмеження використовуємо максимальні значення математичного очікування коефіцієнта використання зчіпної ваги трактора, буксування рушіїв, а також діапазону математичних очікувань робочих швидкостей руху за агротехнічними вимогами.

При визначенні змінної продуктивності МТА враховується величина коефіцієнта використання часу зміни, значення якого суттєво залежить від кінематичних характеристик агрегатів і оброблюваних полів. У розрахунках також враховується як час розворотів МТА, і довжина гону поля. Інші складові часу зміни приймаються опосередкованими за результатами хронометражних спостережень.

Наведена математична модель може бути успішно реалізована при обґрунтуванні раціональних складів та режимів роботи причіпних машинно-тракторних агрегатів, т.к. на вході розглядається величина наведеного опору тягового агрегату. Причому це пов'язано зі значними витратами праці та коштів на реалізацію дослідів з динамометрування машин-знарядь та агрегатів (потрібна спеціальна дорога апаратура для отримання вихідної інформації) та вирішення оптимізаційних завдань.

Рішення поставлених завдань з обґрунтування параметрів раціонального комбінованого агрегату може бути суттєво спрощено, якщо за основу в дослідженнях прийняти іншу енергетичну величину - витрата палива тракторного двигуна на реалізацію технологічного процесу [4].

2.2 Удосконалена математична модель комбінованого ґрунтообробного агрегату.

Аналіз численних результатів тензометрування машин-знарядь із тракторами різних тягових класів дозволив виявити загальні закономірності зміни енергетичних характеристик МТА за умов функціонування. На підставі запропонована математична модель ґрунтообробного агрегату, що дозволяє визначати математичні очікування вихідних показників, оптимізувати їх параметри та режими роботи з урахуванням вимог технологічного процесу обробітку ґрунту [4].

На вході в аналізованій системі взаємодій «ґрунт - знаряддя - трактор» приймаємо величину енерговитрат на ґрунтообробку, зміна яких відбувається не тільки за рахунок різних ґрунтових умов (типу ґрунту, його щільності, вологості та інших характеристик стану), але і в силу варіації технологічної глибини обробки ґрунту, робочої ширини захвату та швидкості руху, а також типів застосовуваних робочих органів машин-знарядь та їх характеристик.

Як вихідні показники роботи агрегатів розглядаємо математичні очікування годинної витрати пального тракторного двигуна, чистої продуктивності МТА та витрати пального на одиницю обробленої площі.

При виборі раціональних параметрів і режимів роботи агрегатів основна задача полягає у визначенні необхідної і достатньої маси трактора та машини-знарядь, а також потужності двигуна, що забезпечують по можливості більше механічної енергії в одиниці маси і необхідний підведення її до ґрунту конкретними робочими органами для створення певної структури оброблюваного горизонту.

Важливою умовою ефективного використання МТА є правильний вибір агротехнічно допустимих робочих швидкостей руху для конкретних прийомів обробітку ґрунту з урахуванням його вихідного стану та найбільш повної реалізації номінальної потужності двигуна трактора.

У випадку енергетична потужність агрегату пропорційна добутку тягового зусилля на робочу швидкість руху. Кількість ж маси, що бере участь у

процесі, безперервно змінюється, впливає на завантаження робочих органів і визначає величину сили опору обробці.

Внаслідок динамічного впливу робочих органів машин- знарядь за допомогою її кінцевої маси m_n за час t повідомляється швидкість руху.

За умови встановлення роботи агрегату, коли швидкість руху змінюється від 0 до U поступово, а ґрунт проходить через робочий орган безперервно, рівняння руху. Математичні очікування робочої швидкості руху трактора залежно від коефіцієнта використання зчіпної ваги та інших параметрів з високим ступенем точності можна визначити шляхом узагальнення експлуатаційних значень швидкостей руху за передачами .

Однак, з впровадженням високо енергонасичених тракторів, машин- знарядь , що мають велику вагу на одиницю ширини захвату і по відношенню до трактора (особливо комбінованих ґрунтообробних посівних агрегатів), слід враховувати дані співвідношення при визначенні паливно-економічних показників і вирішенні оптимізаційних завдань.

Як основний оцінний показник використовуємо величину мат. очікування витрати палива тракторного двигуна, визначальну потрібний рівень потужності для заданого технологічного процесу обробітку ґрунту . [26].

Отриманий вираз є енергетичною характеристикою агрегату в цілому при впливі його на ґрунт. Сукупні витрати палива двигуна можна поділити на дві частини:

- 1) не продуктивні - що включають втрати на самопересування агрегату та в передавальних механізмах системи;
- 2) продуктивні - обумовлені зазначеними вище чинниками і витрачаються на виконання корисної роботи.

На підставі аналізу приходимо до висновку, що величина непродуктивних енерговитрат на ґрунтообробку пропорційна експлуатаційній масі агрегату в цілому, а витрати палива на здійснення корисної роботи пропорційні тяговому опору, віднесеному до щільності ґрунту при обробці .Тоді , спільне рішення і представлятиме узагальнену характеристику до заданих умов експлуатації.

Робоча ширина захвату машини-знарядь для агрегування з трактором визначиться згідно:

$$D \circ T_{\max} - O_{To}/o_{Vp} = E_o - h \cdot U_p \times ..$$

Аналіз рівняння свідчить, що її величина прямо пропорційна витратам палива на здійснення агрегатом корисної роботи і обернено пропорційна коефіцієнту інтенсивності приросту витрати палива, глибині обробки ґрунту та квадрату робочої швидкості руху МТА. Тоді, після перетворення, отримаємо вираз для визначення математичного очікування чистої продуктивності агрегату у вигляді : слід, що пріоритетними шляхами підвищення продуктивності та зниження витрати палива на одиницю обробленої площі є зменшення витрат палива на самопересування агрегату, глибини обробки ґрунту та застосування робочих органів машин-знарядь з меншим питомим тяговим опором, а також збільшення завантаження тракторів потягу за допомогою збільшення ширини захвату при зниженні робочих швидкостей руху агрегатів.

Як оціночний показник проєктованих МТА пропонується використовувати значення коефіцієнта корисної дії агрегату, що характеризує частку енерговитрат, що витрачається агрегатом на здійснення корисної роботи , від загальної величини.

Чисельні значення к.п.д. агрегати визначаються згідно з виразом: $n = G_t - G_t \text{ про} = \frac{C_a}{G_{TH}} \cdot E_0 \cdot V_p \cdot h \cdot V_p$ $G_t h$. дозволяє отримати кількісну оцінку впливу основних факторів на ефективність використання потенційних можливостей тягового засобу з енергетичної точки зору. Підвищення к.п.д. агрегату буде виправданим тільки в тому випадку, якщо збільшення ширини захвату, глибини обробітку ґрунту та швидкості руху призводять до поліпшення показників якості обробітку ґрунту. Використовуючи отримані залежності, є можливим виконати аналіз використання тягових агрегатів на базі тракторів з різними параметрами при виконанні обробітку ґрунту стосовно реальних умов експлуатації, оцінити ступінь досконалості конструкцій машин-

знарядь тракторів, розробити практичні рекомендації щодо їх використання і намітити перспективні напрямки розвитку техніки.

При обґрунтуванні параметрів тракторів важливе значення належить технологіям обробітку сільськогосподарських культур, т.к. залежно від глибини обробітку ґрунту, ширини захвату агрегату та робочих органів машин-знарядь, швидкості руху, будуть змінюватися агрофізичні властивості ґрунту, ґрунтова структура, і, зрештою, врожайність.

Тому критерії ефективності ґрунтообробних агрегатів повинні враховувати взаємозв'язки зазначених вище факторів.

Це дозволить проектувати машинно-тракторні агрегати дійсно спозицій енергоресурсозбереження та досягнення максимальної віддачі гектаропашні.

2.3 Визначення енергетичних показників комбінованого агрегату для смужного посіву.

Випробовувався агрегат у складі трактора New Holland та комбінованого агрегату для технології Strip-Till виробництва компанії «Амазоне» шириною захвату 5,6 м (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Агрегат Strip-Till.

Програма експерименту включала дослідження впливу робочої швидкості руху агрегату (6 рівнів у діапазоні 1,36-2,86 м/с) та глибини обробки (4 рівні в діапазоні 0,168-0,307 м) на величину питомої погектарного витрати палива.

В процесі реалізації дослідів замірялись і визначались середня витрата палива двигуна трактора (за датчиком витрати), середня робоча швидкість руху агрегату (за GPS) та глибина обробки ґрунту (за стандартною методикою).

Методика та результати експерименту докладно описані у роботі [22].
Отримані дані дослідів подано у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку годинної витрати палива

$h, \text{ м}$	V_5	G_T	V_6	G_T	V_7	G_T	V_8	G_T	V_9	G_T	V_{10}	G_T
0,168	5,2	34,4	6,0	36,4	6,8	37,3	7,8	40,6	9,0	42,3	10,3	53,1
0,224	5,0	38,6	5,8	41,9	6,7	45,8	7,5	50,4	8,7	60,4	9,8	74,6
0,262	4,9	37,9	5,1	37,1	5,8	40,9	6,8	46,5	7,6	53,2	8,7	68,2
0,307	4,9	38,9	5,0	36,9	5,7	41,2	6,4	46,9	7,2	54,0	8,0	68,1

Експериментальні залежності годинної витрати палива від робочої швидкості руху при різній глибині обробки показані на рисунку 2.2 .

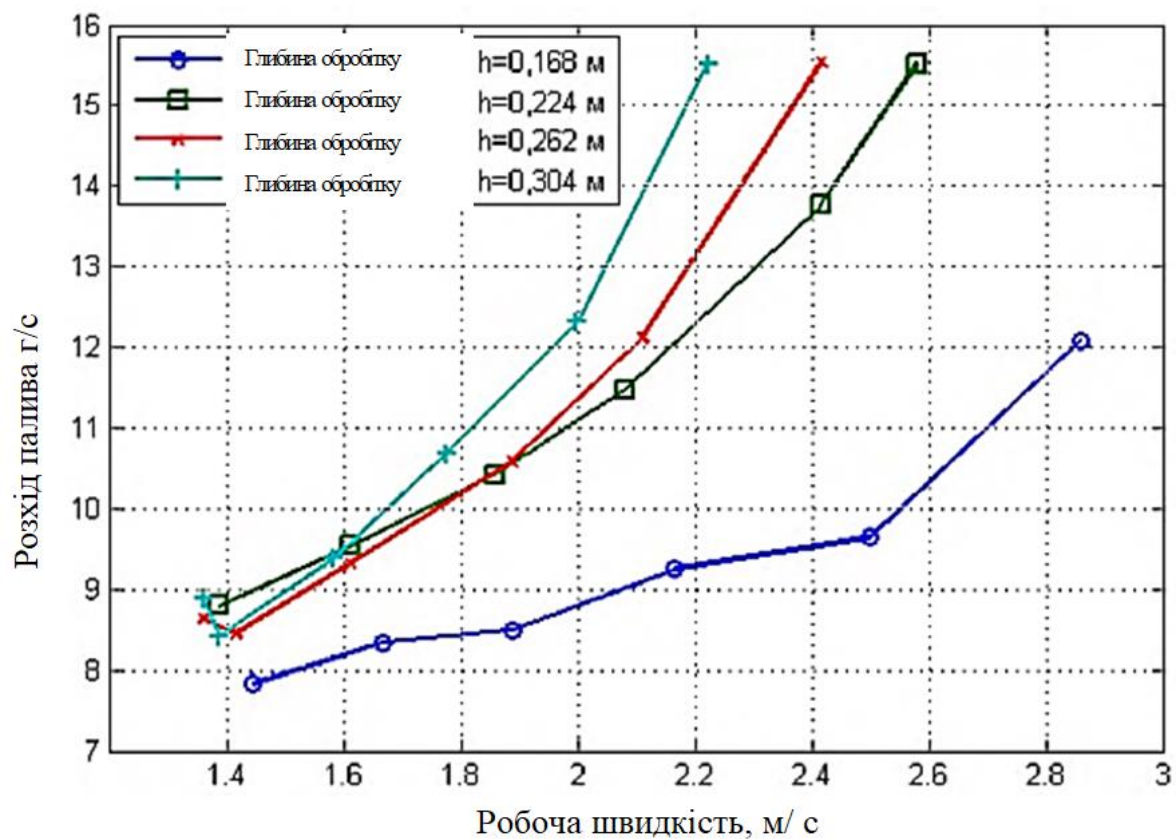


Рисунок 2.2 - Залежність витрати палива від швидкості руху МТА при різній глибині обробки ґрунту.

Отримані дані реалізованого експерименту були опрацьовані у програмі Statistica 6.0. В результаті отримано рівняння, що встановлює зв'язок між секундною витратою палива тракторного двигуна, шириною захвату машини-знарядь, глибиною обробки та робочою швидкістю руху.

