

**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 дипломного проекту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення використання техніки при вирощуванні ріпаку з  
розробкою конструкції комбінованої машини для обробітку ґрунту**

**Виконав:** студент 4 курсу, групи АІ-4-22 за  
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Мосійчук Максим Ігорович

**Керівники:** \_\_\_\_\_ Деркач Олексій Дмитрович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

# ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

ЕМТП \_\_\_\_\_.

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ \_\_\_\_\_.

(вчене звання)

Деркач О.Д.

(підпис)

прізвище, ініціали

«05» травня 2026 р

## **З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Мосійчук Максим Ігорович \_\_\_\_\_.

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема проєкту:** Удосконалення використання техніки при вирощуванні ріпаку з розробкою конструкції комбінованої машини для обробітку ґрунту

керівники проєкту Деркач Олексій Дмитрович, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «5» травня 2026 року № 912

**2. Строк подання студентом проєкту** 12.06.2026 р.

**3. Вихідні дані до проєкту** Огляд стану питання в галузі рослинництва та існуючих засобів обробітку ґрунту. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Сучасний стан вирощування ріпаку в Україні та вплив технології сівби на формування її врожайності. 2. Розробка плану механізованих робіт виробництва ріпаку. 3. Удосконалення конструкції комбінованої машини для обробітку ґрунту. 4. Розробка операційно-технологічної карти обробітку ґрунту. 5. Охорона праці та захист навколишнього середовища 6. Техніко-економічні показники удосконаленої комбінованої машини для обробітку ґрунту. Висновки та пропозиції. Література.

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

1. Аналіз вирощування ріпаку (А1) 2. План механізованих робіт вирощування ріпаку (А1) 3. Агрегат ґрунтообробний (Кресленик загального вигляду) (А1). 4. Коток прикочувальний. Складальне креслення (А1) 5. Планка (А4) 6. Пластина (А4). 7. Скоба (А4) 8. Ніж (А3). 9. Кронштейн (А4). 10. Кронштейн. Складальне креслення (А3). 11. Операційно-технологічна карта обробітку (А1) 12. Техніко-економічні показники (А1).

## 6. Консультанти розділів проєкту

| Розділ        | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|---------------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|               |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| 1-5           | Деркач О.Д., зав. кафедри                 | 05.05.2026     | 12.06.2026       |
| нормоконтроль | Деркач О.Д., зав. кафедри                 | 12.06.2026     |                  |

7. Дата видачі завдання: 05.05.2026 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проєкту   | Строк виконання етапів проєкту | Примітка |
|-------|-----------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1     | Аналітичний (оглядовий)           | до 12.05.2026 р.               |          |
| 2     | Розробка плану вирощування ріпаку | до 19.05.2026 р.               |          |
| 3     | Конструкційний                    | до 26.05.2026 р.               |          |
| 4     | Операційно-технологічний          | до 02.06.2026 р.               |          |
| 5     | Охорона праці                     | до 09.06.2026 р.               |          |
| 6     | Економічний аналіз                | до 12.06.2026 р.               |          |
| 7     | Графічна частина                  | до 12.06.2026 р.               |          |

Студент

\_\_\_\_\_ Мосійчук М.І. \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

\_\_\_\_\_ Деркач О.Д. \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

[illegible]

## АНОТАЦІЯ

Мосійчук М.І. Удосконалення використання техніки при вирощуванні ріпаку з розробкою конструкції комбінованої машини для обробітку ґрунту / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

Метою роботи є підвищення ефективності технологічного процесу вирощування ріпаку шляхом удосконалення технічного забезпечення та розробки конструкції комбінованої машини для обробітку ґрунту.

У роботі розглянуто сучасний стан вирощування ріпаку в Україні та досліджено вплив технології сівби й систем обробітку ґрунту на формування врожайності культури. Проведено аналіз народногосподарського значення ріпаку, динаміки посівних площ, рівня врожайності та особливостей агротехнічних умов його вирощування. Проаналізовано сучасні конструкції комбінованих ґрунтообробних машин і визначено перспективні напрями їх удосконалення. Обґрунтовано комплекс основних технологічних операцій вирощування ріпаку та розроблено план механізованих робіт із підбором сучасних машинно-тракторних агрегатів. Виконано розрахунок елементів технології вирощування культури, визначено продуктивність техніки, витрати пального та трудові витрати. У роботі запропоновано удосконалення конструкції комбінованого ґрунтообробного агрегату шляхом модернізації прикочувального котка та робочих органів. Проведено розрахунок технологічних і конструктивних параметрів дискової батареї, розроблено операційно-технологічну карту виконання обробітку ґрунту. Виконано техніко-економічне обґрунтування проекту, яке підтвердило ефективність запропонованої модернізації. Встановлено, що застосування удосконаленого агрегату дозволяє підвищити продуктивність роботи, знизити витрати пального, скоротити експлуатаційні витрати та покращити якість обробітку ґрунту.

*Ключові слова:* ріпак, обробіток ґрунту, комбінований ґрунтообробний агрегат, дискова батарея, прикочувальний коток, технологія вирощування, механізовані роботи, продуктивність агрегату, витрати пального, удосконалення конструкції, операційно-технологічна карта, техніко-економічне обґрунтування.

## Зміст

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                                   | 7  |
| 1 СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ<br>ТЕХНОЛОГІЇ СІВБИ НА ФОРМУВАННЯ ЇЇ ВРОЖАЙНОСТІ ..... | 9  |
| 1.1 Народногосподарське значення ріпаку .....                                                                | 9  |
| 1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності ріпаку .....                                                   | 12 |
| 1.3 Особливості впливу технологій обробітку ґрунту на формування<br>врожайності ріпаку .....                 | 17 |
| 1.4 Особливості агротехнічних умов обробітку ґрунту .....                                                    | 22 |
| 1.5 Сучасні конструкції комбінованої машини для обробітку ґрунту .....                                       | 25 |
| 1.4 Висновки з розділу .....                                                                                 | 31 |
| 2 РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА РІПАКУ .....                                                | 33 |
| 2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при<br>виращуванні ріпаку .....                  | 33 |
| 2.2 Обґрунтування та розрахунок елементів технології виращування ріпаку .....                                | 38 |
| 2.3 Висновки з розділу .....                                                                                 | 42 |
| 3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОЇ МАШИНИ ДЛЯ<br>ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ .....                                | 43 |
| 3.1 Обґрунтування модернізації конструкції комбінованого ґрунтообробного<br>агрегату .....                   | 43 |
| 3.2 Розрахунок технологічних параметрів дискової батареї .....                                               | 46 |
| 3.3 Розрахунок конструктивних параметрів дискової батареї.....                                               | 49 |
| 3.4 Висновки з розділу .....                                                                                 | 51 |
| 4 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ОБРОБІТКУ<br>ҐРУНТУ .....                                          | 53 |
| 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....                                                     | 57 |
| 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ УДОСКОНАЛЕНОЇ<br>КОМБІНОВАНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ .....               | 60 |
| ВИСНОВКИ .....                                                                                               | 63 |
| БІБЛІОГРАФІЯ .....                                                                                           | 65 |
| ДОДАТКИ .....                                                                                                | 69 |

## ВСТУП

Ріпак є однією з найбільш перспективних олійних культур, яка має важливе значення для аграрного сектору України та світового сільського господарства. Завдяки високому вмісту олії та білка насіння ріпаку широко використовується у харчовій промисловості, тваринництві, а також для виробництва біопалива. Постійне зростання попиту на продукцію ріпаку обумовлює необхідність удосконалення технологій його вирощування та підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів.

Одним із головних чинників отримання високих урожаїв ріпаку є якісна підготовка ґрунту та своєчасне виконання технологічних операцій. У сучасних умовах виробництва особливого значення набуває зменшення енергетичних витрат, скорочення кількості проходів техніки по полю та забезпечення оптимальних умов для розвитку рослин. Традиційні технології обробітку ґрунту часто супроводжуються значними витратами пального, ущільненням ґрунту та підвищеним зношуванням техніки, що негативно впливає на економічну ефективність виробництва.

Одним із шляхів вирішення зазначених проблем є застосування комбінованих машин, які дозволяють одночасно виконувати декілька технологічних операцій за один прохід агрегату. Використання таких машин сприяє зниженню витрат праці, економії паливно-мастильних матеріалів, покращенню агротехнічних показників обробітку ґрунту та підвищенню продуктивності праці.

У зв'язку з цим удосконалення використання техніки при вирощуванні ріпаку шляхом розробки конструкції комбінованої машини для обробітку ґрунту є актуальним завданням, яке має важливе наукове та практичне значення.

Метою роботи є підвищення ефективності технологічного процесу вирощування ріпаку шляхом удосконалення технічного забезпечення та розробки конструкції комбінованої машини для обробітку ґрунту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати сучасні технології вирощування ріпаку та технічні засоби для обробітку ґрунту;
- дослідити особливості використання машинно-тракторних агрегатів при вирощуванні ріпаку;
- обґрунтувати конструктивно-технологічну схему комбінованої машини;
- виконати конструктивні та технологічні розрахунки основних робочих органів;
- оцінити техніко-економічну ефективність запропонованої конструкції;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки під час експлуатації машини.

Об'єктом дослідження є технологічний процес обробітку ґрунту при вирощуванні ріпаку.

Предметом дослідження є конструктивні та експлуатаційні параметри комбінованої машини для обробітку ґрунту.

Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження удосконаленої конструкції комбінованої машини у сільськогосподарське виробництво з метою підвищення продуктивності праці, зниження експлуатаційних витрат та покращення якості обробітку ґрунту при вирощуванні ріпаку.

# **1 СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ СІВБИ НА ФОРМУВАННЯ ЇЇ ВРОЖАЙНОСТІ**

## **1.1 Народногосподарське значення ріпаку**

Ріпак є однією з найважливіших олійних культур у світовому сільському господарстві та займає провідне місце серед технічних культур за обсягами виробництва і використання. Висока харчова, кормова та технічна цінність ріпаку обумовлює його значне народногосподарське значення. В Україні ця культура набула особливого поширення завдяки високій рентабельності виробництва, стабільному попиту на внутрішньому та зовнішньому ринках, а також широким можливостям використання продукції переробки.

Основною продукцією ріпаку є насіння, яке містить 40–50 % олії та 20–30 % білка. Ріпакова олія належить до цінних рослинних олій і використовується у харчовій промисловості для виробництва маргарину, майонезу, консервів та інших продуктів харчування. Сучасні сорти ріпаку з низьким вмістом ерукової кислоти та глюкозинолатів є безпечними для харчового використання та відповідають міжнародним стандартам якості. За вмістом ненасичених жирних кислот ріпакова олія наближається до оливкової, що підвищує її цінність у харчуванні людини.

Важливе значення ріпак має як кормова культура. Макуха та шрот, які залишаються після переробки насіння на олію, є цінними високобілковими кормами для сільськогосподарських тварин. Вони містять значну кількість протеїну, амінокислот та мінеральних речовин, що сприяє підвищенню продуктивності тваринництва. За поживною цінністю ріпаковий шрот є конкурентом соєвого шроту, а в окремих випадках може частково його замінювати.

Особливо важливого значення ріпак набув у зв'язку з розвитком альтернативної енергетики. Ріпакова олія є основною сировиною для виробництва біодизельного палива. Використання біодизеля дозволяє зменшити

залежність від традиційних нафтопродуктів, скоротити викиди шкідливих речовин у атмосферу та покращити екологічний стан навколишнього середовища. У багатьох країнах Європейського Союзу виробництво ріпаку орієнтоване саме на енергетичні потреби, що сприяє стабільному попиту на культуру.

Ріпак має велике агротехнічне значення у сівоzmінах. Він є добрим попередником для зернових культур, оскільки покращує структуру ґрунту, сприяє накопиченню органічної речовини та зменшує засміченість полів. Потужна коренева система ріпаку розпушує ґрунт, покращує його водно-повітряний режим та сприяє підвищенню родючості. Крім того, ріпак залишає після себе значну кількість рослинних решток, які є джерелом органічної маси та поживних елементів.

Вирощування ріпаку позитивно впливає на фітосанітарний стан ґрунту. Завдяки біологічним особливостям культури зменшується поширення окремих хвороб та шкідників зернових культур. Це сприяє підвищенню врожайності наступних культур у сівоzmіні та зниженню витрат на засоби захисту рослин.

Важливе значення ріпак має і для бджільництва. Ріпак є цінною медоносною культурою, яка забезпечує ранній та інтенсивний медозбір. Під час цвітіння ріпак утворює значну кількість нектару та пилку, що сприяє розвитку бджолиних сімей і збільшенню виробництва меду.

В економіці аграрного сектору ріпак займає важливе місце як експортно орієнтована культура. Україна входить до числа провідних виробників та експортерів ріпаку у світі. Основними імпортерами українського ріпаку є країни Європейського Союзу, де він використовується переважно для виробництва біопалива. Високий попит на світовому ринку забезпечує вигідні умови реалізації продукції та сприяє підвищенню прибутковості сільськогосподарських підприємств.

Підвищення ефективності вирощування ріпаку безпосередньо пов'язане з удосконаленням технологій та технічних засобів механізації. Для отримання високих урожаїв необхідно забезпечити своєчасне та якісне виконання всіх

технологічних операцій: основного і передпосівного обробітку ґрунту, сівби, внесення добрив, захисту рослин та збирання врожаю. Значні площі посіву ріпаку потребують використання високопродуктивної техніки та сучасних машинно-тракторних агрегатів.



Рисунок 1.1 – Напрями застосування ріпаку

Одним із перспективних напрямів підвищення ефективності виробництва ріпаку є використання комбінованих машин для обробітку ґрунту. Такі машини дозволяють за один прохід виконувати декілька технологічних операцій, що забезпечує економію пального, зменшення ущільнення ґрунту, скорочення затрат праці та підвищення продуктивності праці. Крім того, комбіновані агрегати сприяють збереженню вологи у ґрунті та створенню оптимальних умов для проростання насіння і розвитку рослин ріпаку.

У сучасних умовах розвитку агропромислового комплексу особливого значення набувають ресурсозберігаючі та екологічно безпечні технології

вирощування сільськогосподарських культур. Ріпак добре адаптується до сучасних систем мінімального та комбінованого обробітку ґрунту, що дозволяє зменшити енергетичні витрати та підвищити економічну ефективність виробництва.

Таким чином, ріпак є важливою багатофункціональною культурою, яка має велике продовольче, кормове, енергетичне та агротехнічне значення. Висока економічна ефективність вирощування ріпаку та широкий спектр використання його продукції обумовлюють необхідність подальшого вдосконалення технологій вирощування і технічного забезпечення галузі. Одним із основних напрямів підвищення ефективності виробництва ріпаку є розробка та впровадження сучасних комбінованих машин для обробітку ґрунту, які забезпечують покращення якості виконання технологічних операцій і зниження виробничих витрат.

## **1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності ріпаку**

Ріпак належить до стратегічно важливих олійних культур, значення яких постійно зростає як на світовому, так і на внутрішньому аграрному ринку. Високий попит на насіння ріпаку, ріпакову олію та продукти переробки обумовлений широкими напрямками їх використання у продовольчій, кормовій, технічній та біоенергетичній галузях. У сучасних умовах розвитку агропромислового комплексу ріпак є однією з найбільш рентабельних культур, що стимулює збільшення площ його вирощування та вдосконалення технологій виробництва.

На світовому ринку ріпак стабільно займає провідні позиції серед олійних культур. Основними напрямками використання ріпаку є виробництво харчової олії, кормового шроту та біодизельного палива. Особливо важливе значення має ріпакова олія, яка характеризується високим вмістом ненасичених жирних кислот та корисних поживних речовин. Завдяки цьому вона широко

застосовується у харчовій промисловості, а також у виробництві косметичної продукції та товарів побутового призначення.

Світовий ринок ріпаку характеризується стабільним зростанням обсягів виробництва та споживання. За прогностичними даними міжнародних аналітичних організацій, у 2024/25 маркетинговому році світове виробництво насіння ріпаку становитиме близько 88,8 млн тонн. Провідними виробниками ріпаку залишаються Канада, Китай, Індія та країни Європейського Союзу. Значні обсяги виробництва пояснюються високим попитом на ріпакову продукцію та її важливим значенням для продовольчої та енергетичної безпеки багатьох країн.

Канада традиційно є найбільшим експортером насіння ріпаку на світовому ринку. У 2024/25 маркетинговому році експорт канадського ріпаку прогнозується на рівні понад 7 млн тонн. Основними імпортерами насіння ріпаку та продуктів його переробки виступають країни Європейського Союзу, Китай та Японія. Європейський Союз імпортує значні обсяги ріпаку для потреб харчової промисловості та виробництва біодизеля. Китай, у свою чергу, є одним із найбільших світових споживачів ріпакової продукції завдяки високій чисельності населення та значному розвитку тваринництва.

Важливим показником розвитку світового ринку ріпаку є обсяги внутрішнього споживання. Найбільшими споживачами насіння ріпаку є країни Європейського Союзу та Китай. Високий попит на продукцію переробки ріпаку сприяє зростанню цін на світовому ринку та стимулює розширення посівних площ під цією культурою. Водночас через активне використання ріпаку в енергетичному секторі спостерігається поступове скорочення світових запасів насіння.

В Україні ріпак є однією з найбільш перспективних олійних культур. Останніми роками внутрішній ринок ріпаку демонструє стійку тенденцію до розвитку. Підвищення попиту на ріпакову продукцію, вигідна експортна орієнтація та високий рівень рентабельності сприяють збільшенню обсягів виробництва культури. Основною передумовою розвитку ріпаківництва стало розширення посівних площ та вдосконалення технології вирощування.

