

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи

ступеня вищої освіти «Магістр» на тему:

**Обґрунтування засобів механізації при вирощуванні кукурудзи на зерно
за критерієм мінімальних енерговитрат на операціях основного
обробітку ґрунту**

Виконав: студент 2 курсу, групи МГАІЗ-1-24 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Моссеєнко Анатолій Вадимович

Керівник: _____ Кабат Олег Станіславович

Рецензент: _____

Дніпро – 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ЕМТП

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Деркач О.Д.

(підпис) (прізвище, ініціали)

«___» _____ 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Моссеєнку Анатолію Вадимовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Обґрунтування засобів механізації при вирощуванні кукурудзи на зерно за критерієм мінімальних енерговитрат на операціях основного обробітку ґрунту

керівник роботи Кабат Олег Станіславович, професор

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« 27 » жовтня 2025 року № 3205

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання в сфері удосконалення мінімізації енерговитрат на операціях основного обробітку ґрунту. Аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ТА КЛЮЧОВІ ЕТАПИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО. 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КАТКА-ПОДРІБНЮВАЧА 3. РОЗРАХУНОК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ УДОСКОНАЛЕНОГО КАТКА ПОДРІБНЮВАЧА. 4.

ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ 5.
РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ. Загальні
висновки. Список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу

Тема роботи мета проекту, постановка проблеми (3 аркуші, А4). Огляд урожайності кукурудзи в Україні (1 аркуш А4). Огляд рекомендованого енергоощадного агрегату (1 аркуш А4). Порівняння удосконаленої технології з класичною (1 аркуш А4). Технологічні карти (2 аркуші А4). Економічна ефективність (1 аркуш А4). Загальні висновки (1 аркуш А4).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Кабат О.С., професор		
нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання: _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)		
2	Розрахунково теоретичний		
3	Експериментальна частина		
4	Охорона праці		
5	Економічний		

Студент

(підпис)

Моссеєнко А.В

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кабат О.С.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЇ

Моссеєнко А.В. Обґрунтування засобів механізації при вирощуванні кукурудзи на зерно за критерієм мінімальних енерговитрат на операціях основного обробітку ґрунту / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація рослинництва»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

У дипломній роботі розглядається ефективність використання модернізованого катка-подрібнювача для енергоощадної технології вирощування кукурудзи на зерно. Автором проаналізовано основні фактори, які впливають на врожайність цієї культури, зокрема, строки сівби, обсяг опадів, використання добрив та систему заробітку. В результаті дослідження пропонуємо обґрунтувати оптимізовану технологію обробітку, що дозволяє знизити витрати палива, підвищити ефективність обґрунтування обробки та забезпечити кращі умови для росту рослин.

Також у роботі проведено оцінку економічної вигідності впровадження модернізованого катка-подрібнювача, що дозволяє зменшити собівартість вирощування кукурудзи, підвищити рентабельність і збільшити валовий збір продукції. Окрім економічних вигод, нова технологія має також екологічні переваги, зокрема зменшення ерозії підстав та покращення їх структури за рахунок збереження поживних залишків на поверхні.

Ключові слова: кукурудза, енергоощадна технологія, модернізований каток-подрібнювач, обробіток обґрунтованості, економічна вигідність, собівартість, рентабельність.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ТА КЛЮЧОВІ ЕТАПИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО	8
1.1 Кукурудза на зерно: основні відомості та її місце у сівозмінних структурах	8
1.2 Розгляд значення кукурудзи у сівозмінах	9
1.3 Тенденції розвитку кукурудзи в Україні	11
1.4 Характеристика основних технологій вирощування кукурудзи на зерно	15
1.5 Обґрунтування обраної теми дослідження	19
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КАТКА-ПОДРІБНЮВАЧА	22
2.1 Огляд запропонованого вдосконалення для катка подрібнювача	22
2.2 Складання енергоефективного плану обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи на зерно	26
2.3 Обґрунтування конструктивної схеми машини	29
3. РОЗРАХУНОК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ УДОСКОНАЛЕНОГО КАТКА ПОДРІБНЮВАЧА	32
3.1. Розрахунок енергоємності виконання технологічних операцій	32
3.2 Розрахунок коефіцієнта енергетичної ефективності при вирощуванні кукурудзи на зерно за двома технологіями	34
3.3 Визначення енергетичної структури вирощування кукурудзи на зерно	36
3.4 Екологічний аналіз технології вирощування кукурудзи на зерно з урахуванням рівня енергоємності.	42
3.5 Аналіз енергетичних витрат на вирощування зернової кукурудзи	43
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ	46

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ	52
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60
ДОДАТКИ	63

ВСТУП

Кукурудза, або маїс, — одна з найдавніших сільськогосподарських культур, яку почали вирощувати корінні народи Америки. Її батьківщиною є сучасна Мексика, де вона стала основою харчування, культури та економіки багатьох цивілізацій. Сьогодні кукурудза займає третє місце серед найбільш популярних у світі культур після рису та пшениці.

Кукурудза є однією з найважливіших сільськогосподарських культур завдяки своїй універсальності. Вона використовується не лише в харчовій промисловості, але й у виробництві кормів для тварин, біоетанолу та інших продуктів. Географія вирощування кукурудзи охоплює практично весь світ. Основними регіонами її виробництва є:

- США — найбільший світовий виробник кукурудзи, зокрема у так званому "кукурудзяному поясі", що охоплює штати Айова, Іллінойс, Небраска та інші.
- Китай — значна частина кукурудзи вирощується для задоволення потреб внутрішнього ринку.
- Бразилія та Аргентина — ключові виробники у Південній Америці.
- Європа — серед європейських країн провідну позицію займає Україна.

Україна є одним із найбільших виробників і експортерів кукурудзи у світі. Основні регіони її вирощування знаходяться у степових і лісостепових зонах країни. Висока якість української кукурудзи та її затребуваність на світових ринках роблять нашу державу важливим гравцем у глобальному аграрному секторі.

Актуальність дослідження обумовлена зростаючою роллю кукурудзи в економіці України та світу, а також необхідністю підвищення ефективності її вирощування в умовах змін клімату та зростаючого попиту.

Метою цієї дипломної роботи є розробка технології вирощування кукурудзи на зерно з акцентом на енергетичну ефективність. Для досягнення поставленої мети передбачається вирішення кількох ключових завдань.

По-перше, буде проведено всебічний аналіз впливу різних факторів на врожайність кукурудзи на зерно. Оцінюватимуться сучасні методи вирощування цієї культури, а також запропоновано вдосконалення технологічних процесів для підвищення їх ефективності та зниження енергетичних витрат.

По-друге, розроблено інноваційну енергоощадну технологію, яка враховує не лише сучасні тенденції в агрономії, але й адаптацію до кліматичних змін, що дозволить значно знизити витрати енергії в процесі вирощування. Це включає в себе використання новітніх технічних рішень та агротехнічних заходів, що сприяють збереженню вологи і підвищенню родючості ґрунтів.

По-третє, буде доведена ефективність цієї технології шляхом порівняння основних показників енергетичної та економічної результативності вирощування кукурудзи за традиційними та запропонованими методами. Аналіз базуватиметься на практичних результатах досліджень та статистичних обробках отриманих даних.

Важливим етапом роботи буде техніко-економічна оцінка запропонованої технології, що включатиме аналіз зниження витрат, підвищення рентабельності та оцінку потенційних прибутків.

Практичне значення даної роботи полягає в тому, що застосування розробленої енергоощадної технології дозволить не лише зменшити енергетичні витрати, але й забезпечити стійкий розвиток аграрного сектору за рахунок зменшення собівартості продукції, підвищення ефективності використання природних ресурсів та покращення економічних результатів господарств.

1. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ТА КЛЮЧОВІ ЕТАПИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

1.1 Кукурудза на зерно: основні відомості та її місце у сівозмінних структурах

Кукурудза є однією з найпродуктивніших і багатофункціональних зернових культур, що вирощується в усіх регіонах України. Вона характеризується високою пластичністю і здатністю адаптуватися до різних кліматичних та ґрунтових умов, що дозволяє її успішно вирощувати як у більш зволжених регіонах України, наприклад, на сході та в центрі, так і на півдні, де рівень опадів зазвичай нижчий. Це універсальна культура, яка використовується для продовольчих, кормових та технічних цілей. Кукурудза є основним компонентом багатьох промислових процесів, таких як виробництво борошна, крохмалю, спирту, олії, а також її використання в комбікормах для тваринництва [18].

Серед перспективних напрямків промислового використання кукурудзяного зерна виділяється виробництво біоетанолу, спиртів і полімерних матеріалів, які знаходять дедалі ширше застосування в сучасній економіці. Ці напрями є особливо актуальними в контексті глобальної боротьби з екологічними викликами, необхідністю заміни невідновлюваних ресурсів і зменшення впливу на навколишнє середовище.

Біоетанол, отриманий шляхом ферментації кукурудзяного крохмалю, є важливим замінником традиційних видів пального, таких як бензин. Цей продукт вирізняється зменшеними викидами вуглекислого газу, що робить його екологічно чистим джерелом енергії [3]. Технологія виробництва біоетанолу базується на процесах гідролізу крохмалю до глюкози, подальшої ферментації з утворенням етанолу і його очищення. Використання кукурудзи як сировини для біоетанолу є економічно вигідним, особливо для країн, які

мають високі обсяги виробництва цієї культури, включно з Україною. Біоетанол застосовується як добавка до традиційного пального (наприклад, у вигляді E10 чи E85), що зменшує споживання викопного палива [3].

Кукурудзяний крохмаль також використовується для виготовлення біорозкладних полімерів, таких як полілактид (PLA). Ці матеріали є екологічною альтернативою звичайним пластикам, які засмічують навколишнє середовище і потребують сотень років для розкладання. Полілактидні вироби, такі як пакети, посуд, пакувальні матеріали та контейнери, мають унікальну властивість швидкого розкладання під впливом вологи, мікроорганізмів або ультрафіолетового випромінювання. У багатьох країнах такі матеріали поступово замінюють звичайні пластикові вироби, що стимулюється законодавчими обмеженнями на використання одноразового пластику.

Зростаюче застосування кукурудзи у виробництві біоетанолу, полімерів і екологічного посуду робить її стратегічною культурою, що сприяє переходу до стійких технологій. Заміщення традиційних матеріалів на основі нафти біологічними альтернативами дозволяє знизити залежність від викопного палива, зменшити шкідливий вплив на екологію і забезпечити економіку новими інноваційними продуктами [9].

Таким чином, використання кукурудзяного зерна для отримання біоетанолу, спиртів та полімерів не лише розширює галузі застосування цієї культури, але й сприяє сталому розвитку, екологічній безпеці та збереженню природних ресурсів. Тому наша задача — зробити вирощування кукурудзи більш рентабельним та економічно вигідним, зменшивши витрати на її вирощування, використовуючи інноваційні технології.

1.2 Розгляд значення кукурудзи у сівоzmінах

Кукурудза має велике значення також в сівоzmінах завдяки своїм властивостям, вона характеризується швидким та інтенсивним ростом, що

дозволяє створювати значну вегетативну масу. Після збору врожаю залишки цієї маси на полі поступово розкладаються, збагачуючи ґрунт органічними речовинами та збільшуючи вміст гумусу. Це, у свою чергу, ймовірно підвищить потенціал врожайності наступної культури в сівозміні. Крім того, кукурудза має мичкувату кореневу систему, яка ефективно проникає в глибші шари ґрунту, покращуючи його структуру (рис. 1.2). Така коренева система сприяє більшій проникності в ґрунт води та кисню, що особливо важливо в умовах недостатнього зволоження [9]. Підвищення рівня вологості й кисню в ґрунті стимулює діяльність ґрунтових мікроорганізмів, які, у свою чергу, сприяють розкладу органічних решток та утворенню нових поживних речовин. Це покращує біологічну активність ґрунту і сприяє збереженню та підвищенню його родючості.

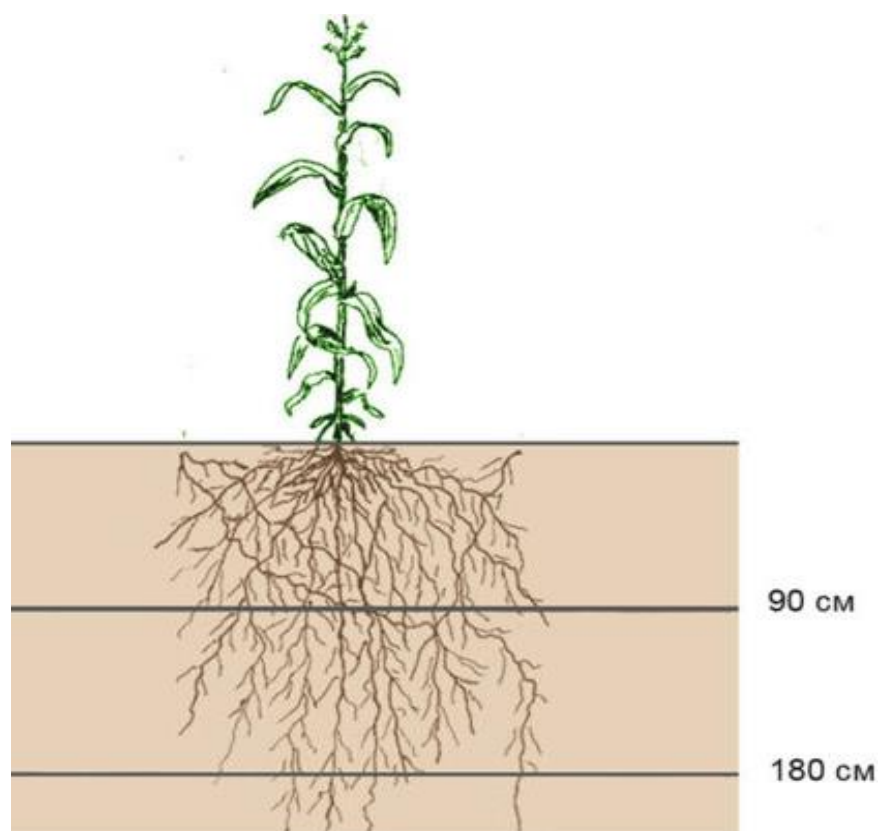


Рис. 1.1 – Вигляд кореневої системи кукурудзи.

Однією з небагатьох культур, що мають здатність обмежувати розвиток вовчка соняшникового, є кукурудза. Вона може провокувати ріст вовчка соняшникового через виділення кореневими ексудатами речовин, які схожі на соняшникові і стимулюють проростання насіння вовчка, але після проростання паразитична рослина не може приєднатись до коріння провокатора, тож гине, цим самим знижуючи кількість шкідливої рослини на полі.

1.3 Тенденції розвитку кукурудзи в Україні

Аналізуючи виробництво кукурудзи в Україні за останні 30 років, можна помітити суттєві зміни в обсягах вирощування цієї культури. У 1990-х роках виробництво кукурудзи на зерно було досить невеликим і складало близько 5 млн тонн. На початку 2000-х років ця тенденція почала змінюватися, що пояснюється поступовим підвищенням попиту на кукурудзу, впровадженням новітніх агротехнологій та стабілізацією аграрного сектору. У цей період врожайність кукурудзи зросла до 9 млн тонн, що стало першим кроком до інтенсивного розвитку виробництва [12].

Після 2010 року спостерігається значний стрибок у вирощуванні кукурудзи. Завдяки впровадженню сучасних сортів, підвищенню рівня механізації, ефективному використанню добрив та розширенню площ під цією культурою, виробництво почало зростати стрімкими темпами. До 2020 року обсяги врожаю кукурудзи в Україні досягли рекордних показників, склавши майже 36 млн тонн. Це свідчить про те, що кукурудза стала однією з ключових культур в аграрному секторі України, забезпечуючи значний внесок в експортний потенціал країни. На рисунку 1.2 наведено графік, що ілюструє динаміку виробництва кукурудзи та її врожайності за попередні роки, підтверджуючи вищезазначені тенденції.