Отримане рівняння має високу збіжність з експериментальними даними ($R^2 = 0,95$) і є основою обґрунтування раціональних параметрів машинно-тракторного агрегату для смугової обробки ґрунту. Задаючись максимальною витратою палива, при якому забезпечується найбільша величина використання потужності тракторного двигуна і максимальна сила тяги на гаку при робочій швидкості руху 1,67-2,22 м/с (за вимогами машини), обчислюємо максимальну і мінімальну ширину захвату машини при різній глибині обробки ґрунту. Результати розрахунку подані в показниках роботи МТА для трьох рівнів робочих швидкостей руху і 4-х рівней глибини обробки ґрунту наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку робочої ширини захвату

h , м	B_p^{min} , м ($V_p=1,67$ м/с)	B_p^{cp} ($V_p = 1,94$ м/с)	B_p^{max} ($V_p = 2,22$ м/с)
0,168	12,4	16,1	21,9
0,224	9,3	12,1	16,5
0,262	7,9	10,4	14,1
0,307	6,8	8,8	12,0

Як показує аналіз, глибина обробки ґрунту та робоча швидкість руху агрегату є високо значущими факторами, що визначають раціональну робочу ширину захвату машини-знарядь для агрегування трактором. Діапазон її зміни при глибині обробки 0,168 м та зміні робочої швидкості руху в діапазоні 1,67-2,22 м/с знаходиться в межах 10,3-18,3 м, а при глибині обробки 0,307 м - від 5,7 м до 10,1 м. Аналогічно при швидкості руху 1,67 м/с і зміні глибини обробки від 0,168 м до 0,307 м цей діапазон становить 18,3-10,1 м, а при швидкості руху 2,22 м/с - Від 10,3 м до 5,7 м.

Підвищення робочих швидкостей руху на енергоємних операціях обробки ґрунту призводить до суттєвого зростання енерговитрат, що диктує необхідність зниження робочої ширини захвату машин, якщо вони агрегуються з конкретним трактором.

Тому дуже важливо обґрунтувати граничні значення швидкостей руху агрегатів на конкретних видах польових робіт з точки зору якості виконання

технологічного процесу, а потім технологічну глибину обробки в конкретних умовах застосування, що забезпечують підвищення врожаю культур, що обробляються, і в цілому ефективності ґрунтообробки. Рекомендації заводу-виробника за швидкостями руху знарядь для смугової обробки ґрунту 1,67-2,22 м/с.

2.4 Дослідження впливу ширини захвату, глибини обробки ґрунту і робочої швидкості руху на продуктивність та паливну економічність.

Одними з найважливіших показників функціонування агрегату є продуктивність та паливна економічність. На підставі прийнятої розрахункової моделі роботи МТА та отриманої експериментальним шляхом вихідної інформації, визначено значення чистої продуктивності та витрати палива на одиницю обробленої площі від робочої ширини захвату знаряддя при різних глибинах обробки ґрунту. Зміна ширини захвату виконувалося ступінчасто, з урахуванням ширини міжрядь при смуговій обробці 0,75 м..

Залежність продуктивності від ширини захвату при різних глибинах обробки показано рисунку 2.3.

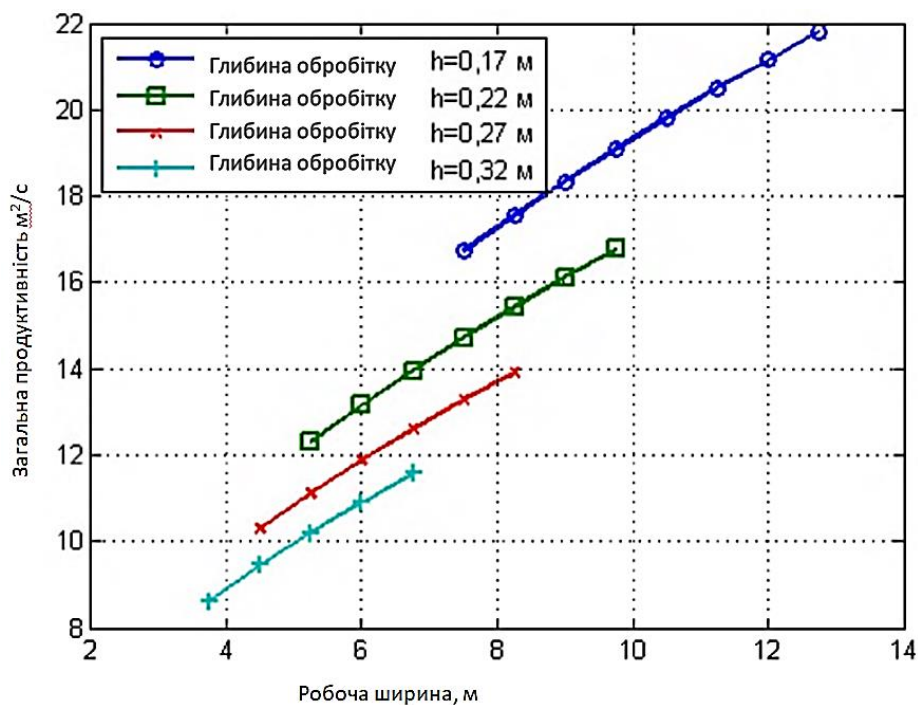


Рисунок 2.3 - Залежність продуктивності від ширини захвату при різних глибинах обробки.

Аналіз показує, що кожного рівня глибини обробки можливі 7 варіантів ширини захвату машин. Причому, чим вища глибина обробки, тим самим діапазон робочої ширини захвату. Так, при глибині обробки ґрунту 0,17 м робочий діапазон ширини захвату знарядь становить від 7,5 м до 12,75 м, а при глибині 0,32 м від 3,75 м до 6,75 м. При цьому чиста продуктивність МТА зі збільшенням глибини обробки з 0,17 м до 0,32 м суттєво знижується: з 16,73-21,81 м²/с до 8,62-11,57 м²/с.

Залежність витрати палива від ширини захвату за різної глибини обробки показано рисунку 2.4.

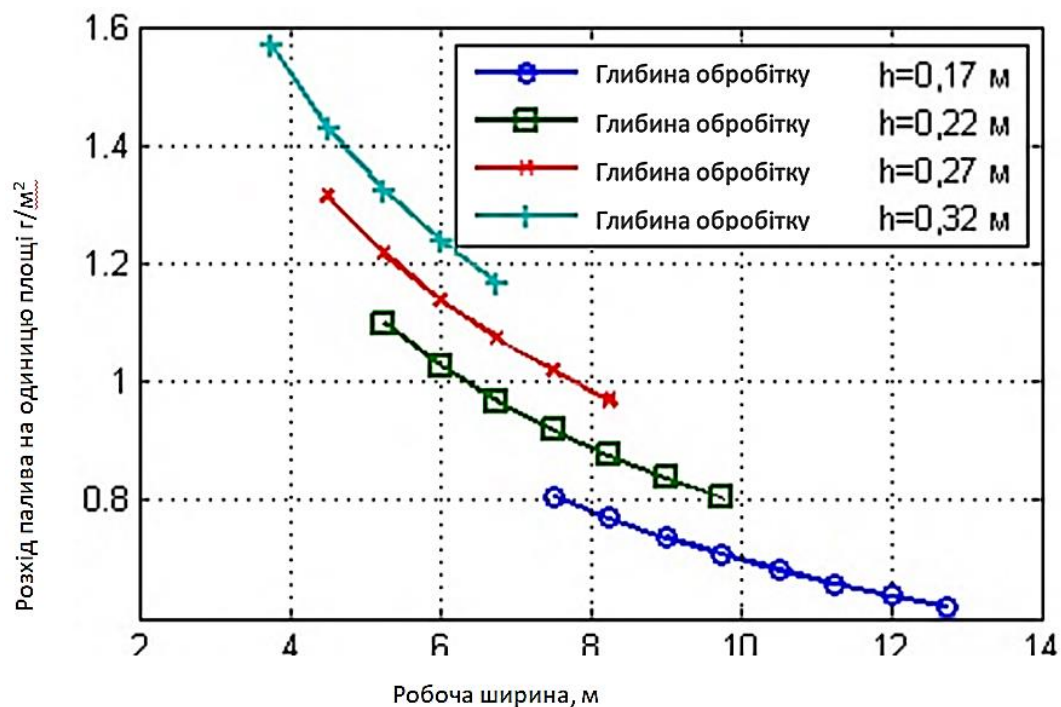


Рисунок 2.4 - Залежність витрати палива від ширини захвату за різної глибини обробки.

Витрата палива на одиницю обробленої площі зі збільшенням глибини обробки ґрунту з 0,17 м до 0,32 м зростає з 0,81-0,62 г/м² до 1,56-1,17 г/м².

Слід звернути увагу на те, що є значні перекриття робочої ширини захвату знарядь при певних поєднаннях глибини обробки ґрунту та робочої швидкості руху. Тому типорозмірний ряд машин-знарядь повинен будуватися виходячи з агротехнічно заданих швидкостей руху та технологічно обґрунтованих значень глибини обробки ґрунту на основі багаторічних даних польових дослідів.

2.5 Рациональні параметри комбінованого агрегату для смугової обробки ґрунту .

При обґрунтуванні раціональних параметрів комбінованого агрегату для смугової обробки ґрунту керуємося рекомендаціями заводу-виробника за робочими швидкостями руху (1,67-2,22 м/с). Глибину обробітку ґрунту обґрунтовуватимемо на підставі реалізованого 3-х річного польового дослідів.

Результати розрахунків вихідних показників роботи МТА для трьох рівнів робочих швидкостей руху та 4-х рівнів глибини обробітку ґрунту наведені в таблицях 2.2-2.4.

Таблиця 2.2 - Вихідні показники МТА (тр-р К744Р1 при швидкості 6 км/год

h , м	V_p , м/с	B_p^{teor} , м	n , шт.	B_p^{fact} , м	W_q , м ² /с	G_T , г/м ²
0,17	1,67	13,4	17	12,75	21,29	0,63
0,22	1,67	10,4	13	9,75	16,28	0,83
0,27	1,67	8,5	11	8,25	13,78	0,98
0,32	1,67	7,2	9	6,75	11,27	1,20

Таблиця 2.3 - Вихідні показники МТА (тр-р К744Р1 при швидкості 7 км/год.

h , м	V_p , м/с	B_p^{teor} , м	n , шт.	B_p^{fact} , м	W_q , м ² /с	G_T , г/м ²
0,17	1,94	9,9	13	9,75	18,92	0,71
0,22	1,94	7,7	10	7,5	14,55	0,93
0,27	1,94	6,3	8	6,0	11,64	1,16
0,32	1,94	5,3	6	5,25	8,73	1,55

Таблиця 2.4 - Вихідні показники МТА (тр-р К744Р1 при швидкості 8 км/год

h , м	V_p , м/с	B_p^{teor} , м	n , шт.	B_p^{fact} , м	W_q , м ² /с	G_T , г/м ²
0,17	2,22	7,6	10	7,5	16,65	0,81
0,22	2,22	5,9	7	5,25	11,66	1,16
0,27	2,22	4,8	6	4,5	9,99	1,35
0,32	2,22	4,0	5	3,75	8,33	1,62

Так, наприклад, при середній робочій швидкості рухам 1,94 м/с (7 км/год) і глибині обробітку ґрунту 0,17-0,32 м розрахунковий діапазон робочої ширини захвату складе 5,2-9,9 м. Отримані значення округляємо кратно ширині

міжрядь. В результаті маємо 4 рівні ширини захвату знарядь, що відповідають глибинам обробки ґрунту від 0,17 м до 0,32 м: 9,75 м; 7,5 м; 6,0 м та 4,5 м відповідно.

Значення чистої продуктивності МТА та витрати пального на одиницю обробленої площі будуть знаходитися в межах 18,92-8,73 м²/сек та 0,711,55 г/м². Залежність робочої ширини захвату МТА від глибини обробки ґрунту при різних робочих швидкостях руху (6,0, 7,0 та 8,0 км/год) наведено у графічному вигляді на рисунку 2.5.

Слід зазначити, що робоча ширина захвату 7,5 м забезпечить роботу агрегату в діапазоні швидкостей руху 1,67-2,22 м/с і глибини обробки ґрунту від 0,17 м до 0,30 м, а ширина захвату 6,75 м у діапазоні глибини 0,19-0,32 м, тобто .дні варіанти охоплюють практично весь досліджуваний діапазон глибини обробки ґрунту і швидкостей руху і є раціональними з точки зору завантаження трактора і виконання робіт стосовно даних умов.

Але останній варіант переважніше з урахуванням можливостей роботи на найбільшу глибину і отримання більшої врожайності (гл.4) . глибині обробки від 0,20 м до 0,34 м. До того ж під дану зброю виробляється сівалка EDX 6000 з шириною захвату 6,0 м, яка дозволяє висівати насіння навесні в оброблені восени смуги. А застосування агрегату з шириною захвату 6,75 м вимагатиме модернізації сівалки для забезпечення якісного посіву з оброблених з осені полосами.

Тому виникає необхідність проведення порівняльної техніко-економічної оцінки даних агрегатів з урахуванням раціональних технологічно заданих значень глибини обробки ґрунту та робочих швидкостей руху. Застосовувана модель дозволяє виконувати розрахунки раціональних складів агрегатів на базі різних тракторів з урахуванням технологічних значень глибини обробки ґрунту та агротехнічних робочих швидкостей руху.

