

**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 проєкту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення вирощування ріпаку озимого з  
розробкою операційної технології догляду за  
посівами**

**Виконав:** студент групи АІС-3-23

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Кутовий Андрій Вікторович

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

\_\_\_\_\_ Горобець Володимир Леонідович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

# Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

EMTP

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Деркач О.Д.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« » 2026 p.

## ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ СТУДЕНТУ

## НА ДИПЛОМНИЙ СТУДЕНТУ

Кутовому Андрію Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** Удосконалення вирощування ріпаку озимого з розробкою операційної технології догляду за посівами

керівники роботи Деркач Олексій Дмитрович, канд. техн. наук, доцент

Горобець Володимир Леонідович, д.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«05» травня 2026 року № 912

**2. Строк подання студентом роботи 09.06.2026.**

**3. Вихідні дані до роботи** Статистичні дані щодо обсягів вирощування ріпаку озимого, його врожайності та переробки в світі та Україні. Патентний аналіз удосконалення конструкцій робочих органів розкидачів мінеральних добрив.

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити) Проаналізувати обсяги вирощування ріпаку в світі та Україні. Виконати проектування технології вирощування ріпаку озимого. Удосконалення конструкції розкидача добрив. Розробити операційно-технологічну карту на внесення мінеральних добрив. Розглянути вимоги безпеки при проведенні технологічної операції із внесення мінеральних добрив. Провести економічну оцінку проєкту. Навести загальні висновки до проєкту. Сформувати список використаних джерел.

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

1. Аналіз вирощування ріпаку озимого (А1). 2. План механізованих робіт вирощування ріпаку озимого (А1) 3. Розкидач мінеральних добрив РУ-7000 (А1). 4. Відцентровий дисковий розкидач (А2) 5. Лопатка (А3). 6. Диск (А3) 7. ОТК на внесення мінеральних добрив (А1). 8. Техніко-економічні показники (А1).

## 6. Консультанти розділів проєкту

| Розділ                | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|-----------------------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|                       |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| 1-6,<br>нормоконтроль | Деркач О.Д., доцент                       |                |                  |

7. Дата видачі завдання: 05.05.2026 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проєкту            | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1     | Оглядовий                                  | до 12.05.2026 р.              |          |
| 2     | Проектування вирощування ріпаку            | до 18.05.2026 р.              |          |
| 3     | Удосконалення конструкції розкидача добрив | до 27.05.2026 р.              |          |
| 4     | Охорона праці                              | до 02.06.2026 р.              |          |
| 5     | Економічне обґрунтування                   | до 05.06.2026 р.              |          |
| 6     | Графічна частина                           | до 09.06.2026 р.              |          |

Студент

\_\_\_\_\_  
( підпис )

Кутовий А. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
( підпис )

Деркач О. Д.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
( підпис )

Горобець В. Л.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

## АНОТАЦІЯ

Кутовий А. В. Удосконалення вирощування ріпаку озимого з розробкою операційної технології догляду за посівами. Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». ДДАЕУ. Дніпро. 2026.

В дипломному проєкті встановлено, що ріпак озимий займає близько 5 % загальної посівної площі в Україні та близько 13 % площі олійних культур. Український ріпак має чітко виражену експортну спрямованість, особливо на ринок ЄС. Урожайність ріпаку в Україні залишається нестабільною, 2023/24 МР вона становила 3,32 т/га, у 2024/25 МР знизилася до 2,84 т/га, що свідчить про високу залежність культури від погодних умов, стану посівів і рівня дотримання технології вирощування. Розроблена технологічна карта вирощування ріпаку озимого на площі 174 га. За прийнятої врожайності 3,0 т/га очікуваний валовий збір насіння становить 522 т. Загальні витрати палива за технологічною картою становлять 6912,75 кг, або 39,7 кг/га. Патентний огляд показав, що існуючі конструкції мають певні недоліки: недостатню рівномірність розподілу добрив, обмежену ширину захвату та складність регулювання процесу розсіву. Нерівномірне внесення призводить до строкатого розвитку рослин і знижує ефективність використання добрив. Для підвищення якості роботи запропоновано удосконалений відцентровий диск з лопатками та повітрозабірниками. Запропонована модернізація дозволяє отримати додатковий обсяг валового збору ріпаку – 8,7 т. За ціни реалізації 25000 грн/т додаткова виручка становить 217500 грн. Витрати на виготовлення, установку дисків і налаштування роботи розкидача становлять 7500 грн. Встановлено, що річний економічний ефект складає 215250 грн, або близько 1237 грн/га.

*Ключові слова:* ріпак озимий, технологія вирощування ріпаку, внесення мінеральних добрив, рівномірність внесення, робочий орган розкидача, врожайність ріпаку.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>ВСТУП.....</b>                                                                                              | <b><u>7</u></b>  |
| <b>1. ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО РІПАКУ В СВІТІ ТА УКРАЇНІ ТА ОБСЯГИ ВИРОБНИЦТВА РІПАКОВОЇ ОЛІЇ .....</b>             | <b><u>9</u></b>  |
| 1.1 Обсяги вирощування ріпаку озимого, його місце в загальній структурі посівних площ у світі та Україні ..... | <u>9</u>         |
| 1.2 Урожайність ріпаку в Україні .....                                                                         | <u>13</u>        |
| 1.3 Продукція переробки ріпаку, обсяги виробництва в Україні та за кордоном та її сфери застосування .....     | <u>15</u>        |
| 1.4 Експорт насіння ріпаку та ріпакової олії Україною .....                                                    | <u>17</u>        |
| 1.5 Обґрунтування теми дипломного проєкту .....                                                                | <u>21</u>        |
| <b>2. ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО .....</b>                                             | <b><u>23</u></b> |
| 2.1 Аналіз технологій вирощування ріпаку .....                                                                 | <u>23</u>        |
| 2.2 Вплив мінеральних добрив на врожайність ріпаку .....                                                       | <u>24</u>        |
| 2.3 Вплив основного обробітку ґрунту на врожайність ріпаку озимого .....                                       | <u>27</u>        |
| 2.4 Розробка плану механізованих робіт вирощування ріпаку .....                                                | <u>29</u>        |
| <b>3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОЗКИДАЧА ДОБРИВ .....</b>                                                     | <b><u>35</u></b> |
| 3.1 Патентний огляд існуючих конструкцій .....                                                                 | <u>35</u>        |
| 3.2 Опис прийнятої схеми вдосконалення .....                                                                   | <u>41</u>        |
| 3.3 Інженерно-технічні розрахунки .....                                                                        | <u>43</u>        |
| <b>4. РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ НА ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ .....</b>                         | <b><u>46</u></b> |
| <b>5. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВНЕСЕННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ .....</b>                                                  | <b><u>54</u></b> |
| <b>6. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ .....</b>                                                               | <b><u>57</u></b> |
| <b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....</b>                                                                                 | <b><u>61</u></b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>                                                                        | <b><u>63</u></b> |
| <b>ДОДАТКИ .....</b>                                                                                           | <b><u>66</u></b> |

## ВСТУП

Ріпак озимий є однією з важливих олійних культур у світовому та українському сільському господарстві. У структурі виробництва основних олійних культур світу ріпак займає стабільне місце після сої, а його частка становить близько 13–14 %. Значення цієї культури постійно зростає завдяки високому попиту на насіння, ріпакову олію, шрот і сировину для виробництва біопалива. Ріпакова олія належить до основних рослинних олій світу та використовується у харчовій промисловості, кормо виробництві, технічних цілях і біоенергетиці.

Для України озимий ріпак має важливе виробниче та експортне значення. Він входить до групи основних олійних культур разом із соняшником і соєю. У структурі посівних площ України ріпак займає близько 5 % від загальної площі сільськогосподарських культур і приблизно 13 % серед олійних культур. Важливість цієї культури пояснюється не лише її високою товарністю, а й агротехнічним значенням: ріпак рано звільняє поле, є добрим попередником для зернових культур і дає можливість господарствам отримувати виручку вже в першій половині літа.

Водночас виробництво ріпаку озимого в Україні залишається нестабільним. Урожайність культури значною мірою залежить від погодних умов, запасів вологи в ґрунті, строків сівби, якості підготовки ґрунту, рівня удобрення та захисту рослин. За даними аналізу, урожайність ріпаку в Україні у 2023/24 МР становила 3,324 т/га, а у 2024/25 МР знизилася до 2,84 т/га. Це свідчить про те, що для отримання стабільного врожаю необхідно не лише правильно підібрати технологію вирощування, а й забезпечити якісне виконання кожної технологічної операції.

Одним із найважливіших елементів технології вирощування ріпаку озимого є система мінерального живлення. Ріпак має високу потребу в елементах живлення, особливо в азоті, фосфорі, калії, сірці та борі. При цьому важливе значення має не тільки загальна норма внесення добрив, а й

рівномірність їх розподілення по площі поля. Нерівномірне внесення призводить до строкатого розвитку посівів: на одних ділянках рослини відчують нестачу поживних речовин, а на інших може виникати їх надлишок. У результаті знижується ефективність використання добрив, ускладнюється догляд за посівами та можливий недобір урожаю.

Для підвищення якості внесення мінеральних добрив важливу роль відіграє технічний стан і конструкція розкидача. Особливо це стосується розкидаючого органу, який безпосередньо впливає на дальність польоту гранул, ширину захвату та рівномірність їх розподілу. Тому удосконалення конструкції розкидача добрив є актуальним напрямом, оскільки дає можливість покращити якість внесення добрив, підвищити ефективність їх використання та створити кращі умови для росту і розвитку ріпаку озимого.

Саме тому метою дипломної роботи є обґрунтування технології вирощування ріпаку озимого та підвищення ефективності внесення мінеральних добрив за рахунок удосконалення конструкції розкидача добрив.

Для досягнення вказаної мети в проєкті виконували такі завдання:

1. Проаналізувати обсяги вирощування ріпаку озимого та виробництва ріпакової олії.
2. Розробити план механізованих робіт вирощування ріпаку озимого.
3. Запропонувати технічне рішення щодо вдосконалення конструкції робочого органу розкидача мінеральних добрив.
4. Навести вимоги безпеки при проведенні технологічної операції з внесення мінеральних добрив.
5. Виконати розрахунки щодо економічної ефективності проєкту.