Протягом останніх десятиліть площі посіву ріпаку в Україні суттєво зросли. Якщо на початку 2000-х років ріпак займав відносно невеликі площі, то у подальшому спостерігалось активне розширення його виробництва. Загальна площа посівів озимого та ярого ріпаку за період з 2000 по 2024 рік збільшилася більш ніж на 1 млн гектарів. Найбільше зростання відбулося за рахунок озимого ріпаку, який характеризується вищою врожайністю та кращою адаптацією до сучасних технологій вирощування.

У 2023 році посівні площі ріпаку в Україні досягли рекордного рівня – понад 1,4 млн гектарів. Проте вже у 2024 році відбулося певне скорочення площ до близько 1,27 млн гектарів. Основними причинами такого зменшення стали нестабільність цінової кон'юнктури на світовому ринку, труднощі зі збутом продукції та підвищення виробничих витрат. Незважаючи на це, ріпак залишається економічно привабливою культурою для більшості сільськогосподарських підприємств.

Поряд зі збільшенням посівних площ важливим фактором розвитку ріпаківництва є підвищення рівня врожайності. У сучасних умовах середня врожайність ріпаку в Україні має тенденцію до зростання завдяки впровадженню нових високопродуктивних сортів та гібридів, удосконаленню систем удобрення, застосуванню сучасних засобів захисту рослин і використанню ефективної сільськогосподарської техніки.

Підвищення врожайності ріпаку значною мірою пов'язане з удосконаленням технології його вирощування. Сучасні гібриди характеризуються високою продуктивністю, стійкістю до хвороб, вилягання та несприятливих погодних умов. Водночас отримання високих урожаїв можливе лише за умови суворого дотримання технологічних вимог вирощування культури.

За статистичними даними, середня врожайність ріпаку в окремих господарствах України перевищує 30 ц/га. У передових аграрних підприємствах, які використовують сучасні інтенсивні технології, цей показник є ще вищим. Разом із тим середня врожайність по країні залишається нижчою через значний

вплив погодних умов, неоднорідність ґрунтового покриву та різний рівень технічного забезпечення господарств.

На рівень урожайності ріпаку значний вплив мають агрокліматичні умови. Для формування високого врожаю культура потребує достатнього вологозабезпечення, оптимального температурного режиму та родючих ґрунтів. Особливо важливими є умови осіннього розвитку озимого ріпаку, оскільки від ступеня розвитку рослин перед входом у зиму залежить їх перезимівля та подальша продуктивність.

Важливою складовою технології вирощування ріпаку є система обробітку ґрунту. Якісний основний та передпосівний обробіток забезпечує накопичення і збереження вологи, створення оптимальної структури ґрунту та сприятливих умов для розвитку кореневої системи рослин. У сучасному землеробстві все більшого поширення набувають мінімальні та комбіновані системи обробітку ґрунту, які дозволяють знизити енергетичні витрати та підвищити ефективність використання техніки.

Особливу роль у підвищенні врожайності ріпаку відіграє технічне забезпечення виробництва. Використання сучасних машин і комбінованих агрегатів дозволяє своєчасно та якісно виконувати всі технологічні операції. Поєднання декількох операцій за один прохід агрегату сприяє зменшенню ущільнення ґрунту, скороченню витрат пального та збереженню ґрунтової вологи.

Важливим фактором стабільного виробництва ріпаку є ефективна система захисту рослин. На початкових етапах розвитку ріпак повільно формує надземну масу, тому рослини можуть пригнічуватися бур'янами. У зв'язку з цим необхідним є застосування інтегрованого захисту рослин, який включає агротехнічні, біологічні та хімічні методи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами.

Внесення мінеральних добрив також має суттєвий вплив на формування врожаю ріпаку. Культура характеризується високою потребою в азоті, фосфорі, калії та сірці. Раціональне удобрення забезпечує інтенсивний ріст рослин,

підвищує зимостійкість та сприяє формуванню високого врожаю насіння з високим вмістом олії.

Таким чином, аналіз посівних площ та рівня врожайності ріпаку свідчить про стабільний розвиток галузі ріпаківництва як у світі, так і в Україні. Високий попит на ріпакову продукцію, економічна ефективність вирощування культури та широкі напрями її використання сприяють подальшому розширенню виробництва. Підвищення врожайності ріпаку значною мірою залежить від удосконалення технологій вирощування, використання сучасної техніки та впровадження ресурсозберігаючих систем обробітку ґрунту. Саме тому розробка та вдосконалення комбінованих машин для обробітку ґрунту є важливим напрямом підвищення ефективності вирощування ріпаку.

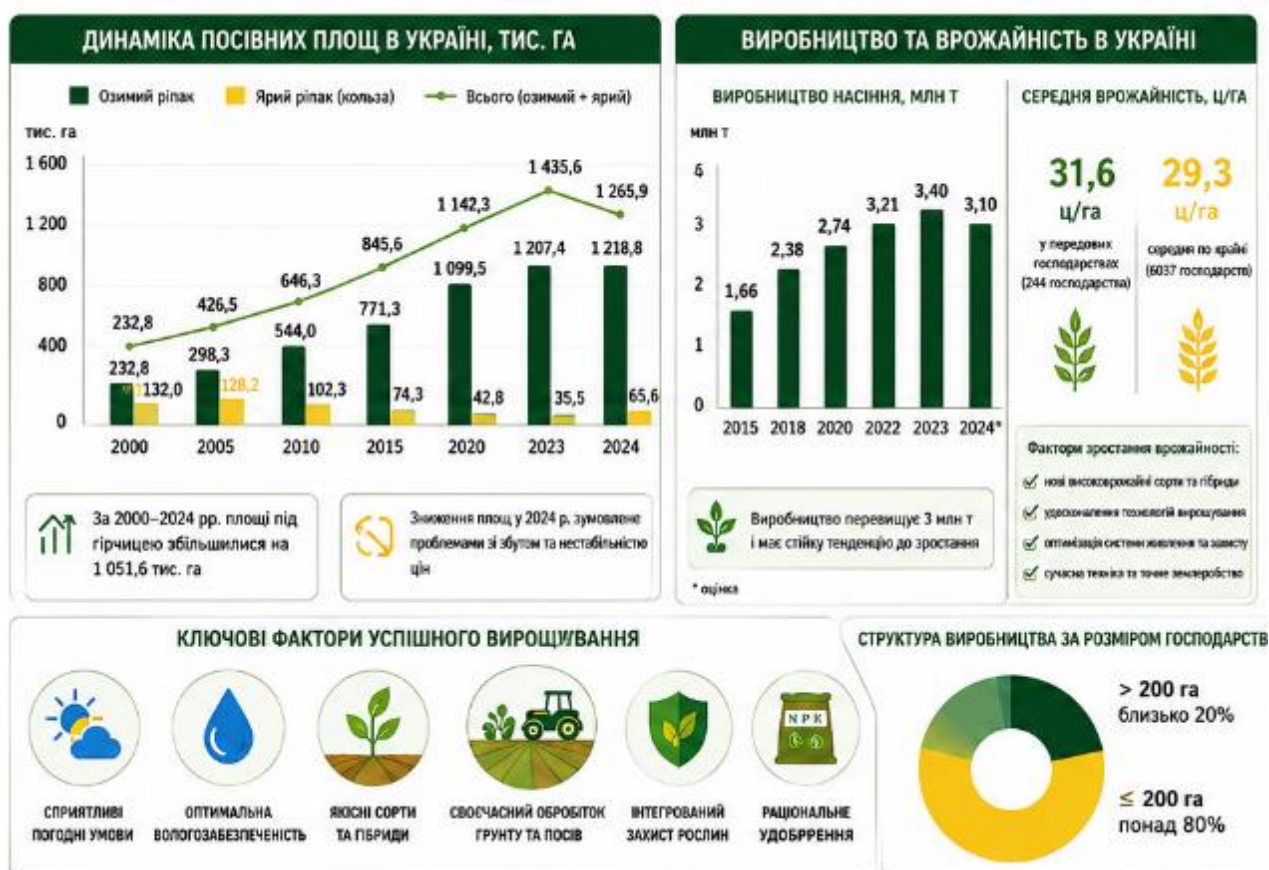


Рисунок 1.3 – Стан виробництва ріпаку в аграрному секторі

### **1.3 Особливості впливу технологій обробітку ґрунту на формування врожайності ріпаку**

Висока економічна ефективність вирощування ріпаку значною мірою залежить від рівня агротехніки, зокрема від системи обробітку ґрунту. Саме технологія обробітку ґрунту створює необхідні умови для розвитку кореневої системи, накопичення вологи, забезпечення рослин елементами живлення та формування високого врожаю. Неправильно вибраний спосіб обробітку може призвести до погіршення структури ґрунту, зниження польової схожості насіння та втрати частини врожаю.

Озимий ріпак характеризується добре розвиненою стрижневою кореневою системою, яка здатна проникати у ґрунт на значну глибину. За оптимальних умов довжина головного кореня восени досягає 15–20 см, а загальна глибина проникнення кореневої системи може становити 100–150 см. Завдяки цьому рослини здатні використовувати вологу та поживні речовини з глибших шарів ґрунту, а також покращувати його структуру. Саме тому ріпак є добрим попередником для зернових культур, підвищуючи їх врожайність на 3–4 ц/га без додаткових витрат.

Формування високої врожайності ріпаку можливе лише за умови створення сприятливих агрометеорологічних та ґрунтових умов. Найкращі умови для вирощування озимого ріпаку в Україні спостерігаються у західному Поліссі, Лісостепу та окремих районах північного Степу. Для нормального росту і розвитку рослин необхідна достатня кількість тепла та вологи. Насіння ріпаку починає проростати вже за низьких температур, проте для отримання дружних сходів оптимальною є температура +14...+17 °С. Осіння вегетація триває при температурі +5...+6 °С, а процес загартування рослин проходить у дві фази: при +5...+7 °С упродовж 14–20 днів та при –5...–7 °С упродовж 5–7 днів.

Для успішної перезимівлі рослини повинні сформувати 6–8 справжніх листків, мати діаметр кореневої шийки не менше 8 мм та довжину стебла 8–10 см. За таких умов ріпак здатний витримувати зниження температури до –16...–

17 °С, а добре загартовані рослини морозостійких сортів – до –21...–22 °С. При наявності снігового покриву 2–6 см рослини витримують морози до –25...–30 °С. Недостатньо розвинені рослини з 3–4 листками можуть загинути вже при температурі –10...–12 °С.

Важливе значення для формування врожаю має забезпечення рослин вологою. Оптимальна кількість опадів для ріпаку становить 600–800 мм на рік, задовільна – 500–600 мм. Якщо річна кількість опадів знижується до 400–500 мм, урожайність культури різко зменшується. Найбільша потреба у волозі спостерігається у фазі бутонізації та цвітіння. У разі нестачі вологи відбувається фізіологічне в'янення бутонів і квіток, що негативно впливає на формування врожаю.

Система обробітку ґрунту має забезпечувати оптимальні умови для накопичення та збереження вологи. Найкращим способом основного обробітку під ріпак вважається оранка на глибину 22–25 см. Такий обробіток сприяє глибокому розпушуванню орного шару, покращує водопроникність ґрунту та створює сприятливі умови для розвитку кореневої системи. У разі недостатньої кількості часу до сівби оранку можна замінити дискуванням важкими дисковими боронами або дискаторами на глибину 20–22 см.

Перед проведенням основного обробітку необхідно здійснювати лущення стерні дисковими знаряддями. Це дозволяє закрити вологу та забезпечити рівномірне загортання рослинних решток. При великій кількості соломи рекомендується додатково вносити азотні добрива з розрахунку 1 кг азоту на 1 ц соломи для прискорення її розкладання.

Основний обробіток ґрунту слід проводити за 3–4 тижні до передпосівного, що забезпечує осідання ґрунту та формування оптимальної структури орного шару. Через 20–25 днів після оранки виконують передпосівний обробіток на глибину 3–5 см. Основним завданням передпосівної культивуації є створення дрібногрудочкуватої структури ґрунту з діаметром грудочок не більше 3 см та глибиною борозен до 2 см.

Правильний передпосівний обробіток особливо важливий для ріпаку як дрібнонасінної культури. Насіння висівають на глибину 2–4 см, а на важких ґрунтах – 1,5–2 см. Загортання насіння на більшу глибину призводить до зрідження сходів та ослаблення рослин. Після сівби обов'язково проводять коткування, яке забезпечує контакт насіння з ґрунтом та покращує надходження вологи.

Мінімальний та нульовий обробіток ґрунту не завжди забезпечують оптимальні умови для розвитку ріпаку. За мілкого обробітку коренева система формується переважно у верхньому шарі ґрунту, що знижує здатність рослин використовувати вологу з глибших горизонтів. У результаті рослини швидше реагують на посуху та гірше засвоюють елементи живлення.

Важливе значення для формування врожайності має родючість ґрунту. Для отримання високих урожаїв ріпак необхідно розміщувати на ґрунтах із вмістом гумусу не менше 1,1 %, кислотністю рН 5,8–6,5, вмістом калію 12,0–14,5 мг на 100 г ґрунту та фосфору 6,0–7,5 мг на 100 г ґрунту. Оптимальний вміст магнію повинен становити 5,0–7,0 мг на 100 г ґрунту, бору – 0,25 мг/кг, марганцю – 10–15 мг/кг, сірки – 30–60 мг/кг ґрунту.

Система удобрення ріпаку тісно пов'язана з технологією обробітку ґрунту. Для формування 1 т насіння ріпак виносить із ґрунту 45–80 кг азоту, 18–40 кг фосфору, 25–100 кг калію, 30–150 кг кальцію, 5–15 кг магнію та 30–45 кг сірки. При цьому лише 15–25 % поживних речовин рослини використовують із ґрунтових запасів, а решту необхідно компенсувати внесенням добрив.

Особливо важливим для ріпаку є азотне живлення. Восени рекомендується вносити не більше 25 % загальної потреби азоту, що становить приблизно 25–30 кг/га. Решту дози використовують навесні у два прийоми: перше підживлення – 30–40 кг/га по мерзлоталому ґрунту, друге – 60–80 кг/га у фазі великих бутонів.

Калійні добрива вносять у нормі 70–90 кг/га під основний або передпосівний обробіток. Фосфорно-калійні добрива зазвичай застосовують перед сівбою. Для позакореневого підживлення використовують карбамід

концентрацією 10–12 %, тобто 10–12 кг добрива на 100 л води з нормою робочого розчину 300 л/га.

Важливим елементом технології є правильний вибір строків сівби. Оптимальний період сівби озимого ріпаку для більшості регіонів України припадає на 15 серпня – 10 вересня. Рослини повинні вегетувати восени не менше 50–60 днів до припинення осінньої вегетації.

Норма висіву залежить від сорту або гібриду. Для інтенсивних гібридів вона становить 0,5–0,7 млн схожих насінин на 1 га, а для сортів – 0,8–1,2 млн насінин або 4–6 кг/га. Оптимальна густота стояння рослин складає 30–60 рослин/м<sup>2</sup> для гібридів і 80–100 рослин/м<sup>2</sup> для сортів.

Технологія обробітку ґрунту також суттєво впливає на забур'яненість посівів. Наявність великої кількості бур'янів призводить до втрат вологи та поживних речовин. Для боротьби з бур'янами застосовують гербіциди суцільної та вибіркової дії. При значному засміченні осотами використовують препарати на основі гліфосату у нормі 2–6 л/га.

Значний вплив на врожайність мають шкідники та хвороби. Дотримання сівозміни, глибока оранка та якісний обробіток ґрунту сприяють зменшенню ураження посівів шкідливими організмами. У разі поширення хвороб використовують фунгіциди Фолікур, Тілмор, Карамба та інші препарати, які одночасно виконують захисну та рістрегулюючу функцію.

Збирання ріпаку проводять прямим комбайнуванням або роздільним способом. За прямого комбайнування оптимальна вологість насіння становить 10–13 %. При вологості менше 10 % втрати насіння можуть досягати 50 %. Для зменшення втрат застосовують десикацію та спеціальні ріпакові столи з боковими ножами.

Таким чином, технологія обробітку ґрунту є одним із головних факторів формування високої врожайності ріпаку. Раціональне поєднання основного, передпосівного та післяпосівного обробітку, ефективне використання добрив, дотримання оптимальних строків сівби та сучасних систем захисту рослин забезпечують створення сприятливих умов для росту і розвитку культури.



Рисунок 1.3 – Особливості впливу технологій сівби на формування врожайності ріпаку

Удосконалення технологій обробітку ґрунту та застосування комбінованих машин дозволяє підвищити продуктивність ріпаку, знизити енергетичні витрати та покращити економічну ефективність його вирощування.

#### **1.4 Особливості агротехнічних умов обробітку ґрунту**

Агротехнічні умови обробітку ґрунту є одним із основних чинників, що визначають ефективність вирощування сільськогосподарських культур, зокрема ріпаку. Від правильного вибору системи обробітку ґрунту залежать водно-повітряний режим, накопичення та збереження вологи, ступінь забур'яненості поля, рівень забезпечення рослин поживними речовинами та загальний фітосанітарний стан посівів. Раціонально організований обробіток ґрунту забезпечує створення оптимальних умов для проростання насіння, розвитку кореневої системи та формування високої врожайності культури.