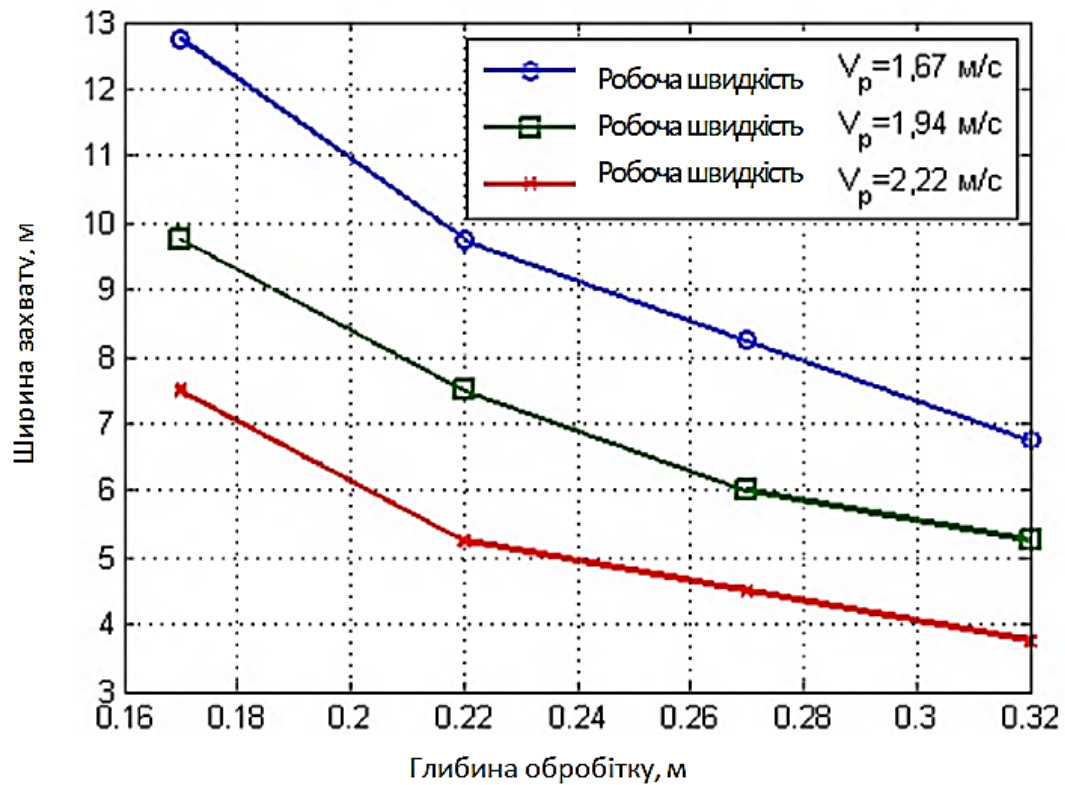


Рисунок 2.5 - Залежність робочої ширини захвату від глибини смугової обробки ґрунту під час руху на різних швидкостях .

Висновки по розділу.

1. Удосконалена математична модель дозволяє на основі результатів енергооцінки МТА щодо витрати палива встановлювати раціональні склади та режими роботи агрегатів для смугової обробки ґрунту.

2. Глибина обробки ґрунту та робоча швидкість руху агрегату є високо значущими факторами, що визначають раціональну робочу ширину захвату машини-знарядь для агрегування з трактором. При глибині обробки ґрунту 0,17 м робочий діапазон ширини захвату знарядь при агрегуванні трактором К-744Р1 становить від 7,5 м до 12,75 м, а при глибині 0,32 м від 3,75 м до 6,75 м. При цьому чиста продуктивність МТА зі збільшенням глибини обробки з 0,17 м до 0,32 м суттєво знижується: з 16,73-21,81 м²/с до 8,62-11,57 м²/с.

3. Робоча ширина захвату 7,5 м забезпечить роботу агрегату в діапазоні швидкостей руху 1,67-2,22 м/с та глибини обробки ґрунту від 0,17 м до 0,30 м ,а ширина захвату 6,75 м у діапазоні глибини 0,19-0,32 м-код, тобто. дані варіанти охоплюють практично весь досліджуваний діапазон глибини обробки

грунту і швидкостей руху і є раціональними з точки зору завантаження трактора і виконання робіт стосовно даних умов. Але останній варіант переважає з урахуванням можливостей роботи на більшу глибину та отримання більшої врожайності.

4. Застосування існуючої знарядь з робочою шириною захвату 6,0 м (випущене підприємством виробником) забезпечить роботу агрегату в діапазоні заданих швидкостей руху при глибині обробки від 0,20 м до 0,34 м . із шириною захвату 6,0 м, яка дозволяє висівати насіння навесні в оброблені восени смуги. А застосування агрегату з шириною захвату 6,75 м вимагатиме модернізації сівалки для забезпечення якісного посіву з оброблених з осені полосами.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.

3.1 Методика польового досліджу

При проведенні експериментального дослідження поле з розподіленими на ньому ділянками було підготовлено восени, проведено ґрунтообробку, а солома на дослідних полях була прибрана. Посів соняшника у всі роки досліджень здійснювався на початку травня. Сорт культури: 2023 р. – «Армада» - харчовий сорт із Туреччини. Норма висіву насіння 55 тис. шт./га, лабораторна схожість 96 %. Досвідчені майданчики навесні перед сходами були оброблені гербіцидом «Аристократ» з дозуванням 2 л/га на 100 л води, нітрат амонію був внесений восени на робочу глибину . при посіві склала 30 кг/га нітрату амонію (селітра 34,6 %), а точний посів на всіх варіантах досліджу виконувався сівалкою EDX-6000 (Амазон). Інші заходи з використанням гербіцидів були проведені в стадії шести листків.

Робоча швидкість руху при ґрунтообробці склала 8 км/год, а при сівбі 12 км/год. Інші заходи технології вирощування соняшнику були традиційні. Збирання врожаю здійснювалося з використанням комбайна, ділянки обмолочувалися повністю і потім урожай зважувався. У межах досліджу порівнювалися такі варіанти прийомів обробки:

- технологія нульового обробітку ґрунту (No-Till) (без обробітку ґрунту);
- технологія поверхневої обробки мульчування на глибину 6-8 см (Catros);
- технологія мінімального обробітку ґрунту (Minimum Tillage) з обробітком на середню робочу глибину 14-16 см (КПШ);
- технологія інтенсивної обробки ґрунту (КПГ) на глибину 20-22 см; 28 м, 0,30-0,32 м.

У смуговій технології доза внесення добрив була диференційована - 50 кг/га, 100 кг/га, 150 кг/га. Обробка ґрунту та внесення добрив дослідним зразком смугової обробки ґрунту Amazone Strip-Till здійснювалася восени. У травні наступного року здійснювався посів соняшнику сівалкою точного висіву. Розподіл дослідних ділянок на полі здійснювався згідно з планом (рисунок 3. 1).

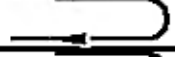
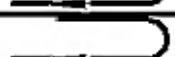
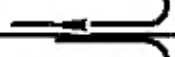
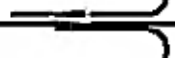
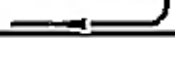
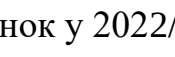
КПГ		1	
Strip-till 16-18 (150)		2	
Strip-till 16-18 (100)		3	
Strip-till 16-18 (50)		4	
Strip-till 20-22 (150)		5	
Strip-till 20-22 (100)		6	
Strip-till 20-22 (50)		7	
Strip-till 26-28 (150)		8	
Strip-till 26-28 (100)		9	
Strip-till 26-28 (50)		10	
No-till		11	
Strip-till 32-34 (100)		12	
Catros		13	
Strip-till 32-34 (50)		14	
КПШ		15	

Рисунок 3. 1 - Схема розташування дослідних ділянок у 2022/2023 рр.

У наступні роки проведення дослідів розподіл ділянок здійснювався за тим самим принципом. Змінювалося лише розташування окремих варіантів обробок за схемою згідно з рандомізацією.

При проведенні досліджень визначалася вологість ґрунту кожного ґрунтового шару (з інтервалом 10 см) до глибини 1 м. Заміри проводилися перед посівом (1 декада травня), під час вегетаційного періоду (2 декада червня) та наприкінці вегетаційного періоду (1 декада вересня). Повторність 3-х кратна. На підставі отриманих даних оцінювалися вологозапаси за шарами ґрунту до глибини 1 м.

У середині червня визначалися кількість сходів та висота рослин. Відповідні виміри проводилися на всіх варіантах за один день.

За результатами збирання врожаю визначали фізичну врожайність соняшника та витрату води на одиницю виробленого зерна.

Оцінювані показники досліджувалися з урахуванням регресійного аналізу.

3.2 Використовувана техніка на дослідних полях та методика визначення агрономічних характеристик.

При закладці польового досліду використовувалася наступна сільськогосподарська техніка:

- трактори: Кіровоць (300 к.с.) та NewHolland (300 к.с.);
- компактна дискова борона Catros фірми "Amazone";
- культиватор-плоскоріз КПШ-9;
- плоскоріз-глибокорозпушувач ПГ-3-5;
- досвідчений зразок знаряддя Prinzip Amazone для смугової обробки ґрунту.

На дослідний зразок з механізмом внесення добрив по смуговій обробці ґрунту, перед сезоном 2022/2023 років. були встановлені розрізний ірозчищаючий робочі органи;

- сівалка точного висіву Amazone EDX з робочою шириною 6 м і шириною міжряддя 0,75 м.

Фрагмент роботи дослідного зразка машини для смугової обробки ґрунту Prinzip Amazone у полі наведено на рисунку 3. 2.

Зліва показано внесене добриво на полі, обробленому за смугової технології восени, а праворуч - формування борозен у травні наступного року практично перед посівом.



Рисунок 3.2 - Внесення добрив та формування борозен дослідним зразком машини смугової обробки ґрунту Prinzip Amazone.

Польова схожість визначається нормою висіву, густотою сходів, якістю закладення насіння та зовнішніми факторами [4, 8]. Розмір норми висіву

регулюється залежно від особливостей культури та окремого сорту, і навіть термінів посіву.

Кількість сходів зернових культур визначалося їх підрахунком для кожного варіанта дослідів на площі 1 м² з 12 повтореннями. Для цього використовувалася спеціальна рамка площею 1 м² (рисунок 3.3). Точки повторних вимірів розташовувалися по діагоналі щодо напрямку руху при сівбі на однаковій відстані один від одного. На посівах соняшника замірялася відстань між рослинами по рядках посіву в 15-кратної повторності, а потім, з урахуванням ширини міжрядь, проводився розрахунок кількості сходів на одиниці площі. Також, за розрахунковим значенням коефіцієнта варіації відстані між рослинами в рядках посіву, оцінювалася рівномірність їх розподілу по рядках.

Польова схожість визначалася як співвідношення кількості сходів і кількості висіяного схожого насіння, виражене у відсотках . У схожість значною мірою залежить від якості посіву. Про це свідчать багато наукових досліджень [3, 7, 8, 12, 13, 17, 26, 29].

Найважливіше значення при цьому мають глибина загортання насіння та їх розподіл у рядках посіву, а також наявність перешкод при сівбі, наприклад, кількість пожнивних залишків.

Якщо при використанні мульчуючої технології частина соломи і стерні залишається на всій поверхні ґрунту як захист від ерозії і замулення , то при використанні смугової технології покриття поверхні ґрунту можливе тільки в міжряддя.

У зв'язку з цим при виконанні технологічних операцій обробка стерні розпушування набувають особливого значення.

Пожнивні залишки необхідно перемішати з ґрунтом і рівномірно розподілити на всю робочу ширину машини.

Утворення смуг і скупчень соломи небажано, оскільки це перешкоджає розвитку рослин.

При використанні технології смугового обробітку ґрунту зазначені технологічні операції повинні виконуватися точно. Особливо це необхідно враховувати для спеціально сформованих смуг. Необхідне розчищення смуг від соломи та пожнивних залишків, на цих ділянках необхідно особливо забезпечити процес змішування. Міжряддя обробці не піддається. Від виконання цих завдань значною мірою залежить від робочих органів, що використовуються.



Рисунок 3. 3 - Бонітування схожості озимої пшениці за допомогою складного метра (осінь 2023 р.)

Підрахунок продуктивних колосків здійснюється згідно зі схемою визначення схожості. В даному випадку також використаний принцип підрахунку з площі 1 м^2 з 12 повтореннями на один варіант досліду. Вибір точок на ділянках здійснювався довільно.

Важливим для утворення колосків є розвиток рослини, яка, у свою чергу, залежить від утворення її кореневої системи. У разі перешкод кореня процес розвитку рослини буде здійснюватися обмежено (рисунок 3.4).