## **1. ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО РІПАКУ В СВІТІ ТА УКРАЇНІ ТА ОБСЯГИ ВИРОБНИЦТВА РІПАКОВОЇ ОЛІЇ**

### **1.1 Обсяги вирощування ріпаку озимого, його місце в загальній структурі посівних площ у світі та Україні**

Ріпак озимий є однією з найважливіших олійних культур для України, оскільки поєднує агротехнічне значення у сівозміні з високою товарністю продукції. Він рано звільняє поле, є добрим попередником для зернових культур, а його насіння користується сталим попитом на зовнішньому ринку. У міжнародній статистиці ріпак найчастіше обліковують як rapeseed/canola без поділу на озимі та ярі форми. Тому під час порівняння світових і українських показників потрібно враховувати, що в Україні переважно вирощують саме озимий ріпак, тоді як у Канаді значну частку становить ярий тип каноли [1].

У світовому виробництві олійних культур ріпак займає стабільне місце після сої. За даними USDA/FAS, у 2025/26 МР загальне виробництво основних олійних культур перебуває на рівні 698,51 млн т, а виробництво ріпаку – 95,51 млн т [1]. Це означає, що ріпак формує близько 13,7 % світового виробництва основних олійних культур. Його значення зростає через попит на ріпакову олію, шрот і сировину для біодизелю.

Найбільшими виробниками ріпаку та каноли залишаються Канада, Європейський Союз, Китай, Індія, Австралія, Україна та росія. Для країн ЄС ріпак має особливо важливе значення, оскільки культура використовується не тільки для харчової олії, а й для біопаливного сектору. Для України ріпак є насамперед експортно орієнтованою культурою, яка дає можливість отримати виручку вже в першій половині літа після збирання. Обсяги світового виробництва основних олійних культур представлено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Світове виробництво основних олійних культур, млн т

| Маркетинговий рік | Соя    | Ріпак | Соняшник | Усього основних олійних | Частка ріпаку, % |
|-------------------|--------|-------|----------|-------------------------|------------------|
| 2021/22           | 360,62 | 76,65 | 56,86    | 610,90                  | 12,5             |
| 2022/23           | 378,21 | 89,86 | 52,78    | 636,79                  | 14,1             |
| 2023/24           | 396,45 | 89,97 | 55,93    | 657,72                  | 13,7             |
| 2024/25           | 427,89 | 86,26 | 53,01    | 686,65                  | 12,6             |
| 2025/26           | 427,60 | 95,51 | 54,74    | 698,51                  | 13,7             |

Джерело: складено автором за даними USDA/FAS [1].

Динаміка вирощування ріпаку в світі має стабільні показники (рис. 1.1). Як видно з таблиці 1.1 та рисунку 1.1, світове виробництво ріпаку після зниження у 2024/25 МР знову зростає. У 2025/26 МР воно оцінюється на рівні 95,51 млн т.

Е, млн. га

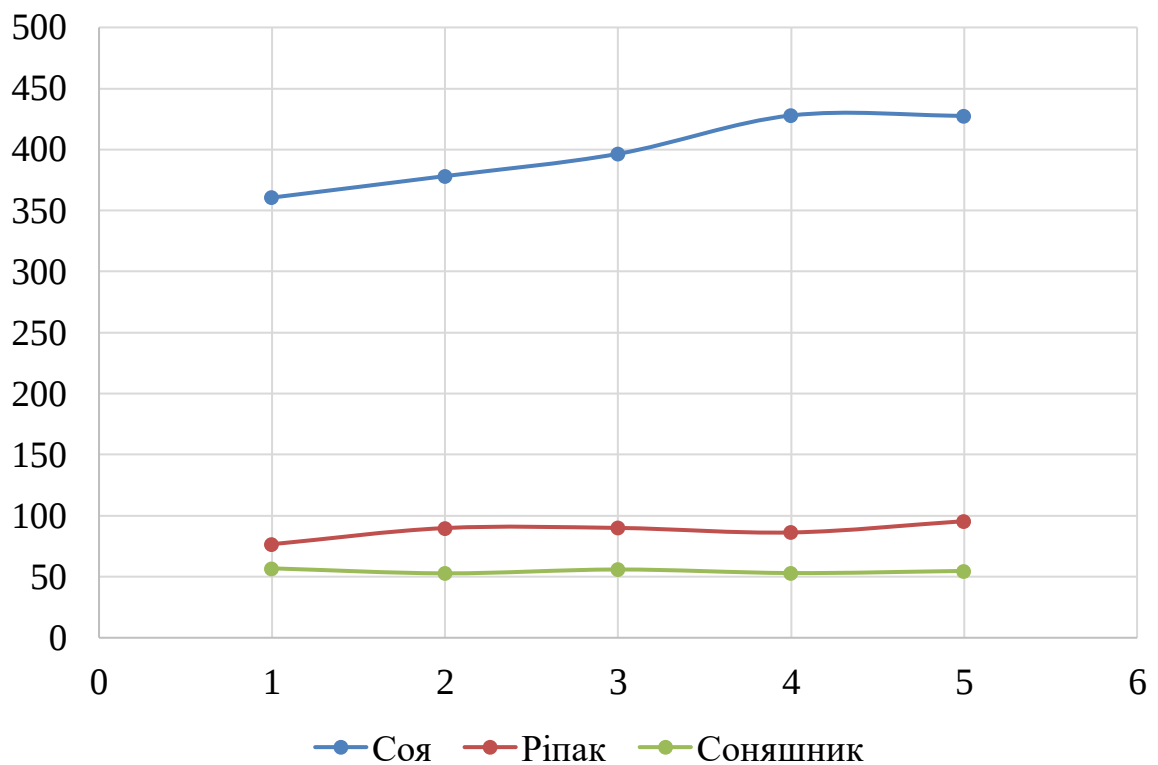


Рисунок 1.1 – Динаміка світового виробництва сої, ріпаку та соняшнику

Джерело: побудовано автором за даними USDA/FAS [1].

Частка ріпаку у виробництві основних олійних культур світу знаходиться в межах 12,5-14,1 % (рис. 1.2), тобто культура зберігає стабільну позицію на світовому ринку.

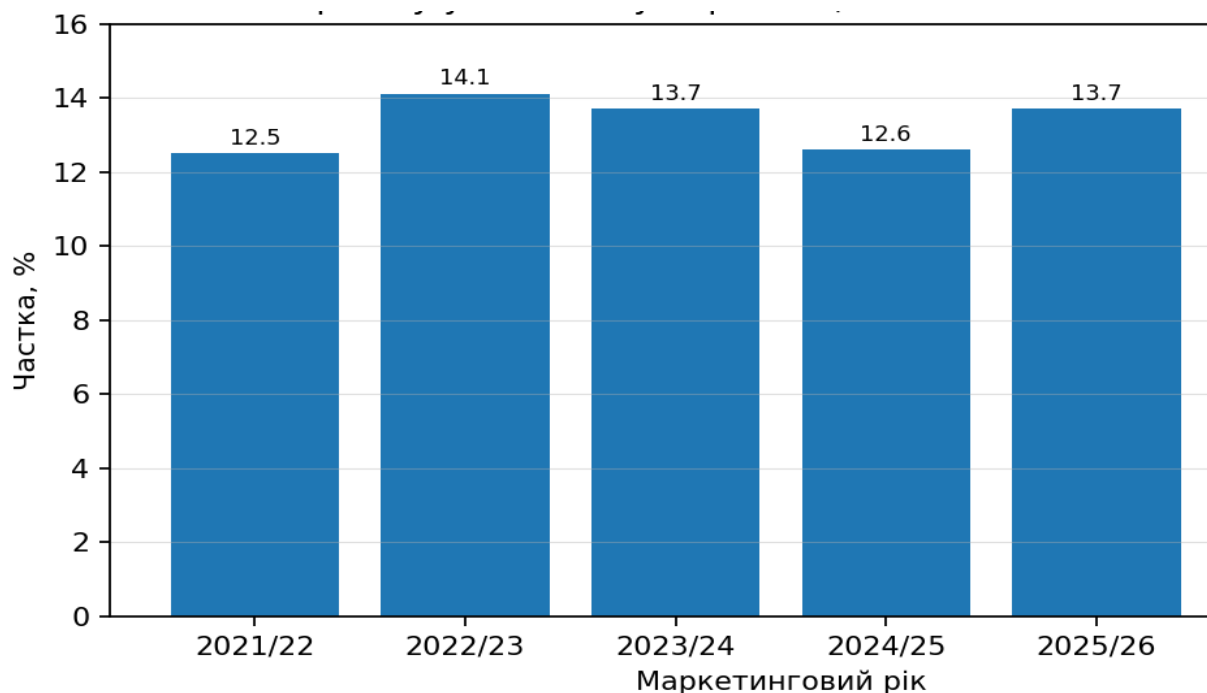


Рисунок 1.2 – Частка ріпаку у світовому виробництві основних олійних культур  
Джерело: розраховано і побудовано автором за даними USDA/FAS [1].

Особливо показовим є те, що світова переробка ріпаку зростає швидше, ніж площі. У 2021/22 МР на переробку було спрямовано 72,01 млн т насіння, а у 2026/27 МР прогнозується вже 91,69 млн т.

Таблиця 1.2 - Основні показники світового балансу ріпаку, млн т

| Маркетинговий рік | Виробництво | Імпорт | Експорт | Переробка | Кінцеві запаси |
|-------------------|-------------|--------|---------|-----------|----------------|
| 2021/22           | 76,65       | 13,9   | 15,0    | 72,01     | 7,3            |
| 2022/23           | 89,86       | 20,07  | 19,8    | 82,11     | 11,0           |
| 2023/24           | 89,97       | 18,3   | 18,6    | 84,68     | 11,9           |
| 2024/25           | 86,26       | 20,00  | 19,8    | 84,61     | 9,9            |
| 2025/26           | 95,51       | 17,6   | 18,1    | 88,72     | 11,8           |

Джерело: складено за даними USDA/FAS [1].

Наведені дані (табл. 1.2) свідчать, про посилення попиту саме на продукти переробки: олію та шрот. Водночас обсяги світового експорту насіння залишаються порівняно стабільними – близько 18-20 млн т за сезон [1].

В Україні ріпак входить до групи основних олійних культур разом із соняшником і соєю. За прогнозом Міністерства аграрної політики та продовольства України, у 2025 р. загальна площа сільськогосподарських культур мала становити понад 23 млн га, з яких 8,892 млн га припадало на олійні культури. Площа під ріпаком ярим і озимим прогнозувалася на рівні 1,167 млн га [3]. У загальній структурі посівів це становить близько 5,1 %, а серед олійних культур - близько 13,1 %.