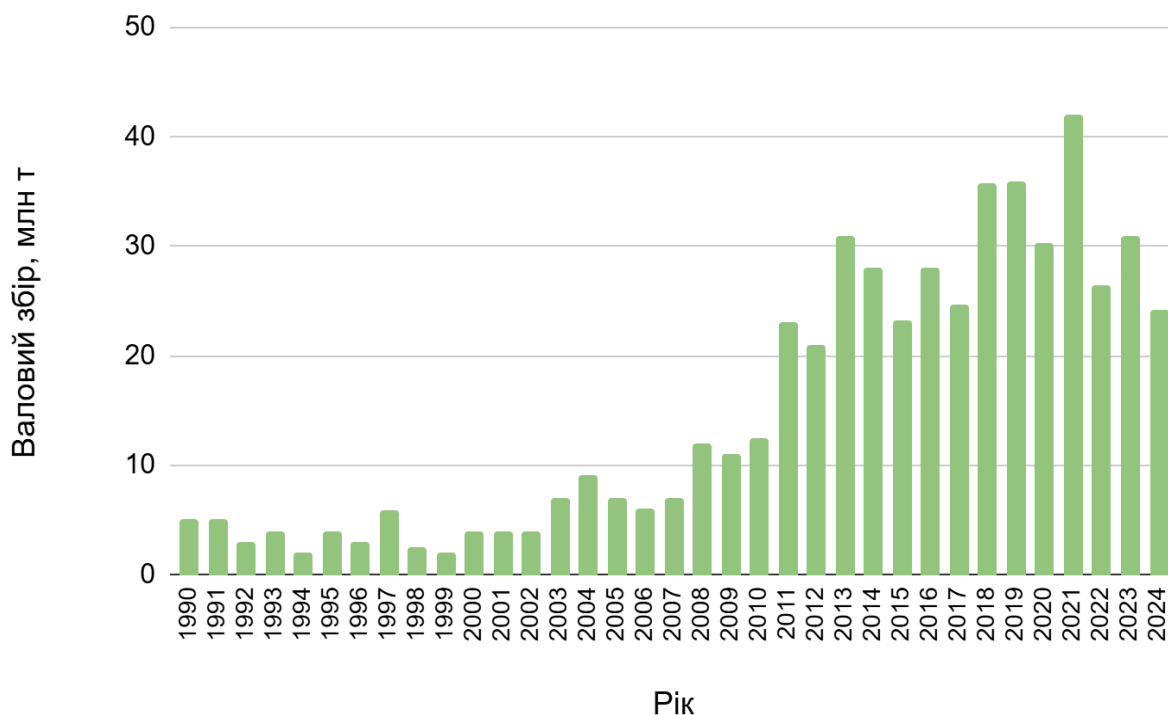


Рис. 1.2 – Графік валового збору кукурудзи: тенденції та зміни.

Посівні площі кукурудзи в Україні з 1991 до 2003 року стабільно складала близько 1,5 мільйонів гектарів, відображаючи сталу, але обмежену динаміку розвитку цієї культури. Однак після впровадження аграрних реформ ситуація кардинально змінилася. Завдяки лібералізації ринку, оптимізації управління ресурсами та впровадженню сучасних технологій, посівні площі кукурудзи почали стрімко зростати [3]. Вже до 2021 року вони досягли рекордних 5,4 мільйона гектарів, що свідчить про значну трансформацію галузі. Детальну динаміку змін можна побачити на графіку (рис. 1.3).

Проаналізувавши графік на рисунку 1.4 можна зробити висновок, що середня врожайність зерна кукурудзи в Україні демонструє поступове зростання з 1990 року до сьогодення. Такі позитивні зміни стали можливими завдяки впровадженню низки інноваційних технологій та методів, які вплинули на всі етапи вирощування культури.

Одним із ключових факторів є поява сівалок точного висіву. Ці сівалки забезпечили вдосконалення технології висіву насіння: рівномірний розподіл і

точність глибини висіву значно зменшили втрати через недружне проростання рослин. Це дозволило більш ефективно використовувати посівні площі, сприяючи оптимізації просторового розташування рослин і підвищенню їх продуктивності.

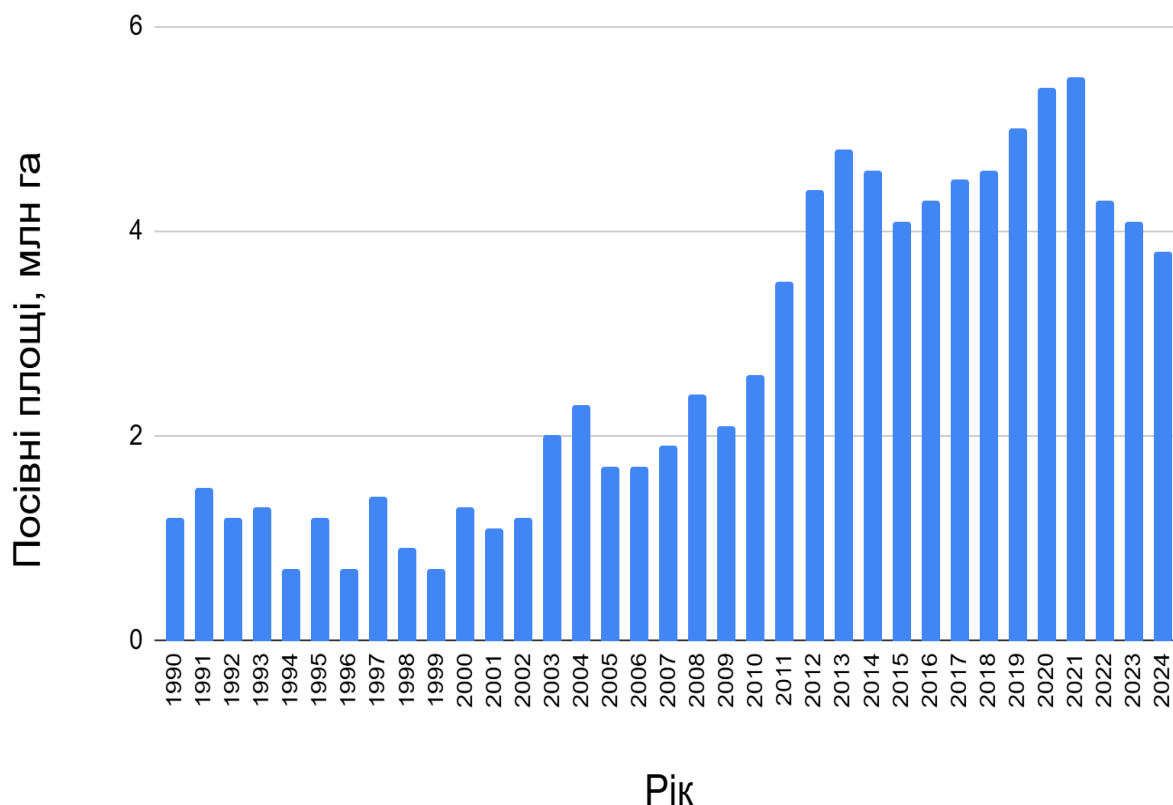


Рис. 1.3 – Тенденції зростання посівних площ кукурудзи.

Не менш важливим аспектом стало покращення генетики гібридів кукурудзи. Сучасні гібриди характеризуються вищим потенціалом врожайності за сприятливих умов вирощування, підвищеною стійкістю до хвороб і шкідників, а також здатністю адаптуватися до стресових факторів навколишнього середовища. Це дає змогу аграріям зменшити втрати врожаю та стабілізувати виробництво культури навіть у несприятливі роки.

Окрему увагу варто приділити вдосконаленню засобів хімічного захисту рослин. Новітні гербіциди, фунгіциди та інсектициди забезпечують надійний захист від бур'янів, захворювань і шкідників, що дозволяє скоротити кількість

обробітків ґрунту. Це, своєю чергою, зменшує енергозатрати та робить вирощування кукурудзи більш рентабельним. Крім того, зниження кількості механічних обробок сприяє збереженню родючості ґрунтів запобігши його ущільненню [3].

Удосконалення мінеральних добрив стало ще одним важливим чинником підвищення врожайності. Мінеральні добрива, на відміну від органічних, забезпечують рослини поживними речовинами у легкодоступній формі, що дозволяє швидше задовольнити потреби рослин у періоди їхнього активного росту. Ефективність їхнього використання сприяє підвищенню врожайності та економічної доцільності вирощування кукурудзи [9].

Таким чином, спираючись на графік із тенденцією зростання середньої врожайності кукурудзи по країні, можна стверджувати, що сукупність технологічних, агрономічних і генетичних удосконалень забезпечила стабільне зростання продуктивності цієї культури, роблячи її ключовою складовою аграрного сектору України.

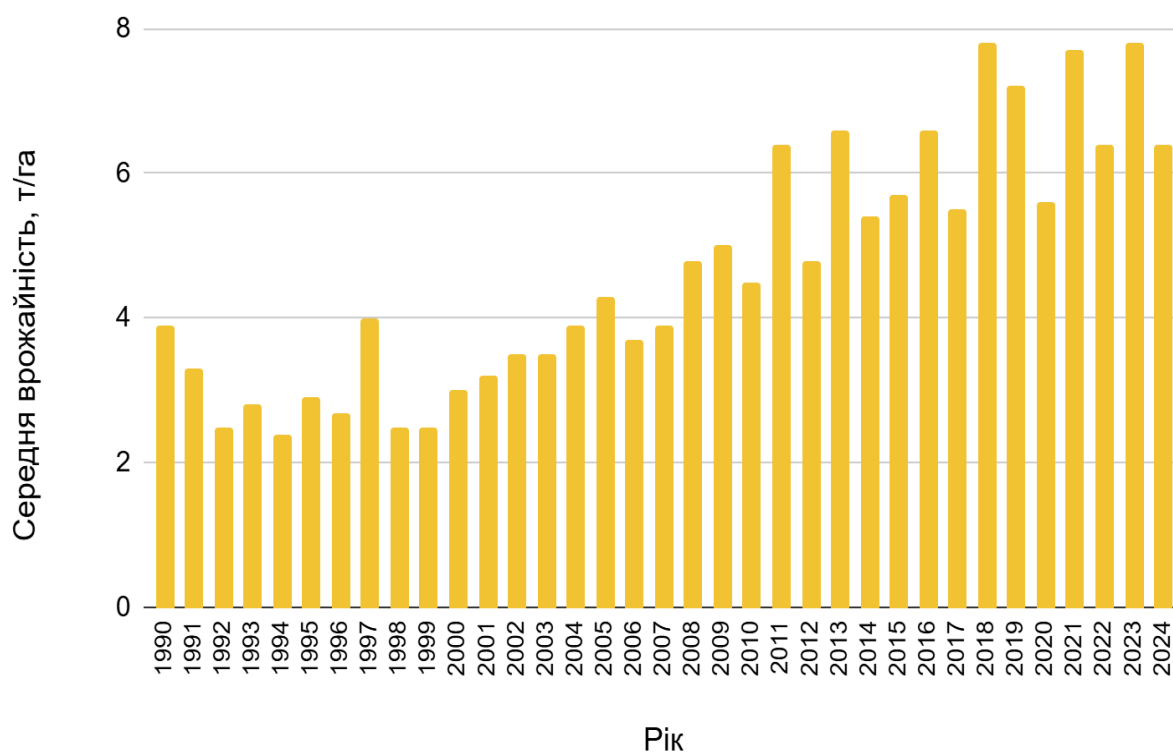


Рис. 1.4 – Графік середньої врожайності кукурудзи на гектар.

1.4 Характеристика основних технологій вирощування кукурудзи на зерно

На основі моїх досліджень та аналізу багаторічних спостережень фахівців у цій сфері, найбільш ефективними попередниками для вирощування кукурудзи на зерно є зернобобові культури. Завдяки їх здатності покращувати структуру ґрунту та збагачувати його азотом, вони створюють оптимальні умови для наступних посівів кукурудзи. Крім того, озимі зернові-колосові, що вирощувались після парів, також показують задовільні результати, оскільки залишають у ґрунті достатню кількість поживних речовин [3].

Протягом моїх досліджень я встановив, що вирощування кукурудзи на зерно можливе навіть протягом трьох-чотирьох років поспіль, за умови забезпечення достатньої кількості вологи через зрошення або значний обсяг опадів. Для підтримання врожайності необхідне обов'язкове внесення мінеральних і органічних добрив. Однак мої спостереження підтверджують, що тривале вирощування кукурудзи на одному полі сприяє поширенню специфічних хвороб цієї культури, тому такий підхід доцільний лише у виняткових випадках.

Соняшник, на мою думку, є одним із найгірших попередників для кукурудзи. Це підтверджується тим, що ця культура значно виснажує ґрунт, особливо вологу, яка є критично важливою для забезпечення стабільних і високих врожаїв кукурудзи.

У ході своїх досліджень я помітив, що обсяги внесення добрив слід обов'язково адаптувати до природно-кліматичних умов, рівня родючості ґрунту, попередньої культури, а також інших агротехнічних факторів. Добрива рекомендую вносити поетапно: основну частину — восени під час обробітку ґрунту, а додаткову — навесні під час передпосівної культивування. Під час сівби мої спостереження підтвердили доцільність використання гранульованих добрив, таких як фосфорні або комплексні добрива, залежно від потреб поля.

У разі дефіциту цинку в ґрунті рекомендую вносити сірчаноокислий цинк у дозі 2,5–3,5 кг/га.

На основі аналізу агротехнічних прийомів, я дійшов висновку, що система обробітку ґрунту є ключовим чинником для створення оптимальних умов розвитку кукурудзи та досягнення максимальної врожайності. Саме обробіток ґрунту, за моїми підрахунками, потребує найбільших фінансових витрат порівняно з іншими операціями. Відмінність у технологіях вирощування кукурудзи на зерно найчастіше зумовлена варіаціями в системах обробітку ґрунту та догляду за посівами.

Тому, враховуючи вищезгадані аспекти та результати моїх досліджень, доцільно розглянути деталі поширених технологій вирощування кукурудзи в Україні, щоб визначити найефективніші підходи для досягнення стабільно високих врожаїв.

Сьогодні одним із найперспективніших напрямів удосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур є впровадження енергоощадних підходів. На основі моїх досліджень, такі технології часто передбачають або повну відмову від традиційного обробітку ґрунту, або його мінімізацію, зокрема виконання робіт на невелику глибину із залишенням шару мульчі на поверхні. Основною метою цих технологій є зменшення витрат енергії та зусиль при одночасному створенні сприятливих умов для росту й розвитку культурних рослин.

Один із ключових елементів таких технологій, на мою думку, – це глибоке розпушування ґрунту за допомогою чизелів або глибокорозпушувачів на глибину 35–40 см. Ця операція, як підтверджують мої експерименти, дозволяє досягти значного покращення структури ґрунту, зберігаючи при цьому пожнивні рештки на його поверхні. Це сприяє накопиченню вологи в глибоких шарах під час осінніх дощів і танення снігу, а також забезпечує захист від ерозій та зменшує швидкість випаровування вологи навесні. Важливим елементом є використання широкозахватних та комбінованих машин, які здатні виконувати кілька операцій за один прохід, мінімізуючи

ущільнення ґрунту. Крім того, проведення всіх операцій у період фізичної стиглості ґрунту є важливою умовою для досягнення якісного результату.

Однією з найбільш поширених операцій під час обробітку ґрунту для вирощування кукурудзи на зерно є дискування важкими дисковими боронами. Як показують мої спостереження, цей вид обробітку виконується на глибину 8–20 см, залежно від попередньої культури. Особливо ефективним цей метод є після вирощування кукурудзи на полях із колосовими чи просапними культурами. Дискування вирішує одразу кілька завдань: розпушення ґрунту, подрібнення та загортання пожнивних решток, боротьбу з бур'янами, шкідниками та хворобами, а також накопичення та збереження вологи.

Ще одним важливим методом є виконання оранки, яка забезпечує повне загортання пожнивних решток і формує оптимальну щільність ґрунту на глибину до 30 см. На важких ґрунтах оранка чи глибоке розпушування дають найкращий результат, що підтверджено моїми дослідженнями. Проте, така операція доцільна лише раз на 3–5 років для збереження структури ґрунту та раціонального використання ресурсів.

Ці спостереження свідчать, що правильний вибір технології обробітку ґрунту є ключовим фактором у забезпеченні високої врожайності кукурудзи, особливо в умовах сучасних кліматичних викликів.

Інтенсивний розвиток аграрного виробництва вимагає постійного вдосконалення технологій вирощування культури, зокрема кукурудзи на зерно. У моїх рамках досліджень я детально вивчив сучасні технології обробітку обґрунтування, які спрямовані на підвищення врожайності при зниженні витрат ресурсів. Серед таких підходів варто виділити інтенсивну, малогербіцидну, мінімальну, нульову (No-till) і смугову (Strip-till) технології [10].

Інтенсивна технологія вирощування кукурудзи

Інтенсивна технологія характеризується скороченням деяких технологічних операцій з обґрунтування обробітку. Як показують мої спостереження, погляд за посівами зводиться до кількох міжрядних

культивуацій, під час яких бур'яни в захисних зонах присипають підставою. Борокування посівів випускається лише за потреби й протягом двох-трьох разів за сезон. Захист рослин від бур'янів, хвороб і шкідників базується переважно на використанні робочих розчинів пестицидів, із чітким дотриманням норм. Метод цієї технології є мінімізацією отримання хімічних речовин до зерна, що зумовлює зменшення обсягів хімічних засобів захисту до мінімально допустимих [10].

Малогербіцидна технологія

Ця технологія спрямована на обмеження використання хімічних засобів захисту рослин, з акцентом на механічні методи боротьби з бур'янами. За результатами моїх досліджень сучасні гербіциди забезпечують ефективний контроль бур'янів у перші місяці після внесення. У подальшому потужна коренева система та висота стебла кукурудзи дозволяє культурі самостійно пригнічувати розвиток бур'янів. Вказана технологія зниження хімічного навантаження на підставі, а також зниження витрат на вирощування культури. Проте її ефективність значною мірою залежить від рівня забур'яненості поля: найбільш оптимальні результати досягаються на полях із низьким рівнем бур'янів.