На основі представленого малюнка Д. Дельгер (D. Dolger) демонструє, на якій стадії розвитку у рослини з'являються труднощі при повторній обробці ґрунту на тій же глибині. Існує ймовірність виникнення ущільнень на певних глибинах - вилугування. Наслідки використання плуга відомі, аналогічні процеси можуть наступати під час використання інших машин. Несприятливі

ґрунтові умови, наприклад робота при високій вологості, можуть посилити дані процеси.

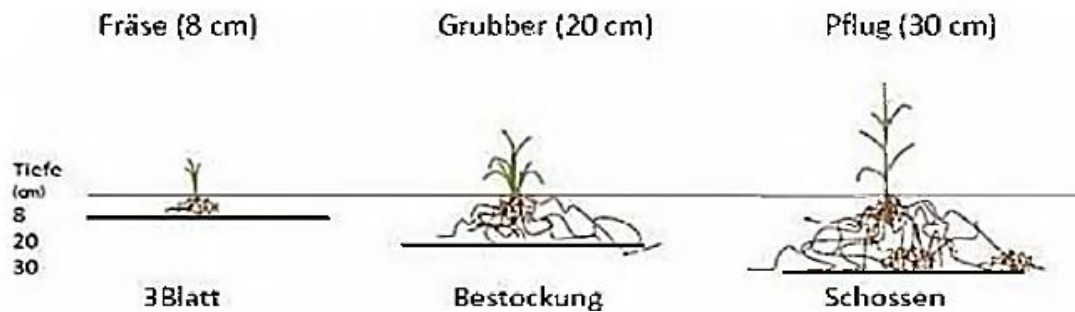


Рисунок 3.4 – Розвиток рослин зернових культур [4, 7].

Крім того, на утворення ущільнень і вплив процесу розвитку рослин може позитивно позначитися часте проходження поля сільськогосподарської техніки [9, 18]. Тверді шини, вологий ґрунт і велика вага є в цьому випадку несприятливими факторами і впливають на ступінь опору проникненню (твердість ґрунту). Цілеспрямований процес розпушування ґрунту протистоїть даним явищам.

Збирання врожаю з дослідних полів здійснювалося комбайном. В обох випадках урожай з дослідженнях ділянок збирався повністю і зважувався.

Дані про врожай характеризують відповідно неочищений товар.

Метод, що дозволяє визначити якість внесення поживних залишків ґрунту, було розроблено в Інституті ім. Тьонена у Браушвензі-Фелькенроді.

Використання методу передбачає формування в ґрунті ніші уперек спрямування руху ґрунтообробної машини на глибину близько 5 см, тобто . максимальну робочу глибину раніше використовуваних машин.

У методі використовується растрова сітка з раструванням 5x5 см, яка накладається на ідентичну поверхню ґрунту площину. На кожен растр проводиться візуальна оцінка.

Вона здійснюється за п'ятьма групами залежно від обсягу соломи.

Використання растрового методу для визначення якості перемішування поживних залишків з ґрунтом показано на рисунку 3.5.



Рисунок 3.5 - Реалізація растрового методу на дослідному полі.

Дані групи здатні відобразити весь діапазон (0-100% соломи) (рисунок 3.6).

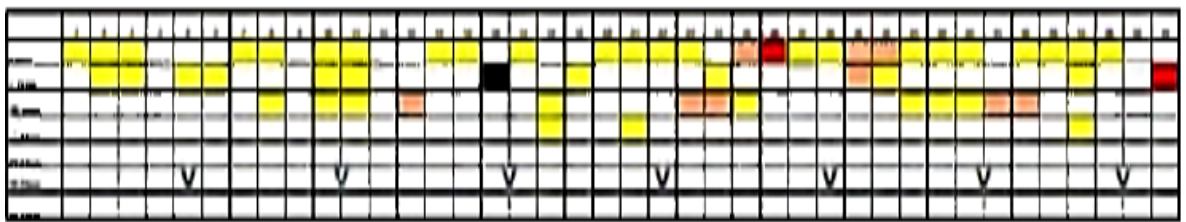


Рисунок 3.6 – Оцінка якості внесення соломи за допомогою растрового методу.

Чим рівномірніше оптичне зображення на заданій робочій глибині, тим оптимальні умови для сходів. Метод дозволяє порівняти різні варіанти дослідів один з одним візуально.

Вимірювання ступеня опору проникненню (твердість ґрунту) дозволяє виявити можливу наявність ущільнень у ґрунті на дослідних ділянках. Для цього у досвіді використовувався ручний пенетрометр (рисунок 3.7)



Рисунок 3. 7 – Пенетрометр.

Дослідник В. Вессельс (W.Wessels) у своїх роботах показує різну ступінь щільності при використанні різних технологій вирощування культур (рисунок 3.8).

Закономірним є той факт, що з поступовим зниженням інтенсивності обробки ймовірність появи ущільнень у ґрунті збільшується. Дані явища можуть виявлятися як і верхніх [4], і у нижніх шарах ґрунту. У верхніх шарах ґрунту ущільнення можуть виникати локально, наприклад, вчасно збирання врожаю .

У випадках з технологією, що консервує, ця особливість на дослідженнях ділянках виявлена не була.

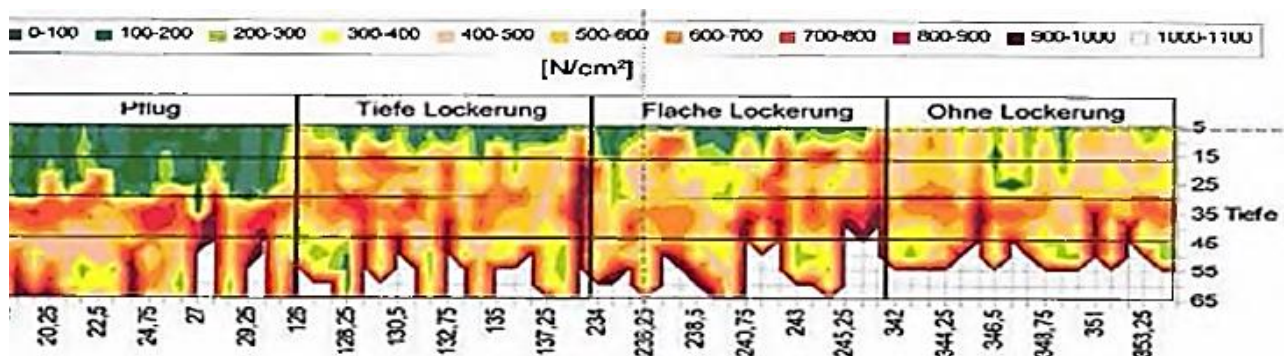


Рисунок 3.8 - Твердість ґрунту при використанні різних технологій обробітку культур [9, 28]

У 1999 р. вчений Ф. Тебрюгге (F.Tebrtigge) досліджував ступінь опору проникненню на ґрунтах з плужною обробкою в порівнянні з ґрунтами , що опрацьовуються за технологією нульової обробки (No-Till) (рисунок 3.9).

Досліднику вдалося встановити, що на глибині до 25-30 см ступінь опору проникненню (твердість ґрунту) за плужної технології пропорційно підвищувалася.

Відповідні значення (до глибини 25 см) при використанні технології нульового обробітку ґрунту вищі, ніж при плужній обробці.

При визначенні ущільнень у ґрунті певну роль у цьому відіграє вивчення таких факторів як тип ґрунту, вміст вологи у ґрунті, вміст гумусу та стан ґрунту. На рисунку 3.10 зображено залежність співвідношення ступеня опору проникненню ґрунту до густини ґрунту.

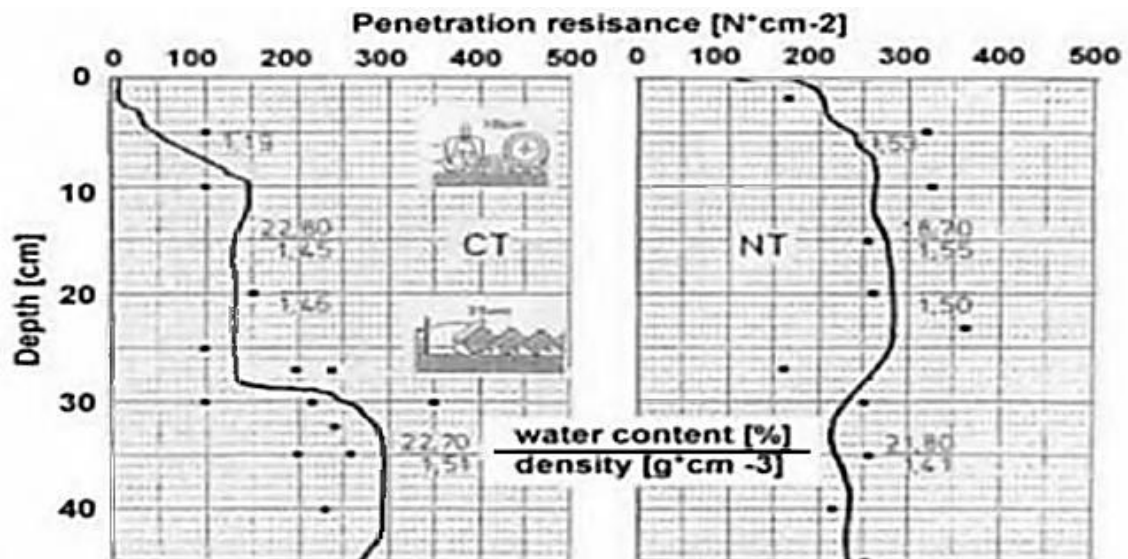


Рисунок 3.9 - Твердість ґрунту ораної плугом ґрунту (СТ) і ґрунту , що використовується під прямий посів (НТ).

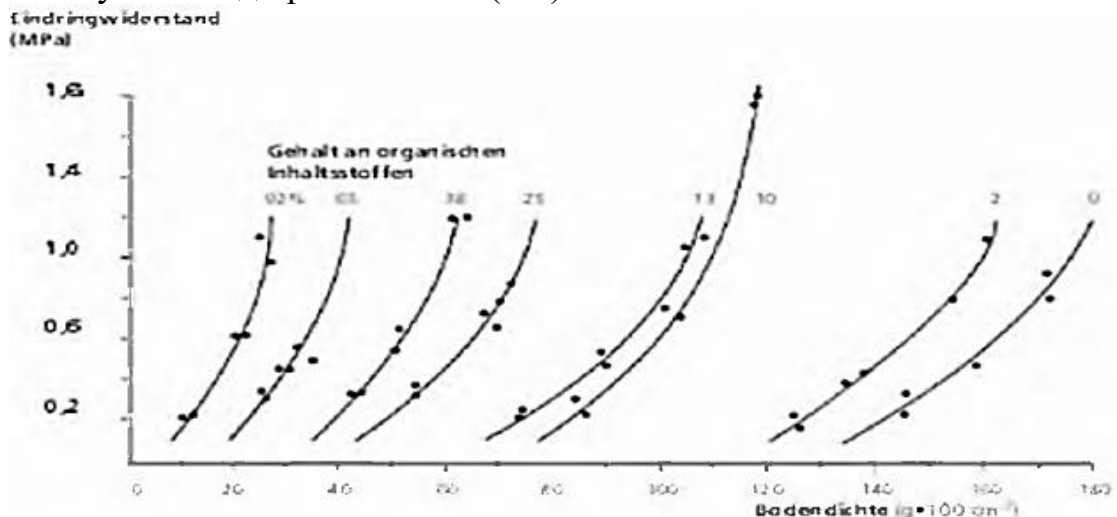


Рисунок 3.10 - Співвідношення між ступенем опору проникненню (специфічною щільністю, твердістю ґрунту) по відношенню до рівня вмісту органічних речовин ґрунту (водного потенціалу у ґрунті - рF 2).

З підвищенням рівня вмісту органічної маси щільність ґрунту знижується.

Під час проведення дослідів було проведено вимірювання температури на ділянках. Виміри здійснювалися в посівному ложі (розпушеної лапою смуги), а також у краю цієї смуги. Виміри проводилися в день висіву та через три дні. Для визначення температури використовувався прилад для вимірювання температури з щупом, що проколює.

Важливим у цьому господарстві і те, що машина смугової обробки ґрунту вже восени зазвичай сухому ґрунті здійснює смугову обробку.

Таким чином, за зиму ґрунт може осісти і навесні він швидше прогрівається. Тим самим створюються умови, за яких вкрай короткий порівняно з досвідченими ділянками в Німеччині вегетаційний період, характерний для степового поясу, може використовуватися більш ефективно. На рисунку 3.11 представлені знімки, зроблені на дослідній ділянці учасниками підпроєкту SP7. На них очевидна різниця температур і відповідно формування оптимальних умов у смугах для висіву соняшнику.



Рисунок 3.11 - Вимірювання температури о 10:00 ранку: 10 °C у міжрядді і 12°C у самій рядку (смугова технологія).

На таку ж різницю у своїх дослідженнях дослідженнях смугової обробки ґрунту вказують В. Херман (W. Hermann) і М. Пфлугфельдер (M. Pflugfelder). Для більшої наочності ефекту вони використовували тепловізор (рисунки 3.12) з роблених тепловізором (В. Херман).