Таблиця 1.3 – Місце ріпаку в структурі посівних площ України у 2025 р.

| Група культур / культура | Площа, тис. га | Частка в загальній площі, % | Частка серед олійних, % |
|--------------------------|----------------|-----------------------------|-------------------------|
| Зернові та зернобобові   | 11067,00       | 48,1                        | -                       |
| Олійні культури, усього  | 8892,10        | 38,7                        | 100,0                   |
| Соняшник                 | 5171,00        | 22,5                        | 58,2                    |
| Соя                      | 2422,60        | 10,5                        | 27,2                    |
| Ріпак ярий і озимий      | 1167,20        | 5,1                         | 13,1                    |
| Інші культури            | 3000,90        | 13,0                        | -                       |

*Джерело: сформовано автором за даними [3].*

Отже відповідно до наведених даних (рис. 1.3), за площею ріпак поступається соняшнику та сої, однак має значну ринкову вагу.

Q, млн. га

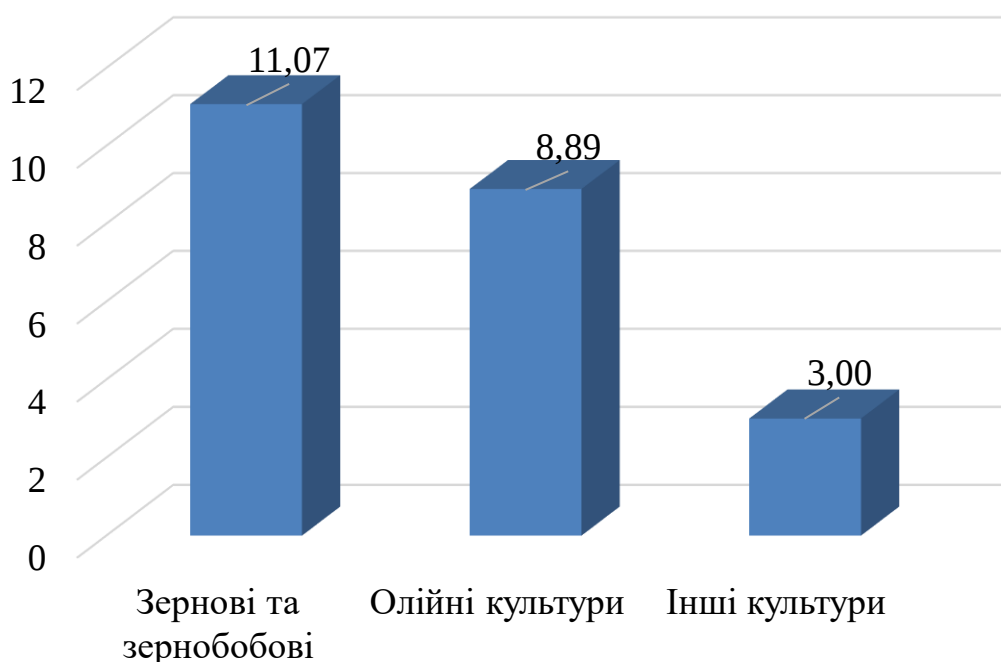


Рисунок 1.3 - Структура посівних площ України у 2025 р.

*Джерело: побудовано автором за даними [3].*

Для аграріїв культура приваблива через раннє збирання, високий попит з боку ЄС та можливість частково диверсифікувати структуру посівів. Водночас у роки з посушливою осінню площі ріпаку можуть скорочуватися, адже для формування якісних сходів культура дуже залежить від запасів вологи у верхньому шарі ґрунту.

## 1.2 Урожайність ріпаку в Україні

Урожайність озимого ріпаку в Україні формується під впливом строків сівби, волого забезпечення восени, стану перезимівлі, системи удобрення та захисту рослин. Для цієї культури дуже важливо, щоб рослини до входження в зиму сформували достатньо розвинену кореневу систему і розетку листків. У разі пізніх або нерівномірних сходів урожайність знижується навіть за нормального весняного догляду.

За оцінками FAS/Kyiv, у 2023/24 МР площа збирання ріпаку в Україні становила 1,435 млн га, виробництво - 4,770 млн т, а середня урожайність - 3,324 т/га. У 2024/25 МР урожай зменшився до 3,576 млн т за урожайності 2,84 т/га. На 2025/26 МР прогнозується подальше зменшення виробництва до 2,760 млн т, що пов'язано зі скороченням площ і нижчою очікуваною урожайністю [4].

Таблиця 1.4 – Площа, виробництво та урожайність ріпаку в Україні

| Маркетинговий рік | Площа збирання, тис. га | Виробництво насіння, тис. т | Урожайність, т/га | Експорт насіння, тис. т | Переробка, тис. т |
|-------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
| 2023/24           | 1435                    | 4770                        | 3,3               | 3702                    | 1060              |
| 2024/25           | 1259                    | 3576                        | 2,8               | 3050                    | 530               |
| 2025/26*          | 1130                    | 2760                        | 2,4               | 2000                    | 750               |

Джерело: складено за даними USDA/FAS, FAS/Kyiv [4]. \*2025/26 – прогноз

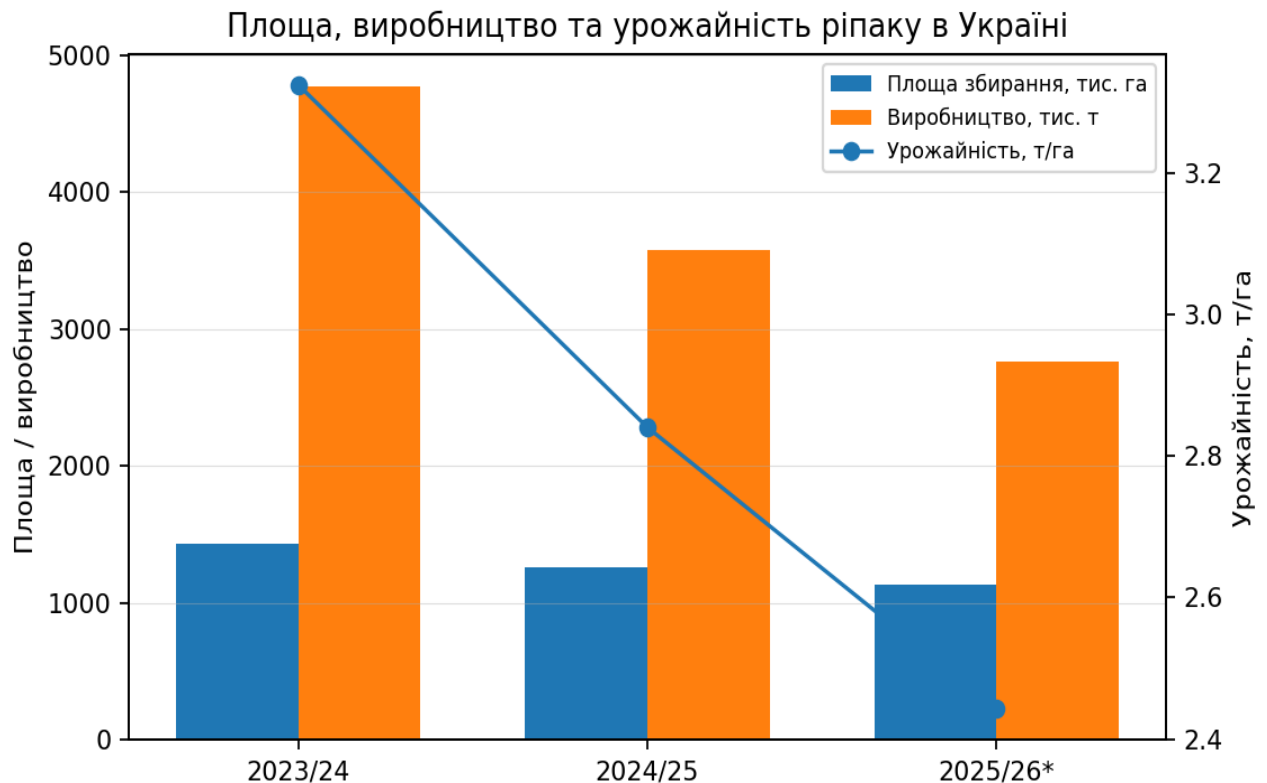


Рисунок 1.4 – Динаміка площі, виробництва та урожайності ріпаку в Україні

Джерело: побудовано автором за даними USDA/FAS, FAS/Kyiv [4].

Наведені дані показують, що найвищий результат за останні аналізовані роки було отримано у 2023/24 МР. Це був період сприятливого поєднання площ, урожайності та попиту. У 2024/25 МР виробництво скоротилося на 1,194 млн т порівняно з попереднім сезоном, а у 2025/26 МР очікується ще нижчий валовий збір. Для України це означає зменшення експортного потенціалу насіння і одночасно підвищення конкуренції між експортерами та переробниками за сировину.

У виробничих умовах високі врожаї ріпаку отримують за дотримання технології: сівба в оптимальні строки, якісний передпосівний обробіток, достатнє забезпечення азотом, сіркою, фосфором і бором, контроль бур'янів, шкідників і хвороб. За інтенсивної технології господарства можуть отримувати понад 3,5-4,0 т/га, однак середній показник по країні часто знижується через посуху, нестачу добрив і нерівномірний рівень технічного забезпечення.

### **1.3 Продукція переробки ріпаку, обсяги виробництва в Україні та за кордоном та її сфери застосування**

Основними продуктами переробки насіння ріпаку є ріпакова олія та ріпаковий шрот. Олія використовується у харчовій промисловості, для виробництва маргаринів, соусів, кулінарних жирів, а також у технічних цілях. Важливим напрямом використання у країнах ЄС є виробництво біодизелю. Шрот і макуха використовуються як білковий корм у тваринництві, особливо у годівлі великої рогатої худоби, свиней і птиці.

У світовій структурі рослинних олій ріпакова олія займає третє місце після пальмової та соєвої. За прогнозом USDA/FAS, у 2026/27 МР світове виробництво ріпакової олії становитиме 37,23 млн т, тоді як пальмової - 81,36 млн т, а соєвої - 74,70 млн т [1]. Таким чином, ріпакова олія має помітне місце у світовому балансі рослинних олій, особливо для Європи.