Основним завданням обробітку ґрунту є створення сприятливої структури орного шару. Для вирощування ріпаку найкращими є родючі ґрунти із достатньою потужністю орного шару, доброю водо- та повітропроникністю, нейтральною або слабнокислою реакцією ґрунтового розчину. Найбільш придатними для культури вважаються чорноземи, темно-сірі та сірі лісові ґрунти, а також дерново-підзолисті та дерново-глеюваті ґрунти легкого і середньосуглинкового механічного складу.

Для отримання стабільних урожаїв важливими є агрохімічні показники ґрунту. Оптимальний вміст гумусу повинен бути не менше 1,1 %, кислотність ґрунтового розчину – у межах рН 5,8–6,5. Вміст калію має становити 12,0–14,5 мг на 100 г ґрунту, фосфору – 6,0–7,5 мг, магнію – 5,0–7,0 мг на 100 г ґрунту. Для нормального росту рослин також необхідний достатній вміст мікроелементів: бору – близько 0,25 мг/кг, марганцю – 10–15 мг/кг, сірки – 30–60 мг/кг ґрунту.

Особливе значення має глибина орного шару та його структура. Ріпак формує потужну стрижневу кореневу систему, яка проникає у ґрунт на глибину до 100–150 см. Тому ущільнення орного шару або наявність плужної підшви

негативно впливають на розвиток рослин, знижують засвоєння вологи та поживних речовин. Для усунення ущільнення застосовують глибокий основний обробіток ґрунту.

Основний обробіток ґрунту під ріпак повинен забезпечувати накопичення вологи, розпушення орного шару, заробку рослинних решток та знищення бур'янів. Найефективнішим способом вважається оранка на глибину 22–25 см. Такий обробіток створює сприятливі умови для розвитку кореневої системи та покращує водопроникність ґрунту. У разі недостатньої кількості часу або за використання ресурсозберігаючих технологій оранку можуть замінювати дискуванням важкими дисковими боронами або дискаторами на глибину 20–22 см.

Перед проведенням основного обробітку рекомендується здійснювати лущення стерні дисковими знаряддями. Цей агротехнічний захід дозволяє закрити вологу, стимулювати проростання падалиці та бур'янів і створити кращі умови для подальшого обробітку ґрунту. Особливо важливо виконувати лущення у стислі строки після збирання попередника.

За значної кількості рослинних решток необхідно забезпечити їх якісне подрібнення та рівномірне загортання. Велика кількість соломи на поверхні ґрунту може ускладнювати посів, погіршувати контакт насіння з ґрунтом та знижувати ефективність дії гербіцидів. Для прискорення мінералізації соломи рекомендується внесення азотних добрив із розрахунку приблизно 1 кг азоту на 1 ц соломи.

Важливою умовою ефективного обробітку ґрунту є дотримання оптимальних строків виконання технологічних операцій. Основний обробіток доцільно проводити за 3–4 тижні до сівби, що забезпечує осідання ґрунту та формування якісної структури орного шару. Через 20–25 днів після оранки виконують передпосівний обробіток.

Передпосівна культивування проводиться на глибину 3–5 см. Її основним завданням є створення дрібногрудочкуватої структури ґрунту з діаметром грудочок не більше 3 см та вирівнювання поверхні поля. Якісний передпосівний

обробіток забезпечує рівномірне загортання насіння, дружні сходи та оптимальні умови для початкового росту рослин.

Важливе значення мають агротехнічні заходи, спрямовані на збереження ґрунтової вологи. У посушливих умовах обробіток ґрунту повинен мінімізувати втрати води та сприяти відновленню капілярності ґрунту. За надмірного зволоження, навпаки, необхідно забезпечити достатню пористість для доступу кисню до кореневої системи.

У сучасному землеробстві дедалі ширше застосовуються мінімальні та комбіновані системи обробітку ґрунту. Їх використання дозволяє зменшити кількість проходів техніки по полю, скоротити витрати пального та знизити ущільнення ґрунту. Проте застосування мілкого або нульового обробітку під ріпак не завжди є ефективним, оскільки це може призводити до формування поверхневої кореневої системи та погіршення водозабезпечення рослин.

Важливим елементом агротехнічних умов є правильний вибір попередника у сівозміні. Ріпак рекомендується висівати після культур, які рано звільняють поле та сприяють покращенню структури ґрунту. Найкращими попередниками є чорний пар, зернові культури, горох, однорічні та багаторічні бобові трави. Не рекомендується розміщувати ріпак після соняшнику, цукрових буряків та капустяних культур через небезпеку поширення спільних хвороб і шкідників.

Важливим фактором є також правильний вибір строків сівби. Для більшості регіонів України оптимальним вважається період із 15 серпня до 10 вересня. Рослини повинні пройти осінню вегетацію тривалістю 50–60 днів та сформувати 6–8 справжніх листків до настання зимового періоду.

Норма висіву залежить від сорту або гібриду та умов вирощування. Для інтенсивних гібридів вона становить 0,5–0,7 млн схожих насінин на 1 га, а для сортів – 0,8–1,2 млн насінин або 4–6 кг/га. Оптимальна густина стояння рослин має бути 30–60 рослин/м<sup>2</sup> для гібридів та 80–100 рослин/м<sup>2</sup> для сортів.

Суттєвий вплив на ефективність обробітку ґрунту має система удобрення. Ріпак характеризується високою потребою в елементах живлення. Для формування 1 т насіння рослини споживають 45–80 кг азоту, 18–40 кг фосфору

та 25–100 кг калію. Особливо важливими є фосфор і калій, які вносять переважно восени під основний або передпосівний обробіток.

Значну роль у формуванні врожайності відіграє боротьба з бур'янами. У посівах ріпаку широко застосовують ґрунтові та післясходові гербіциди. Для передпосівного внесення використовують препарати типу Трефлан, а після сівби – Дуал Голд, Бутізан, Комманд та інші. Для боротьби з падалицею зернових культур та пирієм використовують спеціалізовані грамініциди.

Важливою складовою агротехнічних умов є також захист рослин від хвороб та шкідників. Найбільш поширеними шкідниками ріпаку є хрестоцвіті блішки, ріпаковий квіткоїд, прихованохоботники та попелиці. Серед хвороб найбільш небезпечними є фомоз, альтернаріоз, пероноспороз та чорна ніжка. Для зменшення поширення шкідливих організмів необхідно дотримуватись сівозміни, використовувати якісний обробіток ґрунту та своєчасно проводити захисні заходи.

Таким чином, агротехнічні умови обробітку ґрунту мають визначальний вплив на ріст, розвиток та продуктивність ріпаку. Рациональне поєднання основного і передпосівного обробітку, дотримання сівозміни, оптимальних строків сівби, системи удобрення та захисту рослин забезпечує створення сприятливих умов для формування високої врожайності культури. Використання сучасних комбінованих агрегатів та ресурсозберігаючих технологій дозволяє підвищити ефективність обробітку ґрунту, зменшити витрати ресурсів та покращити економічні показники вирощування ріпаку.

### **1.5 Сучасні конструкції комбінованої машини для обробітку ґрунту**

Одним із найважливіших напрямів розвитку сучасної ґрунтообробної техніки є створення високопродуктивних багатофункціональних агрегатів, здатних одночасно виконувати декілька технологічних операцій за один прохід. Використання комбінованих ґрунтообробних машин дозволяє значно підвищити ефективність обробітку ґрунту, скоротити строки виконання польових робіт та

знизити енергетичні витрати. Такі агрегати забезпечують якісний обробіток ґрунту, сприяють накопиченню і збереженню вологи, зменшують ущільнення ґрунтового середовища та скорочують витрати паливно-мастильних матеріалів і трудових ресурсів.

У сучасних умовах розвитку аграрного виробництва в Україні машинобудівні підприємства виготовляють широкий спектр ґрунтообробної техніки. Більшість таких агрегатів мають подібне функціональне призначення, однак відрізняються конструктивними особливостями та застосуванням різної елементної бази. Значна частина комплектуючих для вітчизняних машин закуповується у зарубіжних виробників, що істотно впливає на вартість кінцевого виробу. У результаті виникає проблема вибору між дешевшими машинами з нижчим рівнем надійності та дорожчими високотехнологічними агрегатами, собівартість яких значно знижує їх конкурентоспроможність.

Процес створення нових ґрунтообробних машин повинен базуватись на принципах сучасних систем землеробства з урахуванням ґрунтового-кліматичних умов експлуатації. При модернізації існуючих агрегатів або розробці нових конструкцій важливо дотримуватись принципів багатоопераційності, універсальності та модульності. Такий підхід забезпечує адаптацію техніки до змінних умов вирощування сільськогосподарських культур шляхом швидкої заміни робочих органів залежно від особливостей ґрунту та технологічних вимог.

Серед українських підприємств, які спеціалізуються на виготовленні ґрунтообробної техніки з використанням ґрунтозахисних технологій, варто відзначити ПАТ «Галещина машзавод», ТОВ «Краснянське спеціалізоване підприємство «Агромаш», ПрАТ «ВО «Восход», ТОВ «АК «Фаворит», ТОВ «Олександрійська машинобудівна група», «ВК Технополь», ПФ «Степаненко та К», ТОВ «Агромаш-Калина» та інші підприємства. Їхня продукція спрямована на забезпечення високої якості обробітку ґрунту за одночасного зниження енерговитрат.

Одним із прикладів сучасних вітчизняних комбінованих агрегатів є ґрунтообробний агрегат АК-6 «Георгій» виробництва AGROKALINA™. Конструкція агрегату характеризується компактністю та універсальністю, що дозволяє виконувати одночасно до чотирьох технологічних операцій. Машина може використовуватись як для поверхневого обробітку ґрунту на глибину до 20 см, так і для інтенсивної культивуації на глибину від 3 см. Комбінація робочих органів забезпечує ефективне перемішування поживних решток із ґрунтом по всій глибині обробітку. Висока рама та оптимальна відстань між робочими органами сприяють якісному проходженню великої кількості рослинних решток навіть у складних польових умовах.

Передня частина агрегату обладнана дисками типу «ромашка» діаметром 610 мм, виготовленими зі сталі 65Г із застосуванням спеціальних технологій зміцнення. Це дозволяє підвищити довговічність дисків і зменшити витрати на їх експлуатацію. Основним призначенням дискових робочих органів є подрібнення поживних решток та їх перемішування з верхнім шаром ґрунту. Робоча глибина дисків регулюється у межах 3–12 см. Конструкція агрегату передбачає використання трьох типів дисків: гладких, вирізних та перфорованих. Крім того, є можливість регулювання кута атаки дискових батарей залежно від умов роботи.

Після дискової секції розташована культиваторна частина, яка складається з чотирьох рядів лап із жорстким кріпленням до рами. Їх призначенням є суцільне розпушування ґрунту нижче рівня роботи дисків та підрізання бур'янів. Стояки лап мають кут атаки 10°, що забезпечує ефективну роботу навіть на важких ґрунтах при порівняно невеликих тягових зусиллях трактора.

Завершальними робочими органами агрегату є планчасті барабани та котки. Планчасті барабани забезпечують руйнування грудок і вирівнювання поверхні поля після проходження культиваторних лап. Важкі котки, встановлені у задній частині агрегату, виконують додаткове подрібнення та ущільнення верхнього шару ґрунту, що сприяє зменшенню випаровування вологи та створює

оптимальні умови для роботи посівних машин. У посушливих умовах використання котків є особливо ефективним.

Серед закордонних ґрунтообробних машин особливе місце займає культиватор KUHN PERFORMER SELECT, який відзначається універсальністю та можливістю роботи по стерні. Конструкція агрегату включає два ряди незалежних дисків діаметром 510 мм для подрібнення рослинних решток та кореневих залишків. За ними розташовані чотири ряди культиваторних лап, які забезпечують обробіток ґрунту на глибину 15–35 см. Далі встановлені вирівнюючі диски та різні типи прикочувальних котків: HD-Liner, подвійні універсальні та Packliner із гумовими шинами. Така конструкція дозволяє ефективно працювати у різних агрокліматичних умовах та забезпечувати якісний обробіток ґрунту.

Чеська компанія Vednar пропонує комбінований глибокорозпушувач TERRALAND DO, який поєднує дискові та глибокорозпушувальні робочі органи. Завдяки такій конструкції агрегат здатний виконувати дві технологічні операції за один прохід. Великий кліренс рами та значна відстань між робочими органами забезпечують ефективну роботу навіть при великій кількості рослинних решток.

Глибокорозпушувач оснащений двома рядами зубчастих дисків діаметром 690 мм та системою захисту NON-STOP із зусиллям спрацювання 270 кг. Це забезпечує якісне підрізання та загортання рослинних решток у ґрунт на глибину до 18 см. Після дискової секції встановлені стійки Active-Mix, які можуть комплектуватись різними типами доліт і крил для виконання поверхневого або глибокого розпушування. Для остаточного вирівнювання поверхні використовуються різні типи котків, зокрема подвійні зубчасті та котки Cutpack.

Вітчизняний культиватор ККП-6 «Кардинал» виробництва ПАТ «Галещина машзавод» призначений для проведення передпосівного обробітку ґрунту в усіх агрокліматичних зонах України. Агрегат забезпечує виконання кількох технологічних операцій за один прохід. Конструкція передбачає використання долотоподібних лап для рихлення ущільненого ґрунту,

вирівнюючих лап та котків для подрібнення великих грудок, трьох рядів лап на пружинних стояках для підрізання бур'янів та додаткового розпушування, а також пружинної борони для остаточного вирівнювання поверхні поля. Робоча глибина культиватора становить 2–15 см.

Ще одним прикладом сучасної вітчизняної техніки є культиватор КШН-5,6 «Резидент», призначений для основної обробки ґрунту без перевертання скиби. Конструкція агрегату включає центральну раму, дві бокові піврами, гідросистему, опорні колеса та робочі органи. Завдяки шарнірному з'єднанню піврам забезпечується зменшення транспортної ширини машини.

Агрегат обладнаний тринадцятьма плоскорізними лапами, розташованими у два ряди, які виконують підрізання та розпушування ґрунту на глибину 10–15 см. Робочі органи є швидкозмінними, що дозволяє оперативно адаптувати машину до різних умов експлуатації. Ріжучі елементи мають наплавлені кромки із самозаточувальним ефектом, що покращує якість обробки та знижує енергетичні витрати. Для захисту від перевантажень використовуються зрізні болти. Після лап встановлені диски та котки, які виконують подрібнення, розпушування та остаточне вирівнювання ґрунту.

ТОВ «Краснянське спеціалізоване підприємство «Агромаш» пропонує агрегат ВТ-7, основою якого є дискові робочі органи. Машина призначена для основної та вертикальної обробки ґрунту з можливістю внесення КАС. Агрегат забезпечує якісне рихлення, подрібнення та перемішування поживних решток, а також покращує проникнення вологи у ґрунт і зменшує її випаровування.

Конструкція ВТ-7 дозволяє змінювати кут атаки дискових секцій у межах від 0° до 25°. При кутах до 6° машина працює у режимі вертикальної обробки, у межах 6–15° – як дископак, а при більших кутах – як дискова борона. Робочими органами є дискові батареї з перфорованими дисками діаметром 560 мм та тандемні котки діаметром 450 мм із можливістю регулювання притискового зусилля.