Рисунок 3.12.— Фото зроблене тепловізором.

3.3 Порівняльний аналіз результатів за три польові сезони.

Урожайність за різними варіантами дослідів за три польові сезони, проведених, представлена на рисунку 3.13

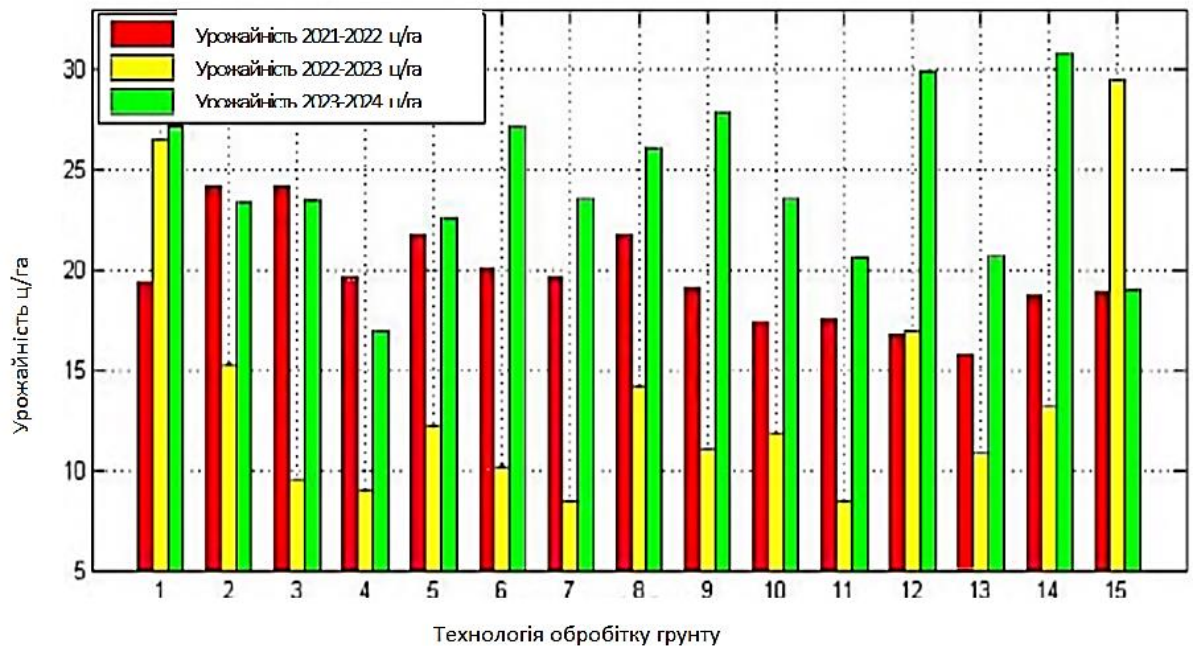


Рисунок 3.13 - Урожайність за використовуваними технологіями (машин): 1-ПГ-3-5/20-22/0; 2-Полос./16-18/150; 3-Полос./16-18/100; 4-Полос./16-18/50; 5-Полос./20-22/150; 6-Полос./20-22/100; 7-Полос./20-22/50; 8-Полос./26-28/150; 9-Полос./26-28/100; 10-Полос./26-28/50; 11-нульова/0/0; 12-Полос./32-34/100; 13-Catros/6-8/0; 14-Полос./32-34/50; 15-КПШ-9/14-16/0

Витрата води за використовуваними технологіями представлена на рисунку 3.14. Позначення такі ж як на рис. 3.13.

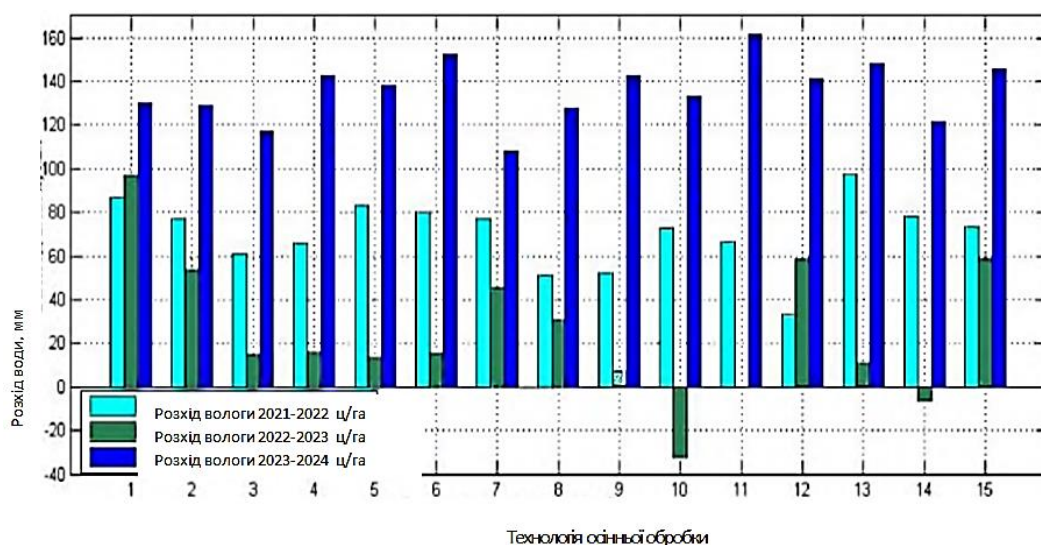


Рисунок 3.14 - Витрата води за використовуваними технологіями (машин) Витрата води на одиницю врожаю представлена на рисунку 3.15.

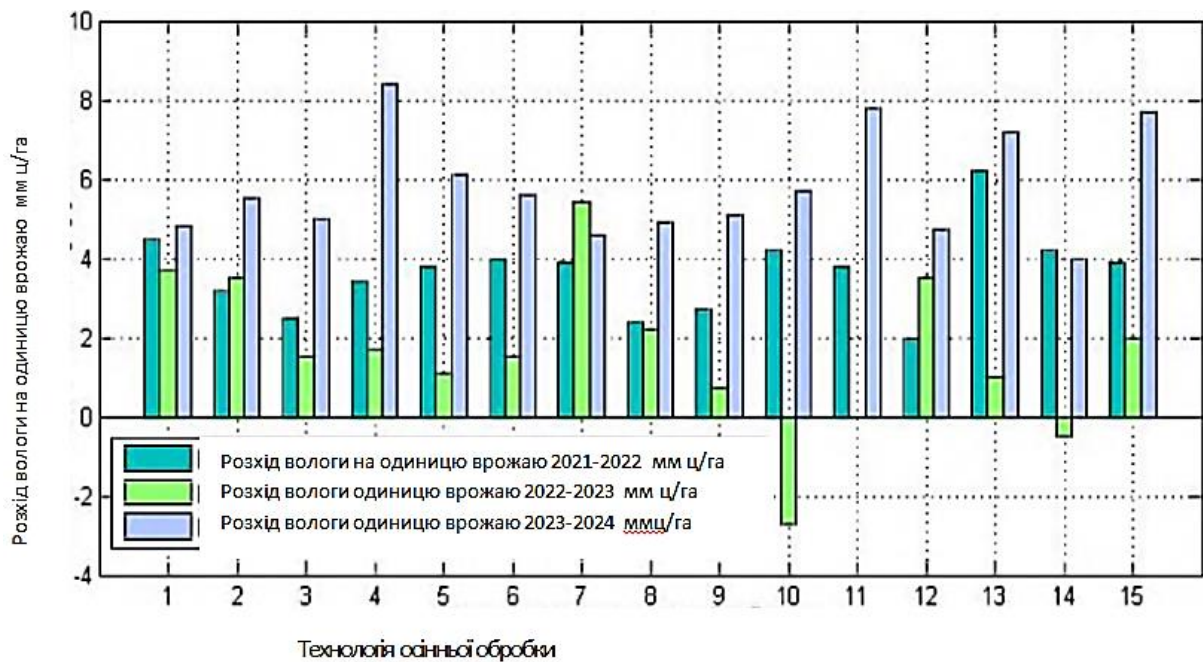


Рисунок 3.15 - Витрата води на одиницю врожаю за технологіями, що використовуються

Поряд з цим було визначено середні значення відповідних показників за 3 роки досліджень щодо варіантів технологій (рисунок 3.16).

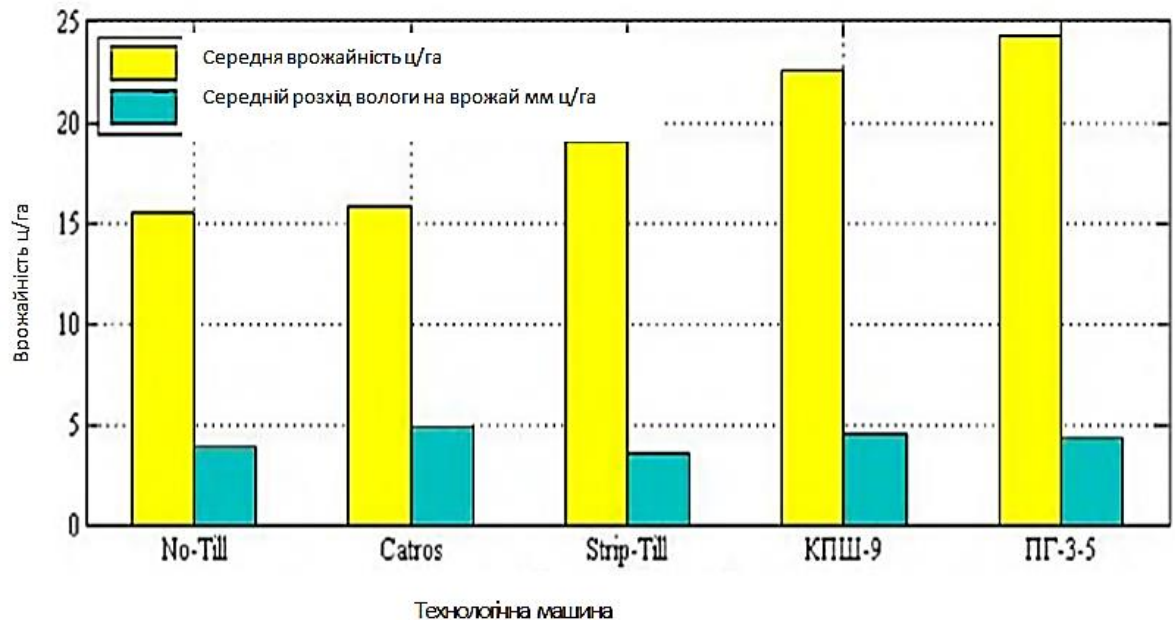


Рисунок 3.16 - Середня врожайність, витрата води на одиницю врожаю за технологіями за три роки проведення дослідів.

На рисунку 3.16 (технологія) простежується, що результати 2024 року не відповідають тенденції результатів двох інших років проведення польового

експерименту. Чим менша інтенсивність обробітку ґрунту, тим нижча врожайність.

Обидва варіанти з більш інтенсивною обробкою – обробкою середньої інтенсивності з використанням машини КПШ-9 та обробкою високої інтенсивності з використанням машини ПГ-3-5 – мали велику врожайність.

Під час розрахунку середньої врожайності позначилася інша тенденція. Чим вищий рівень інтенсивності ґрунтообробки, тим вища врожайність.

Досліджувана в роботі технологія смугової обробки ґрунту за отриманими результатами відповідає рівню технології обробки ґрунту середньої інтенсивності за допомогою плоскорізу КПШ-9. При аналізі врожайності варіантів із середнім ступенем інтенсивності обробітку ґрунту за допомогою машини КПШ-9 у польовому сезоні 2022/2023 р.р. відзначається статистичний викид. Обумовленість цього викиду не встановлено.

При отриманні у польовому сезоні 2022/2023 років. аналогічної врожайності сезонів 2021/2022 р.р. та 2023/2024 рр. і збереження рівня врожайності, отриманої на варіантах смугової обробки ґрунту, на тому ж рівні в той рік, технологія смугової обробки ґрунту перевершила б технологію ґрунтообробки середньої інтенсивності з використанням машини КПШ-9 за показниками.

Варіанти з інтенсивним обробітком ґрунту за допомогою машини ПГ-3-5 завжди три роки мали найвищу врожайність. З точки зору витрат і витрат на оплату праці технологія смугової обробки ґрунту перевершує технологію інтенсивної обробки ґрунту при використанні машини ПГ-3-5.

Науковий проект Європейського союзу, що проводиться у дельті річки Ебро на південному сході Іспанії, цю особливість не наголошує. У 1992-1996 рр. Х. Лам-пурланес (J. Lampurlanes) вивчав впливи різних систем господарювання на урожайність у напівзасушливих регіонах. У рамках проекту з технологій консервуючого землеробства порівнювалися технологія нульового обробітку ґрунту і прямого посіву (No-Till), консервуюча технологія поверхневого розпушування та консервуюча технологія глибокого

розпушування. За підсумками своїх досліджень вчений дійшов висновку, що в роки з малою кількістю опадів урожайність збільшувалася зі зниженням ступеня інтенсивності обробітку ґрунту. Як обґрунтування своїх результатів вчений наводить підвищену здатність екстенсивно обробленого ґрунту до інфільтрації та акумуляції води [6 , 9].