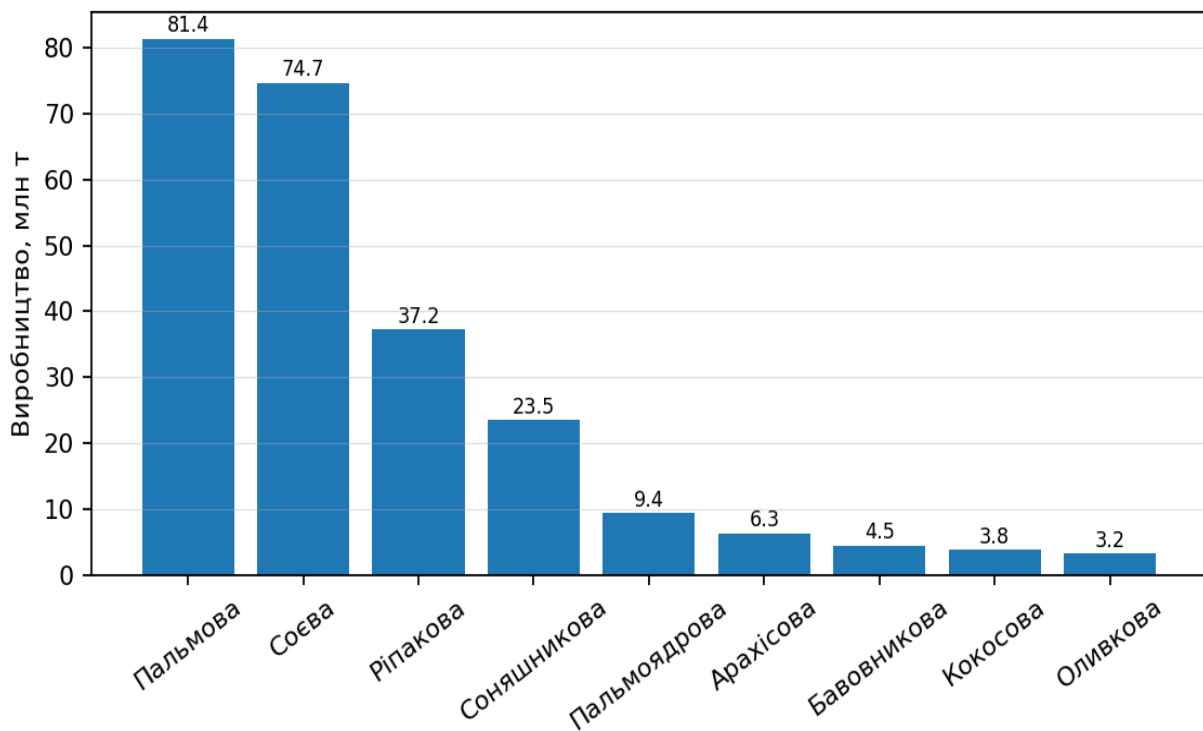


Рисунок 1.5 – Прогнозоване місце ріпакової олії серед основних рослинних олій світу у 2026/27 МР

Джерело: побудовано за даними USDA/FAS [1].

Для України переробка ріпаку поки що менш розвинена, ніж переробка соняшнику. Це пояснюється тим, що насіння ріпаку багато років було зручним експортним товаром, який швидко реалізовувався на ринку ЄС. У даних FAS/Kyiv зазначається (табл. 1.6), що українська олійно-переробна галузь має надлишкові потужності, тому переробники можуть переключатися між соняшником, соєю і ріпаком залежно від маржі та доступності сировини [4].

Таблиця 1.6 – Продукти переробки ріпаку в Україні

| Маркетинговий рік | Переробка насіння, тис. т | Виробництво олії, тис. т | Експорт олії, тис. т | Виробництво шроту, тис. т | Експорт шроту, тис. т |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|
| 2023/24           | 1060                      | 432                      | 428                  | 605                       | 426                   |
| 2024/25           | 530                       | 217                      | 215                  | 301                       | 230                   |

Джерело: складено за даними USDA/FAS, FAS/Kyiv [4].

У 2023/24 МР Україна переробила 1,060 млн т ріпаку, виробила 432 тис. т ріпакової олії та 605 тис. т ріпакового шроту. У 2024/25 МР переробка скоротилася до 530 тис. т, що зумовило зменшення виробництва олії до 217 тис. т.

Ріпакова олія майже повністю орієнтована на експорт, оскільки внутрішнє споживання в Україні є невеликим. Ріпаковий шрот має потенціал для використання в українському тваринництві, однак значна частина також експортується. Для економіки країни переробка ріпаку є вигіднішою порівняно з експортом насіння, оскільки дозволяє отримати продукцію з більшою доданою вартістю.

#### **1.4 Експорт насіння ріпаку та ріпакової олії Україною**

Експорт ріпаку та продуктів його переробки є важливою складовою зовнішньої торгівлі України. Ріпак належить до експортно орієнтованих олійних культур, а попит на нього формується не лише харчовою промисловістю, а й виробництвом біодизелю та кормових компонентів. Для України ця культура має особливе значення, оскільки дає змогу отримувати валютну виручку вже після літнього збирання врожаю і підтримує завантаження підприємств олійно-жирової промисловості.

Україна є важливим постачальником ріпаку на світовий і особливо європейський ринок. Основним напрямом збуту насіння ріпаку є країни Європейського Союзу, де культура використовується для виробництва харчової олії, кормового шроту та біодизелю. За оцінками USDA/FAS, на 2025/26 МР експорт насіння ріпаку з України прогнозувався на рівні 2,0 млн т, що на 34 % менше порівняно з 2024/25 МР [4].

Динаміка експорту насіння ріпаку прямо залежить від урожаю, внутрішньої переробки та цінової ситуації. У 2023/24 МР Україна експортувала 3,702 млн т насіння ріпаку. У 2024/25 МР обсяги експорту знизилися до 3,050

млн т, Така тенденція пов'язана зі скороченням валового збору і зростанням зацікавленості переробників у сировині.

У 2022–2024 роках експорт насіння ріпаку залишався значно більшим за експорт ріпакової олії як у натуральному, так і у вартісному вираженні (табл. 1.7, рис 1.6). Найбільша вартість експорту насіння ріпаку за аналізований період була зафіксована у 2024 році – близько 1,85 млрд дол. США. У цьому ж році фізичний обсяг експорту становив майже 3,88 млн т. Порівняно з 2023 роком це свідчить про помітне відновлення експорту насіння ріпаку після зниження у попередньому році.

Таблиця 1.7 – Експорт насіння ріпаку та ріпакової олії Україною  
у 2022–2024 рр.

| Рік  | Продукт        | Вартість експорту, млн дол. США | Обсяг експорту, тис. т | Частка у загальному експорті товарів, % | Середня експортна ціна, дол./т |
|------|----------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|
| 2022 | Насіння ріпаку | 1540,5                          | 3115,3                 | 3,49                                    | 494,5                          |
| 2022 | Ріпакова олія  | 83,6                            | 65,8                   | 0,19                                    | 1270,1                         |
| 2023 | Насіння ріпаку | 1168,5                          | 3027,0                 | 3,11                                    | 386,0                          |
| 2023 | Ріпакова олія  | 315,9                           | 378,9                  | 0,84                                    | 833,6                          |
| 2024 | Насіння ріпаку | 1850,0                          | 3879,9                 | 4,43                                    | 476,8                          |
| 2024 | Ріпакова олія  | 238,9                           | 270,0                  | 0,57                                    | 884,9                          |

*Джерело: створено автором за даними [5-7]*

Експорт ріпакової олії мав більш нерівномірну динаміку. У 2022 році його вартість становила лише 83,6 млн дол. США, але у 2023 році зросла до 315,9 млн дол. США. У 2024 році показник зменшився до 238,9 млн дол. США. Така динаміка показує, що внутрішня переробка ріпаку в Україні може суттєво змінюватися залежно від урожаю, цінової ситуації, завантаження переробних підприємств і логістичних можливостей.

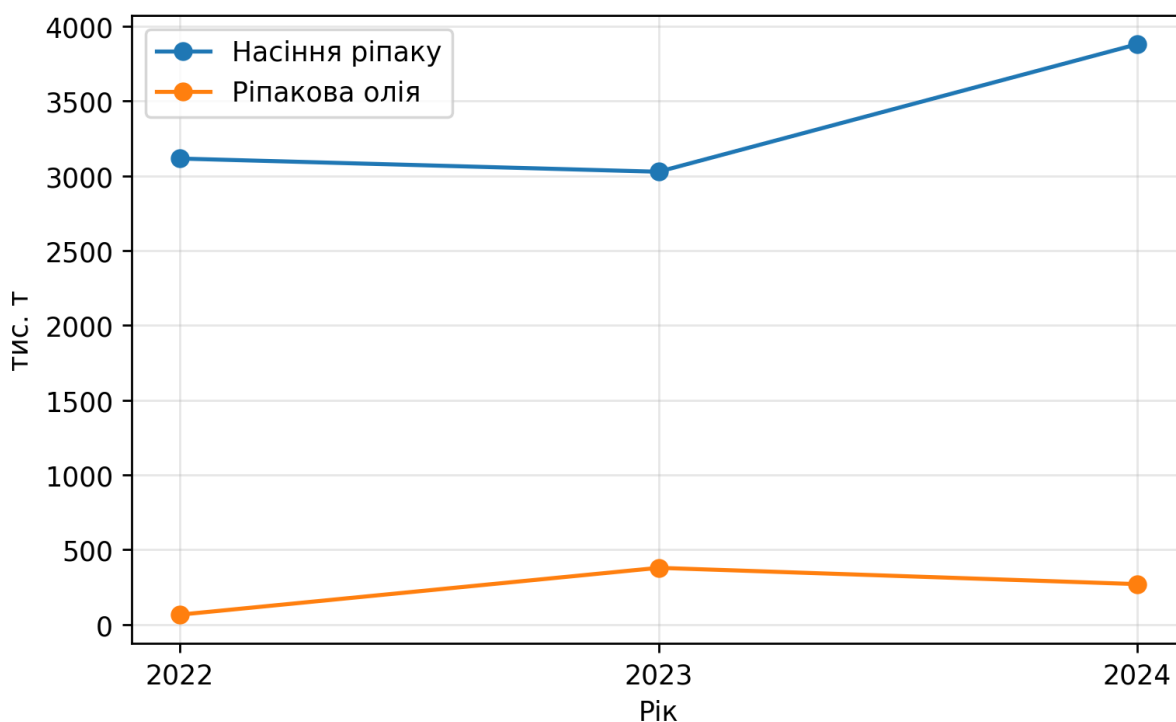


Рисунок 1.6 – Динаміка фізичних обсягів експорту насіння ріпаку та ріпакової олії Україною у 2022–2024 рр.

*Джерело: побудовано автором за даними [5-7]*

З рисунку 1.6 очевидно, що експорт насіння ріпаку має значно більші масштаби, ніж експорт олії. Це означає, що Україна все ще переважно реалізує ріпак як сировину, а не як продукт глибокої переробки. Водночас зростання експорту ріпакової олії у 2023 році показує, що за сприятливих умов внутрішня переробка може швидко збільшуватися.