| МОДЕЛЬ ТА ВИРОБНИК                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                     | КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ                                                                                 |                                                                                                           |                                                                                                                  |                                                                                                                   |                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                         |                                                                                                           |                                                                                                                  |                                                                                                                   |                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                         |                                                                                                           |                                                                                                                  |                                                                                                                   |                                                                                                 |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | AK-6 «Георгій»<br>AGROKALINA™<br>(Україна)                                          | <br><br><br>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Дискова батарея типу «ромашка» (Ø 610 мм) – подрібнення та перемішування решток (глибина 3–12 см)</li> <li>4 ряди культиваторних лоп (кут атаки 10°) – розпушування та підзізання бур'янів</li> <li>Планчасті барабани – подрібнення грудок та вирівнювання поверхні</li> <li>Задні котки – подрібнення, ущільнення, збереження вологості</li> </ul> | <br>Робоча ширина, м | <br>Робоча глибина, см | <br>Кількість робочих органів | <br>Потреба в потужності, к.с. | <br>Маса, кг |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 6,0                                                                                                     | 3–20                                                                                                      | 24 диски + 16 лоп + 2 барабани + котки                                                                           | 150–220                                                                                                           | 5 500                                                                                           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | KUHN PERFORMER SELECT<br>(Франція)                                                  | <br><br><br>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>2 ряди незалежних дисків (Ø 510 мм) – подрібнення решток і коріння</li> <li>4 ряди культиваторних лоп – обробіток на глибину 15–35 см</li> <li>Вирівнювачі диски – вирівнювання обробленого шару</li> <li>Змінні котки: HD-Liner 700 (V-подібні), подвійні універсальні, Packliner (гумові шини)</li> </ul>                                          | 6,0                                                                                                     | 15–35                                                                                                     | 20 дисків + 16 лоп + диски + котки                                                                               | 180–250                                                                                                           | 6 300                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                         |                                                                                                           |                                                                                                                  |                                                                                                                   |                                                                                                 |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | BEDNAR TERRALAND DO<br>(Чехія)                                                      | <br><br><br>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>2 ряди зубчастих дисків (Ø 690 мм), система захисту NON-STOP (270 кг)</li> <li>Стойки Active-Mix – глибоке розпушування (різні типи долів і крил)</li> <li>Вирівнювачі диски</li> <li>Котки Citrack / подвійні зубчасті – ущільнення та подрібнення</li> </ul>                                                                                       | 6,0                                                                                                     | 5–18                                                                                                      | 20 дисків + 7 стійок + диски + котки                                                                             | 200–300                                                                                                           | 6 800                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                         |                                                                                                           |                                                                                                                  |                                                                                                                   |                                                                                                 |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ККП-6 «Кардинал»<br>(Україна)                                                       | <br><br><br>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Долотоподібні лопи – рихлення ущільненого шару</li> <li>Вирівнювачі лопи та котки – подрібнення грудок</li> <li>3 ряди лоп на пружинних стояках – підзізання бур'янів, додаткове розпушування</li> <li>Пружинна борона – остаточне вирівнювання</li> </ul>                                                                                           | 6,0                                                                                                     | 2–15                                                                                                      | 18 лоп + борона + котки                                                                                          | 120–160                                                                                                           | 3 800                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                         |                                                                                                           |                                                                                                                  |                                                                                                                   |                                                                                                 |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | КШН-5,6 «Резидент»<br>(Україна)                                                     | <br><br>                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>13 плоскорізних лоп у 2 ряди – розпушування без перевертання скиби (10–15 см)</li> <li>Швидкозмінні робочі органи (самозаточувальні ріжучі елементи)</li> <li>Диски та котки – подрібнення, вирівнювання, ущільнення</li> </ul>                                                                                                                      | 5,6                                                                                                     | 10–15                                                                                                     | 13 лоп + диски + котки                                                                                           | 120–180                                                                                                           | 3 600                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                         |                                                                                                           |                                                                                                                  |                                                                                                                   |                                                                                                 |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | BT-7<br>«Агромаш» (Україна)                                                         | <br><br><br> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Дискові секції з перфорованими дисками (Ø 560 мм) – подрібнення та перемішування</li> <li>Регулювання кута атаки 0–25°:<br/>0–6° – вертикальний обробіток; 6–15° – дископак;<br/>&gt;15° – дискова борона</li> <li>Тандемні котки (Ø 450 мм) – вирівнювання та ущільнення</li> </ul>                                                                 | 7,0                                                                                                     | 5–18                                                                                                      | 24 диски + котки                                                                                                 | 180–250                                                                                                           | 5 200                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                         |                                                                                                           |                                                                                                                  |                                                                                                                   |                                                                                                 |
| <div> <div> УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ  Диски  Культиваторні лопи  Вирівнювачі диски  Планчасті барабани  Котки  Борона </div> <div> СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ <p>Підготовка ґрунту під сібок, повернення та глибокий обробіток, лушення стерні, боротьба з бур'янами, заробка добрив</p>  </div> </div> |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                         |                                                                                                           |                                                                                                                  |                                                                                                                   |                                                                                                 |

Рисунок 1.4 – Сучасні конструкції комбінованої машини для обробітку ґрунту та їх особливості

Компанія LEMKEN пропонує універсальні дискові агрегати Rubin, які використовуються для подрібнення пожнивних решток, у тому числі кукурудзи та соняшнику, а також для передпосівної підготовки ґрунту. Дискові батареї розташовані у два ряди у шаховому порядку з міждисковою відстанню 12,5 см, що забезпечує суцільний обробіток ґрунту. Висота кліренсу рами становить 80 см, що запобігає забиванню рослинними рештками.

Агрегат Rubin оснащений зубчастими напівсферичними дисками на індивідуальних стійках із системою захисту від перевантажень, пружинними розпушувачами та прикочувальними котками. Таке конструктивне виконання забезпечує високу якість обробітку ґрунту та ефективне перемішування органічної маси.

На основі проведеного аналізу сучасних ґрунтообробних машин запропоновано конструкцію комбінованого агрегату шириною захвату 4,0 м. Машина призначена для основного та передпосівного обробітку ґрунту на глибину 8–16 см. Комплекс робочих органів забезпечує можливість роботи по стерньових фонах, знищення бур'янів, вирівнювання поверхні поля, підтримання грудкуватої структури верхнього шару ґрунту та ущільнення нижніх горизонтів.

Основою агрегату є центральна рама з прямокутної труби, до якої шарнірно приєднані дві напіврами з робочими органами. Для регулювання глибини обробітку використовуються опорні колеса. Переведення агрегату з транспортного у робоче положення здійснюється за допомогою гідросистеми з чотирма гідроциліндрами. Позаду встановлена навіска з вирівнюючими загортачами та коткуючою секцією у вигляді пневматичних коліс, які одночасно виконують транспортну, опорну та ущільнювальну функції.

#### **1.4 Висновки з розділу**

Аналіз сучасного стану вирощування ріпаку в Україні свідчить про стабільне зростання значення цієї культури в аграрному секторі. Ріпак займає важливе місце серед олійних культур завдяки високій економічній ефективності, широким напрямкам використання та значному попиту на внутрішньому і світовому ринках. Розширення посівних площ, впровадження сучасних сортів і гібридів, а також удосконалення технологій вирощування сприяють підвищенню врожайності та рентабельності виробництва.

Встановлено, що одним із визначальних факторів формування високої врожайності ріпаку є технологія сівби. Від правильного вибору строків сівби, способу розміщення насіння, норми висіву та глибини загортання значною мірою залежить польова схожість, розвиток кореневої системи, зимостійкість рослин і рівень продуктивності посівів. Оптимальні строки сівби забезпечують формування добре розвиненої листкової розетки та достатнього діаметра кореневої шийки, що є основою успішної перезимівлі рослин.

Дослідження показали, що застосування сучасних технологій обробітку ґрунту та використання комбінованих машин дозволяє покращити якість передпосівної підготовки, забезпечити рівномірність загортання насіння та створити сприятливі умови для росту і розвитку рослин. Поєднання декількох технологічних операцій за один прохід агрегату сприяє зменшенню ущільнення ґрунту, скороченню витрат пального та збереженню ґрунтової вологи.

Отже, удосконалення технології сівби та застосування сучасних комбінованих агрегатів є важливими напрямками підвищення ефективності вирощування ріпаку, збільшення його врожайності та зниження виробничих витрат у сучасних умовах аграрного виробництва.

## **2. РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА РІПАКУ**

### **2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при вирощуванні ріпаку**

Технологія вирощування озимого ріпаку є складною багатокомпонентною системою агротехнічних заходів, спрямованих на створення оптимальних умов для росту, розвитку та формування високої врожайності культури. Висока продуктивність ріпаку досягається лише за умови чіткого дотримання технологічної послідовності виконання всіх операцій – від підготовки ґрунту до збирання врожаю. Основними складовими технологічного процесу є підготовка ґрунту, вибір посівного матеріалу, сівба та догляд за посівами.

**Підготовка ґрунту.** Одним із найважливіших етапів технології вирощування озимого ріпаку є якісна підготовка ґрунту. Саме від стану посівного ложа, структури орного шару та накопичення вологи залежить рівень польової схожості насіння, розвиток кореневої системи та зимостійкість рослин.

Основними завданнями підготовки ґрунту є:

- осідання ґрунту після основного обробітку;
- закриття вологи;
- формування дрібногрудочкуватої структури верхнього шару;
- створення оптимальних умов для проростання насіння;
- зменшення забур'яненості поля.

Через особливості стрижневої кореневої системи ріпаку найбільш ефективним основним обробітком є глибока оранка на 23–26 см або глибоке рихлення на 33–36 см. Такі агротехнічні заходи забезпечують покращення водопроникності ґрунту, руйнування ущільнених шарів та створення сприятливих умов для розвитку кореневої системи.

Перед проведенням основного обробітку виконують луцення стерні дисковими боронами. Ця операція сприяє руйнуванню капілярів у ґрунті,

збереженню вологи, стимулює проростання падалиці та бур'янів, а також активізує процес мінералізації поживних решток. Для виконання даної операції у господарстві використовують дискові борони Farnet Softer 6 PS та Horsch Joker 8 у агрегуванні з тракторами John Deere 8430 або Fendt 1050 Vario.

Для глибокого рихлення ґрунту використовуються глибокорозпушувачі Bednar Terraland TO та ГР-3,4, які працюють у агрегаті з тракторами John Deere 8400 або Fendt 1050 Vario. У разі застосування чизельного обробітку використовують чизельний агрегат Horsch FG шириною захвату 5 м.

Одночасно з основним обробітком або перед ним проводять внесення мінеральних добрив. Для цього використовують розкидач міндобрив Amazone ZA-TS 4200, який забезпечує рівномірне внесення добрив по всій ширині захвату.

Поживні рештки після попередника повинні бути рівномірно розподілені по поверхні поля. Це є важливою умовою якісного обробітку незалежно від обраної системи землеробства. Основний обробіток виконують за 3–4 тижні до сівби, що дозволяє ґрунту осісти та відновити структуру орного шару.

Передпосівний обробіток передбачає культивування на глибину 3–4 см, що на 1–2 см нижче майбутньої глибини посіву. Завдяки цьому формується ущільнене посівне ложе та дрібногрудочкувата структура верхнього шару, яка сприяє збереженню ґрунтової вологи.

Для виконання передпосівного обробітку використовують культиватори Allrounder-Profiline 750, а також пружинні борони Comber-12. За необхідності додаткового вирівнювання поля застосовують котки Vaderstad Rexlus 1250.

У сучасних технологіях вирощування ріпаку дедалі ширше застосовується вертикальний обробіток ґрунту. У господарстві для цього використовують агрегати SALFORD RTS I-2100, які забезпечують якісне подрібнення поживних решток, покращення аерації ґрунту та збереження вологи.

**Вибір насіння та його обґрунтування.** Правильний вибір посівного матеріалу є одним із головних факторів отримання стабільної врожайності

озимого ріпаку. Підбір сорту або гібриду здійснюється залежно від напрямку використання культури, ґрунтово-кліматичних умов та технології вирощування.

Сучасні сорти та гібриди ріпаку поділяються на декілька груп:

- традиційні сорти (++), які містять високий рівень ерукової кислоти та глюкозинолатів;
- сорти звичайної якості (0+);
- сорти подвійного призначення (00) із низьким вмістом ерукової кислоти та глюкозинолатів;
- спеціалізовані промислові сорти (+0), що використовуються для виробництва технічної олії та біодизеля.

Найбільшого поширення набули сорти та гібриди типу «00», оскільки вони забезпечують високу якість ріпакової олії та шроту. Зниження вмісту глюкозинолатів покращує кормову цінність шроту та робить його безпечнішим для використання у тваринництві.

Важливе значення має правильний вибір норми висіву залежно від строків сівби. За ранніх строків сівби (10–20 серпня) для класичних сортів висівають 50–55 насінин на м<sup>2</sup>, для гібридів – 35–45 насінин на м<sup>2</sup>. За середніх строків сівби (20–31 серпня) норму висіву збільшують до понад 55 насінин на м<sup>2</sup>. За пізніх строків сівби на початку вересня висівають 45–50 насінин на м<sup>2</sup> для сортів та понад 55 насінин на м<sup>2</sup> для гібридів.

Норма висіву сортів ріпаку становить 4–6 кг/га, що відповідає 1,0–1,2 млн схожих насінин на 1 га. Для гібридів норма зменшується до 2–4 кг/га або 0,5–1,0 млн насінин на гектар.

Для успішної перезимівлі озимий ріпак повинен пройти осінню вегетацію тривалістю не менше 60 днів. Сумарна кількість активних температур за цей період не повинна перевищувати 800 °С. Надто ранні посіви можуть переростати, а запізнення із сівбою призводить до недостатнього розвитку рослин та ризику їх вимерзання.

Останніми роками поширюються ранні строки сівби, починаючи з липня. Це дозволяє краще використати ґрунтову вологу та сформувати потужнішу

кореневу систему, однак потребує додаткового застосування регуляторів росту та засобів захисту рослин.

**Способи сівби та застосовувана техніка.** Одним із найважливіших елементів технології є правильний вибір способу сівби. Для ріпаку найбільш ефективним вважається широкорядний спосіб із міжряддям 30–35 см. Такий спосіб забезпечує оптимальне освітлення рослин, кращу вентиляцію посівів та ефективніше використання елементів живлення.

У сучасному виробництві широко використовуються сівалки точного висіву, які дозволяють зменшити норму висіву до 0,3–0,6 млн насінин на гектар без втрати врожайності. Це досягається завдяки високій точності висіву, рівномірності розміщення насіння та підвищенню польової схожості.

У господарстві для посіву ріпаку використовуються:

- зернові сівалки Amazone Primera DMC 6000-2;
- сівалки Horsch Avatar 12.25;
- просапні сівалки Horsch Maestro 12 SV;
- посівний комплекс Czajkowski PS 6000.

Для технології Strip-Till застосовується носій Czajkowski ST 6, який забезпечує локальне рихлення ґрунту та внесення добрив у рядок.

Посів ріпаку проводять на глибину 2–3 см, а при мінімальному обробітку – 3–4 см. Після посіву виконують прикочування гладкими або голчато-шпоровими котками для покращення контакту насіння з ґрунтом та збереження вологи.

**Догляд за посівами.** Система догляду за посівами ріпаку включає:

- контроль бур'янів;
- захист рослин від шкідників і хвороб;
- внесення мінеральних добрив;
- регулювання росту рослин.

Озимий ріпак продовжує вегетацію навіть при температурі +5...+6 °С та здатний витримувати короточасні приморозки. Упродовж 14–20 днів відбувається загартування рослин із накопиченням цукрів, що підвищує

морозостійкість. Друга фаза загартування триває 6–8 днів при температурі близько  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Для формування максимальної врожайності необхідно, щоб перед входом у зиму рослини мали:

- 6–10 добре розвинених листків;
- густоту 30–50 рослин на  $\text{m}^2$ ;
- точку росту не вище 1 см над поверхнею ґрунту.

Для внесення засобів захисту рослин у господарстві використовують самохідні обприскувачі Тескома Laser 4200. Вони забезпечують якісне внесення гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів.

Внесення рідких органічних добрив здійснюється за допомогою бочок Joskin X-Trem2 30000DX та МЖТ-12, а для внесення твердих органічних добрив використовують гноєрозкидачі ТЗП-27.

**Збирання врожаю.** Для збирання врожаю ріпаку в господарстві використовують зернозбиральні комбайни John Deere W660 та Claas Tucano 470 із ріпаковими столами. Транспортування зерна здійснюється автомобілями MAN TGX 480 та причепами-зерновозами 2-ПТС-9, 2-ПТС-6 і Vodex KIS.

Наявний машинно-тракторний парк дозволяє своєчасно виконувати більшість технологічних операцій. Основне навантаження при виконанні ґрунтообробних робіт, внесенні добрив та сівбі припадає на трактори John Deere 8400, John Deere 8430 та Fendt 1050 Varіо потужністю 240–330 к.с. Менш потужні трактори МТЗ-80, МТЗ-82 та ХТЗ-17221-21 використовуються переважно на транспортних роботах та обслуговуванні тваринницьких ферм.

Таким чином, комплекс основних технологічних операцій при вирощуванні ріпаку повинен базуватися на раціональному поєднанні сучасних агротехнічних заходів та високопродуктивної техніки. Використання сучасних ґрунтообробних агрегатів, сівалок точного висіву та ефективних засобів догляду за посівами забезпечує формування оптимальних умов для росту й розвитку рослин, підвищення врожайності та зниження виробничих витрат.

## **2.2 Обґрунтування та розрахунок елементів технології вирощування ріпаку**

Ефективність вирощування озимого ріпаку значною мірою залежить від правильного обґрунтування технологічних операцій, раціонального підбору машинно-тракторних агрегатів та дотримання оптимальних агротехнічних строків виконання робіт. Сучасна технологія вирощування ріпаку повинна забезпечувати мінімальні витрати енергетичних ресурсів, високу якість виконання операцій та формування максимальної врожайності культури.

При вирощуванні ріпаку основними технологічними операціями є: лущення стерні; основний обробіток ґрунту; передпосівний обробіток; внесення мінеральних добрив; сівба; обприскування посівів; збирання врожаю.

Для виконання зазначених операцій у господарстві використовується сучасний машинно-тракторний парк, який дозволяє виконувати роботи у встановлені агротехнічні строки.

**Обґрунтування технології основного обробітку ґрунту.** Для підготовки ґрунту під озимий ріпак обрано систему комбінованого обробітку, яка включає:

1. Лущення стерні дисковою бороною Horsch Joker 8.
2. Глибоке рихлення агрегатом Bednar Terraland TO.
3. Передпосівний обробіток культиватором Allrounder-Profiline 750.
4. Посів сівалкою Horsch Avatar 12.25.

Така технологія дозволяє:

- зберігати ґрунтову вологу;
- забезпечувати якісне зароблення пожнивних решток;
- зменшувати ущільнення ґрунту;
- створювати дрібногрудочкувату структуру посівного ложа;
- знижувати енергетичні витрати.

**Розрахунок продуктивності машинно-тракторних агрегатів.**

**1. Лущення стерні.** Для виконання лущення стерні використовується трактор John Deere 8430; дискова борона Horsch Joker 8.

Ширина захвату агрегату:  $B = 8$  м.

Робоча швидкість:  $V = 10$  км/год.

Коефіцієнт використання часу зміни:  $\eta = 0,8$

Годинна продуктивність агрегату визначається за формулою:

$$W = B \cdot V \cdot \eta / 10$$

Підставляємо значення:  $W = 8 \cdot 10 \cdot 0,8 / 10 = 6,4$  га/год.

Отже, продуктивність агрегату становить:  $W = 6,4$  га/год.

**2. Глибоке рихлення.** Для глибокого рихлення використовується: трактор Fendt 1050 Vario; глибокорозпушувач Bednar Terraland TO.