Мінімальна технологія

Мінімальна технологія вирощування кукурудзи забезпечує значне зменшення кількості заробітків обґрунтовано та їх глибині. Як показує практика, основний і передпосівний заробіток використовується комбінованими агрегатами за один прохід, при цьому глибина не перевищує 14–16 см. Недоліком є недостатнє розпушення глибших шарів підставу та обмежена здатність до збереження волога, що є критичним фактором для успішного вирощування кукурудзи, особливо в посушливих умовах [5].

Нульова (No-till) технологія

Технологія No-till базується на повному виключенні обробітку з підстави до моменту сівби. Сівба виготовляється спеціальними сивалками, які можуть виконуватися по необробленому обґрунтуванню. Така технологія

вимагає суворого дотримання рекомендацій, оскільки будь-які порушення можуть призвести до втрати врожаю. На ранніх етапах впровадження зниження врожайності, підвищення забур'яненості й кількості шкідників. Проте перевагами No-till є значне зменшення витрат палива та експлуатаційних витрат на техніку. Моє дослідження свідчить, що перехід на цю технологію потребує адаптаційного періоду тривалістю 2–4 роки [10].

Смугова (Strip-till) технологія

Однією з найперспективніших технологій є Strip-till – підхід, за який обробіток обґрунтовано випущено лише в зоні майбутнього ряду, тоді як міжряддя залишаються недоторканими. Переваги цієї технології полягають у створенні оптимальної щільності підстави в зоні рядка, що погіршує накопичення вологи та покращує умови для розвитку кореневої системи. Залишення поживних залишків у міжряддях зменшує випаровування вологи, підтримує активність корисних мікроорганізмів і відновлення поживних речовин під час розкладання залишків. Однак основними викликами є висока вартість спеціалізованої техніки та потреба в чіткій.

Висновки

Аналіз цих технологій розвитку, що кожна з них має свої переваги та недоліки. Вибір оптимальної технології обробітку обґрунтовано залежить від природно-кліматичних умов, технічних можливостей і рівня забур'яненості поля. Перспективним напрямком є впровадження комбінованих підходів, які враховують переваги багатьох технологій для досягнення високої врожайності з мінімальними витратами.

1.5 Обґрунтування обраної теми дослідження

Актуальність вибраної теми зумовлена нагальною потребою в розробці та впровадженні механізованих рішень для виконання операцій основного заробітку обґрунтована мінімальними енерговитратами. Сучасне сільське господарство стикається із низькими викликами, зокрема підвищенням

вартості енергоресурсів, виснаженням обґрунтованих ресурсів і забезпеченням збереження екологічного балансу. У цих умовах забезпечення енергоефективності виробничих процесів набуває стратегічного значення. Оптимізація технологій основного обробітку обґрунтовує вирощування кукурудзи на зерно сприятиме не лише зниженню витрат енергії, а й збереженню родючості обґрунтувань. Завдяки цьому стає можливим раціональне використання природних ресурсів, що є важливою передумовою для забезпечення сталого розвитку аграрного сектору. Запропоновані рішення дозволять підвищити рентабельність вирощування кукурудзи, зменшити вплив на екологію та забезпечити конкурентоспроможність вітчизняного аграрного виробництва.

Метою завдання є обґрунтування та розробка ефективних засобів механізації для вирощування кукурудзи на зерно, орієнтованих на мінімізацію енерговитрат під час виконання операцій основного обробітку підставу. Такий підхід дозволить знизити зниження виробничих витрат, зберегти якість обґрунтованих ресурсів і підвищити ефективність аграрного виробництва.

Завдання дослідження

Для досягнення поставленої мети прийняти рішення таких завдань:

1. Провести аналіз сучасних технологій обґрунтування обробітку при вирощуванні кукурудзи. Детально вивчити існуючі методи обґрунтування обробітку, які застосовуються для вирощування кукурудзи на зерно, зокрема їх переваги та недоліки. Особлива увага буде приділена питанням енергетичної ефективності, екологічності та економічної доцільності цих технологій.

2. Визначний вплив основних факторів на енергетичні витрати. Оцінити вплив таких факторів, як тип обґрунтування, технологічні параметри обробітку, кліматичні умови та використані агрегати, на енерговитрати під час виконання операцій основного обробітку обґрунтування.

3. Розробити оптимальну систему механізації. На основі отриманих даних розробити систему механізації, яка забезпечити мінімально

4. Обґрунтувати ефективність запропонованих рішень. Виконати техніко-економічний аналіз, який дозволяє оцінити ефективність розробленої системи механізації. Порівняти запропоновані рішення з традиційними підходами за такими показниками, як енерговитрати, витрати палива, вартість операцій та вплив на родючість обґрунтувань.

5. Розробити рекомендації з безпеки праці. Надати рекомендації щодо забезпечення безпеки праці під час виконання операцій механізованого обґрунтування робіт, враховуючи специфіку використання сучасних агрегатів та дотримання екологічних норм.

Практична значущість роботи неможлива в тому, що її результати дозволяють агровиробникам ефективніше використовувати наявні ресурси та засоби механізації. Розроблені рекомендації сприяють зниженню витрат пального й енергії, що позитивно впливає на самостійність вирощування кукурудзи. вибір того, запропоновані технологічні рішення дозволити зберегти родючість обґрунтувань і підвищити екологічну стійкість агровиробництва. Це забезпечити стійкий розвиток аграрного сектору та зростання конкурентоспроможності української продукції на світових ринках.

2. ОБГРУНТУВАНН ПАРАМЕТРІВ КАТКА-ПОДРІБНЮВАЧА

2.1 Огляд запропонованого вдосконалення для катка подрібнювача

Використання катка-подрібнювача з ножами-керамбітами дозволяє значно підвищити ефективність осіннього обробітку ґрунту, який є першим і найважливішим етапом у вирощуванні кукурудзи. Подрібнення рослинних решток грубостеблових культур, таких як кукурудза чи соняшник, забезпечує рівномірне розподілення органічної маси по поверхні поля. Це сприяє створенню шару мульчі, який не лише запобігає ерозії ґрунту, а й допомагає накопичити вологу, що є критично важливим для регіонів із недостатньою кількістю опадів. Особливістю ножів-керамбітів є їх вигнута форма, яка забезпечує не лише подрібнення рослинних залишків, а й часткове розпушення верхнього шару ґрунту на глибину до 15 см без перевертання.

Каток-подрібнювач працює за принципом поєднання кількох процесів в одному циклі: подрібнення, рівномірний розподіл решток і часткове розпушення ґрунту. Такий підхід дозволяє оптимізувати витрати часу і пального, адже каток виконує кілька операцій одночасно. Завдяки цьому підготовлений ґрунт не втрачає своєї структури, що є важливим для наступного циклу обробітку та висіву. Крім того, мульчувальний шар, створений катком, захищає ґрунт від пересихання та забезпечує краще проникнення води під час зимових і весняних опадів.

Шар мульчі, який формується після проходження катка, виконує кілька важливих функцій. По-перше, він створює фізичний бар'єр, що запобігає випаровуванню води з поверхні ґрунту. Це особливо актуально для південних регіонів, де весняні посіви часто супроводжуються високими температурами та недостатньою кількістю води в ґрунті. По-друге, мульча сприяє поступовому розкладанню органічної маси, що збагачує верхній шар

грунту гумусом. Завдяки цьому покращується агрофізична структура ґрунту, а мікроорганізми отримують живильне середовище для активної діяльності.

Подрібнення рослинних решток до розміру 10–15 см забезпечує їх швидке розкладання без ризику накопичення патогенів. Ножі-керамбіти з їх вигнутою формою дозволяють уникнути надмірного перемішування ґрунту з органічною масою, залишаючи останню на поверхні, де вона найбільш ефективно виконує свою функцію. Завдяки цьому відбувається природне накопичення родючості ґрунту, зменшується потреба у внесенні дорогих мінеральних добрив.

Каток-подрібнювач із ножами-керамбітами демонструє високу енергоефективність завдяки зниженню тягового опору. Ножі-керамбіти, з їхньою унікальною геометрією, забезпечують оптимальний контакт із ґрунтом, знижуючи навантаження на трактор. Це дозволяє використовувати агрегати меншої потужності (70–90 к.с.), що знижує витрати пального на 15–20% порівняно з традиційними катками. Водночас конструкція катка забезпечує рівномірність обробітку поля незалежно від типу ґрунту чи рівня забур'яненості.

Завдяки швидкості роботи (8–12 км/год) і робочій ширині катка, яка залежить від його модифікації, агрегат може ефективно обробляти до 8 га за годину. Це дозволяє значно зменшити час на проведення осіннього обробітку, що особливо важливо у вузькі терміни перед настанням несприятливих погодних умов.

Каток-подрібнювач є важливим елементом у системах мінімального та нульового обробітку ґрунту. Завдяки створенню мульчувального шару він сприяє збереженню природної структури ґрунту, запобігаючи його ущільненню та ерозії. У таких системах особливо цінним є те, що каток не порушує глибокі шари ґрунту, забезпечуючи стабільність мікробіологічних процесів.

Підготовлене після обробітку катком поле готове до весняного посіву кукурудзи без додаткових витрат на культивацію. Такий підхід не лише

зберігає час, а й знижує витрати на пальне та технічне обслуговування. В умовах сучасного сільського господарства, яке потребує раціонального використання ресурсів, каток-подрібнювач із ножами-керамбітами стає незамінним інструментом для підвищення ефективності обробітку ґрунту.

Розробка конструкції катка-подрібнювача з ножами-керамбітами базується на ґрунтовних аналітичних дослідженнях щодо взаємодії барабана з ґрунтом. Встановлено, що діаметр барабана і розташування ножів мають критичний вплив на рівномірність обробітку ґрунту та подрібнення рослинних залишків. Визначено, що оптимальна щільність ґрунту формується на певній глибині під впливом катка, яка залежить від діаметра барабана, питомого тиску на ґрунт і його вологості. Наприклад, математична модель дозволяє розрахувати мінімальний радіус барабана, необхідний для подолання великих грудок без порушення траєкторії обертання, що забезпечує стабільність роботи агрегату на нерівних поверхнях.

Особлива увага приділяється траєкторії руху ножів у ґрунті, яка повинна сприяти формуванню раціональної структури верхнього шару. Дослідження показують, що ніж повинен працювати за принципом мікровибуху, спрямовуючи дію леза до поверхні ґрунту. Така траєкторія забезпечує ефективне подрібнення рослинних залишків і рівномірне розпушування ґрунту без надмірного перемішування. У цьому контексті конструкція ножа-керамбіта, що нагадує форму кігтя, є оптимальною для досягнення цих цілей. Загальний вигляд барабану з ножами зображено на рисунку 2.1.

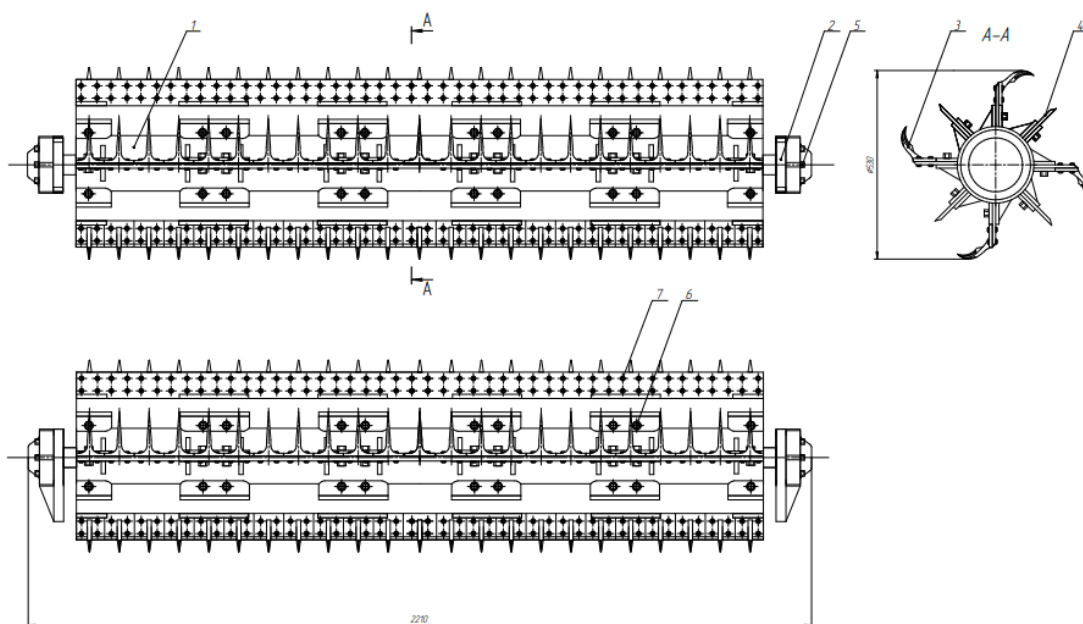


Рис. 2.1 – Загальний вид удосконаленого катка подрібнювача.

Кількість і розташування ножів на барабані також є ключовими параметрами. Оптимальною є конструкція, в якій на барабані розташовано 3–6 ножів, що працюють послідовно: перший ніж проникає в стебла рослин, другий — активно подрібнює їх, а третій завершує обробіток. При цьому для досягнення максимальної ефективності між ножами зберігається кут $22,5^\circ$. Це дозволяє рівномірно розподіляти навантаження на ґрунт і забезпечує якісне різання при мінімальних енергетичних витратах.

Конструкція ножів враховує зміну швидкості руху леза в напрямку осі X (поступальний рух) і Y (поперечний зсув), що впливає на рівномірність подрібнення залишків. Завдяки спеціально розрахованій траєкторії, ножі не лише подрібнюють залишки, а й заглиблюються у ґрунт, створюючи мульчувальний шар з оптимальними фізико-механічними властивостями.

Процес роботи катка включає кілька етапів: проникнення ножів у стеблову масу, подрібнення рослинних залишків, заглиблення в ґрунт і розгладження поверхні поля. Завдяки цьому формується мульчувальний шар, який забезпечує захист ґрунту від ерозії, підвищує його здатність утримувати вологу та сприяє збагаченню органічними речовинами. Врахування

параметрів ґрунту, таких як кут внутрішнього тертя і консистенція, дозволяє оптимізувати процес роботи катка, забезпечуючи його ефективну роботу навіть на полях зі значною кількістю рослинних залишків.

Дослідження підтверджують, що каток-подрібнювач з ножами-керамбітами є сучасним і високоефективним інструментом для виконання осіннього обробітку ґрунту та підготовки поля до весняного посіву.

2.2 Складання енергоефективного плану обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи на зерно

Завдання плану механізованих робіт на вирощування кукурудзи на зерно полягає в ефективному використанні технічних засобів для забезпечення високої врожайності зерна при мінімізації енергозатрат. Основною задачею є заміна традиційних енергомістких операцій, таких як глибока оранка, на менш витратні технології, зокрема поверхневий обробіток ґрунту.

План передбачає комплексний підхід до всіх етапів виробництва, зокрема раціональну підготовку ґрунту, точний посів, догляд за посівами з використанням сучасних технологій та вчасне збирання врожаю. Особлива увага приділяється оптимізації механізованих процесів з метою збереження структури ґрунту, покращення його водно-повітряного режиму та створення умов для стабільного розвитку рослин.

Застосування енергоощадних технологій спрямоване на досягнення балансу між економічною ефективністю та продуктивністю без втрати врожайності кукурудзи. План також враховує використання сучасної техніки з низькими енергетичними витратами та адаптованими до специфіки вирощування кукурудзи агрегатами [10].

Розрахунок використання МТА у складі трактора John Deere серії 6R з плугом для оранки ПОН 3-1 на площі 62 га.

Обчислення годинної продуктивності машинного складу:

$$W_{год} = \frac{W_{зм}}{T_{зм}} \quad (2.1)$$

де $W_{зм}$ – виробіток за зміну;

$T_{зм}$ – тривалість виконання робочих операцій у зміну (7 год);

$$W_{год} = \frac{12,6}{7} = 1,8 \text{ га/год}$$

Продуктивність агрегату протягом доби дорівнює:

$$W_{доб} = W_{год} * T_{доб} \quad (2.2)$$

де $W_{доб}$ – добовий обсяг виконаних робіт агрегатом;

$T_{доб}$ – загальна тривалість роботи протягом доби;

$$W_{доб} = 1,8 * 14 = 23,2 \text{ га/доб}$$

Кількість технічних одиниць для виконання робіт у межах агротехнічних строків:

$$n = \frac{Q}{W_{доб} * D_p} \quad (2.3)$$

де:

n – число агрегатів, од;

Q – загальна площа під обробку, га;

D_p – термін виконання операцій за агротехнічними нормами, діб.

$$n = \frac{62}{23,2 * 8} = 0,33 \text{ од.}$$

Округлюємо до найближчого цілого і отримуємо 1 одиницю техніки.