Загальний експорт товарів України за даними Держстату у 2022 році становив 44,14 млрд дол. США, у 2023 році – 37,58 млрд дол. США, а у 2024 році – 41,73 млрд дол. США [5-6]. На цьому фоні насіння ріпаку та ріпакова олія займали помітне місце в товарній структурі експорту. Сумарна частка цих двох позицій у загальному експорті товарів зросла з 3,68 % у 2022 році до 5,01 % у 2024 році.

У 2024 році частка насіння ріпаку в загальному експорті товарів України становила 4,43 %, тоді як частка ріпакової олії – 0,57 %. Отже, саме експорт насіння формує основну валютну виручку в цьому сегменті. Разом ці товарні

позиції забезпечили понад 2,09 млрд дол. США експортної виручки, що є помітним показником для аграрного експорту України.

Для оцінки рівня переробки важливо порівняти, яку частину сумарної вартості експорту формує насіння ріпаку, а яку – ріпакова олія. У 2022 році олія займала лише близько 5,1 % у сумарній вартості експорту двох позицій. У 2023 році її частка зросла до 21,3 %, що свідчить про значне посилення ролі переробки. Однак у 2024 році частка олії знову знизилася до 11,4 %.

Переважання експорту насіння означає, що значна частина доданої вартості створюється вже за межами України. Якщо ріпак переробляється всередині країни, то крім олії отримується також ріпаковий шрот, який може використовуватися як білковий корм у тваринництві або експортуватися. Тому нарощування внутрішньої переробки ріпаку є перспективним напрямом, особливо за наявності стабільної сировинної бази та доступної логістики.

Середня експортна ціна насіння ріпаку у 2022 році становила близько 494,5 дол. США/т, у 2023 році знизилася до 386,0 дол. США/т, а у 2024 році підвищилася до 476,8 дол. США/т. Для ріпакової олії середня ціна була значно вищою: 1270,1 дол. США/т у 2022 році, 833,6 дол. США/т у 2023 році та 884,9 дол. США/т у 2024 році. Це підтверджує, що перероблена продукція має вищу вартість за одиницю маси, ніж сировина.

Для ріпакової олії ситуація була іншою. У 2023 році її експорт різко зріс у натуральному вираженні, але середня ціна знизилася. У 2024 році фізичний обсяг експорту олії зменшився, однак середня ціна дещо підвищилася. Це свідчить про високу залежність експорту продуктів переробки ріпаку від зовнішнього ринку та поточного рівня внутрішньої переробки.

Враховуючи нові законодавчі акти, якими було введено мито на експорт насіння ріпаку, ринок в кінці 2025 року сповільнився. Це дало можливість зменшити обсяги експорту та спонукати продавати насіння ріпаку вітчизняним переробним підприємствам. Що в перспективі повинно призвести до зростання експорту олії ріпаку, яка має значно більшу додану вартість, у порівнянні із насінням.

### 1.5 Обґрунтування теми дипломного проєкту

Ріпак озимий займає важливе місце у світовому та українському виробництві олійних культур. У світі він формує близько 13-14 % виробництва основних олійних культур, а ріпакова олія є третьою за обсягами виробництва серед основних рослинних олій після пальмової та соєвої. В Україні ріпак займає близько 5 % загальної посівної площі та близько 13 % площі олійних культур.

Український ріпак має чітко виражену експортну спрямованість, особливо на ринок ЄС. Проте перспективним напрямом є збільшення внутрішньої переробки, оскільки експорт олії та шроту створює більшу додану вартість. Основними обмеженнями для стабільного виробництва залишаються посушливі умови під час осінньої сівби, нестача вологи, коливання цін і залежність від зовнішнього попиту.

Урожайність ріпаку в Україні залишається нестабільною. У 2023/24 МР вона становила 3,324 т/га, у 2024/25 МР знизилася до 2,84 т/га [4]. Це свідчить про високу залежність культури від погодних умов, стану посівів і рівня дотримання технології вирощування.

Озимий ріпак є важливою олійною та експортною культурою для України, але його врожайність значною мірою залежить від дотримання технології вирощування. Одним із найважливіших елементів технології вирощування озимого ріпаку є система удобрення. Ріпак має високу потребу в елементах живлення, особливо в азоті, фосфорі, калії, сірці та борі. При цьому важливо не лише правильно визначити норму добрив, а й забезпечити їх рівномірне внесення по всій площі поля. Нерівномірний розподіл добрив призводить до строкатого розвитку рослин: на одних ділянках спостерігається нестача живлення, а на інших – його надлишок. У результаті знижується ефективність використання добрив і можливий недобір урожаю. У зв'язку з цим доцільним напрямом роботи є удосконалення розкидаючого органу розкидача добрив, що дасть змогу забезпечити більш якісний розподіл гранул

по ширині захвату. Покращення рівномірності внесення добрив дозволить вирівняти розвиток рослин, підвищити ефективність використання мінерального живлення та створити умови для зростання урожайності озимого ріпаку. Крім того, це має економічне значення, оскільки добрива займають значну частку у витратах на вирощування культури, а їх нераціональне використання знижує прибутковість виробництва.

Саме тому метою дипломної роботи є обґрунтування технології вирощування ріпаку озимого та підвищення ефективності внесення мінеральних добрив за рахунок удосконалення конструкції розкидача добрив.

Для досягнення вказаної мети в проєкті виконували такі завдання:

1. Проаналізувати обсяги вирощування ріпаку озимого та виробництва ріпакової олії.
2. Розробити план механізованих робіт вирощування ріпаку озимого.
3. Запропонувати технічне рішення щодо вдосконалення конструкції робочого органу розкидача мінеральних добрив.
4. Навести вимоги безпеки при проведенні технологічної операції з внесення мінеральних добрив.
5. Виконати розрахунки щодо економічної ефективності проєкту.

## **2. ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО**

### **2.1 Аналіз технологій вирощування ріпаку**

Ріпак озимий є культурою інтенсивного типу, тому його врожайність значною мірою залежить від правильного поєднання всіх елементів технології: вибору попередника, обробітку ґрунту, строків сівби, удобрення, захисту рослин та своєчасного збирання. Як було встановлено у першому розділі, ріпак має важливе місце у структурі олійних культур України та є експортно орієнтованою культурою, тому підвищення ефективності його вирощування має як виробниче, так і економічне значення.

Ефективна технологія вирощування озимого ріпаку повинна забезпечити дружні сходи восени, добрий розвиток кореневої системи, оптимальний стан рослин перед входженням у зиму та рівномірний розвиток посівів навесні. За рекомендаціями виробничої технології, підготовка ґрунту може включати лущення або дискування стерні, внесення добрив, оранку на 22-25 см або глибше розпушування, передпосівну культивуацію, сівбу на глибину 2-3 см і прикочування.

За рівнем інтенсивності технології вирощування ріпаку можна умовно поділити на три основні групи: екстенсивну, традиційну та інтенсивну. Екстенсивна технологія передбачає мінімальні витрати, але при цьому має більший ризик нерівномірних сходів, слабкого розвитку рослин і нижчої врожайності. Традиційна технологія є більш збалансованою, проте не завжди забезпечує повну реалізацію потенціалу культури. Найкращі результати дає інтенсивна технологія, яка поєднує якісну підготовку ґрунту, збалансоване удобрення, точну сівбу та своєчасний захист рослин.

Найкращі результати забезпечує не просто збільшення кількості операцій, а їх якісне виконання. Наприклад, навіть за достатньої норми добрив нерівномірне внесення може призводити до строкатого розвитку рослин,

зниження ефективності живлення і недобору врожаю. Тому в інтенсивній технології особливу увагу потрібно приділяти як агрономічним заходам, так і технічному стану машин.

У дослідженнях Шкатули Ю. М. та Дідика О. А. зазначено, що мінеральні добрива є основою інтенсивної технології вирощування озимого ріпаку і займають значну частку у структурі витрат. У досліді найвища врожайність насіння ріпаку становила 3,94 т/га за використання комплексної системи удобрення та позакореневого підживлення, що на 2,38 т/га більше порівняно з контролем без добрив [8].

Отже, для подальшого проектування технології вирощування озимого ріпаку доцільно прийняти інтенсивну або ресурсозберігаючу інтенсивну технологію. Її суть полягає у використанні якісної підготовки ґрунту, збалансованого удобрення, точного висіву, своєчасного захисту рослин і якісного внесення мінеральних добрив. Саме тому подальше удосконалення розкидача добрив є логічним напрямом роботи.

## **2.2 Вплив мінеральних добрив на врожайність ріпаку**

Озимий ріпак належить до культур з високою потребою в елементах живлення. Для формування врожаю він активно використовує азот, фосфор, калій, сірку, магній, бор та інші мікроелементи. Особливо важливе значення має азот, оскільки він впливає на формування листкової поверхні, кількість пагонів, стручків і насіння. Разом із цим ріпак дуже чутливий до нестачі сірки, тому азотне живлення повинно поєднуватися із сірковмісними добривами.

За даними FiBL, у традиційному вирощуванні озимий ріпак поглинає близько 140 кг азоту на 1 га для отримання врожайності 35 ц/га [13]. У дослідженні [9] також зазначено, що озимий ріпак має високі вимоги до азоту і сірки, а найкращий вплив на врожайність у досліді мало поєднання підвищеної норми азоту із сіркою.

Вплив різних варіантів удобрення на врожайність ріпаку за результатами досліджень Шкатули Ю. М. та Дідика О. А. наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вплив мінеральних добрив на врожайність озимого ріпаку

| Варіант удобрення                                                              | Урожайність,<br>т/га | Приріст до<br>контролю,<br>т/га |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------|
| Контроль, без добрив                                                           | 1,56                 | -                               |
| Комплексне мінеральне добриво                                                  | 2,37                 | 0,81                            |
| Комплексне добриво + КАС                                                       | 3,14                 | 1,58                            |
| Комплексне добриво + КАС +<br>мікродобриво                                     | 3,52                 | 1,96                            |
| Комплексне добриво + КАС +<br>мікродобрива у фазу стеблування і<br>бутонізації | 3,94                 | 2,38                            |

Джерело: сформовано за даними [8].