Ширина захвату:  $B = 5$  м.

Робоча швидкість:  $V = 8$  км/год.

Коефіцієнт використання часу:  $\eta = 0,8$ .

Продуктивність:  $W = 5 \cdot 8 \cdot 0,8 / 10 = 3,2$  га/год.

**3. Передпосівний обробіток.** Для передпосівної культивуації використовується: трактор John Deere 8400; культиватор Allrounder-Profiline 750.

Ширина захвату:  $B = 7,5$  м.

Робоча швидкість:  $V = 9$  км/год.

Продуктивність:  $W = 7,5 \cdot 9 \cdot 0,8 / 10 = 5,4$  га/год.

**4. Посів ріпаку.** Для посіву застосовується: трактор Fendt 1050 Vario; сівалка Horsch Avatar 12.25.

Ширина захвату:  $B = 12,25$  м.

Робоча швидкість:  $V = 10$  км/год.

Продуктивність:  $W = 12,25 \cdot 10 \cdot 0,8 / 10 = 9,8$  га/год.

### **Розрахунок витрат палива**

Одним із найважливіших показників ефективності технології є витрати пального на виконання технологічних операцій.

**1. Лушення стерні.** Питомі витрати пального:  $q = 8$  л/га. Площа:  $S = 500$  га.

Загальні витрати пального:

$$Q = q \cdot S$$

$$Q = 8 \cdot 500 = 4000 \text{ л}$$

**2. Глибоке рихлення.** Питомі витрати:,  $q = 18 \text{ л/га}$ ,  $Q = 18 \cdot 500 = 9000 \text{ л}$ .

**3. Передпосівний обробіток.** Питомі витрати:  $q = 6 \text{ л/га}$ ,  $Q = 6 \cdot 500 = 3000 \text{ л}$ .

**4. Посів.** Питомі витрати:  $q = 5 \text{ л/га}$ ,  $Q = 5 \cdot 500 = 2500 \text{ л}$ .

**Загальні витрати пального.** Сумарні витрати пального на основні технологічні операції:

$$Q_{\text{заг}} = 4000 + 9000 + 3000 + 2500 = 18500 \text{ л.}$$

Отже, загальні витрати пального на вирощування ріпаку на площі 500 га становлять: 18500 л.

**Розрахунок трудових витрат.** Трудові витрати визначаються відношенням часу роботи агрегату до площі виконаних робіт.

#### 1. Лушення стерні

Час роботи:

$$T = S/W$$

$$T = 500 / 6,4 = 78,1 \text{ год.}$$

При одному механізаторі трудові витрати становлять: 78,1 люд.-год.

#### 2. Глибоке рихлення

$$T = 500 / 3,2 = 156,3 \text{ год.}$$

Трудові витрати: 156,3 люд.-год.

#### 3. Передпосівний обробіток

$$T = 500 / 5,4 = 92,6 \text{ год.}$$

#### 4. Посів

$$T = 500 / 9,8 = 51,0 \text{ год.}$$

#### Загальні трудові витрати

$$T_{\text{заг}} = 78,1 + 156,3 + 92,6 + 51,0 = 378 \text{ люд.-год.}$$

Отже, загальні трудові витрати на виконання основних технологічних операцій при вирощуванні ріпаку на площі 500 га становлять: 378 люд.-год.

**Розрахунок потреби в машинно-тракторних агрегатах.** Тривалість агротехнічного строку виконання робіт для посіву ріпаку приймаємо  $D = 10 \text{ днів}$ .

Тривалість зміни:  $t = 10 \text{ год.}$

Добова продуктивність посівного агрегату:  $W_d = 9,8 \cdot 10 = 98$  га/добу.

Кількість необхідних агрегатів:  $n = S / W_d \cdot D$

$$n = 500 / 98 \cdot 10 = 0,51$$

Отже, для виконання посіву у встановлені строки достатньо одного посівного агрегату.

| №                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ТЕХНОЛОГІЧНА ОПЕРАЦІЯ                                                                                                                                                                                      | ОПТИМАЛЬНІ СТРОКИ                                     | АГРЕГАТ (МЕХАНІЗМ)                                                                                                               | ТЕХНІКА (ТРАКТОР)                                                                                                | ШИРИНА ЗАХВАТУ, м | РОБОЧА ШВИДКІСТЬ, км/год | ПРОДУКТИВНІСТЬ, га/год | ПАЛИВО, л/га | ТРУДОВІ ВИТРАТИ, люд.-год/га |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------------|--------------|------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  <b>Лущення стерні</b><br>Підрізання полички<br>реалізується, закріплення<br>полички                                      | Через 1–3 дні<br>після збирання<br>полички            |  Дішкова борона<br>Horsch Joker 8               |  John Deere 8430<br>(240 к.с.)  | 8,0               | 10–12                    | 6,4                    | 8            | 0,16                         |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  <b>Основний обробіток<br/>(глибоке рихлення)</b><br>Розпушування на глибину,<br>зробка полички                           | За 3–4 тижні<br>до сівби                              |  Підборозцювальний<br>Bednar Totoland TO        |  Fendt 1050 VariO<br>(517 к.с.) | 5,0               | 7–9                      | 3,2                    | 18           | 0,31                         |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  <b>Передпосівний обробіток</b><br>Скорочення дрібногрудчастості<br>структури, вирівнювання<br>поверхні, закриття полички | За 1–3 дні<br>до сівби                                |  Кутівальник<br>Alkabo-Prill 16750              |  John Deere 8000<br>(400 к.с.)  | 7,5               | 8–10                     | 5,4                    | 6            | 0,19                         |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  <b>Сівба</b><br>Точний висів насіння<br>на оптимальну глибину                                                            | Оптимальні строки<br>(15 серпня –<br>10 вересня)      |  Сівалка<br>Horsch Avatar 12.25                 |  Fendt 1050 VariO<br>(517 к.с.) | 12,25             | 9–11                     | 9,8                    | 5            | 0,10                         |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  <b>Внесення мінеральних<br/>добрив (основне)</b><br>Жовтіння рослин<br>для формування квіток                             | Під основний<br>обробіток<br>або перед сівбою         |  Розсидач добрив<br>Alkabo 24-TS 4200           |  John Deere 8000<br>(400 к.с.)  | 24–36             | 12–16                    | 25,0                   | 1,5          | 0,04                         |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  <b>Обприскування</b><br>Захист від бур'янів,<br>засідників та хвороб                                                    | За потреби<br>(фази розвитку<br>рослин)               |  Самохідний обприскувач<br>Technoma Laser 4200 |                                                                                                                  | 24–27             | 12–15                    | 30,0                   | 2,5          | 0,03                         |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  <b>Підживлення позакореневе</b><br>Додаткове живлення<br>мікро- та макроелементами                                     | Весною у період<br>інтенсивного росту                 |  Обприскувач<br>Technoma Laser 4200           |                                                                                                                  | 24–27             | 12–15                    | 30,0                   | 2,0          | 0,03                         |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  <b>Збирання врожаю</b><br>Пряме комбінування<br>насіння ріпаку                                                         | Фаза повної<br>стігlosti насіння<br>(вологість 8–12%) |  Зернозбиральний комбайн<br>John Deere W660   |                                                                                                                  | 9,1               | 4–6                      | 2,0                    | 4,5          | 0,35                         |
| <div>  <b>ПЛОЩА ПОСІВУ</b><br/><b>500 га</b>  <b>СУМАРНІ ВИТРАТИ ПАЛИВА</b><br/><b>≈ 18 500 л</b>  <b>СУМАРНІ ТРУДОВІ ВИТРАТИ</b><br/><b>≈ 378 люд.-год</b>  <b>ОЧІКУВАНА ВРОЖАЙНІСТЬ</b><br/><b>2,5 – 3,5 т/га</b> </div> |                                                                                                                                                                                                            |                                                       |                                                                                                                                  |                                                                                                                  |                   |                          |                        |              |                              |

Рисунок 2.1 – План механізованих робіт вирощування ріпаку

Застосування сучасних високопродуктивних агрегатів дозволяє:

- зменшити кількість проходів техніки по полю;
- скоротити ущільнення ґрунту;
- знизити витрати пального;
- зменшити трудові витрати;
- забезпечити своєчасне виконання технологічних операцій;
- підвищити врожайність ріпаку.

Використання комбінованої обробки ґрунту та сучасних посівних комплексів створює сприятливі умови для формування потужної кореневої системи ріпаку, покращує накопичення продуктивної вологи та забезпечує отримання високих і стабільних урожаїв культури.

Таким чином, проведені розрахунки свідчать про доцільність використання сучасної високопродуктивної техніки при вирощуванні ріпаку. Запропонована технологія дозволяє забезпечити якісне виконання всіх агротехнічних операцій, зменшити енергетичні та трудові витрати й підвищити економічну ефективність виробництва.

### **2.3 Висновки з розділу**

У результаті розробки плану механізованих робіт виробництва ріпаку встановлено, що ефективність технології значною мірою залежить від раціонального підбору машинно-тракторних агрегатів, своєчасного виконання технологічних операцій та дотримання агротехнічних строків. Правильна організація механізованих робіт забезпечує якісний обробіток ґрунту, рівномірний висів насіння, ефективне внесення добрив і засобів захисту рослин, а також мінімізацію втрат урожаю під час збирання.

Проведені розрахунки продуктивності техніки, витрат пального та трудових ресурсів показали доцільність використання сучасних високопродуктивних агрегатів, таких як Horsch Joker 8, Bednar Terraland TO, Allrounder-Profiline 750 та Horsch Avatar 12.25 у поєднанні з тракторами John Deere і Fendt. Застосування комбінованих машин дозволяє скоротити кількість проходів техніки по полю, знизити ущільнення ґрунту, зменшити енергетичні витрати та підвищити продуктивність праці.

Встановлено, що використання сучасного машинно-тракторного парку забезпечує виконання основних технологічних операцій у встановлені агротехнічні строки, що позитивно впливає на формування врожайності ріпаку. Комплексна механізація виробничих процесів сприяє підвищенню економічної ефективності вирощування культури та створює передумови для отримання стабільних високих урожаїв.

### 3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

#### 3.1 Обґрунтування модернізації конструкції комбінованого ґрунтообробного агрегату

Комбінований агрегат для поверхневого обробітку ґрунту АГД-6У (рис. 3.1) використовується для виконання лушення стерні, напівпарового осіннього обробітку ґрунту, обробітку площ після збирання кукурудзи, буряків і картоплі, ранньовесняного закриття вологи та внесення добрив, а також для безполицевої підготовки ґрунту під посів озимих зернових, післяукісних і післяжнивних культур. Агрегат може працювати на окультурених ґрунтах, у тому числі засмічених камінням розміром до 100 мм.

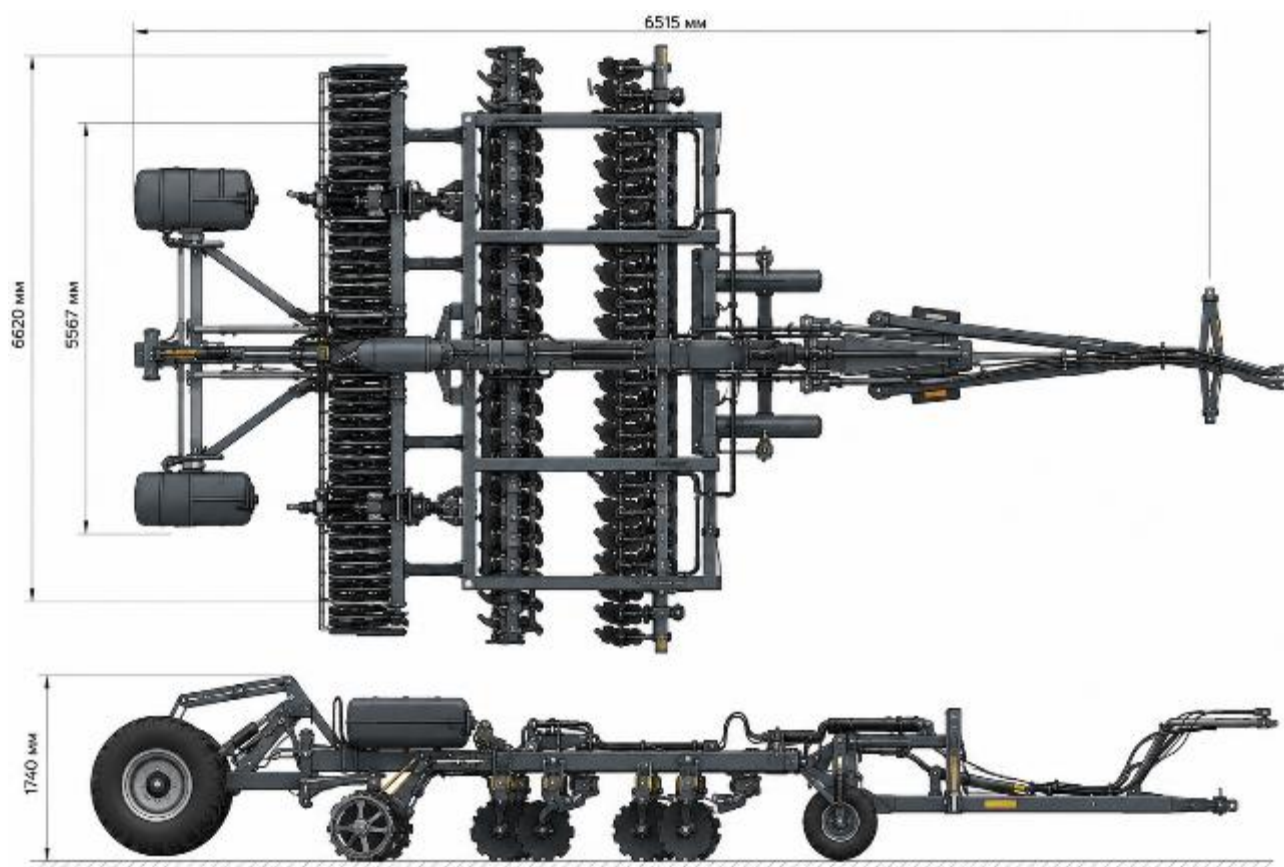


Рисунок 3.1 – Конструкція комбінованого ґрунтообробного агрегату

АГД-6У агрегується з тракторами тягового класу 3 кН, зокрема з трактором ХТЗ-17221-21. Конструктивно агрегат виконаний як напівнавісний та складається із трьох секцій – центральної та двох бокових, які шарнірно з'єднані між собою, а також ротаційного котка з механізмом приєднання до рами. Завдяки шарнірному з'єднанню секцій забезпечується ефективно копіювання нерівностей поверхні поля. У разі необхідності секції можуть жорстко фіксуватись за допомогою гідроциліндрів для кращого вирівнювання ґрунту. Переведення агрегату з транспортного положення у робоче здійснюється гідравлічною системою трактора.

Дискові батареї агрегату складаються зі сферичних вирізних і суцільних дисків, квадратної осі, підшипникових вузлів, шпунетів, кронштейнів та елементів фіксації. Конструкція передніх і задніх батарей подібна, а основна різниця полягає у кількості встановлених дисків. Для подрібнення грудок ґрунту, вирівнювання поверхні та прикочування верхнього шару застосовуються спіральні-пруткові котки.

Регулювання кута атаки дискових батарей здійснюється за допомогою спеціальних кареток, які також забезпечують їх фіксацію у заданому положенні. Колісний механізм складається з чотирьох опорних коліс, осі, важелів, маточин, роликових підшипників та елементів кріплення.

Технічні характеристики агрегату АГД-6 свідчать про його достатньо високу продуктивність. При глибині обробітку до 12 см продуктивність становить 5,8–7,0 га/год, а при обробітку на глибину 12–16 см – 5,4–6,2 га/год. Робоча швидкість агрегату складає 10–13 км/год при мілкому обробітку та 8–12 км/год при глибшому. Глибина обробітку досягає 16 см, а транспортна швидкість – до 20 км/год.

Під час роботи агрегату на полях із великою кількістю ґрунтових грудок виявлено ряд конструктивних недоліків. Спіральні-пруткові котки не забезпечують рівномірного подрібнення та ущільнення ґрунту, що призводить до забивання робочих органів рослинними рештками та ґрунтом. Унаслідок

цього виникає необхідність частих зупинок для очищення котків, що знижує коефіцієнт використання часу зміни та загальну продуктивність агрегату.

Додатковим недоліком є складність конструкції здвоєних спіральнопруткових котків. Передні та задні котки мають різний діаметр і різні схеми кріплення: передні шарнірно з'єднані з рамою, а задні — через пружні елементи з брусами передніх котків. Така конструкція ускладнює виготовлення, збільшує кількість деталей, підшипникових вузлів, пружин та інших елементів, що негативно впливає на уніфікацію конструкції, підвищує трудомісткість виробництва та знижує надійність агрегату.

З метою підвищення ефективності роботи комбінованого ґрунтообробного агрегату АГД-6 запропоновано удосконалити конструкцію прикочувальних котків. Основна ідея модернізації полягає у встановленні між зубчастими котками плоских ножів пружинного типу (рис. 3.2). Запропоновані ножі одночасно виконують функції вирівнювання, прикочування та очищення котків від налиплого ґрунту і рослинних решток.