Розрахунок витрати палива на одиницю роботи здійснюється відповідно до стандартів виробництва та рекомендованих норм витрат палива, виражених у літрах на гектар роботи.

Витрату пального на одиницю роботи обчислюють відповідно до встановлених стандартів виробництва та рекомендовані норми витрати пального, що вимірюється в літрах на гектар обробленої площі.

Для переведення витрат пального з літрів на гектар у кілограми на гектар, потрібно помножити значення витрат на коефіцієнт 0,83, тобто:

$$g = g_1 \cdot p = 18 \cdot 0,83 = 14,94 \text{ кг} \quad (2.4)$$

де:

g – витрати палива в кілограмах на гектар, кг/га;

g_1 – витрати палива в літрах на гектар, л/га;

p – щільність палива, $p = 0,83$ кг/л;

Обчислення загальної витрати палива проводиться за формулою:

$$G = g_1 \cdot p \cdot Q, \quad (2.5)$$

G – Кількість палива, необхідна для виконання всієї роботи, кг;

$$G = 18 \cdot 0,83 \cdot 62 = 926,28 \text{ кг}$$

Формула для розрахунку трудових витрат на одиницю:

$$Z_n = \frac{m_{\text{мех}} + m_{\text{доп}}}{W_{\text{год}}} \quad (2.6)$$

де $m_{\text{мех}}$ і $m_{\text{доп}}$ – це число трактористів-машиністів і допоміжних працівників, які здійснюють обслуговування агрегату в межах однієї зміни.

$$Z_n = 1 / 1,8 = 0,55 \text{ л}$$

Щоб визначити загальні трудові витрати на весь обсяг робіт, потрібно помножити затрати праці на одиницю роботи, люд-год:

$$Z_n = 0,55 \cdot 62 = 34,1 \text{ люд-год}$$

Для визначення кількості нормо-змін, використовуємо формулу:

$$H_{\text{зм}} = \frac{Q}{T_{\text{зм}} \cdot W_{\text{год}}} = \frac{Q}{W_{\text{зм}}} = 62/34,1 = 1,81 \text{ нормо-змін} \quad (2.7)$$

де

Q – кількість виконаної роботи, т, га, м³;

$H_{\text{зм}}$ – число нормо-змін;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість робочого дня, год(7) ;

$W_{\text{год}}$ – продуктивність агрегату, га/год;

Загальний рівень трудовитрат можна оцінити, виходячи з числа нормо-змін, що необхідні для виконання роботи:

$$Z_n = H_{\text{зм}} \cdot 7 \cdot (m_{\text{мех}} + m_{\text{доп}}) \quad (2.8)$$

Де: 7 – тривалість однієї зміни, год.

$$Z_n = 1,81 \cdot 7 \cdot 1 = 12,67 \text{ люд-год.}$$

Розрахунок обсягу робіт у умовних еталонних гектарах (ум.ет.га) здійснюється через множення кількості нормо-змін на еталонний рівень напруцювань.

$$Q_{\text{ум.ет.га}} = H_{\text{зм}} \cdot W_{\text{зм.ет}} \quad (2.9)$$

де

$H_{\text{зм}}$ – кількість виконаних нормо-змін, од;

$Q_{\text{ум.ет.га}}$ – величина обсягу робіт в умовних еталонних гектарах, ум.ет.га;

$W_{\text{зм.ет}}$ – еталонний виробіток на зміну, ум.ет.га/зм.

Визначимо еталонний показник виробітку за зміну:

$$W_{\text{зм.ет}} = W_{\text{год.ет}} \cdot 7 \quad (2.10)$$

$W_{\text{год.ет}}$ – значення еталонного годинного виробітку, у.ет.га/год;

За наведеним методом розраховані інші технологічні операції наведенні в додатку А та Б.

2.3 Обґрунтування конструктивної схеми машини

У відповідності до виданого на дипломну роботу завдання необхідно обґрунтувати агрегат для основного обробітку ґрунту стосовно використання в технології вирощування кукурудзи.

Основний обробіток ґрунту може бути виконаний агрегатами на основі

- полицевого плуга;
- плоскоріза глибокорозпушувача;
- чизеля;
- важкої дискової борони;
- знаряддя типу *paraplow*

Стосовно кукурудзи можливі два варіанти основного обробітку:

післязбиральний і підготовка під посів

Варіант післязбирального обробітку технологічно складніший. Пов'язане це зі станом плантації, рис.1)



Рис. 2.2 – стан плантації після збирання кукурудзи.

Нами аргументована і відпрацьована конструктивна схема агрегату для обробітку такої плантації. Поверхневий обробіток виконує реберчасто-планчатий каток, який вкладає на поверхню стоячу стерню, частково її подрібнює і закладає у ґрунт на глибину 5 – 8 см. Більш глибокий обробіток виконують роторні зубчасті диски, що встановлені на одній осі з барабаном. Але диски виносять на поверхню кореневу систему яку треба подрібнити. З цією метою нами встановлена дискова батарея з плоских дисків. Таке технічне рішення використовується в плужному агрегаті (рис.2.3) і комбінованому агрегаті І.І Лазаренка (рис.3.4)

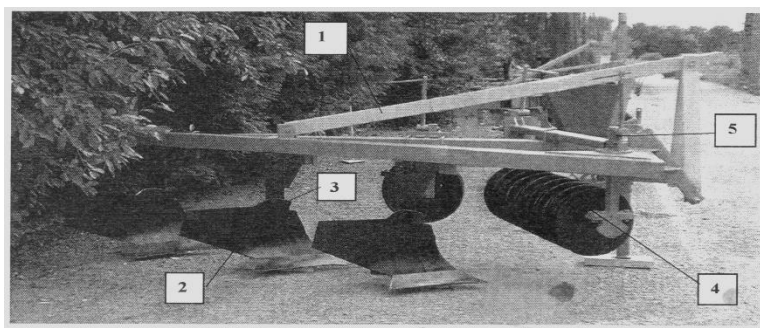


Рис. 2.3 – Конструктивна схема і загальний вид полицевого плуга, оснащеного дисковою батареєю.

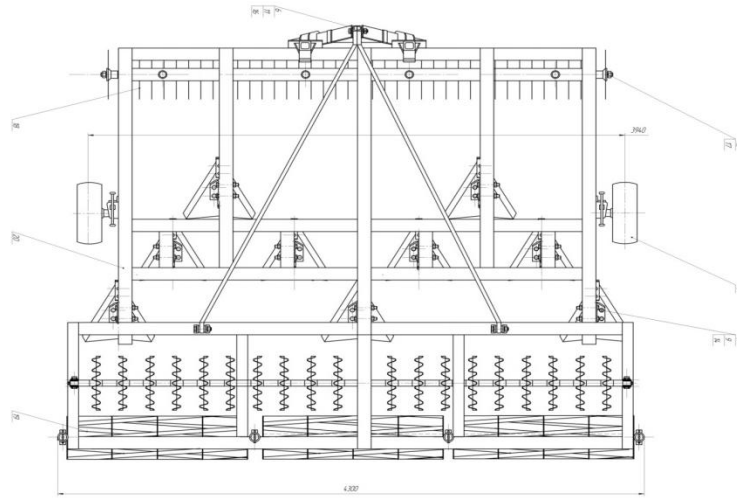


Рис.2.4 – Культиватор І.І Лазаренко.

Враховуючи досвід представлених конструкцій нами роблений висновок про необхідність укомплектувати агрегат секцією плоских дисків. Діло в тому, що роторні зубчасті диски виносять кореневу систему кукурудзи на поверхню поля і це ускладнює наступні технологічні операції введення в конструкцію дискової батареї дозволить подрібнити саме крупні рештки. Таким чином, запропонована нами конструкція буде мати наступний вид, рис.4.

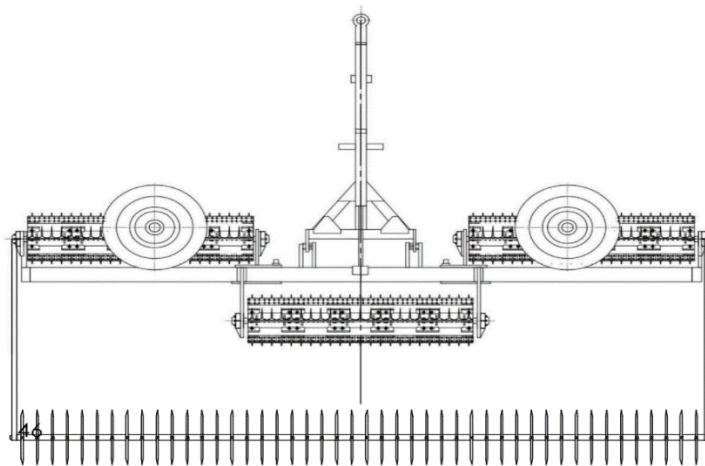


Рис 2.5 – Конструктивна схема комбінованого агрегату.

3. РОЗРАХУНОК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ УДОСКОНАЛЕНОГО КАТКА ПОДРІБНЮВАЧА

3.1. Розрахунок енергоємності виконання технологічних операцій

Розрахунок енергетичних показників для виконання механізованих робіт при вирощуванні кукурудзи на зерно базується на рекомендаціях сучасних методичних підходів. Як приклад, розглянемо операцію глибокого розпушування ґрунту із застосуванням агрегату, що складається з трактора John Deere 6155M та глибокорозпушувача.

Оскільки для багатьох сучасних моделей тракторів і сільськогосподарських машин, особливо закордонного виробництва, відсутні офіційні дані щодо нормативної енергоємності, у розрахунках енергетичних показників машинно-тракторного агрегату (МТА) цей показник не враховується. Замість цього, енергоємність виконання операцій розраховується із розрахунку на одиницю площі (1 га), що дозволяє оцінити витрати ресурсів у прив'язці до конкретного завдання.

Енергоємність палива визначається за формулою:

$$E_p = G \cdot Q \quad (3.1)$$

де

E_p — енергоємність палива (МДж/га),

G — витрата палива агрегатом (л/га),

Q — енергоємність одиниці палива (МДж/л).

Для трактора John Deere 6155M із глибокорозпушувачем у польових умовах витрата палива становить у середньому 15 л/га. Енергоємність дизельного палива приймаємо рівною 35,7 МДж/л.

Таким чином, розрахунок енергоємності палива буде наступним:

$$E_p = 15 \cdot 35,7 = 535,5 \text{ МДж/га}$$

Отримане значення відображає обсяг енергетичних витрат на виконання операції глибокого розпушування ґрунту для забезпечення оптимальних умов вирощування кукурудзи. Застосування даних моделей техніки дозволяє ефективно виконувати завдання з мінімальними витратами енергії, що позитивно впливає на загальну енергоефективність господарства.

Розрахунок енергоемності виконання технологічних операцій при вирощуванні кукурудзи

Для обчислення енергоемності виконання всіх технологічних операцій у процесі вирощування кукурудзи за енергоощадною технологією використовуємо встановлені формули та методики. Розглянемо приклад розрахунків для внесення мікродобрих, а також операцій із захисту рослин і зрошення.

Енергоемність мікродобрих

Енергоемність мікродобрих розраховується за формулою:

$$Ed = \frac{Nd * Md * qd}{Td} \quad (3.2)$$

де:

N_d — норма внесення мікродобрих, кг/га;

M_d — вміст діючої речовини, %;

q_d — енергетичний еквівалент мікродобрих, МДж/кг діючої речовини;

T_d — строк дії мікродобрих, роки.

Для приклада, норма внесення мікродобрих становить 5 кг/га, вміст діючої речовини — 30%, енергетичний еквівалент — 50 МДж/кг, строк дії приймаємо рівним 1 року. Підставляємо дані:

$$E_d = 5 \cdot 30 \cdot 50 / 1 = 750 \text{ МДж/га.}$$

Таким чином, енергоемність операції внесення мікродобрих становить 750 МДж/га.

Енергоемність обприскування фунгіцидами

Для розрахунку енергоемності фунгіцидів також використовуємо формулу для добрив. Норма витрати фунгіциду становить $N_d = 1,5$ л/га, вміст

діючої речовини $M_d = 45\%$, а енергетичний еквівалент $q_d = 120$ МДж/кг діючої речовини $q_d = 120$ МДж/кг діючої речовини. Термін дії фунгіциду приймаємо $T_d = 1$ рік.

$$Ed = \frac{1.5 * 45 * 120}{1} = 810 \text{ МДж/га}$$

Енергоємність фунгіцидів становить 810 МДж/га, що враховується у загальній енергетичній оцінці системи захисту кукурудзи.

Для розрахунку енергоємності нанесіть соняшнику на 1 га викор

$$E_n = 1,5 * g_v \cdot \Gamma \cdot K_c \quad (3.3)$$

де:

g_v — для енергоощадної технології норма висіву використання кукурудзи становить 20 кг/га, що відповідає 85 тисячам насінин на гектар.

Γ — енергетичний еквівалент зерна кукурудзи становить – 17,60 МДж;

K_c — вміст сухої речовини в зерні кукурудзи дорівнює 0,86.

Підставляючи значення у формулу, отримуємо:

$$E_n = 1,58 * 5 * 23,90 * 0,90 = 169,92 \text{ МДж/га}$$

Таким чином, енергоємність посівного матеріалу для соняшника становить 169,92 МДж/га.

Аналогічні розрахунки слід виконувати для всіх інших агротехнічних операцій.

3.2 Розрахунок коефіцієнта енергетичної ефективності при вирощуванні кукурудзи на зерно за двома технологіями

Оцінку енергетичної ефективності вирощування сільськогосподарських культур здійснюють за допомогою коефіцієнта енергетичної ефективності. Зростання цього показника свідчить про підвищення продуктивності технології та зниження енергетичних витрат на виробництво.

Коефіцієнт енергетичної ефективності для вирощування кукурудзи розраховується за формулою:

$$K_{ee} = E_p / E_z \quad (3.4)$$

де:

E_p — енергія, накопичена у вирощеній продукції, МДж/га;

E_z — енергія, витрачена на виробництво врожаю, МДж/га.

Енергію, що міститься у вирощеній продукції (E_p), визначають за формулою:

$$E_p = ((Y_o - Y_{zo}) + (Y_n - Y_{yo})) \cdot K_s \cdot \gamma \quad (3.5)$$

де:

Y_o і Y_n — урожай основної та побічної продукції, кг/га;

Y_z і Y_y — втрати через засміченість (3 %) та усушку (2 %);.

K_s — вміст сухої речовини в зерні (0,86);

$a_{пс}$ і $a_{пп}$ — енергетичний еквівалент продукції, МДж/кг сухої речовини.

Розрахунок для інтенсивної технології

Вихідні дані:

Урожайність основної продукції: $Y_o = 8500$ кг/га;

Побічна продукція: $Y_n = 170$ кг/га.

Підставимо значення у формулу:

$$E_p = ((8500 - 255) + (170 - 8,5)) \cdot 0,86 \cdot 17,60 = 122223,20 \text{ МДж/га}$$

Розрахунок для енергоощадної технології

Планова врожайність збільшується на 0,3 т/га: $Y_o = 8800$ кг/га

$$E_p = ((8800 - 264) + (176 - 8,8)) \cdot 0,86 \cdot 17,60 = 126536,96 \text{ МДж/га..}$$

Розрахунок коефіцієнта енергетичної ефективності

Для інтенсивної технології:

Затрачена енергія: $E_{zI} = 18704,5$ МДж/га

$$K_{ee} = 122223,20 / 18704,5 = 6,53.$$

Для енергоощадної технології:

Затрачена енергія: $E_{zE} = 14981,3$ МДж/га

$$K_{ee} = 126536,96 / 14981,3 = 8,44.$$

Порівняння технологій

Енергоощадна технологія показала вищу енергетичну ефективність у порівнянні з інтенсивністю. Коефіцієнт енергетичної ефективності для інтенсивної технології 6,53, тоді як для енергоощадної – 8,44, що на 29,4 % вище.

Значне покращення енергетичної ефективності енергоощадної технології обумовлене ключовими факторами. Перш за все, зменшено використання мінеральних добрив, що знижує енергетичні витрати на їх виробництво, транспортування та внесення.

По-друге, відмова від оранки та заміна її глибоким розпушуванням дозволяє зменшити витрати пального. Оранка є дуже енергоємною операцією, тому її виключення суттєво впливає на зниження загальних витрат енергії.

Також енергоощадна технологія забезпечує оптимізацію кількості проходів техніки під час обробітків обґрунтовано. Це не тільки економить пальне, а й знижує навантаження на техніку, що зменшує витрати на її обслуговування.

Висновок

Енергоощадна технологія вирощування кукурудзи є більш ефективною з точки зору енергозбереження. Вона дозволяє отримати більшу врожайність із меншими енергетичними витратами, що робить її економічно вигідною та екологічно доцільною для сучасного сільського господарства.

3.3 Визначення енергетичної структури вирощування кукурудзи на зерно

Аналіз енергетичної структури витрат при вирощуванні кукурудзи на зерно, розподіляючи витрати за видами ресурсів або за функціональними ознаками. Для

Енергетична структура за видами ресурсів
На основі отриманих даних для інтенсивної технології вирощування

кукурудзи найбільшу кількість енергетичних витрат становить мінеральні добрива – 71,5%, тоді як на паливо припадає 21,7%. Значно менше витрат вимагають лікування, пестициди та праця людини.