За показником середньої витрати води на одиницю врожаю варіант дослідів , оброблений за технологією смугової обробки ґрунту, займає кращу позицію. Варіант дослідів, оброблений за технологією нульової обробки ґрунту (No-Till), має також низький показник, але дещо перевищує показник варіанту технології смугової обробки ґрунту.

Позитивний ефект від внесення добрив у випадках з технологією смугової обробки ґрунту показаний рисунку 3.17. 100 кг/га.

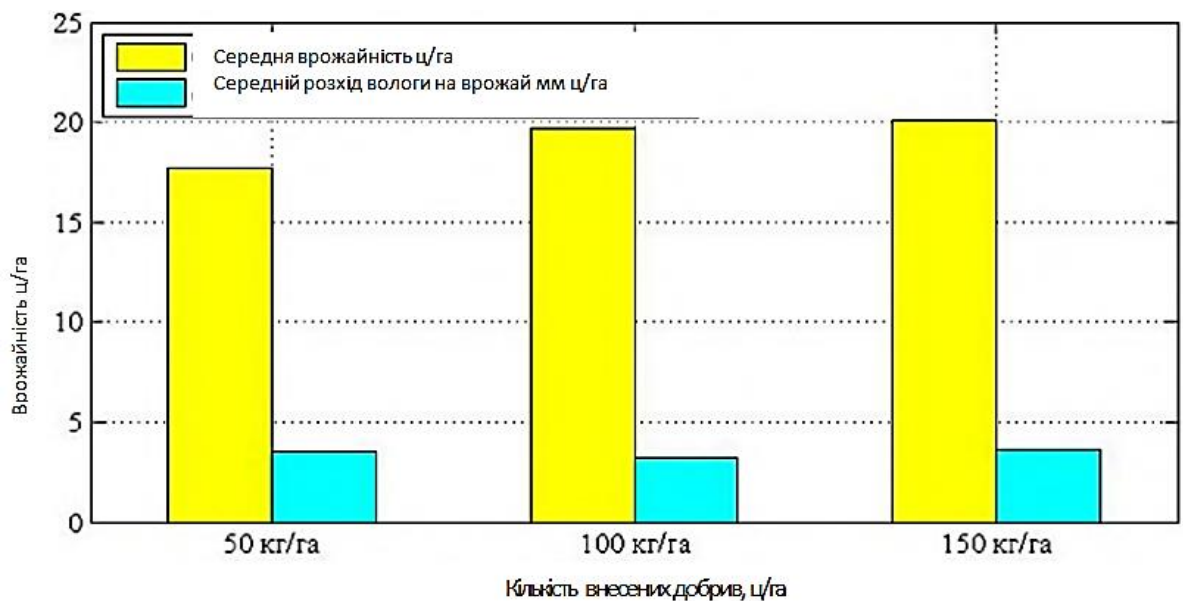


Рисунок 3.17 - Середня врожайність, витрати води на одиницю врожаю залежно від внесення добрив протягом трьох років проведення дослідів.

На рисунку чітко простежується винятковість результатів польового сезону 2022/2023 рр., які від результатів двох інших років.

У зазначений польовий сезон вологозабезпеченість ґрунту була недостатньою для того, щоб рослина змогла краще засвоїти добрива.

Збільшення врожайності більше зі збільшенням дози добрива з 50 кг/га до 100 кг/га, ніж зі збільшенням дози зі 100 кг/га до 150 кг/га. Наскільки

раціональним та вигідним є менш значуще підвищення врожайності зі збільшенням дози добрив понад 100 кг/га, необхідно досліджувати додатково.

За результатами дослідів за три роки формується одна тенденція: підвищення дози внесення добрив призводить до підвищення врожайності.

Середній показник витрати води на одиницю врожаю зафіксовано на одному рівні і не залежить від дози внесення добрива та рівня врожайності. На варіантах зі смуговим обробітком ґрунту інтенсивність обробки ґрунту була різною, тобто. обробка здійснювалася на різну робочу глибину (рис. 3.18).

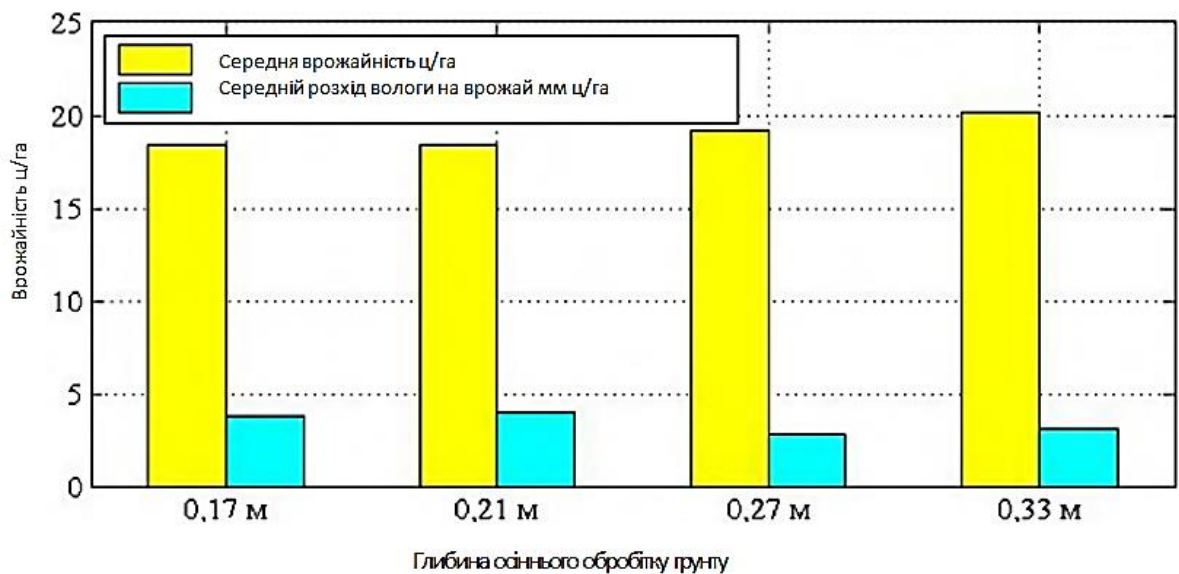


Рисунок 3.18 – Середня врожайність, витрата води на одиницю врожаю залежно від глибини смугової обробки ґрунту за три роки проведення дослідів.

У польовому сезоні 2022/2023 років. була отримана менша врожайність, ніж за два інші роки польового експерименту. Незважаючи на це, досвід показав, що збільшенням глибини обробки врожайність підвищується. Більш інтенсивне розпушування, ймовірно, сприяє кращому формуванню кореня та одержанню води з нижчих шарів ґрунту. Корені соняшника можуть проникати до 2 м углиб ґрунту та використовувати воду та поживні елементи з таких глибин [6, 7]. У разі відсутності обмеження відстані до сусідніх рослин, коренева система також починає рости в ширину.

Середній показник витрати води на одиницю врожаю на обох варіантах з більш глибоким обробітком ґрунту нижче. Передбачається, що зовнішні впливи (наприклад, евапорація) на варіантах з поверхневою (менш глибоким)

про обробкою ґрунту менш ефективні, так як у верхніх шарах ґрунту вологи витрачається більше.

Висновки по розділу.

1. В експериментальних дослідженнях використані сучасні методи планування багатофакторного польового дослід, а також приладова база для виконання вимірювань вихідних показників та обробки отриманих результатів.

2. Проведені дослід дозволили порівняти в багаторічному плані різні варіанти агротехнологій вирощування сільськогосподарських культур, а також значущість впливу глибини смугової обробки ґрунту та дози внесення мінеральних добрив на врожайність та питома витрата вологи з ґрунту

3. При розгляді середньої витрати вологи на одиницю врожаю на варіантах смугової обробки ґрунту з різною робочою глибиною простежується тенденція підвищення ефективності на варіантах з більш глибоким обробітком ґрунту у вигляді зменшення витрати вологи. Урожайність, отримана при середній глибині обробки (17 см), дорівнює врожайності, отриманої на варіантах середньої глибиною обробки (21 см). Щодо такого рівня врожайності для двох інших варіантів з більш глибоким обробітком ґрунту (27 см і 33 см) характерно збільшення врожайності.

4. Аналіз доз внесення добрив у випадках, у яких використовувалася технологія смугової обробки ґрунту, не виявив впливу середніх витрат вологи на одиницю врожаю. Зафіксовано тенденцію впливу внесеного добрива на врожайність залежно від дози: чим більша доза внесення, тим вища врожайність. Ефект впливу зменшується при дозах вище 100 кг/га, за яких інтенсивність зростання врожайності знижується. На варіантах, оброблених за допомогою технології нульової обробки ґрунту (No-Till), і варіантах з мінімальною обробкою ґрунту, на яких використовувалася машина Catros, середня врожайність незважаючи на більш високий середній показник витрати вологи на врожай нижче, ніж на варіантах з використанням смугової технології.

5. Смугова більш інтенсивна обробка ґрунту сприяє кращому зростанню коренів рослини, ніж забезпечується можливість використання ґрунтової вологи, що залягає у глибших шарах ґрунту.

6. Функціональні завдання виконані дослідним зразком машини смугової обробки ґрунту повною мірою.

7. Технологія роздільної обробки ґрунту та посіву доцільна, оскільки ґрунтобробка проводиться вже восени попереднього року. Наступний посівна ширину міжряддя соняшнику не виявив труднощів.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

З початком проведення весняно-польових робіт в агропромисловому комплексі значно зростають обсяги та інтенсивність виконання відповідних технологічних операцій, пов'язаних із посівною компанією. Зокрема, зростає кількість осіб, що беруть участь у виробництві, у тому числі за рахунок тимчасово залучених, збільшується кількість задіяної техніки, тривалість сільськогосподарських робіт протягом доби тощо. Цей травмонебезпечний період в сільськогосподарському виробництві зумовлений максимальним напруженням, перенасиченістю праці, що призводить до помилкових дій, нехтування безпекою та відсутністю належного контролю за безпечним виконанням робіт з боку інженерно-технічного персоналу.

Під час виконання цих робіт працівникам доводиться проводити цілий комплекс робіт із застосуванням мінеральних добрив, гербіцидів, протруювачів, які використовуються при виконанні підживлення посівів, протравлення та перевезення насіннєвого матеріалу, сівби, а це роботи з застосуванням отрутохімікатів.

Тож, керівникам і спеціалістам підприємств напередодні розпалу весняно-польових робіт слід посилити профілактичну роботу по запобіганню виробничого травматизму в поточному році, організувати роботу згідно Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві (НПАОП 01.0-1.02-18).

4.1 Вимоги безпеки під час обробітку ґрунту, сівби, садіння і догляду за посівами.

1. Під час руху агрегату не допускається одночасне обслуговування одним працівником двох або більше сівалок.

2. Заміну, очищення і регулювання робочих органів навісних машин і знарядь, які підняті, потрібно проводити тільки спеціальними чистками в рукавицях із зупиненим, загальмованим агрегатом та вимкнутим двигуном і вжиттям заходів, що запобігають їх самовільному опусканню.

3. Працівникам заборонено підніматися на або спускатися з машин під час їх руху.

4.2 Рекомендації щодо дотримання вимог техніки безпеки на весняно-польових роботах:

1. Закріпити машини та змінне обладнання за кожним механізатором, а за посівним агрегатом постійних сівачів (наказ, розпорядження, рішення).
2. Заправку тракторів та інших машин паливом і мастильними матеріалами в польових умовах проводити механізованим способом із дотримання Правил пожежної безпеки в Україні.
3. Розміщення машин, машинно-тракторних агрегатів, де проводяться сільськогосподарські роботи, повинно здійснюватись відповідно до технологічних карт і «Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві». На роботах, при виконанні яких задіяно два і більше працівника, необхідно призначити старших.
4. Не допускати до керування тракторами і складними сільськогосподарськими машинами осіб молодших 18 років, а також осіб, які не мають документів на право керування ними і не пройшли інструктажу з техніки безпеки.
5. Провести інструктажі з особами зайнятими на польових роботах.
6. Проводити підготовку площ для роботи машинно-тракторних агрегатів, з цією метою забезпечити проведення наступних робіт: прибрати на полях каміння та соломку, засипати ями; встановити віхи біля великих каменів, ярів, ям та інших предметів, які можуть становити небезпеку при виконанні робіт; відбити контрольні борозни і смуги біля ярів, ставків, річок, меліоративних каналів і т. п.; відвести і відмітити місця для відпочинку; встановити віхи на ділянках поля з крутизною 8–9 градусів.
7. Скласти технологічні маршрутні карти руху машин при виконанні сільгоспробіт.
8. Вимоги до технічного стану машин: забезпечити кожну машину справним інструментом; встановити захисне огороження на карданні, ланцюгові, пасові і зубчасті передачі; зробити попереджувальні написи; перевірити та ліквідувати підтікання палива, масла і води, забезпечити

щільність з'єднання вихлопних колекторів; ліквідувати можливі несправності електрообладнання та електропроводки, забезпечити безвідмовну роботу гальм тракторів та тракторних причепів, справність сигналізації та освітлення.