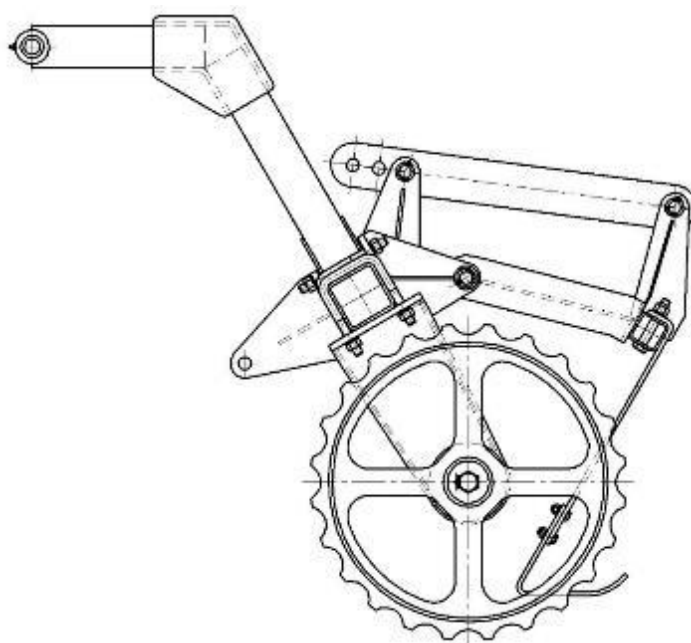


Рисунок 3.2 – Конструкція котків

Кріплення плоских ножів реалізовано у вигляді багатоважільного механізму, що забезпечує можливість регулювання глибини роботи ножів,

ступеня ущільнення ґрунту та адаптації агрегату до різних умов експлуатації. Запропонована конструкція дозволяє збільшити робочу швидкість агрегату, зменшити кількість простоїв, пов'язаних із технічним обслуговуванням, а також підвищити якість поверхневого обробітку ґрунту.

Регулювання глибини обробітку у модернізованому агрегаті здійснюється зміною положення прикочувального котка відносно дискових батарей та відповідним налаштуванням причіпного пристрою. На відміну від базової конструкції, де глибина змінювалась за рахунок кута атаки дисків, нове технічне рішення дозволяє підтримувати стабільну якість роботи без погіршення технологічних показників.

Запропоноване удосконалення сприяє зменшенню тягового опору під час заглиблення робочих органів, особливо на важких ґрунтах, що забезпечує зниження навантаження на двигун трактора та скорочення витрат пального. Для практичної реалізації модернізації необхідно виконати розрахунок основних конструктивних параметрів та режимів роботи удосконаленого пристрою.

### **3.2 Розрахунок технологічних параметрів дискової батареї**

До основних технологічних параметрів дискової батареї належать діаметр дисків, відстань між ними, товщина та кут заточування робочої кромки.

Процес деформації, подрібнення та переміщення ґрунту сферичними дисками визначається їх геометричними параметрами, а саме діаметром, кривизною, кутом встановлення у горизонтальній і вертикальній площинах, а також розмірами шару ґрунту, який зрізається кожним диском. Значний вплив на якість роботи мають швидкість руху агрегату та фізико-механічні властивості ґрунту. Вибір зазначених параметрів не є довільним, оскільки для кожного типу дискових робочих органів існують практично обґрунтовані межі, а окремі геометричні показники взаємопов'язані між собою функціональними залежностями.

Кут встановлення дисків  $\alpha$  визначає інтенсивність кришіння, перемішування та бокового зміщення ґрунтового пласта. Зі збільшенням цього кута покращується розпушення ґрунту та зменшується висота гребенів на дні борозни. Проте надмірне збільшення кута може призвести до налипання ґрунту на диски, оскільки при  $\alpha > 35^\circ$  погіршуються умови сходження ґрунтового пласта з поверхні диска.

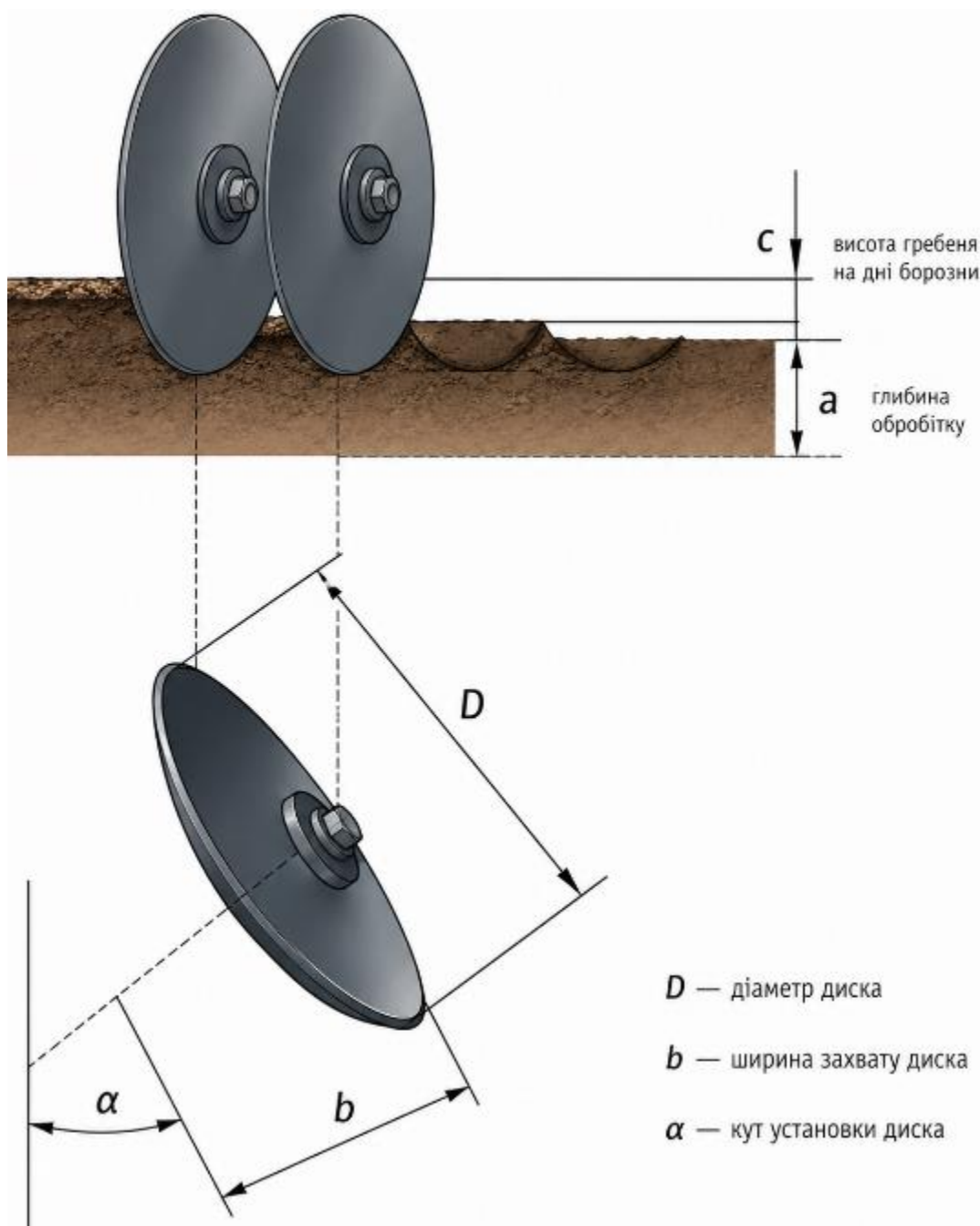


Рисунок 3.3 – Основні геометричні параметри сферичного диска в екваторіальному перерізі

У сучасних дискових агрегатах найчастіше використовуються сферичні диски з постійною кривизною робочої поверхні. Для борін та луцильників кут заточування ріжучої кромки становить  $i = 10 \dots 20^\circ$ , кут при вершині сектора диска  $\varphi = 22 \dots 26^\circ$ , а кут зазору  $\varepsilon = 3 \dots 5^\circ$ . При цьому між геометричними параметрами існує залежність:

$$\omega = \gamma + \varphi, \gamma = \varepsilon + i.$$

Діаметр диска вибирають залежно від умов роботи та необхідної глибини обробітку. Його доцільно приймати мінімально можливим, оскільки зі збільшенням діаметра різко зростає зусилля, необхідне для заглиблення дисків у ґрунт [4]. Діаметр визначають за залежністю:

$$D = k \cdot a$$

де  $k$  – коефіцієнт, який для дискових борін знаходиться в межах  $3 \dots 6$ ;  $a$  – глибина обробітку ґрунту.

Для дискових борін значення коефіцієнта  $k$  вибирають з урахуванням конструктивних особливостей батареї, габаритів підшипникових вузлів, умов проходження рослинних решток та здатності агрегату копіювати рельєф поля. За важчих умов роботи значення коефіцієнта  $k$  повинно бути більшим.

Підставивши значення у формулу, отримаємо:  $D = (4 \dots 6) \cdot (0,06 \dots 0,10) = 0,24 \dots 0,60$  м.

З конструктивних та експлуатаційних міркувань приймаємо діаметр диска:  $D = 0,56$  м.

Товщина сферичних дисків визначається емпіричними залежностями. Для звичайних ґрунтів:  $\delta = 0,008 \cdot D$ .

Для важких ґрунтів:  $\delta = 0,008 \cdot D + 1$

Оскільки агрегат працюватиме також на важких ґрунтах, використовуємо другу залежність:  $\delta = 0,008 \cdot 0,55 + 1 = 0,0054$  м.

Отже, товщина диска становить:  $\delta = 5,4$  мм.

Відстань між дисками вздовж осі їх обертання повинна забезпечувати вільне проходження ґрунту без заклинювання між суміжними дисками. Згідно з рекомендаціями [17], ця відстань має бути не меншою за:

$$b > (1,5 \dots 2,0) \cdot a$$

Після підстановки числових значень отримаємо:

$$b \geq (1,5 \dots 2,0) \cdot (0,06 \dots 0,10) = 0,09 \dots 0,20 \text{ м.}$$

Під час вибору відстані між дисками враховують не лише запобігання забиванню батареї, а й формування необхідного профілю дна борозни. З урахуванням цих умов приймаємо:  $b = 0,26 \text{ м.}$

Кут встановлення дисків  $\alpha$  визначається умовою забезпечення допустимої висоти гребенів на дні борозни та якісного кришіння ґрунту. Мінімальне значення кута визначають за формулою:

$$\tan \alpha_{\min} = \frac{b}{2\sqrt{c(D-c)}}$$

Підставляючи значення, отримаємо:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\min} = 0,26 / (2 \cdot \sqrt{(0,04 \cdot (0,55 - 0,04))}) = 0,286.$$

Тоді:

$$\alpha_{\min} = \operatorname{arctg} 0,286 = 16^\circ.$$

Отже, для забезпечення якісного обробітку ґрунту необхідно, щоб кут встановлення дисків був більшим за мінімально допустиме значення. Для польових дискових борін рекомендований діапазон кута становить:

$$\alpha = 16 \dots 20^\circ.$$

### 3.3 Розрахунок конструктивних параметрів дискової батареї

Характер взаємодії сферичного диска з ґрунтом суттєво відрізняється від роботи плоского диска. Для сферичного диска реакція ґрунту напрямлена з боку увігнутої поверхні сфери перпендикулярно до дотичної, проведеної до сфери в точці контакту А.

Точка прикладання реакції ґрунту А розміщується приблизно на половині глибини обробітку, тобто на рівні  $a/2$ . За таких умов вертикальна складова реакції ґрунту  $RZ$  разом із силою ваги  $G$  сприяють заглибленню диска у ґрунт.

Саме тому ґрунтообробні машини зі сферичними дисками повинні мати механізми обмеження глибини ходу дискових батарей.

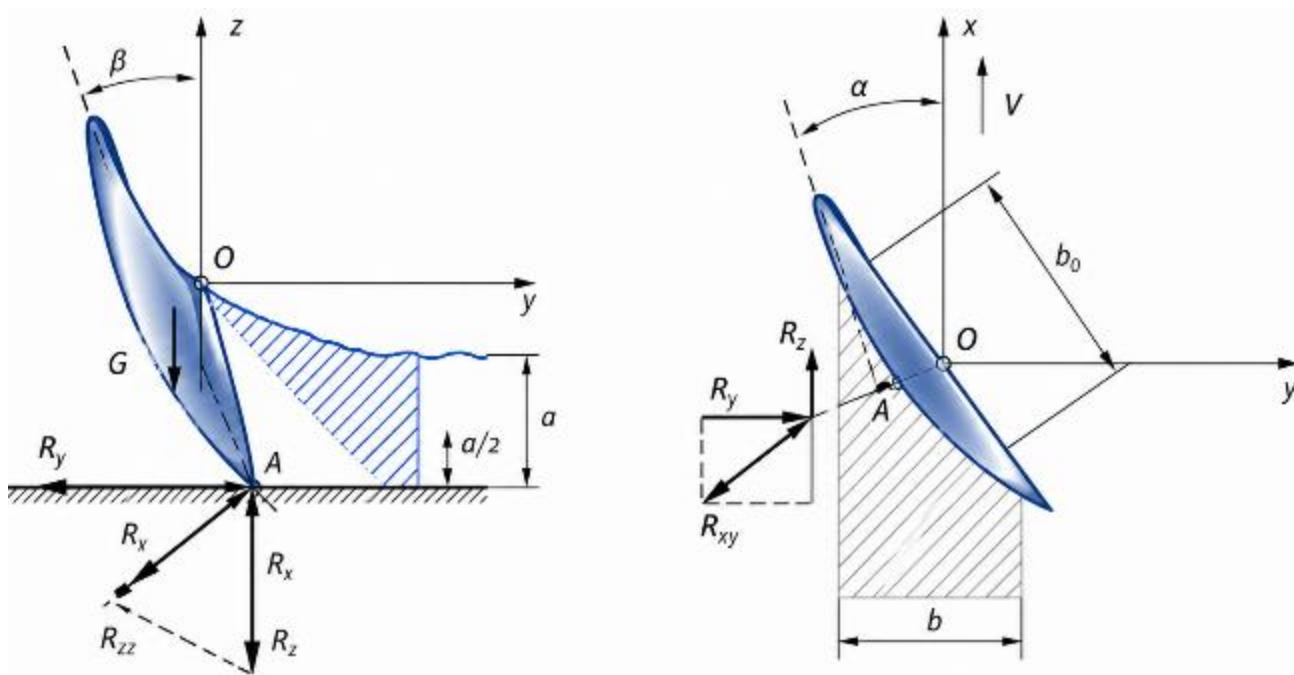


Рисунок 3.4 – Схема дії сил на сферичний диск під час взаємодії з ґрунтом

Описаний характер взаємодії є справедливим для дисків з ідеально загостреним лезом та при достатній глибині обробітку. На практиці, особливо під час мілкої обробітку ґрунту — боронування чи луцення стерні — через затуплення або неправильне заточування дисків виникає додаткова реакція  $R'_Z$ . У такому випадку глибина ходу сферичних дисків визначається умовою рівноваги:

$$G + R_Z - R'_Z = 0$$

де  $R'_Z \geq 0$  і залежить від стану ріжучої кромки диска.

У більшості випадків на поверхні поля виконується умова  $G + R_Z \geq R'_Z$ , унаслідок чого диск самостійно заглиблюється в ґрунт. На робочій глибині виконується рівність  $G + R_Z = R'_Z$ . Якщо ж ґрунт є надто розпушеним, то сума сил  $G + R_Z$  залишається більшою за  $R'_Z$ , тому для стабілізації глибини обробітку необхідно використовувати опорні колеса.

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що тяговий опір диска можна визначити за залежністю:

$$R_x = k \cdot a \cdot b$$

де  $k$  – питомий опір ґрунту обробітку диском, Н/мм<sup>2</sup>;  $k = 0,07$ ;  $a$  – глибина обробітку, м;  $b$  – ширина захвату диска, м.

Ширина захвату диска визначається за формулою:

$$b = b_0 \sin \alpha$$

Після підстановки числових значень отримаємо:

$$b = 406 \cdot \sin 18^\circ = 125,5 \text{ мм.}$$

Тоді величина тягового опору диска становитиме:

$$R_x = 0,07 \cdot 12,5 \cdot 125,5 = 109,8 \text{ Н.}$$

Для визначення вертикальної та бокової складових реакції ґрунту використовують коефіцієнти  $m$  і  $n$ , значення яких для дискових борін і лущильників приймають за довідковими таблицями. У даному випадку:

$$m = 0,58; n = 1,13.$$

Вертикальна складова реакції ґрунту визначається за формулою:

$$R_z = R_x \cdot m$$

Після розрахунку:

$$R_z = 109,8 \cdot 0,58 = 63,6 \text{ Н.}$$

Бокова складова реакції ґрунту:

$$R_y = R_x \cdot n$$

Після підстановки числових значень отримаємо:

$$R_y = 109,8 \cdot 1,13 = 124,1 \text{ Н.}$$

### 3.4 Висновки з розділу

У результаті проведених досліджень обґрунтовано удосконалення конструкції комбінованої машини для обробітку ґрунту, спрямоване на підвищення якості обробітку та зменшення експлуатаційних витрат. Встановлено, що модернізація прикочувального вузла і вдосконалення

конструкції робочих органів забезпечують більш рівномірне подрібнення та ущільнення ґрунту, зменшують забивання рослинними рештками й підвищують надійність роботи агрегату.

Проведені розрахунки конструктивних і технологічних параметрів дискової батареї підтвердили доцільність вибраних геометричних характеристик сферичних дисків та режимів їх роботи. Використання удосконаленої конструкції дозволяє скоротити простої агрегату, знизити витрати палива, покращити коефіцієнт використання робочого часу та забезпечити стабільну якість передпосівного обробітку ґрунту.