Для енергоощадної технології дозволяє зменшити вагомість добрив у структурі до витрат 68,8%, тоді як паливо та використання з пестицидами використовують дещо більшу кількість, відповідно 22,9% та 7,4%.

Енергетична структура за функціональними ознаками. Додатковий аналіз витрат енергії провели за функціональними ознаками. Встановлено, що для обох технологій найбільші витрати енергії припадають на внесення добрив. Для інтенсивної технології ця частка становить 73,1%, а для енергоощадної – 69,7%. Витрати на підготовку обґрунтування, сівбу, погляд і збирання врожаю мають меншу вагу.

Аналіз показує, що використання енергоощадної технології дозволяє скоротити енерговитрати в основному за рахунок зменшення дози мінеральних добрив і переходу до менших енергоємних методів заробітку. Зменшення енергоємності на 34% у системі обробітку обґрунтовано та на 23,6% при внесенні добрив зниженням загальних витрат енергії при збереженні високих показників урожайності.

Діаграма енергетичної структури інтенсивної технології зображено на рисунку 3.1.

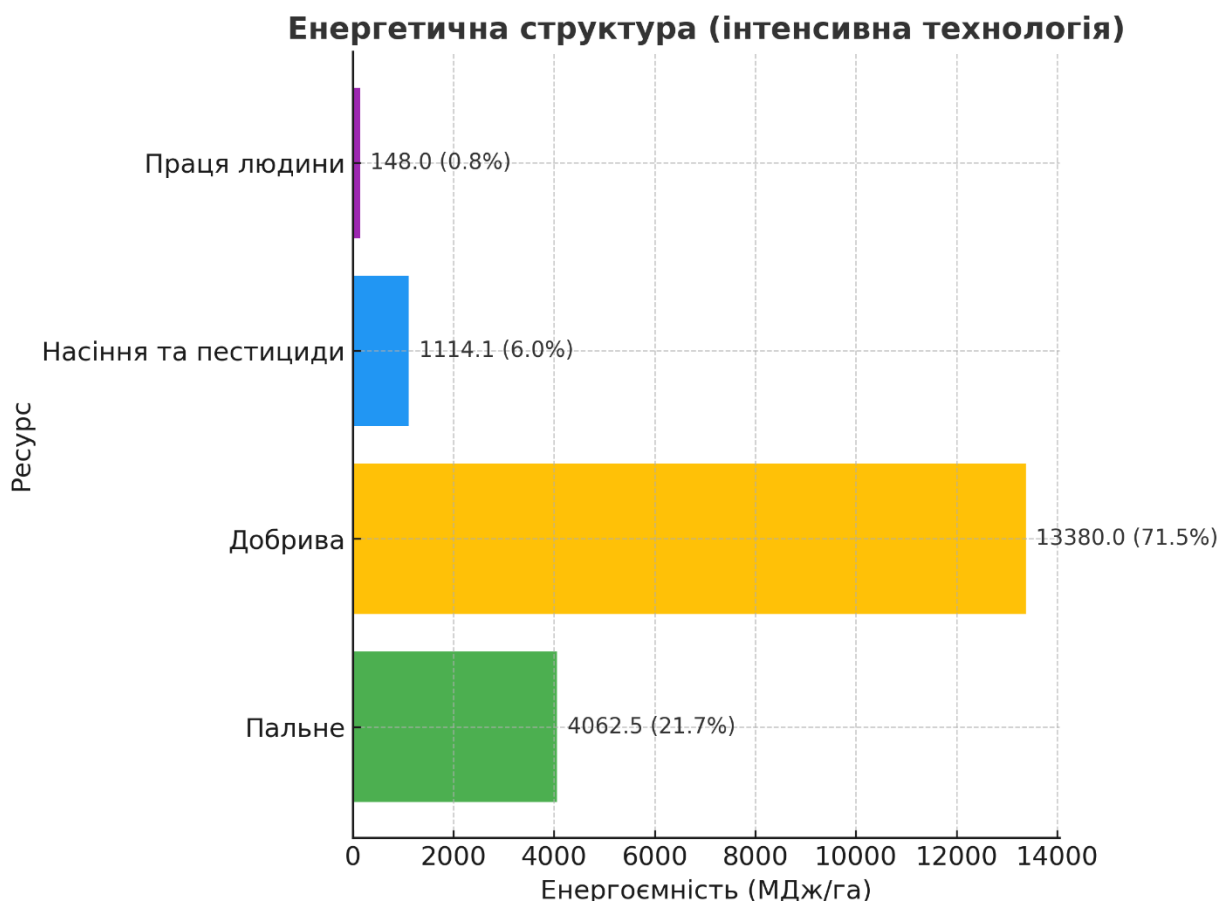


Рис.3.1 – Діаграма енергетичної структури за інтенсивної технології.

Енергетичні переваги енергоощадної технології

Розглядаючи енергоощадну технологію, слід відзначити її позитивний вплив на оптимізацію витрат енергії. Завдяки використанню сучасних технологій, таких як Strip-Till, зменшується кількість операцій на полі. Це, у свою чергу, дозволяє скоротити витрати палива майже на 15% у порівнянні з інтенсивною технологією. Зниження незалежності від пального не лише економічно вигідне, але й погіршення викидів парникових газів, що відповідає екологічним вимогам сталого землеробства.

Порівняння витрат на добрива

Мінеральні добрива залишаються ключовим елементом енергетичних витрат у структурі вирощування кукурудзи. Однак енергоощадна технологія пропонує альтернативні рішення, які сприяють скороченню їх використання. Замість традиційного у високих дозах мінеральних добрив часткову заміну їх

позакореневими підживленнями. Це дозволяє не лише зменшити витрати на енергію, але й підвищити ефективність засвоєння поживних речовин рослинами.

Вплив на структуру витрат праці

Енергоощадні технології також впливають на енергетичну структуру через зменшення трудовитрат. Наприклад, завдяки зменшенню кількості обробітків підставу, заощаджується час на виконання польових робіт. Це відображається зниження енергоємності людської праці, яка за енергоощадною технологією займає лише 0,9% від загальних витрат. Для інтенсивної технології цей показник становить 0,8%, що свідчить про незначний вплив на загальний баланс, але дозволяє оптимально розподілити робочу силу.

Зниження втрат продуктивності

Інша перевага енергоощадної технології – це покращення структури обґрунтування, що позитивно впливає на врожайність. Удосконалені методи обробітку, такі як глибоке розпушування, зберігають вологу та сприяють зменшенню ущільнення підстави. Це дозволяє досягти стабільного врожаю навіть у посушливих умовах, що є фактором виробництва сільськогосподарської продукції в регіонах з нестабільним кліматом.

Значення переходу до енергоощадної технології

Загальна енергетична ефективність при застосуванні енергоощадної технології значно вища в порівнянні з інтенсивністю. Це досягається завдяки зниженню питомих енергетичних витрат на одиницю виробленої продукції. Наприклад, для інтенсивної технології коефіцієнт енергетичної ефективності становить 6,53, тоді як для енергоощадної він досягає 8,44. Такий результат вказує на доцільність переходу до сучасних технологій, що мінімізують вплив на навколишнє середовище та підвищують економічну доцільність вирощування кукурудзи на зерно.

Майбутнє енергоощадних технологій

Подальший розвиток енергоощадних технологій пов'язаний із впровадженням автоматизованої системи обробітку обґрунтування, точного внесення добрив та адаптивних стратегій управління. Інтеграція нових підходів дозволить більше знизити енергетичні витрати та оптимізувати використання ресурсів. У перспективі це сприятиме підвищенню стійкості аграрного виробництва, що є більшою мірою для забезпечення глобальної продовольчої безпеки.

Діаграма енергетичної структури за енергоощадної технології відображена на рисунку 3.2.

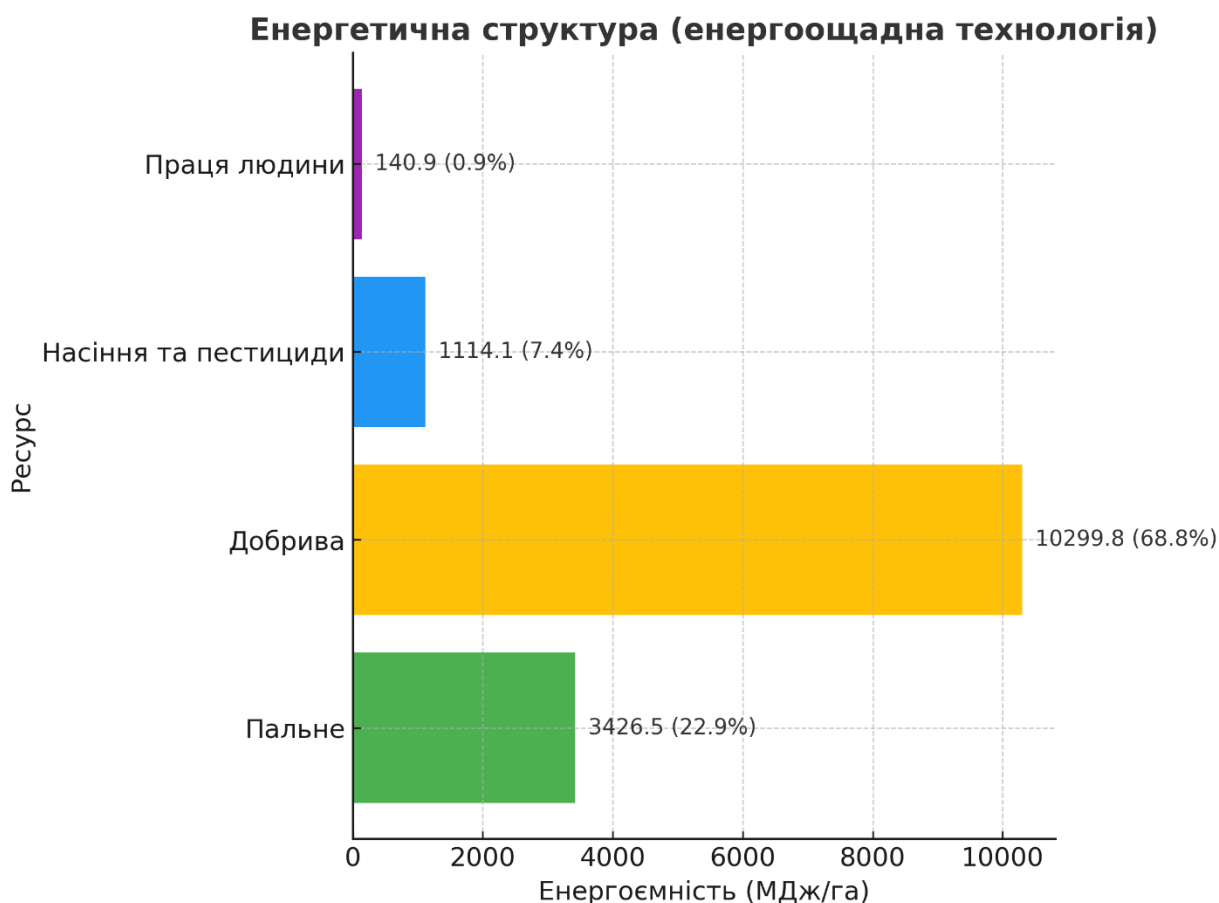


Рис. 3.2 – Діаграма енергетичної структури за енергоощадної технології.

Різниця між графіками, які ілюструють енергетичну структуру вирощування кукурудзи за інтенсивною та енергоощадною технологією, дозволяє в розподілі енергетичних витрат на різні види ресурсів і технологічні операції.

У випадку інтенсивної технології основну частину енергетичних витрат використовують мінеральні добрива, на які припадає 71,5% від загальної енергоємності. Це пов'язано з високими дозами внесення добрив (400 кг/га), які забезпечують високу врожайність, але потребують значної енергетичної витрати. Поряд з добривами, значну частину витрат витрачає паливо, яке становить 21,7% від загальних витрат. Менші витрати йдуть на розчин та пестициди (6%) та працю людини (0,8%).

З іншого боку, при енергоощадних технологіях енергетична структура змінюється. Витрат на добрива зменшується до 68,8% від загальних енергетичних витрат за рахунок зниженої дози внесення добрив до 310 кг/га та часткові заміни їх позакореневим підживленням. Це дозволяє порушити загальну енергоємність технології. Проте витрати на паливо трохи збільшуються до 22,9%, що відображає потребу у більших енергозатратних процесах, таких як глибоке розпушування. Зміни також спостерігаються у витратах на використання та пестициди, де частка становить 7,4%, що на 1,4% більше, ніж в інтенсивній технології.

Що стосується функціональних ознак, то в обох технологіях найбільші енергетичні витрати пов'язані з внесенням добрив. Однак у енергоощадній технології зниження енергетичних витрат на обробіток підстави та внесення добрив становить майже 34%. Це результат зменшення обсягів добрив і застосування менш енергоємних методів обробки обґрунтовано. Також помітне зменшення енергоємності при підготовці обґрунтування, де зменшуються витрати на глибоке розпушування в енергоощадній технології, що зменшує зменшення загальних енергетичних витрат.

Таким чином, енергетична структура цих двох технологій показує, що енергоощадна технологія дозволяє зменшити загальні витрати енергії на виробництво кукурудзи, зокрема за рахунок зменшення використання добрив та оптимізації технологічних операцій.

3.4 Екологічний аналіз технології вирощування кукурудзи на зерно з урахуванням рівня енергоємності

Давайте виконаємо розрахунки рівня екологічності технології вирощування кукурудзи на зерно за енергонасиченістю. Ось основні етапи:

Формула для обчислення рівня екологічності:

$$K_{ек} = \frac{E_{ен}}{E_з} \quad (3.6)$$

де:

$E_{ен}$ - 15000 МДж/га— екологічно допустима межа енергонасиченості.

$E_з$ - кількість енергії, витраченої на формування врожаю (для різних технологій).

Дані для розрахунків:

Для інтенсивної технології: $E_з=18704,6$ МДж/га

Енергоощадної технології: $E_з=14981,3$ МДж/га

Обчислення:

Для інтенсивної технології:

$$K_{ек}=15000/18704,6 = 0,8$$

Для енергоощадної технології:

$$K_{ек}=15000/14981,3 = 1,0$$

Зараз я виконаю точні обчислення.

Результати розрахунків:

Для інтенсивної технології рівень екологічності:

$$K_{ек}=0,80$$

Для енергоощадної технології рівень екологічності:

$$K_{ек}=1,00$$

Висновок:

Інтенсивна технологія має рівень екологічності нижче 1, що свідчить про перевищення встановленої межі енергонасиченості.

Енергоощадна технологія забезпечує рівень екологічності близький до 1, що відповідає екологічним вимогам.

3.5 Аналіз енергетичних витрат на вирощування зернової кукурудзи

У поданих показниках здебільшого враховуються енерговитрати на вирощування зернової кукурудзи на площі 1 га. Однак для більш повної оцінки врожайності доречніше враховувати також енерговитрати на виробництво однієї одиниці продукції.

Енергетична вартість розраховується за допомогою таких формул:

Визначення енергетичної ціни вирощування кукурудзи на зерно

Енергетичну оцінку технологій вирощування кукурудзи можна провести шляхом аналізу витрат енергії на вирощування одиниці продукції. Це дає змогу оцінити ефективність витраченої енергії.

Енергетична ціна визначається за формулою:

$$E_{ц} = E_{з} / U_{з}, \quad (3.7)$$

де:

$E_{з}$ – витрати енергії на формування врожаю, МДж/га;

$U_{з}$ – урожайність зерна кукурудзи, т/га.

Розрахунки енергетичної ціни

Для інтенсивної технології:

$$E_{з} = 18704,5 \text{ МДж/га}$$

$$U_{з} = 8,5 \text{ т/га}$$

$$E_{ц} = 18704,5 / 8,5 = 2200,5 \text{ МДж/т.}$$

Для енергоощадної технології:

$$E_{з} = 14981,3 \text{ МДж/га;}$$

$$U_{з} = 8,8 \text{ т/га;}$$

$$E_{ц} = 14981,3 / 8,8 = 1702,4 \text{ МДж/т.}$$

Визначення вартості одиниці витраченої енергії

Вартість енергії визначається за формулою:

$$B_e = C_{п} / E_{ц}, \quad (3.8)$$

де:

Сп – собівартість кукурудзи, грн/т;

Ец– енергетична ціна, МДж/т.

Для інтенсивної технології:

Сп=6000 грн/т.

Ец=2200,5 МДж/т.

$$В_e = 6000 / 2200,5 = 2,73 \text{ грн/МДж}$$

Для енергоощадної технології:

Сп=4500 грн/т;

Ец=1702,4 МДж/т.

$$В_e = 4500 / 1702,4 = 2,64 \text{ грн/МДж.}$$

Порівняння технологій

Енергетична ціна зерна для енергоощадної технології нижча на 22,6% порівняно з інтенсивною.