9. Працюючих у польових умовах механізаторів необхідно забезпечити аптечками, питною водою, гарячим харчуванням.

10. Заміну, очищення та регулювання робочих органів навісних машин та знарядь, які знаходяться в піднятому стані, слід проводити після вжиття заходів, що запобігають їх самовільному опусканню

5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Як показує аналіз, зі збільшенням глибини обробітку ґрунту від 0,17 м до 0,32 м експлуатаційні витрати на його обробку збільшуються з 1156,2 руб/гадо 1759,4 грн/га. Вибір глибини обробітку ґрунту та дози внесення мінеральних добрив визначатиметься співвідношенням зниженням (додаванням) врожаю та витрат на його досягнення.

Результати розрахунку експлуатаційних витрат для різної глибини обробки представлені на рисунку 5.1.

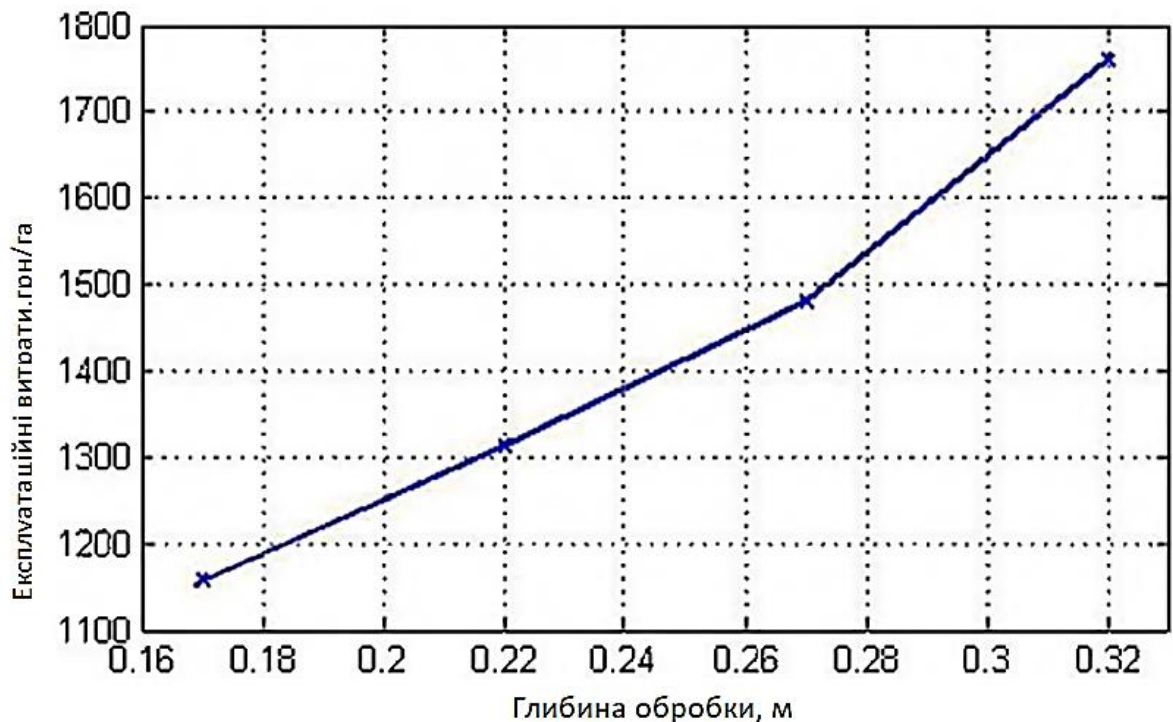


Рисунок 5.1 -Залежність експлуатаційних витрат від ширини захвату МТА при різній глибині обробки.

5.1 Порівняльна оцінка варіантів глибини смугової обробки ґрунту та доз внесення мінеральних добрив.

Оцінку ефективності обробітку ґрунту на різну глибину визначали за співвідношенням величини виходу продукції (урожаю соняшника) у проведеному 3-х річному експерименті та експлуатаційних витрат на ґрунтообробку в грошовому еквіваленті . Коефіцієнт ефективності витрат обчислювався за формулою.

Розрахункові значення коефіцієнта ефективності експлуатаційних витрат залежно від глибини обробки та дози внесення добрив у графічному вигляді наведено на рисунку 5.2.

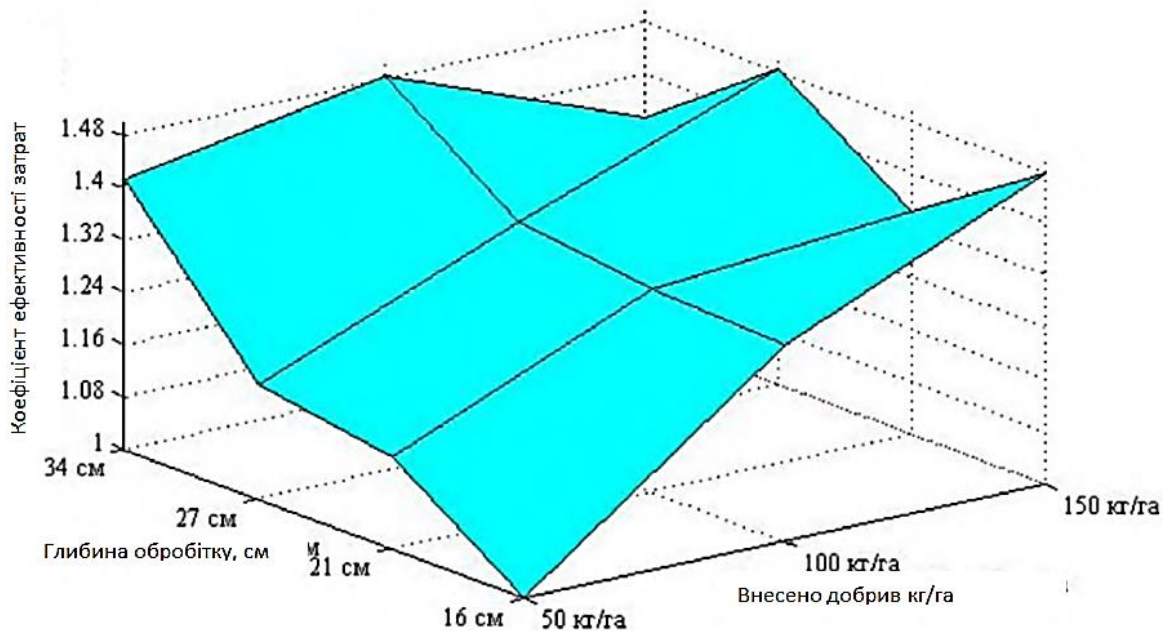


Рисунок 5.2 - Залежність коефіцієнта ефективності витрат за реалізацію смужкової технології від глибини обробки ґрунту та дози внесення добрив.

В результаті оцінки ефективності витрат встановлено, що найбільш ефективним ($K_e = 1,485$) є варіант смужкової обробки з глибиною обробки 0,32 - 0,34 м та дозою внесення добрив 100 кг/га. Близькі до цього є варіанти з глибиною 0,27 м та дозою внесення добрив 150 кг/га ($K_e = 1,483$) та з глибиною 0,17 м та дозою внесення добрив 150 кг/га ($K_e = 1,477$).

Отримані результати вказують, що найбільш раціональним є варіант технології з глибиною обробки 0,32-0,34 м і дозою внесення добрив 100 кг/га.

5.2 Техніко-економічна оцінка ефективності використання МТА для смужкової обробки ґрунту.

В якості базового агрегату прийнятий використовуваний агрегат на базі трактора К-744Р1 (300 к.с.) з ґрунтообробною машиною-знаряддям шириною захвату 6,0 м. А рекомендованими прийняті агрегати на базі трактора К-744Р1 і машини-знаряддя з шириною захвату 6,75 м та 7,5 м. Глибина обробки 0,32 м

визначена на основі оцінки її коефіцієнта ефективності, а доза внесення добрив 150 кг/га у фізичній вазі.

Результати порівняння експлуатаційних витрат МТА з різною шириною захвату представлені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Порівняння експлуатаційних витрат агрегатів із різною шириною захвату.

Показник	К-744Р1 +6 м	К-744Р1 +6,75м	К-744Р1 +7,5 м	К-744Р4 +9 м
Робоча швидкість руху, м/с	1,82	1,71	1,63	1,89
Чиста продуктивність м ² /с	10, 92	11,54	12,23	17,04
Питома витрата палива г/м ²	1,24	1,17	1,10	1,08
Експлуатаційні витрати, грн/га	1578,1	1573,3	1559,8	1315,3

Збільшення робочої ширини захвату МТА з 6,0 м до 6,75 м та 7,5 м призводить до підвищення чистої продуктивності на 5,7 % та 12,0 % відповідно, при зниженні витрати пального на одиницю обробленої площі на 5,5 та 11 3%.

Величина зниження експлуатаційних витрат при цьому не суттєва 155 і становить 4,8 та 13,5 грн/ га .

Тому цікавість порівняння ефективності МТА при використанні потужнішого трактора К-744Р4 з раціональною робочою шириною захвату 9,0 м, що дозволить використовувати для подальшого посіву сівалку EDX 9000, що випускається компанією AMAZONE серійно.

Таким чином, застосування агрегату на базі трактора К-744Р4 та знаряддя шириною захвату 9,0 м забезпечить підвищення чистої продуктивності МТА в 1,56 рази при зниженні витрат палива на одиницю обробленої площі в 1,15 рази. Експлуатаційні витрати при цьому знизяться на 262,8 грн/ га . А річний економічний ефект складе 473 тис. грн на агрегат.

Висновки по розділу.

1. Зі збільшенням глибини обробітку ґрунту від 0,17 м до 0,32 м експлуатаційні витрати на його обробіток збільшуються з 1156,2 грн/га до 1759,4 грн/га.

2. Величина коефіцієнта ефективності витрат істотно змінюється залежно від глибини обробки та дози внесення добрив. Найбільше значення коефіцієнта ефективності (1,485) спостерігається при глибині обробки 0,32 м та дозі внесення добрив 100 кг/га. Тому застосування глибокої смугової обробки ґрунту з внесенням добрив (0,32 м; 100 кг/га) є економічно виправданим і забезпечує підвищення ефективності на 48,5% у порівнянні з базовим варіантом (глибина 0,17 м; доза внесення добрив 50 кг/га).

3. Збільшення дози внесення добрив до 150 кг/га при глибині обробки 0,32 м призводить до суттєвого зниження коефіцієнта ефективності (1,332), що вказує на зниження інтенсивності зростання прибутку зі збільшенням витрат на виробництво продукції.

4. Збільшення робочої ширини захвату МТА з 6,0 м до 6,75 м і 7,5 м призводить до підвищення чистої продуктивності на 5,7 % і 12,0 % відповідно, при зниженні витрати пального на одиницю обробленої площі на 5,5 і 11,3%. Величина зниження експлуатаційних витрат при цьому не істотна становить 4,8 і 13,5 грн/га.

5. Застосування агрегату на базі трактора К-744Р4 і знаряддя шириною захвату 9,0 м забезпечить підвищення чистої продуктивності МТА в 1,56 рази при зниженні витрати палива на одиницю обробленої площі в 1,15 рази . 8 грн/га. А річний економічний ефект складе 47,3 тис . грн на агрегат.

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз технологій смугової обробки ґрунту та ґрунтообробних машин вказує на перспективність даного напрямку, що дозволяє суттєво знизити інтенсивність техногенного впливу на ґрунт, тим самим зберегти або підвищити ґрунтову родючість у багаторічній перспективі, а також значно підвищити продуктивність МТА та знизити витрату палива на одиницю обробленої площі.

2. Удосконалено математичну модель обґрунтування раціональних складів та режимів роботи МТА шляхом запровадження коефіцієнтів ефективності глибини обробітку ґрунту та дози внесення мінеральних добрив. Отримані залежності дозволили обґрунтувати раціональні параметри технології смугового обробітку ґрунту: глибина обробітку 0,32 м, доза внесення добрив 100 кг/га для умов степової зони.

3. Обґрунтовано раціональну робочу ширину захвату агрегату для смугової обробки ґрунту (9 м) при агрегуванні з трактором К-744Р4, що дозволяє підвищити чисту продуктивність у 1,56 разу при зниженні витрати пального на одиницю обробленої площі в 1,15 рази, порівняно шириною захвату 6,0 м при агрегуванні з трактором К-744Р1.

4. Річний економічний ефект при цьому складе 47,3 тис. грн при зниженні експлуатаційних витрат на 262,8 грн/ га . Експлуатаційні витрати при цьому знизяться на 262,8 грн/ га .