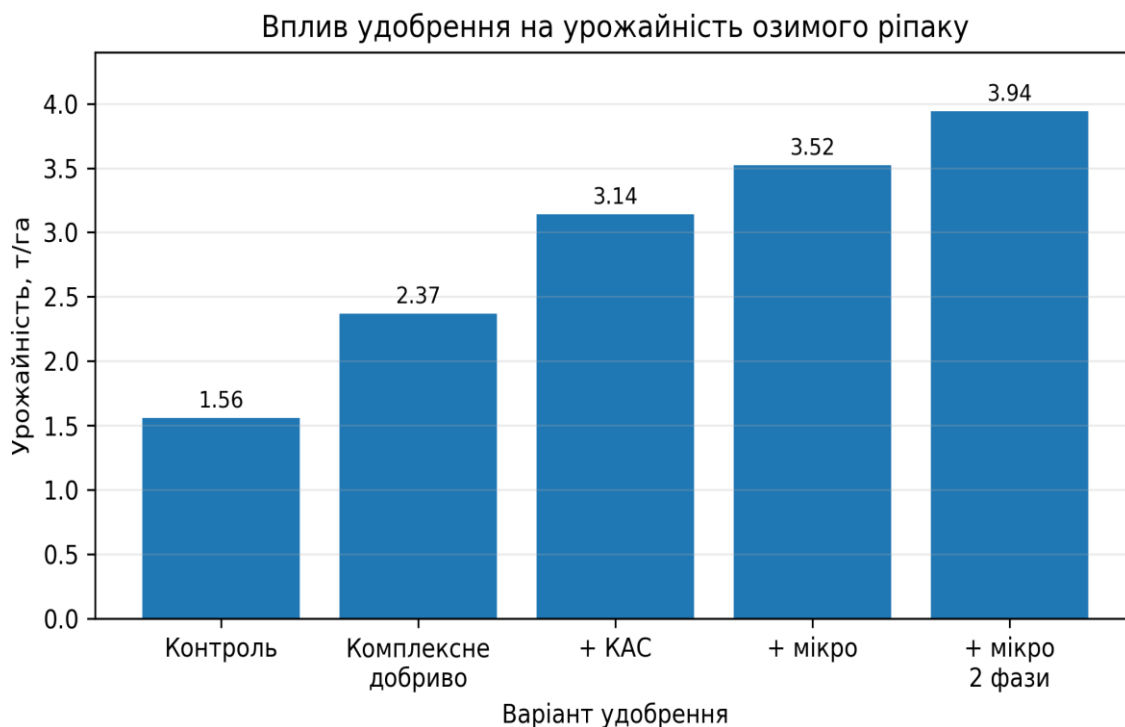


Рисунок 2.1 – Вплив удобрення на урожайність озимого ріпаку

Джерело: побудовано автором за даними [1].

З даних таблиці 2.1 видно, що удобрення є одним із головних чинників підвищення врожайності озимого ріпаку. Без добрив урожайність становила лише 1,56 т/га, тоді як за комплексної системи живлення вона зростає до 3,94 т/га. Це показує, що ріпак добре реагує на збалансоване внесення елементів живлення.

Однак важливо враховувати не тільки норму внесення добрив, а й якість їх розподілу по полю. Якщо добрива вносяться нерівномірно, на полі утворюються ділянки з різним рівнем живлення. На одних ділянках рослини можуть відставати у рості через нестачу елементів, а на інших - надмірно розвивати вегетативну масу. Це призводить до нерівномірного дозрівання, погіршення умов збирання та зниження ефективності використання добрив.

У науково-практичних рекомендаціях щодо внесення добрив під ріпак наголошується, що ріпак має високі вимоги до азоту, калію, сірки та бору (табл. 2.2), а оптимальна техніка внесення добрив повинна забезпечувати цілеспрямоване і точне удобрення [16]. Тому якісна робота розкидача мінеральних добрив є важливою умовою реалізації потенціалу культури.

Таблиця 2.2 – Орієнтовна система удобрення озимого ріпаку

| Період внесення                             | Вид добрив                           | Мета внесення                                                  |
|---------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Перед основним або передпосівним обробітком | Фосфорні та калійні добрива          | Формування кореневої системи, підготовка рослин до перезимівлі |
| Осінь, за потреби                           | Бор, мікроелементи                   | Покращення розвитку точки росту і кореневої шийки              |
| Ранньовесняне підживлення                   | Азотні добрива, за потреби із сіркою | Відновлення вегетації, формування листкової маси               |
| Фаза стеблуння                              | Азотне або комплексне підживлення    | Підтримання росту рослин і формування генеративних органів     |
| Фаза бутонізації                            | Мікродобрива, бор, магній, сірка     | Покращення цвітіння, формування стручків і насіння             |

*Джерело: складено автором за технологічними рекомендаціями [13; 16].*

Норми добрив у конкретному господарстві потрібно уточнювати за результатами агрохімічного аналізу ґрунту, запланованої врожайності та забезпеченості поля поживними речовинами. Для теми даної роботи особливо важливо, що ефективність удобрення залежить від рівномірності внесення, тому удосконалення розкидаючого органу розкидача добрив є практично доцільним.

### **2.3 Вплив основного обробітку ґрунту на врожайність ріпаку озимого**

Основний обробіток ґрунту під озимий ріпак повинен створити умови для швидкого проростання насіння, розвитку потужної кореневої системи та накопичення вологи. Ріпак має стрижневий корінь, тому ущільнення ґрунту або наявність плужної підшви може негативно впливати на розвиток рослин. Разом із тим надмірне пересушування ґрунту під час обробітку також небажане, особливо в умовах посушливої осені.

У дослідженнях Гаро І. М. встановлено, що спосіб і глибина основного обробітку ґрунту під ріпак озимий впливали насамперед на щільність ґрунту. За дискування на 12-14 см щільність ґрунту протягом вегетації була більшою на 0,12-0,13 г/см<sup>3</sup> порівняно з оранкою на 25-27 см [10].

Результати інших досліджень також показують, що оранка на 25-27 см забезпечувала дещо вищу врожайність порівняно з дискуванням (рис. 2.2). Зокрема, за даними дослідів, при дискуванні на 12-14 см середня врожайність становила 1,63 т/га, а за оранки на 25-27 см - 1,70 т/га. Найвищу врожайність 1,9 т/га було отримано за оранки та звичайного рядкового способу сівби з міжряддям 15 см [11].

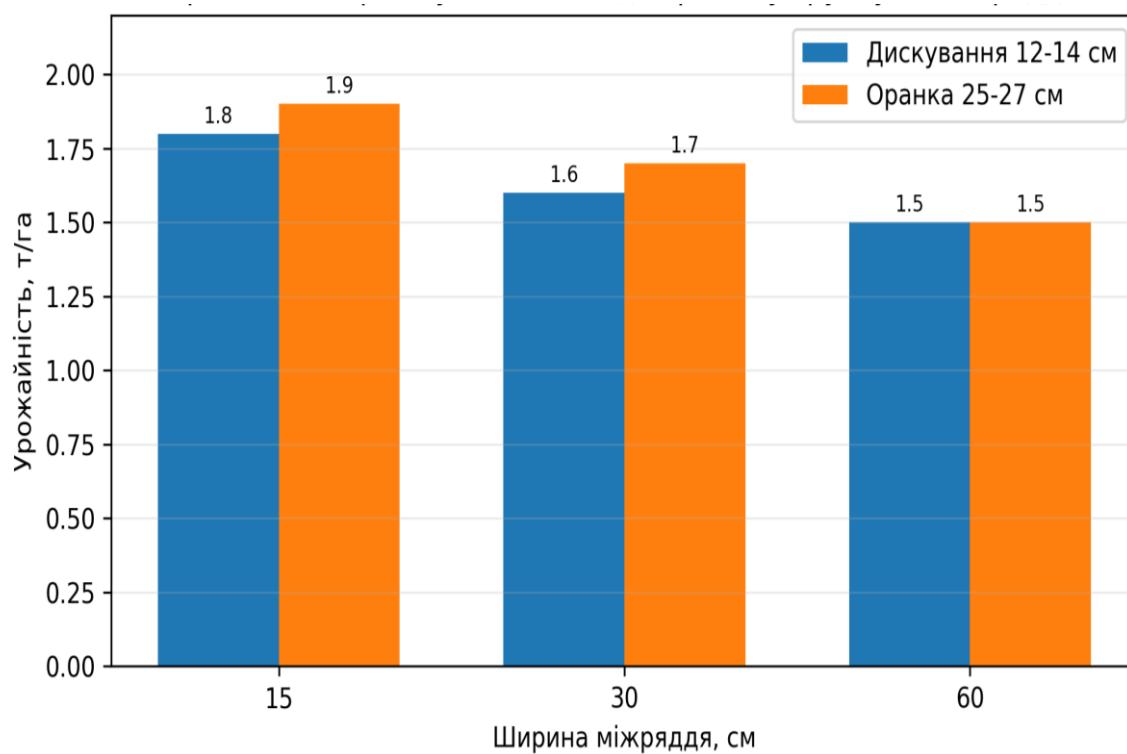


Рисунок 2.2 – Урожайність ріпаку залежно від обробітку ґрунту та ширини міжряддя

*Джерело: побудовано автором за даними [11].*

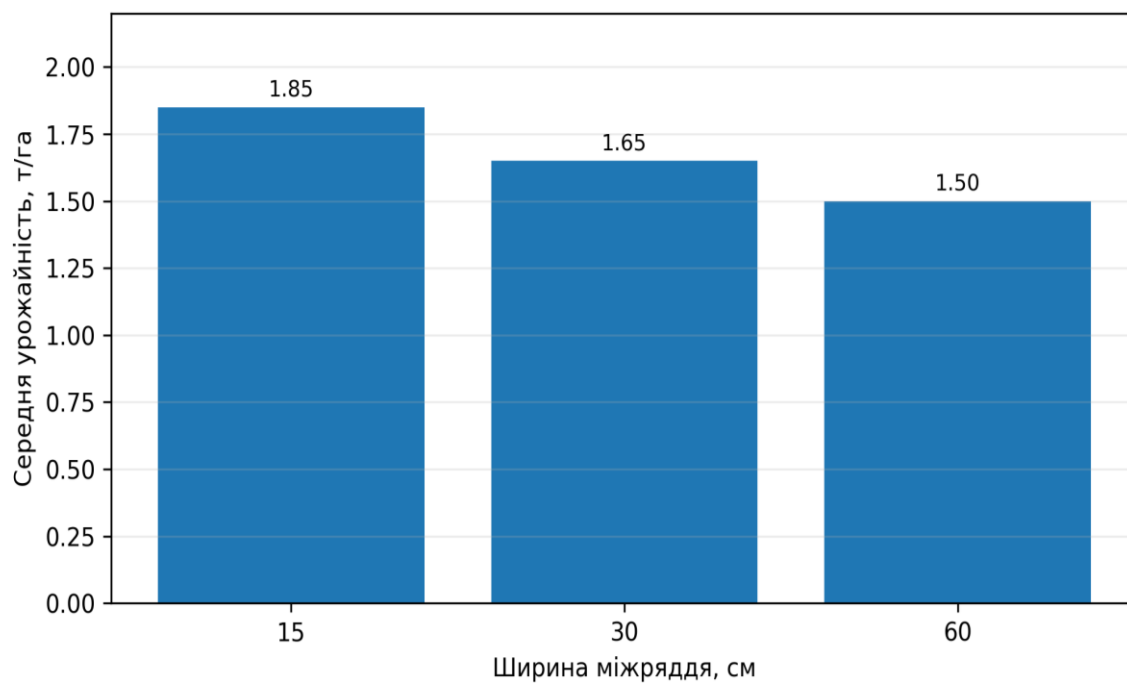


Рисунок 2.3 – Середня урожайність ріпаку залежно від ширини міжряддя

*Джерело: розраховано і побудовано автором за даними [4].*

З рисунків 2.-2.3 видно, що різниця між оранкою та дискуванням була не дуже великою, але оранка мала певну перевагу. Водночас не можна однозначно стверджувати, що оранка завжди є найкращим варіантом для всіх господарств. Вибір системи обробітку повинен залежати від типу ґрунту, попередника, запасів вологи, наявності рослинних решток і технічного забезпечення господарства.