Основні дані по проведеним розрахункам наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Основні енергетичні показники по вирощування кукурудзи за розробленою технологією

Показник	Одиниця вимірювання	Інтенсивна технологія	Енергоощадна технологія
Енергоємність продукції	МДж/га	122223,2	126536,9
Затрати енергії на врожай	МДж/га	18704,5	14981,3
Коефіцієнт енергетичної ефективності	-	6,53	8,44
Енергонасиченість	ГДж/га	18,70	14,98
Нормативна енергонасиченість	ГДж/га	15,00	15,00
Рівень екологічності	-	0,80	1,01
Енергетична ціна зерна	МДж/т	2200,5	1702,4

Вартість одиниці витраченої енергії за енергоощадною технологією також нижча, що вказує на економічну ефективність.

Енергоощадна технологія має коефіцієнт енергетичної ефективності, більший на 29,2%, і рівень екологічності становить 1,01, що відповідає нормативним вимогам. Інтенсивна технологія перевищує встановлену межу енергонасиченості.

Розрахунки проведемо для двох різних технологій вирощування кукурудзи на зерно. Попередньо врахуємо витрати на паливо, посівний матеріал, добрива, амортизацію техніки та оплату праці. Собівартість однієї тонни кукурудзи, вирощеної за класичною технологією, становить 4500–6000 грн, а за енергоощадною технологією з використанням запропонованого агрегату — 3700–4500 грн.

Запропонована енергоощадна технологія вирощування кукурудзи на зерно порівняно з класичною забезпечує зниження енерговитрат на формування врожаю на 19,9 %. Це досягається завдяки скороченню кількості операцій з обробітку ґрунту та заміна на більш ефективні агрегати також за рахунок оптимальному використанню мінеральних добрив. Коефіцієнт енергетичної ефективності цієї технології вищий на 29,2 %, що свідчить про зниження енерговитрат на виробництво кукурудзи. Рівень екологічності енергоощадної технології практично відповідає нормативним значенням і становить 1,01, тоді як для класичної технології він перевищує допустиму межу енергонасиченості.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ

Охорона праці при механізації вирощування кукурудзи на зерно є важливим аспектом сільськогосподарського виробництва, спрямованим на забезпечення безпеки працівників, мінімізацію травматизму та створення комфортних умов праці. У процесі механізації можуть виникати різні небезпеки, серед яких механічні травми, ризик перекидання техніки, вплив шуму, вібрації та пилу. Також значним викликом можуть стати фізичне та психоемоційне навантаження, зумовлене тривалими змінами або несприятливими умовами праці.

У процесі механізації можуть виникати такі небезпеки:

Механічні травми виникають через неправильне поводження з технікою або несправності обладнання.

Ризик перекидання техніки: Особливо на схилах чи нерівній поверхні. Пил, шум та вібрація: Можуть негативно впливати на здоров'я працівників.

Високий рівень фізичного та психоемоційного навантаження: У разі тривалих змін чи роботи в несприятливих умовах.

Вимоги до технічного стану засобів механізації

Для забезпечення безпеки важливо приділяти увагу технічному стану обладнання. Перед початком робіт необхідно перевіряти справність тракторів, плугів, культиваторів та іншої техніки, включаючи гальмівну систему, кермове управління, сигнальні пристрої та захисні механізми. Під час виконання робіт необхідно контролювати робочі параметри техніки, а також проводити регулярні зупинки для огляду вузлів і механізмів.

Перед початком робіт:

Обов'язковий огляд технічного стану обладнання (тракторів, плугів, культиваторів, борін, катків).

Перевірка справності гальм, кермового управління, блокувальних механізмів і сигнальних пристроїв. Наявність захисних кожухів на рухомих частинах техніки.

Під час роботи:

Контроль за параметрами роботи техніки (глибина обробітку ґрунту, швидкість руху).

Регулярна зупинка для перевірки вузлів і механізмів.

До організації безпечної праці входять наступні пункти:

Організація безпечної праці включає навчання персоналу правилам охорони праці, заборону перебування сторонніх осіб у зоні дії механізмів, планування маршрутів руху техніки та працівників для уникнення небезпечних ситуацій. Важливим аспектом є дотримання режиму праці з організацією перерв, особливо в спекотний період.

Обов'язкове проходження вступного, первинного та повторного інструктажів з охорони праці. Робота в зоні безпеки - заборона перебування сторонніх осіб у зоні дії механізмів. Маршрути руху - планування операцій так, щоб уникати перехрещення шляхів руху техніки та працівників. Дотримання режиму праці - організація перерв для відпочинку, особливо під час роботи в жаркий сезон.

Умови праці повинні відповідати встановленим стандартам. Для зменшення впливу шуму та вібрації доцільно використовувати сучасну техніку з шумо- та віброізоляцією, а також індивідуальні засоби захисту, такі як навушники чи антивібраційні рукавиці. Захист від пилу забезпечується застосуванням респіраторів або пилозахисних масок і зрошенням ґрунту. Комфортний мікроклімат у кабінах техніки створюється за рахунок кондиціонерів або природної вентиляції.

1. Шум і вібрація:

Використання сучасної техніки з кабінами, що мають шумо та віброізоляцію. Застосування індивідуальних засобів захисту (наушники, антивібраційні рукавиці)

2. Запобігання впливу пилу:

Використання пилозахисних масок або респіраторів.

Зрошення ґрунту під час роботи для зменшення пилоутворення.

3. Вентиляція та мікроклімат:

Наявність кондиціонування або природної вентиляції у кабінах техніки.

5. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

Працівники мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту, такими як спецодяг, захисні окуляри, рукавички та антиковзкі черевики. Регулярне технічне обслуговування техніки, планування заходів для запобігання аваріям і навчання персоналу діям у надзвичайних ситуаціях є ключовими елементами профілактики.

Працівники повинні бути забезпечені:

- Спецодягом із захисними властивостями.
- Захисними окулярами для уникнення травм очей.
- Анти ковзкими черевиками та рукавичками.

Профілактика аварійних ситуацій

Регулярне технічне обслуговування: Планове ТО техніки для попередження поломок.

Оперативне реагування:

У разі аварії негайне зупинення роботи, повідомлення відповідальним особам, надання першої допомоги.

Навчання персоналу: Працівники мають знати правила дій у надзвичайних ситуаціях, зокрема порядок евакуації та надання допомоги.

Законодавчі та нормативні вимоги

Дотримання законодавчих вимог, таких як Закон України "Про охорону праці" та нормативних документів, зокрема правил охорони праці у сільському господарстві, є обов'язковим. Інженери з охорони праці мають здійснювати постійний контроль за дотриманням правил, проводити перевірки обладнання та аналіз умов праці, фіксуючи порушення та заходи з їх усунення. Усі ці дії

спрямовані на зниження ризиків і забезпечення безпеки працівників під час механізації вирощування кукурудзи.

Закон України "Про охорону праці".

НПАОП 01.0-1.01-12: Правила охорони праці у сільському господарстві.

ДСТУ ISO 45001: Система управління охороною здоров'я та безпекою праці.

Контроль і моніторинг

Постійний нагляд за дотриманням правил охорони праці з боку інженерів безпеки.

Регулярні перевірки обладнання, аналіз умов праці.

Ведення журналу обліку порушень і заходів з їх усунення.

Ці заходи спрямовані на зменшення ризиків і забезпечення безпеки працівників під час механізації вирощування кукурудзи. За потреби, можна розробити деталізовану інструкцію для конкретного підприємства.

Використання хімічних азотних добрив (селітра)

Використання хімічних добрив у сільському господарстві потребує обережного підходу, щоб мінімізувати їхній вплив на навколишнє середовище. Ось основні практики для захисту довкілля:

1. Оптимізація дозування

Використовуйте агрономічні рекомендації для визначення оптимальної кількості добрив. Уникайте надмірного внесення, що призводить до забруднення ґрунтів, води та повітря.

2. Застосування екологічно безпечних добрив

Вибирайте органо-мінеральні або біодобрива з мінімальним вмістом шкідливих речовин. Застосовуйте добрива локально, щоб зменшити забруднення.

Вносити добрива під час сухої погоди, щоб зменшити ризики вимивання у водойми.

Дотримуйтеся правил створення буферних зон з рослинністю поблизу водойм.

Регулярно звертайте увагу на підземних і поверхневих вод.

Застосовуйте технології точного землеробства для точного внесення добрив.

5. Освіта та навчання

Проведення навчальних заходів для фермерів щодо екологічно безпечного використання добрив.

Підтримуйте ініціативи з використання сучасних екологічних практик.

Підтримуйте ініціативи зі створення екологічно чистих зон та програм субсидій для сталого землеробства.

Збалансоване використання хімічних добрив є ключем до збереження навколишнього середовища та сталого розвитку сільського господарства.

Використання селітри під час посіву кукурудзи вимагає особливої уваги до охорони праці. Селітра є небезпечним хімічним продуктом, тому необхідно забезпечити відповідні заходи безпеки. Робочі зони повинні бути добре освітлені та вентильовані, щоб уникнути накопичення шкідливих парів і пилу. Працівники повинні використовувати необхідні засоби індивідуального захисту, такі як гумові рукавиці, маски для захисту органів дихання, окуляри та спецодяг. Селітру потрібно зберігати в герметичних контейнерах, у місцях, які недоступні для дітей і тварин. Забороняється курити, вживати їжу або питво в зонах роботи з селітрою. Перед початком робіт слід провести інструктаж з охорони праці, навчити працівників правилам поведінки з хімічними речовинами та надати знання про можливі небезпеки та методи надання першої допомоги. Регулярні перевірки обладнання, яке використовується для внесення селітри, також необхідні для забезпечення безпечного застосування.

Висновок по розділу

Дотримання правил охорони праці при механізації вирощування кукурудзи є надзвичайно важливим, оскільки це впливає не лише на безпеку працівників, але й на ефективність і стабільність виробничого процесу. Нехтування цими вимогами може призвести до травматизму, небезпечних ситуацій та значних фінансових втрат для підприємства.

Забезпечення безпечних умов роботи дозволяє зберегти здоров'я працівників, підвищує їхню продуктивність та мотивацію. Використання

справної техніки, індивідуальних засобів захисту та дотримання технологічних вимог мінімізує ризики травм і аварій. Водночас регулярний контроль стану обладнання та навчання персоналу правилам безпеки зменшують ймовірність несправностей і простоїв.

Дотримання вимог законодавства є обов'язковим для всіх підприємств. Це не лише запобігає штрафам і юридичній відповідальності, але й сприяє створенню позитивного іміджу компанії. Безпека праці також має екологічне значення: зменшення впливу шкідливих факторів, таких як пил або шум, позитивно впливає як на працівників, так і на довкілля.

Інвестування в охорону праці — це довгострокова стратегія, яка забезпечує безперебійний виробничий процес, сприяє збереженню ресурсів і гарантує стабільний розвиток підприємства. Дотримання усіх заходів безпеки — це запорука успіху та стійкості бізнесу.

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ

Метою розрахунку економічної ефективності проекту є визначення його фінансової доцільності та перспектив прибутковості. Такий підхід дозволяє оцінити, наскільки проект є рентабельним і обґрунтованим з економічної точки зору.

Таблиця 5.1 демонструє показники, необхідні для визначення річного економічного ефекту та аналізу агрегатів.

Таблиця 5.1 Дані проектного плуга та модернізованого.

Значення	Базовий	Проектний
Технологічна операція	Оранка	Поверхневий обробіток
Склад МТА	John Deere 6R 110 + ПОН-3-35+1	John Deere 6R 110 + Demera модернізована
Площа поля	62 га	62 га
Продуктивність агрегату за одну годину, га/год.	1,18	5,16
Витрата палива, кг/га	16,18	10,37
Вартість агрегату, грн.	329 900	300 000
Тривалість зміни, год.	7	7
Необхідно робітників для обслуговування	1	1
Ціна 1 кг пального, грн.	49,4	49,4

Аналіз економічної ефективності використання запропонованого проекту (МТП) розроблено шляхом порівняння класичної технології вирощування кукурудзи із запропонованою новою технологічною картою. Порівняння технологічних карт дозволить не тільки оцінити економічну доцільність впровадження проекту, а й виявити його ключові переваги: оптимізацію витрат, скорочення всіх технологічних операцій та підвищення ефективності агротехнічних заходів.

Особлива увага приділяється мінімізації витрат на обробіток ґрунту, а також скороченню кількості технологічних операцій без втрати рентабельності вирощування сільськогосподарських культур. Порівняння показників та розрахунків економічного ефекту за рік слугують основними інструментами для підтвердження економічної доцільності проекту.

Аналіз фінансових показників проекту потребує встановлення наступних аспектів:

Продуктивність зміни ($W_{зм}$), га/зм;

$$W_{зм} = W_{год} \cdot 7_{год}, \quad (5.2)$$

$$W_{зм}^{\delta} = 1,18 \cdot 7 = 8,26 \text{ га.зм}; \quad W_{зм}^m = 5,16 \cdot 7 = 36,12 \text{ га.зм};$$

Часові витрати на виконання одиниці роботи агрегатом (B), люд.-год./га:

$$B = \frac{K_{пр} \cdot T_{зм}}{W_{зм}}, \quad (5.3)$$

$$B^{\delta} = \frac{1 \cdot 7}{8,26} = 0,84 \text{ люд.-год./га}; \quad B^m = \frac{1 \cdot 7}{36,12} = 0,19 \text{ люд.-год./га};$$

Нормативне завантаження техніки (T_n), га:

$$T_n = \frac{Q}{W_{год}} \quad (5.4)$$

$$T_n^{\delta} = \frac{62}{1,18} = 52,54 \text{ год}; \quad T_n^m = \frac{62}{5,16} = 12 \text{ год};$$

Ресурси, витрачені на технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт, а також на зберігання:

$$H_{рем} = B \cdot 0,097 \cdot \frac{W_{год}}{T_n} \quad (5.5)$$

$$H_{рем}^{\delta} = 329\,900 \cdot 0,097 \cdot \frac{1,18}{52,54} = 718,69 \text{ грн}$$

$$H_{рем}^m = 300\,000 \cdot 0,097 \cdot \frac{5,16}{12} = 1251 \text{ грн}$$

Загальні витрати на експлуатацію (EB) всього, грн./га:

$$EB = 3П + A + B_{пмм} + B_{рем} + IB, \quad (5.6)$$

де $3П$ – оплата праці, грн./га;

A – амортизаційні витрати на основні засоби, грн./га;

$B_{пмм}$ – затрати на ПММ, грн./га;

$B_{рем.}$ – ресурси, витрачені на технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт, а також на зберігання;

IB – інші витрати, грн./га

Загальна виплата працівникам, включаючи основну зарплату, додаткові платежі та нарахування., грн./га:

$$ЗП = \frac{ТС}{W_{год}} \cdot 1,2 \cdot 1,362, \quad (5.7)$$

де: $ЗП$ – заробітна плата;

$ТС$ – тарифна ставка, грн;

1,2 – коефіцієнти, що включають додаткові виплати;

1,362 – коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальні заходи із заробітної плати.

$$ЗП^{\delta} = \frac{30}{1,18} \cdot 1,2 \cdot 1,362 = 41,55 \text{ грн/га}$$

$$ЗП^m = \frac{30}{5,16} \cdot 1,2 \cdot 1,362 = 9,5 \text{ грн/га}$$

Амортизаційні витрати на основні засоби:

$$A = \frac{B \cdot \lambda \cdot q_{\text{дійсні}}}{100 \cdot Q \cdot q_{\text{річ}}} \quad (5.8)$$

де B – балансова оцінка, грн.;

λ – стандартна амортизації, % ;

Q – об'єм роботи, га;

$q_{\text{дійсні}}$, $q_{\text{річ}}$ – кількість палива, фактично спожита під час операції, та річна витрата палива відповідно до його споживання. кг.

$$A^{\delta} = \frac{329\,900 \cdot 10 \cdot 1003,16}{100 \cdot 62 \cdot 3383} = 157,78 \text{ грн}$$

$$A^m = \frac{300\,000 \cdot 10 \cdot 642,94}{100 \cdot 62 \cdot 3383} = 91,95 \text{ грн}$$

Витрати на ПММ, грн./га:

$$B_{пмм} = H_{пмм} \cdot Ц_{к.}, \quad (5.9)$$

де: $H_{пмм}$ – норма витрати палива, кг/га (зазначено в технологічній карті);

$Ц_{к.}$ – комплексна ціна 1 кг ПММ, грн.;

$$B_{пмм} = 16,18 \cdot 49,4 = 799,3 \text{ грн/га}$$

$$B_{пмм} = 10,37 \cdot 49,4 = 512,27 \text{ грн/га}$$

Витрати на капітальний ремонт (КР), поточний ремонт (ПР), технічне обслуговування (ТО) та зберігання обладнання/агрегату, грн/га:

$$B_{рем.} = \frac{K \cdot H_{рем}}{W_{год} \cdot Q} \quad (5.10)$$

де: K – коефіцієнти трансформації тракторів в умовні еталонні одиниці;