Практичні рекомендації для виробництва полягають у виготовленні комбінованого ґрунтообробного агрегату шириною захвату 9,0м для смугової обробки ґрунту та внесення мінеральних добрив.

Перспективи подальшої опрацювання теми. Запропонована технологія смугової обробки ґрунту з внесенням мінеральних добрив може бути реалізована шляхом створення універсального комбінованого блочно-модульного агрегату шириною захвату 9,0 м, що дозволяє виконувати смугову обробіток ґрунту восени і посів у оброблені смуги навесні сівалкою з такою ж шириною захвату EDX.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Baeumer, K. Bodenbearbeitung mit reduziertem Aufwand. Acker- und Pflanzenbauliche Gesichtspunkte. Landtechnik von Morgen 24, 1986
2. Baker, C. J., et. al. Fertilizer Placement, FAO and CAB International 2007, NoTillage Seeding in Conservation Tillage, 2016
3. Bauer, B. Platzierte Düngung- Starthilfe für Ihren Raps, Gartensleben, Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung, Top- Agrar Artikel, 2011.
4. Bauer, B. Strip- Till, mit Streifen zum Erfolg, DLG- Verlag, 2022
5. Beisecker, R. Einfluss langjährig unterschiedlicher Bodenbearbeitungssysteme auf das Bodengefüge, die Wasserinfiltration und die Stoffverlagerung eines Löss- und eines Sandbodens, In: Bork, H.-R., Bodenökologie und Bodenentstehung, TU Berlin, 1994
6. Bischoff, Dr. J. Versuchsserie zur Einzelkornsaat bei Winteraps, Versuchsbericht, LLFG Bernburg, 2019
7. Bischoff, Dr. J. Erfahrung mit Streifenlockerung in Mais, Vortrag zum Workshop Strip- Till, Ihinger Hof, Universität Stuttgart Hohenheim, 2011
8. Bischoff, Dr. J. Weite Reihen- tiefe Wurzeln? Fachartikel LOP, 3/ 2022
9. Brunk, K. Formen und Ursachen der geökologischen Degradation in der südlichen Trockensavanne Nordost- Nigerias, Frankfurter geowissenschaftliche Arbeiten, 2000
10. Deike, Dr. St. Nährstoffdynamik bei pflugloser Bodenbearbeitung, welche Effekte bringen Unterfütter- und Unterflurdüngung, Claydon Informationsveranstaltung GutPanker, 2022
11. Dolger, D. Trends bei der Auswahl der Verfahren zur Bodenbearbeitung und Aussaat, Beratungsverbund Hanse Agro GmbH, 1. VDI Kolloquium Bodenbearbeitung TU Dresden, 25-26/09/ 2024
12. Dutzi, Dr. S. Auswirkungen von Bodenbearbeitungs- und Satechnikstrategien auf ackerbauliche, bodenkundliche und ökonomische Parameter in Fruchtfolgebezogenen Dauerversuchen, Dissertation, Hohenheim, 2016

13. Dutzi, Dr. S. Strip- Till- Drilltechnik der Zukunft. Erfahrungen und Ergebnisse aus Praxisversuchen, Saaten- Union Winterforum, Vortrag, 2022
14. Dutzi, Dr. S. Winterschulung „Bodenbearbeitung— Trends und Perspektiven im Ackerbau, Vortrag Landwirtschaftsberatung Hochkirch, Amazone, 2011
15. Fernandez, F. Deep Banding Fertiliser in Strip- Till Fields does not pay off, University of Illinois, Farm Progress. com, 2011
16. Fischer- Zujkov, Dr. U. Die Schwarzerden Norddeutschlands- ihre Stellung und Entwicklung im holozänen Landschaftswandel, Dissertation, Humboldt-Universität Berlin, 2000
17. Fredenberg, P. et. al. Conservation Tillage: Opportunities for intensified farming and environmental conservation in dry areas, ICARDA/ CGIAR, 2022
18. Frederick, J., et. al. Small Grain Production in South Carolina, Agronomy Journal 88, 1996, S. 829- 833
19. Galler, J. Bodenfruchtbarkeit ist die Basis, Landwirtschaftskammer Salzburg, Abtl. Betriebsentwicklung und Umwelt, 2023
20. Griffith, D. R. et. al. Strip Preparation for No- till Corn and Soybeans, Cooperative Extension Work in Agriculture and Home Economics, State of Indiana, Purdue University, West Lafayette, 1994
21. Grunwald, L., Entwicklung und Prüfung von Prototypen und neuer Technik hinsichtlich ihrer Eignung, Kulunda Projekt, Zwischenbericht 4, 2024
22. Heege, Prof. H. J. Getreidebestellung aktuell, DLG- Verlag, Frankfurt, 1978
23. Hermann, Dr. W., Strip- Till auf der Versuchsstation Ihinger Hof, Pflugfelder, M. Vortrag zum Workshop Strip Till, Ihinger Hof, Universität Stuttgart Hohenheim, 2011
24. Hermann, Dr. W. Strip- Till, mit Streifen zum Erfolg, Beitrag 3. Verfahren und Mechanisierung, DLG- Verlag, 2022
25. Kleppmann, Taschenbuch der Versuchsplanung: Produkte und Prozesse optimieren, Prof. Dr. W. Prozesse optimieren, HANSA Verlag, 2008

25. Kochs, H. J. Höhere Erträge durch verbesserte Drilltechnik, DLG-Mitteilungen 94 (4), 1979
26. Kochs, H. J. Umdenken bei der Getreidesaat, RKL- Tagung, 1986
27. Koller, Prof. Dr., K. H. Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug, Verlagsunion Agrar, DLG- Verlag Frankfurt, 1993
28. Kostner, B., et. al. Zukunftsdiagnose der Region Berlin/ Barnim/Uckermark/Uecker- Randow für den Zeitraum 1951-2006; Berlin- Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Interdisziplinäre Arbeitsgruppe, Dezember 2007
29. Kropf, Dr. U. Kornfüllung: Schrauben am Spitzenertrag, top agrar 4/2022
30. Kutschera, L. et. al. Wurzelatlas der Kulturpflanzen gemäßigter Gebiete mit Arten des Feldgemüsebaus, DLG- Verlag, Band 7, 2009
31. Lafond, Dr. G. Dry Land Farming Practices on the Canadian Prairies, Vortrag Kasachstanreise, Februar 2022
32. Lampurlanes, J. et. al. Evolución de la densidad aparente de un suelo cultivado bajo distintos sistemas de laboreo en condiciones semiaridas del valle del Ebro, García, Córdoba Spanien, 1996
33. Lutke- Entrup, N., Lehrbuch des Pflanzenbaus, Band 1, Verlag Thomas et. al. Mann, Gelsenkirchen, 2000
34. McGuire, A. High Residue Farming under Irrigation: Strip- Till, Washington State University Extension EM036E, 2011
35. Meinel, Dr. T. Die geökologischen Folgewirkungen der Steppenumbrüche in den 50er Jahren in Westsibirien, Dissertation, Martin-Luther- Universität Halle-Wittenberg, 2002
36. Meinel, Prof. Dr. T. Optimierung des Anbaus von Sonnenblumen durch streifenweise Bodenbearbeitung und Düngung („StripTill“) in Nordkasachstan, Veröffentlichung Kasachstan, 2023
37. Mengel, D. B. et. al. Fertilizer Management, Conservation Tillage Systems and Management, 1992
38. Mensching, H. G. Desertifikation, -Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1990

39. Montgomery, Prof. D. Dreck/ Warum unsere Zivilisation den Boden unter den Füßen verliert, Gesellschaft für ökologische Kommunikation, München, 2010
40. Mülle, Dr. R, et. al. Kornverteilung über die Fläche und Ertrag bei Getreide, Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 150, 1981
41. Nübel, V. Strip- Till zu Zuckerrüben auf mittelschweren Böden, Vortrag zum Workshop Strip- Till, Ihinger Hof, Universität Stuttgart Hohenheim, 2011
42. Reeb, D., et. al. Raps und Weizen in Streifen?, Artikel DLG-Mitteilungen, 7/ 2022
43. Reicosky, D. C., The Benefits of No- tillage, FAO and CAB International Saxton, K. E. 1997, No Tillage Seeding in Conservation Tillage, 2006
44. Reicosky, D. C. et. al. Reduced Environmental Emissions and Carbon Sequestration, FAO and CAB International 2007, No Tillage Seeding in Conservation Tillage, 2006
45. Reicosky, D. C. Reduced Tillage: impact on carbon, soil quality and so much more; Vortrag GKB Jahrestagung, Braunschweig, Januar 2023
46. Rieve, Deert Erfahrungen zu Saatverfahren mit Streifenlockerung und Unterfütterung. Vortrag Strip- Till-Veranstaltung 2011, Universität Stuttgart-Hohenheim
47. Sander, G. Schlitzsaat (Strip- Till) in Zuckerrüben, Vortrag zum Workshop Strip-Till, Ihinger Hof, Universität Stuttgart Hohenheim, 2011
48. Schimmelpfennig, D. On the Doorstep of the Information Age, Recent Ebel, R. Adoption of Precision Agriculture, USDA, 2011
49. Schmidt, D. Getreideaussaat mit verschiedenen Ablagetechniken, Landtechnik 43(2), 1988
50. Schmiedehausen, S., Zur Nährstoffversorgung und Düngung bei et.al. langjährigem Pflugverzicht und Direktsaat, Bachelorarbeit Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau, Bernburg, 2011
51. Schmitz, P.M et. al. The Importance of Conservation Tillage as a Contribution to Sustainable Agriculture: A special Case of Soil Erosion, Institut für Agribusiness, Gießen, 2024

52. Schnug, Prof. Dr. Dr., Gefahr für die Umwelt?, Internationale Konferenz E. E. Solothurn zum Thema Klimawandel, Julius Kuhn Institut Braunschweig (JKI), 2010
53. Tebriigge, Prof. Dr. F. Experience with the applicability of no-tillage crop production in West-European countries, Final Report, Fachverlag Kohler, Giessen, 1998
54. Tiessen, R. U. Anbau von Braugerste mit kombinierter Ausbringung von Düngemitteln bei der Saat, Reisebericht Schottland/ Besuch diverser Landwirte, 2010
55. Tullberg, J.N. CTF: What's Known, What's Next, University of Queensland, Gatton, 2005
56. Vofsihenrich, PD Dr., Aspekte zu Strip- Till, Vorteile in der Spanne von H. H. intensiver Bodenbearbeitung bis Direktsaat, vTI, Helmstedt, 2022 167
57. von Rimker, W. Technische Lösungsansätze- Aussaat mit Einzelkorn, Vortrag Landwirtschaftsberatung Hochkirch, Januar 2011
58. Wartenberg, L. Desertifikation, Desertation und Dürren- Ursachen und Wirkungen von Problemen der Trockenräume der Erde, Studienarbeit, Norderstedt, 2006
59. Wein, Prof. Dr. N. Sibirien, Perthes Regionalprofile/ Geographische Strukturen, Entwicklungen und Probleme, Gotha und Stuttgart, 1999
60. Weischhet, W. Einführung in die allgemeine Klimatologie, Teubner Verlag Stuttgart, 1991
61. Wessels, M. Stripe Tillage- neue Perspektiven durch Precision Farming- Technik, Vortrag Amazonen Werke, 2011
62. Wolf, G. S. Getreidebestellung mit und ohne Pflug, Diplomarbeit, Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian- Albrechts- Universität Kiel, 1988
63. Wortmann, C. S., Choosing the Right Tillage System for Row Crop Production, Neb Guide, University of Nebraska- Lincoln Extension, 2009
64. Zinkand, D. Global- Dialogue- Strip- Till- Fertiliser- Practices, No-Till- Farmer, 2022

64. Zorn, Dr. W., et. al. Nährstoffversorgung in Thüringen- ausreichend für eine erhöhte Biomasseproduktion?, Jahrestagung Landwirtschaft Erfurt, 2007 Zorn, Dr. W., et. al. Grundriss: Der Boden braucht wieder

65. Saskatchewan Agri- Farm Facts, Guideline for safe rates of fertilizer placed in Culture and Food with seed, January 2006

66. Territorialnuij Organ Internetportal für Landwirtschaft Altaijskij Krai, Federalnoij Sluschbij <http://ak.gks.ru> ,2009 Gosudarstvennoij Statistiki Po Altaijskomy Kraiju

67. Gunnink, D. W. US00 5957217, 7148 S. Summerfield Rd. Clinton, Wisconsin 53525

68. Roggenbuck, D. C., US005333694, 4595 Curry Rd., Snover, Michigan et. al. 48472

69. Parker, P. D. US005797460, Ankeny, Iowa 110. Knobloch, D., et. al. US2003/0226670A1, Goodfield, Illinois

70. Barato, P. US004363362, Via Madonna della Salute, 136, Padova, Italy 168

71. Peterson, R. L., US004377979, Le Sueur, Minnesota 113. Lanpher, P. US006382114, 32598 Country Rd. 309, Advance, Montana 63730114. Basse, O. DD000247592, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Minchebert, 1278 Mincheberg, Wilhelm-Pieck-Straße 72, DD.