Для озимого ріпаку важливо отримати дрібно грудкуватий і вирівняний посівний шар. Насіння ріпаку дрібне, тому за грубої підготовки ґрунту воно може потрапляти на різну глибину, що призводить до нерівномірних сходів. З іншого боку, надмірно розпушений ґрунт без прикочування може швидко втрачати вологу. Тому передпосівний обробіток має забезпечити щільне насіннєве ложе і достатньо пухкий верхній шар.

Тому розробка технології вирощування ріпаку озимого потребує ретельного планування з врахуванням всіх вказаних факторів.

## **2.4 Розробка плану механізованих робіт вирощування ріпаку**

Розробка технологічної карти передбачає вирощування ріпаку озимого на площі 174 га. Складання цієї карти будемо виконувати за відомою методикою [17]. Запланована врожайність становить 3,0 т/га, тому очікуваний валовий збір насіння складає 522 т. У карті наведено 20 основних технологічних операцій, які охоплюють увесь цикл вирощування культури: від основного обробітку ґрунту до збирання та перевезення насіння на тік.

Першим етапом технології є глибоке рихлення на 26–28 см агрегатом Fendt 936 Vario + Bednar Terraland TO 4000. Ця операція спрямована на розушільнення ґрунту, покращення водопроникності та створення сприятливих умов для розвитку кореневої системи ріпаку. Вона є однією з найбільш енергоємних, оскільки витрати палива на її виконання становлять 2401,2 кг.

Після цього проводиться передпосівна культивация на глибину 4–5 см агрегатом John Deere 8320R + Lemken Korund 8/750. Її мета – вирівняти

поверхню поля, сформувати посівне ложе та підготувати ґрунт до якісної сівби. Витрати палива на цю операцію становлять 661,2 кг.

Сівба ріпаку виконується агрегатом John Deere 8320R + Horsch Pronto 6 DC з одночасним внесенням добрив. Обсяг робіт становить 174 га, а витрати палива – 748,2 кг. Перед сівбою передбачено завантаження амофосу, насіння та перевезення насіння і добрив до поля. Це дозволяє забезпечити безперервну роботу посівного агрегату в оптимальні строки.

Важливе місце в технологічній карті займає система удобрення. Вона включає внесення сульфату амонію восени, а також два весняні підживлення аміачною селітрою. Для внесення мінеральних добрив використовується агрегат ХТЗ-150-05-09 + РУ-7000. Застосування такого розкидача дає змогу забезпечити більш рівномірний розподіл добрив по поверхні поля, що є особливо важливим для ріпаку озимого, оскільки культура дуже чутлива до рівня мінерального живлення.

Для захисту посівів передбачено внесення робочого розчину у фазі 4–6 листків, обробку фунгіцидом у фазі цвітіння та десикацію перед збиранням. Ці операції виконує самохідний обприскувач Amazone Pantera 4503. Його висока продуктивність, 32 га/год або 224 га за зміну, дозволяє швидко виконувати обробки у потрібні агротехнічні строки.

Збирання насіння виконується комбайном Claas Lexion 670 із жаткою Vario 770. За врожайності 3,0 т/га обсяг зібраної продукції становить 522 т. Операція збирання є найбільш витратною за паливом – 4437 кг. Перевезення насіння на тік здійснюється автомобілем МАЗ-6501 на відстань 5 км, при цьому обсяг транспортної роботи становить 2610 т·км.

Найбільша частка витрат палива припадає на збирання насіння, глибоке рихлення та перевезення насіння на тік. Це пояснюється високою енергоємністю цих операцій і значним обсягом виконуваних робіт. Водночас операції з внесення добрив та захисту рослин мають менші витрати палива, але їх значення для формування врожаю є дуже важливим.

Після вибору складу агрегату визначають його продуктивність. Для першої операції технологічної карти приймаємо такий склад машинно-тракторного агрегату: трактор Fendt 936 Vario у агрегаті з глибокорозпушувачем Bednar Terraland TO 4000. Операція виконується на площі 174 га. Глибина обробітку становить 26–28 см. За технологічною картою змінний виробіток агрегату прийнято 21,70 га/зм, тривалість зміни – 7 год, а тривалість роботи протягом доби – 14 год.

Якщо у технологічній карті відома норма виробітку за зміну, то годинну продуктивність можна знайти діленням змінного виробітку на тривалість зміни [17].

Отже годинну продуктивність розраховуємо за виразом:

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

де  $W_{год}$  – виробіток агрегату за годину змінного часу, га/год;  $W_{зм}$  – нормативне значення виробітку МТА за зміну, га/зм;  $T_{зм}$  – тривалість робочої зміни, год.

Для більшості польових операцій тривалість робочої зміни приймають на рівні 7 год. Для робіт, пов'язаних із внесенням добрив або застосуванням засобів захисту рослин, зміну скорочують до 6 год.

Для обраного агрегату для обробітку ґрунту:

$$W_{год} \frac{21,7}{7} = 3,12 \text{ га} / \text{год}$$

Отже, за одну годину роботи агрегат Fendt 936 Vario + Bednar Terraland TO 4000 може виконати приблизно 3,10 га глибокого рихлення.

Далі визначаємо добовий виробіток агрегату. Оскільки операція не пов'язана із внесенням пестицидів або добрив, тривалість роботи протягом доби приймаємо 14 год:

Добову продуктивність МТА визначають за виразом:

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

де  $W_{доб}$  – виробіток агрегату за добу, га/добу, т/добу;

$T_{\text{доб}}$  – тривалість виконання роботи МТА протягом доби, год.

$$W_{\text{доб}} = 3,1 \cdot 14 = 43,4 \text{ га/добу}$$

Тобто за добу один агрегат може виконати глибоке рихлення на площі 43,40 га.

Необхідну кількість агрегатів визначаємо з урахуванням загального обсягу робіт, добового виробітку та кількості днів, відведених на виконання операції за виразом [17]:

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

де  $n$  – потрібна кількість агрегатів (для вчасного проведення всього обсягу робіт), од.;  $Q$  – обсяг робіт, га;  $D_p$  – тривалість (відповідно до агровимог) виконання операції, діб.

Отже для операції комбінованого обробітку (розпушування) маємо:

$$n = \frac{174}{43,4 \cdot 5} = 0,8$$

Після округлення приймаємо 1 агрегат. Отже, одного агрегату Fendt 936 Vario + Bednar Terraland TO 4000 достатньо для виконання глибокого рихлення на площі 174 га у встановлені строки.

Питомі затрати праці визначаємо за кількістю працівників, які одночасно обслуговують агрегат, та його годинною продуктивністю:

$$H_n = \frac{m_{\text{мех}} + m_{\text{дон}}}{W_{\text{год}}},$$

де  $H_n$  – питомі затрати праці на виконання технологічної операції, люд.-год/га;

$m_{\text{мех}} + m_{\text{дон}}$  – кількість працівників (основних та додаткових за потреби), люд.

Для глибокого рихлення агрегат одночасно обслуговує один механізатор:

$$H_n = \frac{1}{3,1} = 0,32 \text{ люд.-год/га}$$

Загальні затрати праці на всю площу визначаємо множенням питомих затрат праці на обсяг робіт:

$$H_{\text{заг}} = H_n \cdot Q$$

$$H_{\text{заг}} = 0,32 \cdot 174 = 56,13 \text{ люд.-год.}$$

Оскільки робота виконується у дві зміни, у технологічній карті можна передбачити 2 механізатори, тобто по одному на кожну зміну. Але при розрахунку питомих затрат праці враховується один механізатор, який безпосередньо працює з агрегатом у даний момент часу.

Загальну витрату палива визначаємо за питомою витратою на 1 га з врахування обсягу робіт (га, т.) за формулою:

$$G = g \cdot Q,$$

де  $G$  – загальна витрата палива на виконання технологічної операції, кг;

$g$  – питомі витрати палива, кг/га.

$$G = 13,8 \cdot 174 = 2401,20 \text{ кг.}$$

Загальну кількість нормативних змін визначаємо як відношення обсягу робіт до змінного виробітку агрегату за формулою:

$$H_{\text{зм}} = \frac{Q}{T_{\text{зм}} \cdot W_{\text{год}}} = \frac{Q}{W_{\text{зм}}} \quad (2.6)$$

де  $H_{\text{зм}}$  – загальна кількість нормо-змін;  $Q$  – сумарний обсяг виконання операції, га, т.;  $W_{\text{зм}}$  – виробіток за зміну МТА, га/зм, т/зм.

Отже маємо:

$$H_{\text{зм}} = \frac{174}{21,7} = 8,02 \text{ нормо-зміни}$$

Отже, для виконання глибокого рихлення ґрунту на площі 174 га достатньо одного агрегату Fendt 936 Vario + Bednar Terraland TO 4000. За добового виробітку 43,40 га операцію можна виконати приблизно за 4 доби, що відповідає встановленому агротехнічному строку. Загальна витрата палива становить 2401,20 кг, а затрати праці – 56,13 люд.-год.

Виконуємо розрахунки для всіх технологічних операцій запланованих для виконання при вирощуванні ріпаку озимого на площі 174 га, а одержані результати формуємо у вигляді таблиці в додатку А.