$H_{рем}$ – вирахування на КР, ПР, ТО та зберігання;

$W_{год}$ – продуктивність агрегату на годину (га/год, т/год);

Витрати на планові та ремонтні роботи будуть залежати від умов і можуть змінюватись:

$$B_{рем.}^{\delta} = \frac{1,65 \cdot 718,69}{1,18 \cdot 62} = 16,2 \text{ грн/га}; \quad B_{рем.}^м = \frac{1,65 \cdot 1251}{5,16 \cdot 62} = 6,45 \text{ грн/га}$$

Інші витрати становлять 3% від загальної суми експлуатаційних витрат, грн.:

$$IB = \frac{(3П + А + B_{пмм} + B_{рем}) \cdot 3}{100} \quad (5.11)$$

$$IB^{\delta} = \frac{(41,55 + 157,78 + 799,3 + 16,2) \cdot 3}{100} = 30,44 \text{ грн/га}$$

$$IB^м = \frac{(9,5 + 91,95 + 512,27 + 6,45) \cdot 3}{100} = 18,6 \text{ грн/га}$$

$$EB^{\delta} = 41,55 + 157,78 + 799,3 + 16,2 + 30,44 = 1045,27 \text{ грн/га}$$

$$EB^м = 9,5 + 91,95 + 512,27 + 6,45 + 18,6 = 638,77 \text{ грн/га}$$

Капітальні вкладення (КВ) на 1 га, грн:

$$KB = \frac{Б}{Q} \quad (5.12)$$

$$KB^{\delta} = \frac{329\,900}{62} = 5321 \text{ грн/га}; \quad KB^м = \frac{300\,000}{62} = 4838 \text{ грн/га};$$

Витрати, розраховані на 1 га, грн.:

$$ПВ = EB + 0,15 * KB, \quad (5.13)$$

$$ПВ^{\delta} = 1045,27 + 0,15 * 5321 = 1843,4 \text{ грн/га}$$

$$ПВ^m = 638,77 + 0,15 * 4838 = 1364,4 \text{ грн/га}$$

Приведені витрати на виконання обсягу всього робіт, грн:

$$ПВ_Q = ПВ * Q \quad (5.14)$$

$$ПВ^{\delta}_Q = 1843,4 * 62 = 114\,290,8 \text{ грн}$$

$$ПВ^m_Q = 1364,4 * 62 = 84\,592,8 \text{ грн}$$

Економічний ефект на полі за рік, грн:

$$E_p = ПВ_Q^{\delta} - ПВ_Q^m, \quad (5.15)$$

$$E_p = 114\,290,8 - 84\,592,8 = 29\,698 \text{ грн}$$

Для детальнішого аналізу та порівняння базового проекту з модернізованим, надамо основні дані розрахунків у таблиці 5.17 і підведемо підсумки.

Таблиця 5.17 Показники ефективності та рентабельності проекту.

Значення	Базовий	Модернізований
Обсяг роботи, га	62	62
Годинна продуктивність, га/год.	1,18	5,16
Вартість агрегату, грн.	329 900	300 000
Експлуатаційні витрати на 1 га, грн. всього:	1045,27	638,77
Капітальні вкладення на 1 га, грн.	5321	4838
Приведені витрати на 1 га, грн.	1843,4	1364,4
Річний економічний ефект, грн.	-	29 698

Висновок:

Виходячи з розрахунків, запропонована технологія вирощування кукурудзи демонструє значно більшу економічну ефективність порівняно з базовою моделлю. Річний економічний ефект на одному полі становить 29 698 грн, що є суттєвою вигодою для підприємства. Зниження експлуатаційних витрат на 406,5 грн/га та капітальних вкладень на 483 грн/га робить модернізовану модель більш рентабельною.

Суттєве зменшення витрат на паливо, обслуговування техніки та чисельність робочої сили позитивно впливає на загальну рентабельність. Зокрема, порівняння витрат на паливо показує значну економію: витрати на паливо по базовій моделі становлять 16,18 кг/га, тоді як по модернізованій моделі — лише 10,37 кг/га. Це означає зниження витрат на паливо на 6,81 кг/га. Для площі 62 га економія на паливі складає 360,22 кг, що при поточній ціні пального дає суттєву фінансову вигоду. Окрім того, підвищення продуктивності агрегатів дозволяє скоротити час на виконання робіт, що сприяє оптимізації технологічних процесів та зменшенню необхідних ресурсів для виконання операцій. У результаті запропонована модель не лише знижує витрати, але й підвищує загальну ефективність і економічну вигідність проекту.

Таким чином, можна зробити висновок, що модернізоване рішення є економічно вигідним та ефективним, що дозволяє забезпечити високий рівень рентабельності та перспективи розвитку. Тому цей проект може бути рекомендований для впровадження на підприємстві.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Висновки даного дослідження спрямовані на вивчення економічної вигідності та ефективності впровадження модернізованого катка-подрібнювача для енергоощадної технології обґрунтування заробітку в порівнянні з традиційною оранкою. Результати показали, що застосування нової технології дозволяє значно знизити витрати на виконання операцій, а також забезпечує зростання врожайності та підвищення рентабельності сільськогосподарської продукції.

Модернізація катка-подрібнювача для енергоощадної технології заробітку обґрунтовано знижує витрати на енергоресурси. Зменшення витрат палива на одиницю роботи на 15,6% (з 51,3 кг/га до 43,1 кг/га) дозволяє значно знизити загальні операційні витрати на великих площах. Зниження затрат праці на 4,4% (з 3,62 люд.-год./га до 3,46 люд.-год./га) також позитивно впливає на економічну ефективність, потім скорочуються витрати на оплату праці та зменшується кількість робочих годин, деякі для виконання операцій. Це зниження загальної собівартості виробництва кукурудзи.

Важливим аспектом впровадження модернізованої катки є підвищення врожайності. Завдяки покращенню структури ґрунту, ефективному збереженню вологи та покращенню аерації кореневої системи, врожайність кукурудзи зростає на 0,3 т/га. Це забезпечує додатковий валовий збір на 114 т зерна кукурудзи на площі 380 га. Ураховуючи вартість кукурудзи на ринку, це за рахунок додаткового доходу, що ще більше досягне технології рентабельності.

Аналіз собівартості продукції показав, що при використанні модернізованого катка-подрібнювача собівартість кукурудзи знижується на 11,6% — з 2136,4 грн/т до 1889,2 грн/т. Це дозволяє отримати додаткову виручку розміром 798 тис. грн, що робить нову технологію більш економічно вигідною за допомогою традиційного методу оранки. Зростання рентабельності на 42,9% є доказом того, що енергозберігаюча технологія має

високий економічний потенціал для агровиробників, не дозволяє не лише зменшити витрати, а й збільшити прибутки.

Порівняння модернізованого катка-подрібнювача з традиційною оранкою показує значну економію ресурсів. Оранка, яка потребує значно більшого і часу на виконання робіт, має вищу собівартість обробітку. Традиційний метод праці також вимагає більше робочих годин, що збільшує витрати на оплату праці. Модернізований каток дозволяє досягти кращих результатів при менших витратах пального, знижуючи операційні витрати та покращуючи економічні показники.

Впровадження енергоощадної технології обґрунтування заробітку з використанням модернізованого катка-подрібнювача не тільки знижує витрати, але й має екологічний ефект. Мінімізація інших механічних операцій і збереження поживних залишків на поверхні ґрунту зменшує ерозію та покращує водний баланс. Це забезпечує сталий розвиток агровиробництва, збереження родючості підстав та зниження негативного впливу на довкілля. Збереження вологи та покращення структури обґрунтовано також позитивно ускладнено на довгострокову продуктивність землеробства.

Таким чином, використання модернізованого катка-подрібнювача для енергоощадної технології заробітку обґрунтовано є економічно вигідним та екологічно стійким рішенням. Впровадження цієї технології дозволяє не лише знизити витрати та підвищити рентабельність, але й покращити збереження природних ресурсів, що робить її перспективним напрямком розвитку аграрного сектору в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Len, O., Marinich, L., & Orlovskyi, O. (2023). ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОГОДНИХ УМОВ ТА СИСТЕМ УДОБРЕННЯ. *SWorldJournal*, (21-02), 22-29.
2. Вітер, В. А. (2023). Удосконалення використання техніки при вирощуванні кукурудзи на зерно з розробкою операційної технології оранки.
3. Дідур, І. М., & Богомаз, С. О. (2023). Сучасний стан і перспективи вирощування кукурудзи в Україні. *Сільське господарство та лісівництво. 2023. № 2 (29). С. 153-161. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-13.*
4. Думич, В., Бова, Д., & Крупич, О. (2022). Вплив систем обробітку ґрунту на ефективність вирощування кукурудзи на зерно. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*, (31 (45)), 169-178.
5. Каменщук, Б. Д. (2020). Шляхи підвищення ефективності вирощування кукурудзи на зерно. *Корми і кормовиробництво*, (89), 85-92.
6. Клименко, Т. А. (2021). УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНИМ РОЗВИТКОМ АГРОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ. *Організаційний комітет*, 317.
7. Кобець А.С. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні / А.С. Кобець, О.Д. Деркач, М.І. Ролдугін, та ін. ; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет – Дніпропетровськ, 2014. – 285 С
8. Корчак, М. М. (2022). ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ. *EDITORIAL BOARD*, 315.
9. Корчак, М. М., & Шупарський, О. В. (2021). Удосконалення механізації обробітку ґрунту після збирання кукурудзи з розробкою комбінованого способу обробітку поля. *Матеріали I Міжнародної наукової конференції з міждисциплінарних досліджень (19-21 січня 2021 року), Берлін, Німеччина*, 1023-1029.

10. Крeмiнська, О. І. (2022). ТЕХНОЛОГІЯ NO-TILL: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ. In *Проблеми використання, збереження та відтворення ґрунтів в умовах сталого розвитку агросфери*.
11. Левченко, О. Г. (2024). Охорона праці та цивільний захист.
12. Ляшенко, В. В., Карасенко, В. М., & Кракотець, С. І. (2021). Вплив системи обробітку ґрунту та попередників на урожайність і якість зерна пшениці озимої. *Scientific Progress & Innovations*, (4), 64-70.
13. Місяйло, О. (2020). АНАЛІЗ СТАНУ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АГРОПРОМИСЛОВОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ. *Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки*, 255-259.
14. Морозов, О. В., Морозова, О. С., Іванів, М. О., & Керімов, А. Н. (2021). Ефективність вирощування кукурудзи на зерно в Україні.
15. Моссеєнко, А. В. (2023). Удосконалення технологічного процесу подрібнення рослинних решток грубостеблових культур та розробкою конструкції катка-подрібнювача.
16. О. В. Корнійчук. Кукурудза в сучасних агроценозах правобережного Лісостепу України в умовах дефіциту вологи. Корми і кормовиробництво. 2015. Вип. 81. – С. 8-20
17. Пархомець, М. К., Уніят, Л. М., & Чорна, Н. П. (2021). АКТИВІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В РОСЛИННИЦТВІ–ЗАПОРУКА ЕФЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ. *ІННОВАЦІЙНА ЕКОНОМІКА*, (5-6), 57-65.
18. Подгорний, В. В., & Косолап, М. П. (2023). Ефективність енергоощадних заходів в технології вирощування сільськогосподарських культур в умовах Південного Степу. *Тенденції та виклики сучасної аграрної науки в умовах війни: теорія і практика. Присвячена 125-річчю кафедри рослинництва НУБІП України*, 183.
19. Семерня, О. В., & Калнагуз, О. М. (2021). Безпека праці на підприємствах агропромислового комплексу.

20. Семченко, І. О. (2023). Механізація вирощування кукурудзи з удосконаленням ґрунтообробного агрегата.
21. Середа, Л. П., Швець, Л. В., & Швець, О. І. (2020). Розробка культиватора для нових технологій обробітку ґрунту. *Техніка, енергетика, транспорт АПК.-Вінниця: ВНАУ, 2020.-Вип. 3 (110).-С. 117-125.*
22. Степаненко, М. В. (2024). Оптимізація технології вирощування кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Правобережного Лісостепу України.
23. Стукало, Б. В., & Городиська, І. М. (2024). ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ. *НАУКОВІ ОСНОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИНЦИПІВ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА В АГРОСФЕРІ УКРАЇНИ*, 101.
24. Сумський, Н. А. У. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ. *СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ, ПРИСВЯЧЕНОЇ МІЖНАРОДНОМУ ДНЮ СТУДЕНТА*, 329.
25. Типові норми продуктивності і витрат палива на збиранні сільськогосподарських культур / В.В. Вітвицький, І.М. Демчик, В.С. Пивовар та ін. – К.: НДІ «Украгропромпродуктивність», 2005. – 495 с
26. Токарчук, Д. М., & Фурман, І. В. (2021). Сучасні енергоефективні технології в АПК України. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики, 2020, № 4. С. 99-116.*
27. Цилюрик, О. І., Калмиков, С. О., & Матвійчук, Р. В. (2023). Основний обробіток ґрунту—важливий елемент прецензійних технологій вирощування польових культур.

ДОДАТКИ

Додаток А

Технологічна карта вирощування кукурудзи з інтенсивним обробітком ґрунту на площі 62 га

№п/п	Операції	Од. виміру	Обсяг роботи	Склад агрегату			к-сть с.-г.м.	Точність продуктивності	Потрібно для викон робіт		Норма витрати		Пального всього, кг	Затрати праці, люд-год	К-сть нормо-змін	Обсяг роботи, у.е.га	Енергоємність, МДж					
				трактор	зчіпка	с.-г. м.			тракторис.	доп. прац.	кг/га	люд-го д/га					маш агрег	пальне	Праці людини	Добрива	Пестициди, насіння	Разом
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Оранка (25-27 см)	га	62	John Deere 6R 110	—	ПОН-3-35+1	1	1,25	1	—	24,7	0,80	1530,0	49,6	7,09	81,84	24011	121635	2152,6			147799
2	Боронування	га	62	John Deere 8R 370	—	Horsh Joker	1	12,3	1	—	13,4	0,13	73,0	8,1	0,72	8,32	2440,2	66048,6	218,76			68707,5
3	Внесення карбаміду	га	62	John Deere 6R 110	—	РДФ 3000	1	17,2	1	—	13	0,12	54,4	7,4	0,51	5,95	1175,2	64077	156,44			65408,6
4	Культивація	га	62	John Deere 8R 370	—	Horsh ACK 12,3	1	10,6	1	—	1,8	0,19	112,1	11,8	0,84	3,52	765,47	8872,2	254,57			9892,24
5	Ранньовесняне боронування	га	62	John Deere 8R 370	—	Horsh Joker	1	12,3	1	—	4,2	0,13	73,0	8,1	0,72	3,02	966,29	20701,8	218,76			21886,86
6	Посів	га	62	John Deere 8R 370	—	Vederstad Tempo 16	1	16,5	1	—	4,2	0,12	68,4	7,4	0,54	2,25	720,33	20701,8	163,08			21585,2
7	Внесення гербіциду	га	62	John Deere 6R 110	—	Sokil 24	1	31	1	—	2,4	0,06	18,3	3,7	0,29	1,20	383,9	11829,6	86,912			12300,4
8	Внесення гербіциду	га	62	John Deere 6R 110	—	Sokil 25	1	31	1	—	5,2	0,06	18,3	3,7	0,29	1,20	202,26	25630,8	86,912			25920
9	Позакореневе підживлення	га	62	John Deere 6R 110	—	Sokil 26	1	31	1	—	5,2	0,06	18,3	3,7	0,29	1,20	202,26	25630,8	86,912			25920
10	Збір врожаю	га	62	John Deere 2266	—	—	1	3,43	1	—	13,5	0,58	1270,0	36,0	2,58		22963	66541,5	784,49			90289,5
11	Транспортування	т	318	MAN LE	—	—	1	11,9	1	—	13,5	0,08	128,2	46,9	3,81		4941,9	341294	1156,8			347392
											3364,1	186,4	33,66	108,51	58773	772963	5366,3	0	0			69758,5
											На 1 га		280,3	15,5	2,8	9,04						