#### **4. РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ**

Операційно-технологічна карта є основним документом для організації виконання механізованих робіт у рослинництві. Її розробка дозволяє встановити раціональний склад машинно-тракторного агрегату, визначити режими роботи техніки, забезпечити дотримання агротехнічних вимог та підвищити ефективність виконання технологічних операцій. Для вирощування ріпаку особливо важливим є якісний обробіток ґрунту, оскільки від структури посівного шару, ступеня ущільнення та збереження вологи залежить польова схожість насіння, розвиток кореневої системи та формування врожайності культури.

Розробка операційно-технологічної карти проводиться для виконання основного обробітку ґрунту комбінованим ґрунтообробним агрегатом АГД-6У в агрегаті з трактором ХТЗ-17221-21. Обраний агрегат забезпечує виконання декількох технологічних операцій за один прохід, а саме: розпушування ґрунту, подрібнення рослинних решток, вирівнювання поверхні поля та часткове ущільнення верхнього шару ґрунту. Це дозволяє зменшити кількість проходів техніки по полю, скоротити витрати пального та знизити ущільнення ґрунту.

Основними вихідними даними для складання операційно-технологічної карти є площа поля, агротехнічні вимоги до виконання роботи, фізико-механічні властивості ґрунту, характеристика агрегату та режими його роботи. Площа поля становить 150 га, довжина гону – 1425 м, середній питомий опір ґрунту – 0,46 кН/м. Технологічна операція виконується в осінній період після збирання попередника за 3–4 тижні до сівби ріпаку.

Основний обробіток ґрунту виконується на глибину 10–16 см. Для забезпечення високої якості обробітку робоча швидкість агрегату повинна становити 8–12 км/год. При цьому забезпечується достатнє кришіння ґрунту, рівномірне перемішування рослинних решток і формування вирівняної поверхні поля. Допустиме відхилення від заданої глибини обробітку не повинно

перевищувати  $\pm 1$  см, а висота гребенів після проходу агрегату — не більше 3–4 см.

До складу агрегату входять:

- трактор ХТЗ-17221-21;
- комбінований ґрунтообробний агрегат АГД-6У;
- гідравлічна система керування;
- прикочувальні котки.

Ширина захвату агрегату становить 6 м, що забезпечує достатню продуктивність при роботі на великих площах. Рух агрегату по полю організовується човниковим способом, який дозволяє мінімізувати непродуктивні переїзди та скоротити витрати часу на розвороти. Ширина поворотної смуги приймається 24 м.

Перед початком роботи необхідно провести підготовку агрегату, яка включає:

- перевірку технічного стану трактора та агрегату;
- контроль кріплення дискових батарей;
- регулювання кута атаки дисків;
- встановлення заданої глибини обробітку;
- перевірку роботи гідравлічної системи;
- змащування вузлів тертя.

Під час роботи агрегату особливу увагу приділяють стабільності глибини обробітку та рівномірності роботи дискових батарей. Завдяки сферичним дискам забезпечується інтенсивне подрібнення ґрунтових грудок і перемішування пожнивних решток. Удосконалена конструкція прикочувального котка сприяє додатковому вирівнюванню поверхні поля та запобігає забиванню робочих органів.

Продуктивність агрегату визначається за формулою:

$$W=0.1 \cdot B \cdot V W = 0.1$$

де  $W$  – продуктивність агрегату, га/год;  $B$  – ширина захвату агрегату, м;  
 $V$  – робоча швидкість руху, км/год.

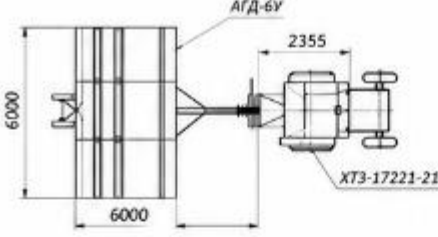
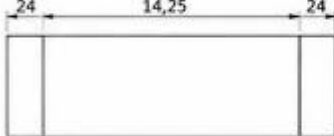
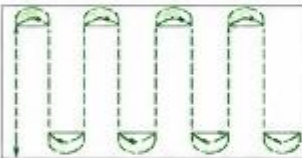
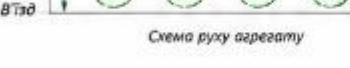
| № з/п                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | НАЗВА ПОКАЗНИКА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | СХЕМА                                                                                                               | ВИКОНАВЕЦЬ                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  <b>УМОВИ РОБОТИ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Площа поля, га</li> <li>Довжина гону, м</li> <li>Середньозважений питомий опір, кН/м</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  150<br> 1425<br> 0,46                                                                                                                               | <br>Схема агрегату                |  Інженер-механізатор    |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  <b>АГРОТЕХНІЧНІ НОРМАТИВИ ТА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Терміни і тривалість роботи</li> <li>Глибина обробки ґрунту, см</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  10.09–13.09, Δ=4 дні<br> 10...16                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                     |                                                                                                            |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  <b>СКЛАД І ПІДГОТОВКА АГРЕГАТУ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Склад агрегату</li> <li>Ширина захвату, м</li> <li>Радіус повороту, м</li> <li>Підготовка сільськогосподарської машини</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  ХТЗ-17221-21 + АГД-6У<br> 6<br> 24<br> Регулювання глибини обробки |                                                                                                                     |  Агроном, механізатор   |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  <b>ШВИДКІСТЬ РУХУ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Допустимі швидкості, м/с</li> <li>Максимальна по завантаженню двигуна в агрегаті, м/с</li> <li>Робоча швидкість руху, м/с</li> <li>Швидкість холостого ходу в агрегаті, м/с</li> <li>Робоча передача основного швидкісного режиму трактора</li> <li>Коефіцієнт завантаження двигуна при робочому ході агрегату</li> <li>Коефіцієнт завантаження двигуна при холостому ході агрегату</li> </ul>                                                                                                                                                                            | 1,8–2,9<br>2,62<br>2,54<br>3,4<br>3,9-передача<br>0,87<br>0,46                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <br>Схема підготовки поля         |  Агроном, механізатор   |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  <b>СПОСІБ РУХУ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Вибір і обґрунтування способу руху агрегату</li> <li>Коефіцієнт робочих ходів</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  Агрегат рухається човниковим способом<br>0,9                                                                                                                                                                                                                                                                          | <br>Витід                        |  Агроном, механізатор   |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  <b>ПІДГОТОВКА ПОЛЯ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Виявити поворотний смуг, якщо це немає, можливість провести розворот за межками поля</li> <li>Вибір напрямку руху</li> <li>Ширина поворотних смуг, м</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  Напрямок руху згідно наведеної схеми<br>24                                                                                                                                                                                                                                                                          | <br>Вхід<br>Схема руху агрегату |  Агроном, механізатор |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  <b>ПОКАЗНИКИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тривалість зміни, год</li> <li>Кількість змін на звину</li> <li>Виробництво на зміну, га/змину</li> <li>Планований показник роботи</li> <li>Складові балансу часу за зміну, год:               <ul style="list-style-type: none"> <li>коefficient використання часу зміни, год</li> <li>виробіток на 1 працівника за зміну, га/год</li> <li>витрати пального за основного ходу, кг/год</li> <li>витрати пального на холостому ходу, кг/год</li> <li>витрати пального при зупинках, кг/год</li> <li>питома витрата пального, кг/га</li> </ul> </li> </ul> | 0,19<br>2<br>15,24 (при $T_{\text{зм}}=0,017$ год; $T_{\text{х}}=0,53$ год;<br>$T_{\text{х}}=0,05$ год; $T_{\text{х}}=0,34$ год; $T_{\text{х}}=0,13$ год)<br>0,77<br>3,44<br>$G_{\text{х}}=46,9$<br>$G_{\text{х}}=14,16$<br>$G_{\text{х}}=4,69$<br>4,8                                                                                                                                                  | <br>Контроль якості             |  Агроном, механізатор |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  <b>КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Проведення контролю глибини обробки ґрунту, см</li> <li>Висота гребіню, залежить від ґрунту більше 3 см, шт/м</li> <li>Висота гребіню не більше, см</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | $\pm 1$<br>до 3-х<br>3–4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                     |  Агроном, механізатор |
| <div>  <b>ПЛОЩА ПОЛЯ</b><br/>150 га            <b>ТРИВАЛІСТЬ РОБОТИ</b><br/>10.09 – 13.09 (4 дні)            <b>РОБОЧА ШВИДКІСТЬ</b><br/>2,54 м/с            <b>ВИТРАТА ПАЛИВА</b><br/>4,8 кг/га            <b>КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ</b><br/>Відхилення <math>\pm 1</math> см         </div> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                     |                                                                                                            |

Рисунок 4.1 – Схема виконання технологічної операції – обробку ґрунту

При ширині захвату 6 м і робочій швидкості 9 км/год продуктивність становить:  $W = 0,1 \cdot 6 \cdot 9 = 5,4$  га/год.

Витрата пального при виконанні обробки ґрунту становить у середньому 8–10 л/га залежно від твердості ґрунту та глибини обробки. Трудові витрати на виконання операції складають близько 0,18–0,22 люд.-год/га.

Для забезпечення високої якості виконання технологічної операції необхідно дотримуватись таких агротехнічних вимог:

- рівномірність глибини обробітку по всій ширині захвату;
- повне підрізання бур'янів;
- якісне подрібнення рослинних решток;
- відсутність необроблених ділянок;
- мінімальне ущільнення ґрунту.

Контроль якості виконання роботи здійснюють шляхом вимірювання глибини обробітку, оцінки ступеня подрібнення грудок і перевірки вирівняності поверхні поля. Глибину визначають щупом у декількох точках по діагоналі поля, а висоту гребенів — металевою рейкою.

Таким чином, розроблена операційно-технологічна карта дозволяє раціонально організувати процес основного обробітку ґрунту при вирощуванні ріпаку, забезпечити високу продуктивність машинно-тракторного агрегату та дотримання агротехнічних вимог. Застосування комбінованого агрегату АГД-6У забезпечує скорочення енерговитрат, підвищення ефективності використання техніки та покращення якості підготовки ґрунту до сівби ріпаку.

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Під час виконання технологічних операцій з обробітку ґрунту при вирощуванні ріпаку важливого значення набуває забезпечення безпечних умов праці механізаторів та дотримання екологічних вимог щодо охорони навколишнього середовища. Використання сучасної потужної техніки, ґрунтообробних агрегатів, паливно-мастильних матеріалів і засобів захисту рослин пов'язане з підвищеним рівнем небезпеки, тому всі роботи повинні виконуватись відповідно до вимог охорони праці, пожежної безпеки та екологічних нормативів.

До виконання механізованих робіт допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний та первинний інструктаж з охорони праці, навчання безпечним методам роботи та перевірку знань правил техніки безпеки. Механізатори повинні мати відповідне посвідчення на право керування тракторами та самохідними машинами. Перед початком польових робіт проводять цільовий інструктаж щодо особливостей виконання конкретної технологічної операції.

Під час роботи з ґрунтообробними агрегатами особливу увагу приділяють технічному стану машинно-тракторних агрегатів. Перед виїздом у поле перевіряють справність гальмівної системи, рульового керування, освітлення, гідросистеми, навісних механізмів та робочих органів машин. Забороняється експлуатація техніки з несправними захисними кожухами, витокami пального або мастил, пошкодженими гідравлічними шлангами чи несправною електросистемою.

Під час агрегаткування трактора із ґрунтообробною машиною необхідно дотримуватись правил безпеки при зчіплюванні агрегатів. Зчіпку виконують лише при повністю заглушеному двигуні трактора та встановленні машини на рівний майданчик. Перебування людей між трактором і агрегатом під час руху трактора категорично забороняється. Усі регулювальні та ремонтні роботи

проводять тільки після повної зупинки двигуна та опускання робочих органів на ґрунт.

Під час роботи дискових борін, культиваторів, глибокорозпушувачів та комбінованих агрегатів виникає небезпека травмування рухомими робочими органами. Тому очищення дисків, лап або котків від рослинних решток і ґрунту дозволяється лише спеціальними чистиками після повної зупинки агрегату. Забороняється перебування сторонніх осіб поблизу працюючої техніки.

Важливим фактором безпеки є дотримання швидкісного режиму руху агрегатів. Перевищення допустимих швидкостей може призвести до втрати керованості трактора, поломки робочих органів та створення аварійних ситуацій. На схилах роботи необхідно проводити впоперек схилу з дотриманням допустимих кутів нахилу для конкретної марки трактора.

Під час проведення технічного обслуговування машин необхідно користуватись справним інструментом та засобами індивідуального захисту. Механізатори повинні працювати у спецодязі, захисному взутті, рукавицях та, за необхідності, у захисних окулярах і респіраторах. Особливо це стосується операцій із внесення мінеральних добрив та роботи із засобами захисту рослин.

При внесенні мінеральних добрив необхідно дотримуватись вимог санітарної безпеки. Завантаження добрив у розкидачі виконують механізованим способом із використанням навантажувачів. Під час роботи із пилоподібними добривами механізатори повинні використовувати респіратори та захисні окуляри для запобігання потраплянню пилу в органи дихання та очі.

Особливу небезпеку становить робота з пестицидами та гербіцидами. Усі роботи із приготування робочих розчинів і обприскування посівів повинні виконуватись відповідно до санітарних правил транспортування, зберігання та застосування пестицидів. Працівники повинні бути забезпечені спеціальним захисним одягом, гумовими рукавицями, респіраторами та засобами особистої гігієни. Після завершення робіт проводять очищення обприскувачів та знезараження обладнання на спеціально обладнаних майданчиках.

Одним із важливих напрямів охорони праці є забезпечення пожежної безпеки під час польових робіт. Трактори, комбайни та інша техніка повинні бути укомплектовані справними вогнегасниками, лопатами та засобами для гасіння пожеж. Забороняється заправка техніки паливом при працюючому двигуні, а також паління поблизу місць зберігання пально-мастильних матеріалів.

Під час виконання польових робіт значна увага приділяється захисту навколишнього середовища. Інтенсивний обробіток ґрунту може призводити до руйнування його структури, розвитку водної та вітрової ерозії, зниження вмісту гумусу та ущільнення орного шару. Для запобігання цим негативним явищам застосовують ґрунтозахисні технології обробітку, мінімальний та комбінований обробіток, а також сучасні широкозахватні агрегати, які зменшують кількість проходів техніки по полю.

Важливим заходом захисту ґрунтів є рівномірне зароблення пожнивних решток та дотримання сівозміни. Рослинні рештки сприяють накопиченню органічної речовини, покращують водоутримувальну здатність ґрунту та зменшують ерозійні процеси. Використання глибокорозпушувачів замість традиційної оранки дозволяє зменшити руйнування структури ґрунту та покращити його аерацію.

Для зменшення негативного впливу на довкілля необхідно дотримуватись норм внесення мінеральних добрив та засобів захисту рослин. Надмірне внесення агрохімікатів може призвести до забруднення ґрунтових вод, накопичення шкідливих речовин у ґрунті та погіршення екологічного стану агроландшафтів. Особливу увагу приділяють правильному зберіганню пестицидів і паливно-мастильних матеріалів у спеціально обладнаних складських приміщеннях.

Суттєве значення має також зменшення викидів шкідливих речовин у атмосферу. Для цього необхідно підтримувати двигуни тракторів та комбайнів у технічно справному стані, своєчасно проводити технічне обслуговування паливної апаратури та використовувати якісні паливно-мастильні матеріали.

## **6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОМБІНОВАНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**

Метою техніко-економічного обґрунтування є оцінка ефективності модернізації комбінованого ґрунтообробного агрегату та визначення доцільності його впровадження у виробництво. Основну увагу приділено визначенню вартості модернізації, експлуатаційних витрат, продуктивності агрегату, витрат пального, трудових витрат, а також строку окупності запропонованого технічного рішення.

Проектний агрегат призначений для виконання поверхневого обробітку ґрунту з одночасним подрібненням рослинних решток, вирівнюванням поверхні поля та прикочуванням ґрунту. У порівнянні з базовою моделлю АГД-6 удосконалений агрегат забезпечує: зменшення кількості проходів техніки; покращення якості подрібнення ґрунту; зниження ущільнення орного шару; скорочення витрат пального; підвищення продуктивності агрегату.

Для виконання технологічної операції використовується трактор ХТЗ-17221-21 у складі з комбінованим агрегатом АГД-6У.

**Визначення вартості модернізації агрегату.** Вартість удосконалення конструкції визначалась з урахуванням сучасних цін на метал, комплектуючі, підшипникові вузли, гідравлічні елементи та витрати на виготовлення.

Орієнтовна вартість модернізації агрегату становить: базовий агрегат АГД-6 – 820 000 грн; модернізація прикочувальних котків та вузлів регулювання – 95 000 грн; монтаж і налагодження – 25 000 грн. Загальна вартість проектного агрегату складає: 915 000 грн.

**Визначення експлуатаційних показників.** У результаті удосконалення конструкції підвищується робоча швидкість агрегату та зменшуються простой, пов'язані із забиванням котків ґрунтом і рослинними рештками.

Продуктивність агрегатів: базовий агрегат – 5,0 га/год; проектний агрегат – 6,2 га/год.

Витрати пального: базова модель – 8,2 л/га; проектна модель – 6,1 л/га.

За середньої вартості дизельного пального 62 грн/л витрати на ПММ становлять:

базова модель:  $8,2 \times 62 = 508,4$  грн/га;

проектна модель:  $6,1 \times 62 = 378,2$  грн/га.

Економія пального складає: 130,2 грн/га.

**Розрахунок трудових витрат.** Трудові витрати визначаються залежно від продуктивності агрегату та кількості обслуговуючого персоналу.

При одному механізаторі трудові витрати становлять:

базовий агрегат:  $1 / 5,0 = 0,20$  люд.-год/га;

проектний агрегат:  $1 / 6,2 = 0,16$  люд.-год/га.

Зменшення трудових витрат становить близько 20 %.

**Визначення експлуатаційних витрат.** До складу експлуатаційних витрат включено: оплату праці механізатора; амортизаційні відрахування; витрати на технічне обслуговування; витрати на паливо та мастильні матеріали.

Сумарні експлуатаційні витрати становлять: базовий агрегат – 1180 грн/га; проектний агрегат – 930 грн/га.

Зниження витрат складає: 250 грн/га.

**Визначення економічного ефекту.** За річного обсягу робіт 1500 га річна економія коштів становить:  $250 \times 1500 = 375\,000$  грн/рік.

Додатково економічний ефект забезпечується за рахунок: зменшення витрат на ремонт; скорочення простоїв агрегату; зниження ущільнення ґрунту; підвищення якості обробітку.

**Визначення строку окупності.** Додаткові витрати на модернізацію:  $95\,000 + 25\,000 = 120\,000$  грн.

Строк окупності визначається за формулою:  $120\,000 / 375\,000 = 0,32$  року.

Таким чином, модернізація окуповується менш ніж за один виробничий сезон.

Отже, проведені техніко-економічні розрахунки підтверджують доцільність удосконалення комбінованого ґрунтообробного агрегату АГД-6У. Запропонована конструкція забезпечує підвищення продуктивності, зниження

витрат пального та експлуатаційних витрат, а також дозволяє покращити якість обробітку ґрунту.

Таблиця 6.1 – Узагальнені техніко-економічні показники проекту

| Показник                       | Базовий агрегат | Проектний агрегат | Відхилення |
|--------------------------------|-----------------|-------------------|------------|
| Вартість агрегату, грн         | 820 000         | 915 000           | +95 000    |
| Продуктивність, га/год         | 5,0             | 6,2               | +1,2       |
| Витрати пального, л/га         | 8,2             | 6,1               | -2,1       |
| Витрати на паливо, грн/га      | 508,4           | 378,2             | -130,2     |
| Трудові витрати, люд.-год/га   | 0,20            | 0,16              | -0,04      |
| Експлуатаційні витрати, грн/га | 1180            | 930               | -250       |
| Річна економія, грн            | —               | 375 000           | —          |
| Строк окупності, років         | —               | 0,32              | —          |

## ВИСНОВКИ

1. Аналіз сучасного стану вирощування ріпаку в Україні свідчить про зростання значення цієї культури завдяки високій економічній ефективності, значному попиту та широким напрямом використання. Підвищенню врожайності сприяють розширення посівних площ, впровадження сучасних сортів і гібридів та удосконалення технологій вирощування. Встановлено, що важливий вплив на формування врожайності ріпаку має технологія сівби, зокрема строки посіву, норма висіву, спосіб розміщення насіння та глибина його загортання. Оптимальні параметри сівби забезпечують розвиток потужної кореневої системи та підвищують зимостійкість рослин. Застосування сучасних технологій обробітку ґрунту і комбінованих агрегатів покращує якість передпосівної підготовки, зменшує ущільнення ґрунту, скорочує витрати пального та сприяє збереженню вологи. Це підвищує ефективність вирощування ріпаку та забезпечує отримання стабільних урожаїв.

2. У результаті розробки плану механізованих робіт встановлено, що ефективність вирощування ріпаку залежить від правильного підбору машинно-тракторних агрегатів, своєчасного виконання технологічних операцій та дотримання агротехнічних строків. Проведені розрахунки продуктивності техніки, витрат пального і трудових ресурсів підтвердили доцільність використання сучасних агрегатів Horsch Joker 8, Bednar Terraland TO, Allrounder-Profiline 750 та Horsch Avatar 12.25 у поєднанні з тракторами John Deere і Fendt. Їх застосування дозволяє зменшити ущільнення ґрунту, скоротити енергетичні витрати та підвищити продуктивність праці. Використання сучасного машинно-тракторного парку забезпечує якісне виконання технологічних операцій і сприяє підвищенню врожайності та економічної ефективності виробництва ріпаку.

3. У результаті проведених досліджень обґрунтовано удосконалення конструкції комбінованої машини для обробітку ґрунту, спрямоване на підвищення якості обробітку та зменшення експлуатаційних витрат. Встановлено, що модернізація прикочувального вузла і вдосконалення конструкції робочих органів

забезпечують більш рівномірне подрібнення та ущільнення ґрунту, зменшують забивання рослинними рештками й підвищують надійність роботи агрегату. Проведені розрахунки конструктивних і технологічних параметрів дискової батареї підтвердили доцільність вибраних геометричних характеристик сферичних дисків та режимів їх роботи. Використання удосконаленої конструкції дозволяє скоротити простої агрегату, знизити витрати палива, покращити коефіцієнт використання робочого часу та забезпечити стабільну якість передпосівного обробітку ґрунту.

4. Розроблена операційно-технологічна карта дозволяє раціонально організувати процес основного обробітку ґрунту при вирощуванні ріпаку, забезпечити високу продуктивність машинно-тракторного агрегату та дотримання агротехнічних вимог. Застосування комбінованого агрегату забезпечує скорочення енерговитрат, підвищення ефективності використання техніки та покращення якості підготовки ґрунту до сівби ріпаку.

5. Техніко-економічні розрахунки підтвердили ефективність удосконалення комбінованого ґрунтообробного агрегату АГД-6У. Запропонована конструкція забезпечує підвищення продуктивності агрегату до 6,2 га/год, зменшення витрат пального на 2,1 л/га та скорочення експлуатаційних витрат приблизно на 250 грн/га. Річний економічний ефект становить близько 375 тис. грн, а строк окупності модернізації не перевищує одного виробничого сезону, що свідчить про доцільність впровадження даного технічного рішення у виробництво.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Алієв, Е. Б., Безверхній, П. Є., Алієва, О. Ю. Випробування удосконаленої системи подачі насіння пневматичної сівалки точного висіву // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2024. № 37. С. 139–147. DOI: 10.36710/ІОС-2024-37-13.
2. Алієв, Е. Б., Теслюк, Г. В. Перспективи чисельного моделювання взаємодії ґрунтообробних робочих органів із ґрунтом у Simcenter STAR-CCM+ // Олійні культури: сьогодення та перспективи : збірник тез Міжнародної наукової інтернет-конференції, 21 березня 2023 р. Запоріжжя : ІОК НААН, 2023. С. 120–121.
3. Алієв, Е. Б., Теслюк, Г. В., Белка, О. В., Пацула, О. М. Чисельне моделювання процесу роботи ґрунтообробного модуля для передпосівного обробітку ґрунту // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2023. № 34. С. 132–145. DOI: 10.36710/ІОС-2023-34-12.
4. Агрегат вертикального обробітку ґрунту ВТ-7 [Електронний ресурс] // ТОВ «Краснянське спеціалізоване підприємство «Агроماش». Режим доступу: <https://krasnagromash.vn.ua>).
5. Агрегат комбінований АК-6 «Георгій» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://technotorg.com/>
6. Bednar FMT. Обробіток ґрунту [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.bednar.com/en/tillage/>
7. Ветохін, В. І. Системні та фізико-хімічні основи проектування розпушувачів ґрунту : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11. Глеваха, 2010. 15 с.
8. Вплив конструктивно-технологічних параметрів робочих органів глибокорозпушувача на тяговий опір / С. М. Лещенко, В. М. Сало, Д. І. Петренко, О. М. Васильковський // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2018. Вип. 48. С. 12–21.

9. Гайдаш, Є., Белка, О. Олійні культури в Державному реєстрі сортів рослин України // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2017. № 24. С. 227–236.
10. Гайдаш, Є., Лупинос, Т., Михайлова, І., Гоменюк, О. Державний реєстр та поширення сортів рослин в Україні на прикладі Інституту олійних культур НААН // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2016. № 23. С. 186–192.
11. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В. Ю. Ільченко та ін.; за ред. В. Ю. Ільченка. Київ : Урожай, 1993. 288 с.
12. Забезпечення ефективності робочих органів культиваторів : монографія / О. В. Козаченко, О. М. Шкрегаль, В. С. Каденко. Харків : ПромАрт, 2021. 238 с.
13. Заїка, П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 1, ч. 1 : Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. Харків : Око, 2001. 444 с.
14. Засуха, В. Забезпечення агрофірм сучасною ґрунтообробною технікою та ефективність її використання [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://propozitsiya.com>
15. Козаченко, О. В., Шкрегаль, О. М., Каденко, В. С., Алієв, Е. Б. Моделювання енергоощадної форми леза ґрунтообробного робочого органу // Стратегия качества в промышленности и образовании : материалы XIII Международной конференции. Варна, 2017. Вип. 2. С. 131–138.
16. Комбінований дисколаповий агрегат PERFORMER SELECT [Електронний ресурс] // KUHN. Режим доступу: <https://www.kuhn.ua/>.
17. Комбінований глибокорозпушувач TERRALAND DO [Електронний ресурс] // BEDNAR FMT. Режим доступу: <https://www.bednar.com/>
18. Комбінований напівпричіпний ККП-6 «Кардинал» [Електронний ресурс] // ПАТ «Галещина машзавод». Режим доступу: <https://galmash.com.ua>
19. Кулінченко, В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід. Київ : ЦНЛ, 2006. 616 с.

20. Кузьменко, О., Белка, О., Гайдаш, Є. Науково-технічна діяльність Інституту олійних культур НААН щодо забезпечення інноваційного розвитку аграрного сектору України // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2021. № 31. С. 160–168.
21. Куцегуб, Г., Рожков, А. Формування врожайності ріпака ярого в залежності від норми висіву та способу сівби // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2014. № 20. С. 163–169.
22. Культиватор широкозахватний навісний КШН-5,6 «Резидент» [Електронний ресурс] // ПАТ «Галещина машзавод».
23. Обробіток ґрунту [Електронний ресурс] // BEDNAR FMT. Режим доступу: <https://www.bednar.com>
24. Поляков, О., Вахненко, С., Нікітенко, О. Особливості росту, розвитку й формування врожайності ріпаку озимого сорту Стілуца в залежності від системи удобрення // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2016. № 23. С. 143–148.
25. Пивовар, В. Вітчизняна техніка для основного обробітку ґрунту [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://propozitsiya.com>
26. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку : навчальний посібник / за ред. Д. Г. Войтюка, С. С. Яцуна, М. Я. Довжика. Суми : Університетська книга, 2008. 450 с.
27. Скоцик, В. Є., Танчик, С. П., Бовсуновський, С. М. Оранка, мінімальний обробіток чи ноутіл? // АМАКО ІНФОРМ. 2008. Вип. 1. С. 12–15.
28. Сніжок, О. Інтенсивна технологія захисту озимого ріпаку від шкідників в західному Лісостепу України // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2010. № 15. С. 124–127.
29. Собко, М., Полежай, О., Мельник, А. Роль агроприймів вирощування ярого ріпаку // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2009. № 14. С. 218–225.
30. Теслюк, Г. В., Алієв, Е. Б., Золотовська, О. В. Обґрунтування форми пазуреподібного прутка ґрунтообробного агрегату для передпосівного обробітку

// Сільськогосподарські машини. 2024. № 50. С. 7–17. DOI: 10.36910/acm.vi50.1313.

31. Томашов, С. Вплив мінеральних добрив та строків їх внесення на основні показники продуктивності озимого ріпаку сорту Атлант // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2009. № 14. С. 226–231.

32. Універсальний агрегат для передпосівної підготовки ґрунту по оранці СИСТЕМ-КОМПАКТОР РУБІН [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://lemken.com.ua>

33. Цехмейструк, М., Стрельцова, І. Порівняльна урожайність сортів ріпаку озимого та ярого в умовах східного Лісостепу України // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2012. № 17. С. 144–148.

34. Чехова, І. Регіональний аспект виробництва ріпаку // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2020. № 29. С. 142–148.

35. Шкода, О. Ефективність вирощування ріпаку озимого в умовах південного степу України // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2014. № 21. С. 123–129.

36. Aliiev, E., Tesliuk, H. Analytical justifications of constructive parameters of bionic colters for vertical soil treatment // Machinery & Energetics. 2024. Vol. 15, № 3. P. 129–139. DOI: 10.31548/machinery/3.2024.129.

37. Aliiev, E., Tesliuk, H., Puhach, A., Kobets, O., Zolotovska, O., Boiko, V. Improving the work process efficiency of a tillage module for pre-sowing tillage // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2023. Vol. 4, № 1(124). P. 60–71. DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284597.

38. Kobets, A., Aliiev, E., Tesliuk, H., Aliieva, O. Simulation of the interaction between the working bodies of tillage machines and the soil in Simcenter STAR-CCM+ // Machinery & Energetics. 2023. Vol. 14, № 1. P. 9–23. DOI: 10.31548/machinery/1.2023.09.

## ДОДАТКИ

Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
Інженерно-технологічний факультет  
Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

## **Удосконалення використання техніки при вирощуванні ріпаку з розробкою конструкції комбінованої машини для обробітку ґрунту**

Демонстраційний матеріал до дипломного проєкту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-4-22 за  
спеціальністю 208 «Агроінженерія»  
**Мосійчук Максим Ігорович**

Керівник: к.т.н., доц.  
**Деркач Олексій Дмитрович**

Дніпро, 2026



| №                             | ТЕХНОЛОГІЧНА ОПЕРАЦІЯ                                                                                                 | ОПТИМАЛЬНІ СТРОКИ                                     | АГРЕГАТ (МЕХАНІЗМ)                           | ТЕХНІКА (ТРАКТОР)              | ШИРИНА ЗАХВАТУ, м                           | РОБОЧА ШВИДКІСТЬ, км/год | ПРОДУКТИВНІСТЬ, га/год                           | ПАЛИВО, л/га | ТРУДОВІ ВИТРАТИ, люд.-год/га                   |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------|
| 1                             | <b>Лущення стерні</b><br>Покрівлення пожнива<br>решток, закриття вологі,<br>провокація падалиці                       | Через 1–3 дні<br>після збирання<br>попередника        | Дискова борона<br>Horsch Joker 8             | John Deere 8430<br>(240 к.с.)  | 8,0                                         | 10–12                    | 6,4                                              | 8            | 0,16                                           |
| 2                             | <b>Основний обробіток<br/>(глибоке рихлення)</b><br>Розпушування на глибину,<br>зробка поживних решток                | За 3–4 тижні<br>до сівби                              | Глибокориступиач<br>Bednar TerraLand T0      | Fendt 1050 Vario<br>(517 к.с.) | 5,0                                         | 7–9                      | 3,2                                              | 18           | 0,31                                           |
| 3                             | <b>Передпосівний обробіток</b><br>Створення дрібногрудчастості<br>структур, вирівнювання<br>поверхні, закриття вологі | За 1–3 дні<br>до сівби                                | Культиватор<br>Allrounder-Profile 750        | John Deere 8400<br>(400 к.с.)  | 7,5                                         | 8–10                     | 5,4                                              | 6            | 0,19                                           |
| 4                             | <b>Сівба</b><br>Точний висів насіння<br>на оптимальну глибину                                                         | Оптимальні строки<br>(15 серпня –<br>10 вересня)      | Сівалка<br>Horsch Avatar 12.25               | Fendt 1050 Vario<br>(517 к.с.) | 12,25                                       | 9–11                     | 9,8                                              | 5            | 0,10                                           |
| 5                             | <b>Внесення мінеральних<br/>добав (основне)</b><br>Живлення рослин<br>для формування врожаю                           | Під основний<br>обробіток<br>або перед сівбою         | Розкидач добрив<br>Almazone ZA-TS 4200       | John Deere 8400<br>(400 к.с.)  | 24–36                                       | 12–16                    | 25,0                                             | 1,5          | 0,04                                           |
| 6                             | <b>Обприскування</b><br>Захист від бур'янів,<br>шкідників та хвороб                                                   | За потреби<br>(фази розвитку<br>рослин)               | Самохідний обприскувач<br>Tescota Laser 4200 |                                | 24–27                                       | 12–15                    | 30,0                                             | 2,5          | 0,03                                           |
| 7                             | <b>Підживлення позакореневе</b><br>Додаткове живлення<br>мікро- та макроелементами                                    | Весною у період<br>інтенсивного росту                 | Обприскувач<br>Tescota Laser 4200            |                                | 24–27                                       | 12–15                    | 30,0                                             | 2,0          | 0,03                                           |
| 8                             | <b>Збирання врожаю</b><br>Пряме комбайнування<br>насінина ріпаку                                                      | Фаза повної<br>стиглості насіння<br>(вологість 8–12%) | Зернозбиральний комбайн<br>John Deere W660   |                                | 9,1                                         | 4–6                      | 2,0                                              | 4,5          | 0,35                                           |
| <b>ПЛОЩА ПОСІВУ</b><br>500 га |                                                                                                                       |                                                       |                                              |                                | <b>СУМАРНІ ВИТРАТИ ПАЛИВА</b><br>≈ 18 500 л |                          | <b>СУМАРНІ ТРУДОВІ ВИТРАТИ</b><br>≈ 378 люд.-год |              | <b>ОЧІКУВАНА ВРОЖАЙНІСТЬ</b><br>2,5 – 3,5 т/га |