Додаток Б

Технологічна карта вирощування кукурудзи з енергоощадним ґрунту на площі 62 га

№п/п	Операції	Од. виміру	Обсяг роботи	Склад агрегату			К-сть с.-г.м. машин	Година продуктивності	Потрібно для викон робіт		Норма витрати		Пального всього, кг	Затрати праці, люд.-год	К-сть нормо-змін	Обсяг роботи, у.е.га	Енергоємність, МДж					
				трактор	зчіпка	с.-г. м.			трактор	доп. пра.	пальн. кг/га, кг/т	праці людини /га					маш агрег	пальне	Праці людини	Добрива	Пестициди, насіння	Разом
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Обробіток модернізованим катком подрібнювачем	т	62	John Deere 6R 110	—	Detra модернізована	1	5,16	1		9	0,19	15,1	12,0	1,72	19,83	5816,7	44361	521,47			50699,2
2	Підвезення насіння	т	62	Mercedes Atego 5t	—	—	1	23	1		4	0,04	14,2	2,7	0,39	4,45	1305	19716	116,99			21138
3	Сівба з внесенням мінеральних добрив по стерні	га	62	John Deere 8R 370	—	John Deere No-Till Air Seeder	1	8,12	1		4,3	0,12	266,6	7,6	1,09	12,60	3696,3	21194,7	331,38			25222,4
4	Підвезення мінеральних добрив	т	62	ГАЗ-53	—	ШП-3,5	1	26	1		4,2	0,04	9,0	2,4	0,34	1,43	457,13	20701,8	103,49			21262,42
5	Весняне підживлення	га	62	John Deere 6R 110	—	Amazone za-m 1500	1	14,6	1		2,4	0,07	26,0	4,2	0,61	2,55	814,07	11829,6	184,3			12828
6	Підвезення води	т	62	New Holland T5.90S	—	ОМП-3,5	1	10,5	1		5,2	0,10	7,0	5,9	0,84	3,54	596,38	25630,8	256,27			26483,4
7	Внесення пестицидів	га	62	John Deere 6R 110	—	Sokil 24	1	26,3	1		5,2	0,04	18,3	2,4	0,34	1,41	238,1	25630,8	102,31			25971,2
8	Збирання сояшника	га	62	John Deere 2266	—	—	1	3,43	1		13,5	0,58	1270,0	36,0	2,58	10,85	22963	66541,5	784,49			90289,5
9	Транспортування насіння	т	298	MAN LE	—	—	1	11,9	1		13,5	0,08	128,2	25,0	3,57	14,99	4631,1	319829	1084,1			325544
													1754,4	98,2	11,47	71,64	40518	555435	3484,8	0	0	599438
											На 1 га		146,2	8,2	1,0	5,97						49953,1

Додаток В – Демонстраційний матеріал до дипломної роботи

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра Експлуатації машинно-тракторного парку

Демонстраційний матеріал

до дипломного проекту

ступеня вищої освіти «Магістр» на тему:

Обґрунтування засобів механізації при вирощуванні кукурудзи на зерно за критерієм мінімальних енерговитрат на операціях основного обробітку ґрунту

Виконав: студент 2 курсу, групи МгАІз-1-24 за

спеціальністю 208 «Агроінженерія»

Мосесенко Анатолій Вадимович

Керівник: Кабат Олег Станіславович

Дніпро – 2025



Продовження додатку В

МЕТА ПРОЕКТУ

Метою проєкту є зменшення енергозатрат на вирощування кукурудзи на зерно шляхом оптимізації технологічних процесів без втрати врожайності. Актуальність роботи зумовлена зростаючою роллю кукурудзи як стратегічної культури в аграрному секторі України, а також необхідністю підвищення енергоефективності її вирощування в умовах кліматичних змін і економічних викликів. Важливим завданням є не лише зменшення витрат енергії, але й збереження стабільних показників врожайності за рахунок впровадження новітніх технологій. Для досягнення цієї мети проведено багаторічний аналіз даних щодо врожайності кукурудзи, визначено ключові фактори, які впливають на її продуктивність, і запропоновано енергоощадну технологію, що відповідає сучасним вимогам агровиробництва.



Продовження додатку В

Постановка проблеми



У вирощуванні кукурудзи досягнуто такого рівня, що подальше суттєве підвищення врожайності стає неможливим через обмеження генетичного потенціалу культури та агротехнічних умов. Тому основна увага спрямована на зменшення енергозатрат у процесі вирощування, що дозволяє підвищити рентабельність виробництва. Оптимізація технологій обробітку ґрунту та зменшення використання енергетичних ресурсів стають ключовими аспектами, які забезпечують економію ресурсів і підвищення ефективності виробництва без втрати показників урожайності.

Продовження додатку В

Аналіз врожайності кукурудзи в Україні та фактори впливу

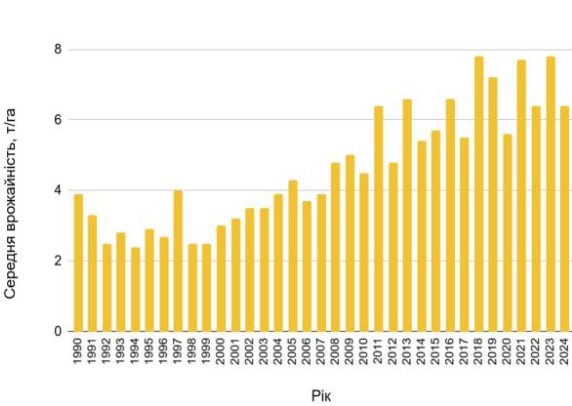
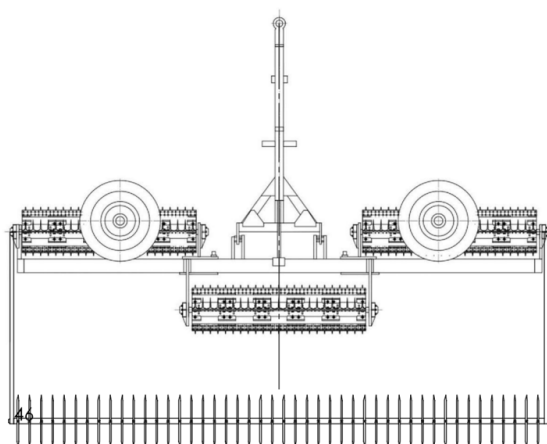


Рис. 1 Діаграма динаміки середньої врожайності кукурудзи

Проаналізувавши дані щодо середньої врожайності кукурудзи за багаторічний період, були виявлені ключові фактори, які суттєво впливають на врожайність цієї культури. До таких факторів належать впровадження нових технологічних посівних комплексів, що дозволяють ефективніше використовувати посівну площу, інноваційні мінеральні добрива, покращення систем захисту рослин, а також використання сучасних агрегатів для обробітку ґрунту та збору врожаю. Ці заходи сприяли значному збільшенню середньої врожайності кукурудзи в останні роки. Наша ж мета полягає в тому, щоб зберегти досягнутий рівень врожайності, одночасно зменшуючи енергозатрати на її досягнення, що дозволить зробити виробництво більш ефективним і економічно вигідним.

Продовження додатку В

Рекомендований енергоощадний агрегат



Враховуючи досвід застосування представлених конструкцій, ми дійшли висновку, що для підвищення ефективності необхідно укомплектувати агрегат секцією плоских дисків. Роторні зубчасті диски мають недолік, оскільки вони виносять кореневу систему кукурудзи на поверхню, що ускладнює подальші технологічні операції. Введення дискової батареї дозволяє ефективно подрібнювати крупні рослинні залишки, що сприяє скороченню кількості операцій під час обробки ґрунту. Такий агрегат здатен замінити кілька інших машин, що робить технологічний процес більш ефективним і знижує витрати на обробіток.

Рис. 2 Конструкція модернізованого катка подрібнювача

Продовження додатку В

Порівняння технологій

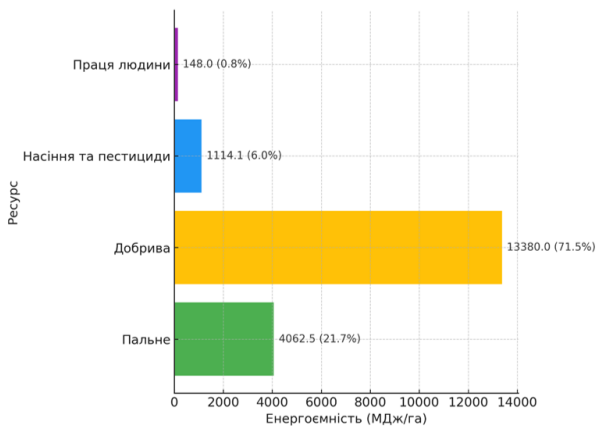


Рис. 3 Енергетична структура за інтенсивної технології обробітку

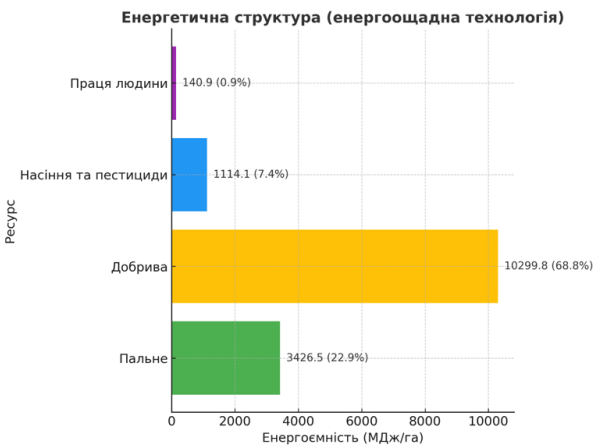


Рис. 4 Енергетична структура за енергоощадної технології обробітку



Продовження додатку В

Таблиця 1. Технологічна карта вирощування кукурудзи з інтенсивним обробітком ґрунту на площі 62 га

№п/п	Операції	Од. виміру	Обсяг роботи	Склад агрегату			к-сть с.-г.м. тракторів	продуктивність тракторів, т/год	Потрібно для викон. робіт		Норма витрати палив.		Пального всього, кг	Витрати палива на 1 га	К-сть нормо-змін	Обсяг роботи, у.в. га	Енергоємність, МДж					
				трактор	зілка	с.-г. м.			тракторів	доп. прац.	ка/га	праці людини					маш агрег	пальне	Праці людини	Добрива	Пестициди, насіння	Разом
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Оранка (25-27 см)	га	62	John Deere 6R 110	—	ПОН-3-35+1	1	1,25	1	—	24,7	0,80	1530,0	49,6	7,09	81,84	24011	121635	2152,6			147799
2	Боронування	га	62	John Deere 8R 370	—	Harsh Joker	1	12,3	1	—	13,4	0,13	73,0	8,1	0,72	8,32	2440,2	66048,6	218,76			68707,5
3	Внесення карбаміду	га	62	John Deere 6R 110	—	РДФ 3000	1	17,2	1	—	13	0,12	54,4	7,4	0,51	5,95	1175,2	64077	156,44			65408,6
4	Культивація	га	62	John Deere 8R 370	—	Harsh ACK 12,3	1	10,6	1	—	1,8	0,19	112,1	11,8	0,84	3,52	765,47	8872,2	254,57			9892,24
5	Ранньовесняне боронування	га	62	John Deere 8R 370	—	Harsh Joker	1	12,3	1	—	4,2	0,13	73,0	8,1	0,72	3,02	966,29	20701,8	218,76			21886,86
6	Посів	га	62	John Deere 8R 370	—	Vederstad Tempo 16	1	16,5	1	—	4,2	0,12	68,4	7,4	0,54	2,25	720,33	20701,8	163,08			21585,2
7	Внесення гербіциду	га	62	John Deere 6R 110	—	Sokil 24	1	31	1	—	2,4	0,06	18,3	3,7	0,29	1,20	383,9	11829,6	86,912			12300,4
8	Внесення гербіциду	га	62	John Deere 6R 110	—	Sokil 25	1	31	1	—	5,2	0,06	18,3	3,7	0,29	1,20	202,26	25630,8	86,912			25920
9	Позакореневе підживлення	га	62	John Deere 6R 110	—	Sokil 26	1	31	1	—	5,2	0,06	18,3	3,7	0,29	1,20	202,26	25630,8	86,912			25920
10	Збір врожаю	га	62	John Deere 2266	—	—	1	3,43	1	—	13,5	0,58	1270,0	36,0	2,58		22963	66541,5	784,49			90289,5
11	Транспортування	т	318	MAN LE	—	—	1	11,9	1	—	13,5	0,08	128,2	46,9	3,81		4941,9	341294	1156,8			347392
												3364,1	186,4	33,66	108,51	58773	772963	5366,3	0	0		69758,5
На 1 га												280,3	15,5	2,8	9,04							



Продовження додатку В

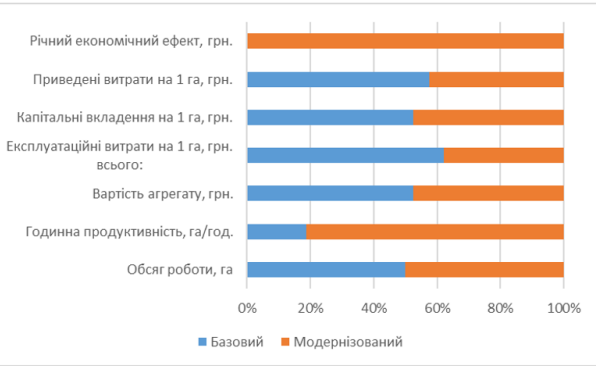
Таблиця 2. Технологічна карта вирощування кукурудзи з енергоощадним ґрунту на площі 62 га

№п/п	Операції	Од. виміру	Обсяг роботи	Склад агрегату			к-сть с.-з.м.	Топлива продуктивні	Потрібно для викон роботи		Норма витрати		Пального єсього, кг	Запрати праці, люд.- год	К-сть нормо-мін	Обсяг роботи, у.е.га	Енергоємність, МДж					
				трактор	зірка	с.-з.м.			трактор	доп. пра	праці люд. /га	маш агрег					паливе	Праці людини	Добрива	Пестици ди, насія	Разом	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Обробіток модернізованим катком подрібнювачем	т	62	John Deere 6R 110	—	Detra модернізова	1	5,16	1		9	0,19	15,1	12,0	1,72	19,83	5816,7	44361	521,47			50699,2
2	Підвезення насіння	т	62	Mercedes Atego 5t	—	—	1	23	1		4	0,04	14,2	2,7	0,39	4,45	1305	19716	116,99			21138
3	Сієба з внесенням мінеральних добрив по стерні	га	62	John Deere 8R 370	—	John Deere No-Till Air Seeder	1	8,12	1		4,3	0,12	266,6	7,6	1,09	12,60	3696,3	21194,7	331,38			25222,4
4	Підвезення мінеральних добрив	т	62	ГАЗ-53	—	ШП-3,5	1	26	1		4,2	0,04	9,0	2,4	0,34	1,43	457,13	20701,8	103,49			21262,42
5	Весняне підхилення	га	62	John Deere 6R 110	—	Amazone za-m 1500	1	14,6	1		2,4	0,07	26,0	4,2	0,61	2,55	814,07	11829,6	184,3			12828
6	Підвезення води	т	62	New Holland T5.90S	—	ОМП-3,5	1	10,5	1		5,2	0,10	7,0	5,9	0,84	3,54	596,38	25630,8	256,27			26483,4
7	Внесення пестицидів	га	62	John Deere 6R 110	—	Sokil 24	1	26,3	1		5,2	0,04	18,3	2,4	0,34	1,41	238,1	25630,8	102,31			25971,2
8	Збирання соняшника	га	62	John Deere 2266	—	—	1	3,43	1		13,5	0,58	1270,0	36,0	2,58	10,85	22963	66541,5	784,49			90289,5
9	Транспортування насіння	т	298	MAN LE	—	—	1	11,9	1		13,5	0,08	128,2	25,0	3,57	14,99	4631,1	319829	1084,1			325544
												1754,4	98,2	11,47	71,64	40518	555435	3484,8	0	0	589438	
											На 1 га	146,2	8,2	1,0	5,97							49953,1

Продовження додатку В

Економічний ефект впровадження технології обробітку з модернізованим катком подрібнювачем

Значення	Базовий	Модернізований
Обсяг роботи, га	62	62
Годинна продуктивність, га/год.	1,18	5,16
Вартість агрегату, грн.	329 900	300 000
Експлуатаційні витрати на 1 га, грн. всього:	1045,27	638,77
Капітальні вкладення на 1 га, грн.	5321	4838
Приведені витрати на 1 га, грн.	1843,4	1364,4
Річний економічний ефект, грн.	-	29 698



Таблиця 3. Показники ефективності та рентабельності проекту

Рис. Діаграма економічної ефективності удосконалення



Продовження додатку В

Висновки

Висновки дослідження показують, що модернізація катка-подрібнювача для енергоощадної технології обробітку ґрунту є економічно вигідним рішенням. Застосування нової технології дозволяє знизити витрати палива на 15,6% і скоротити затрати праці на 4,4%, що позитивно впливає на загальну собівартість виробництва кукурудзи. Завдяки покращенню структури ґрунту і збереженню вологи врожайність кукурудзи зростає на 0,3 т/га, що забезпечує додатковий валовий збір.

Аналіз собівартості показав, що собівартість кукурудзи знижується на 11,6%, що дозволяє отримати додаткову виручку і підвищити рентабельність на 42,9%. Порівняння з традиційною оранкою показує значну економію ресурсів і зниження витрат пального, що робить нову технологію економічно вигідною. Крім того, застосування модернізованого катка має позитивний екологічний ефект, зменшуючи ерозію ґрунтів і сприяючи збереженню родючості.

Таким чином, модернізований каток-подрібнювач для енергоощадної технології обробітку ґрунту є економічно та екологічно стійким рішенням, що сприяє сталому розвитку аграрного сектору в Україні.



Продовження додатку В

Дякую за увагу!