Висновки до розділу. Розроблена технологічна карта вирощування ріпаку озимого на площі 174 га включає повний комплекс механізованих робіт, необхідних для отримання запланованого врожаю. За прийнятої врожайності 3,0 т/га очікуваний валовий збір насіння становить 522 т. Загальні витрати палива за технологічною картою становлять 6912,75 кг, або 39,7 кг/га. Найбільш енергоємними операціями є збирання насіння, глибоке рихлення та збирання продукції. Загальні затрати праці становлять 250,85 люд.-год, на одиницю виконаної роботи – 1,76 люд.-год/га.

### 3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОЗКИДАЧА ДОБРИВ

#### 3.1 Патентний огляд існуючих конструкцій

Відоме технічне рішення, наведене в авторському свідоцтві № 873930, у якому для підвищення якості внесення мінеральних добрив запропоновано певні конструктивні зміни (рис. 3.1). Дане рішення належить до галузі сільськогосподарського машинобудування, зокрема до машин, призначених для внесення мінеральних добрив.

Відомий пневмо відцентровий робочий орган для розсіву сумішей мінеральних добрив, що складається з відцентрового диска з лопатками, під яким установлені сопла, зорієнтовані в напрямку сходу добрив. Над всім диском установлений кожух, що служить повітряним каналом 2.

Недолік цього пристрою його більша енергоємність і можливість використання лише для обмеженої ширини розсіву.

Найбільш близьким до винаходу є пневмовідцентровий робочий орган розкидача, що включає відцентровий диск із лопатками й сполучений з туконапрямлячем повітровід 2. Недолік відомого пристрою - установка кожуха туконапрямляча над всім диском, що викликає необхідність орієнтувати повітряний потік у всіх напрямках зльоту часток з відцентрового диска. Це вимагає великої витрати повітря.

Крім того, повітряні потоки виходять із сопів, розташованих під диском, у простір великого обсягу, обмежене кожухом, і швидко втрачають свою швидкість, а отже й свій вплив на частки добрив. Замкнутий контур пристрою обмежує, ширину розсіву добрив. Конструктивні параметри пристрою не дозволяють регулювати розкидач на якісний розсів сумішей добрив і змінювати їхню ширину розсіву. Ціль винаходу - підвищення якості розсіву добрив.

Зазначена мета досягається тим, що повітровід і туконапрямлювач установлено тангенціально до відцентрового диска, а довжина дна повітроводу

менше довжини верхньої стінки туконапрямляча, причому останній поставлений заслінкою, що встановлена шарнірно на його верхній стінці.

На рис. 3.1 зображений пристрій, вид збоку; на рис. 3.2 - те ж, вид зверху. Пристрій складається з відцентрового диска 1 з лопатками, частково поміщеного в кожух 2, туконапрямляча 3 і повітропроводу 4. Повітровід 4 і туконапрямляч 3 встановлений тангенціально до відцентрового диска 1.

Довжина дна 5 повітропроводу 4 менше довжини верхньої стінки 6 туконапрямляча 3. Туконапрямляч 3 оснащений заслінкою 7, що шарнірно встановлена на його верхній стінці 6. Туконапрямляч 3 від'єднаний від повітропроводу 4 стінкою 8.

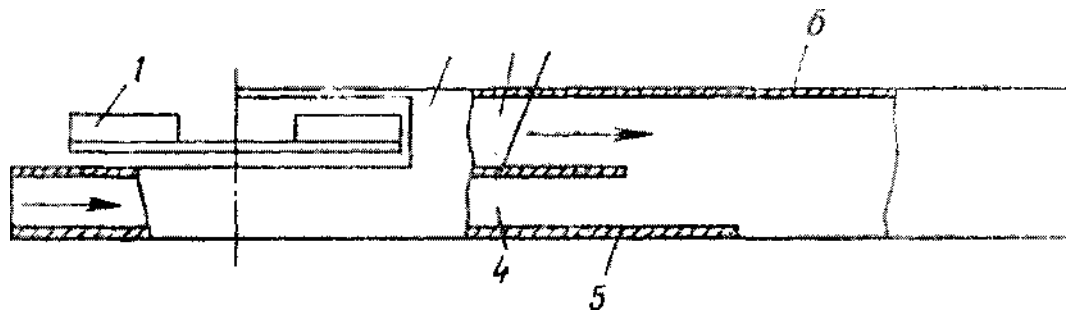


Рисунок 3.1 – Пневмовідцентровий робочий орган (вид збоку): 1 - відцентровий диск; 2 – кожух; 3 - туконапрямляч; 4 –повітропровід; 5 – днище повітропроводу; 6 –верхня стінка.

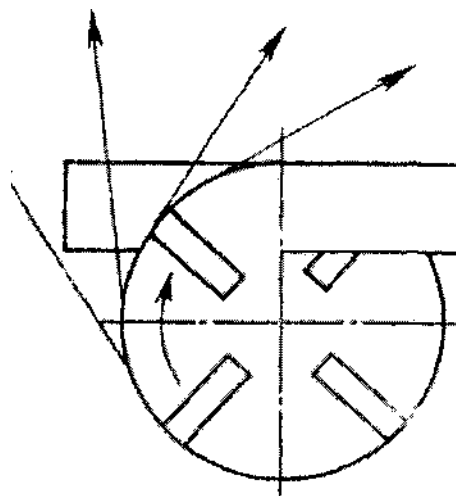


Рисунок 3.2 – Пневмовідцентровий робочий орган (вид зверху).

Пристрій працює в такий спосіб. Частина добрив під дією відцентрових сил сходить із диска 1 у кожух 2 і переміщається по туконапрямлячу 3 за межі стінки 8, змішується з потоком повітря, що надходить по повітроводу 4, і розсіюється по поверхні поля. Інша частина добрив сходить із диска 1 за межі кожуха 2 і розсіюється по поверхні поля тільки під впливом відцентрових сил у безпосередній близькості від розкидача.

Зміною довжини дна 5 можна відрегулювати початок розсіву суміші мінеральних добрив з кожуха, так щоб зони розсіву суміші мінеральних добрив їхнього кожуха й під впливом відцентрових сил перекривалися в необхідному місці.

Цим досягається рівномірний розсів по поверхні поля як всієї суміші, так і окремих її компонентів. Встановлюючи під відповідним кутом до вертикальної осі заслінку 7, можна регулювати ширину й рівномірність розсіву суміші мінеральних добрив з кожуха у вилученій від розкидача зоні. Пневмовідцентровий робочий орган може встановлюватися як із двома відцентровими дисками, так і з одним. В останньому випадку на диск треба встановлювати два; кожухи, орієнтованих у протилежних напрямках.

Пропонована конструкція пневмовідцентрового робочого органу дозволяє вносити рівномірно суміші мінеральних добрив з різним гранулометричним складом по ширині захвату, що перевищує в 1,5-2 рази ширину захвату відомих конструкцій розкидачів мінеральних добрив.

Відповідно до технічного рішення № 23866 в конструкцію розкидача мінеральних добрив запропоновано встановити додатковий повітропровід (рис. 3.3). В основу винаходу поставлене завдання створити пневмовідцентровий пристрій для розсіювання сипучих матеріалів, у в якому шляхом зміни конструкції повітронапрямляча і його положення щодо відцентрового диска, дозволило б усунути гальмування матеріалу, що розсіює, виключити локальне концентрування і його висіву й тим самою підвищити рівномірність його розподілу. Поставлене завдання вирішується завдяки тому, що пневмовідцентровий пристрій для розсіювання сипучих матеріалів, що включає

відцентровий диск із лопатками 1 закріпленими на його верхній поверхні й розташований під ним повітропровід 4 (рис. 3.3), що закінчується повітронапрямлячем 5, установленим з підйомом щодо площини обертання відцентрового диска під гострим кутом до його верхньої поверхні й виступаючої за його зовнішню кромку. Робочий орган відрізняється тим, що, повітронапрямляч виконано у вигляді відкритого зверху коробоподібного жолоба, висота бічних стінок якого зменшується від підстави, що примикає до повітропроводу, до периферії.

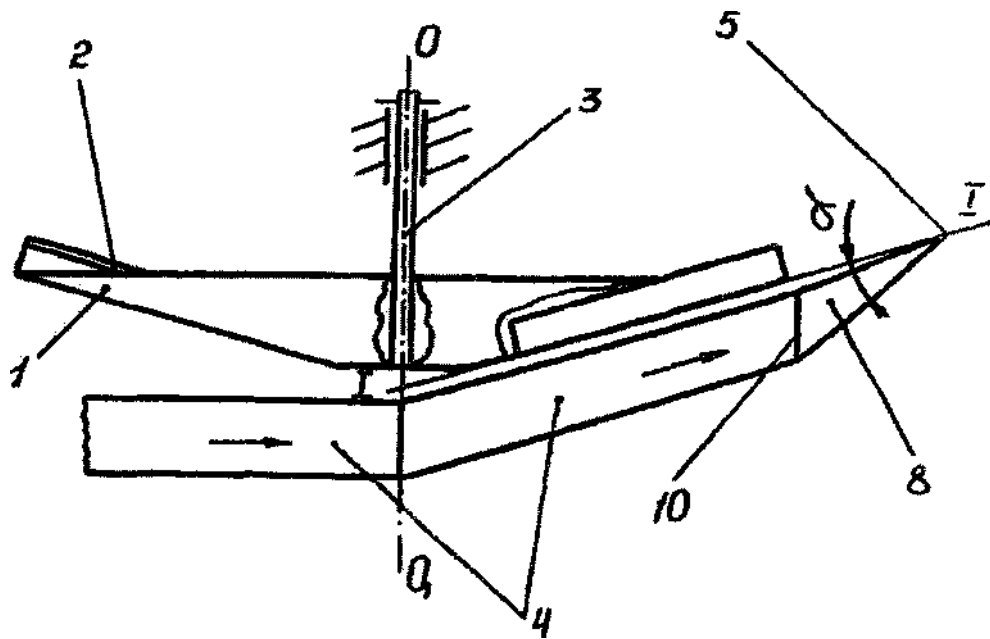


Рисунок 3.3 – Пневмовідцентровий пристрій для розсівання сипких матеріалів: 1 – відцентровий диск; 2 – лопатка; 3 – привідний вал; 4 – повітропровід; 5 – повітронапрямляч; 6 – жолоб; 7 – дно жолоба; 8, 9 – бокові стінки; 10 – основа.

Повітронапрямляч установлений стосовно відцентрового диска таким чином, що верхні країки його бічних стінок розташовані нижче дотичних, проведених до верхньої поверхні відцентрового диска через крапки, що лежать на його зовнішній крайці й осі обертання.

На кресленні схематично зображений пневмовідцентровий пристрій для розсіювання сипучих матеріалів, де на рис. 3.3. зображений пристрій, вид збоку; на рис. 3.4 – пристрій, вид зверху.

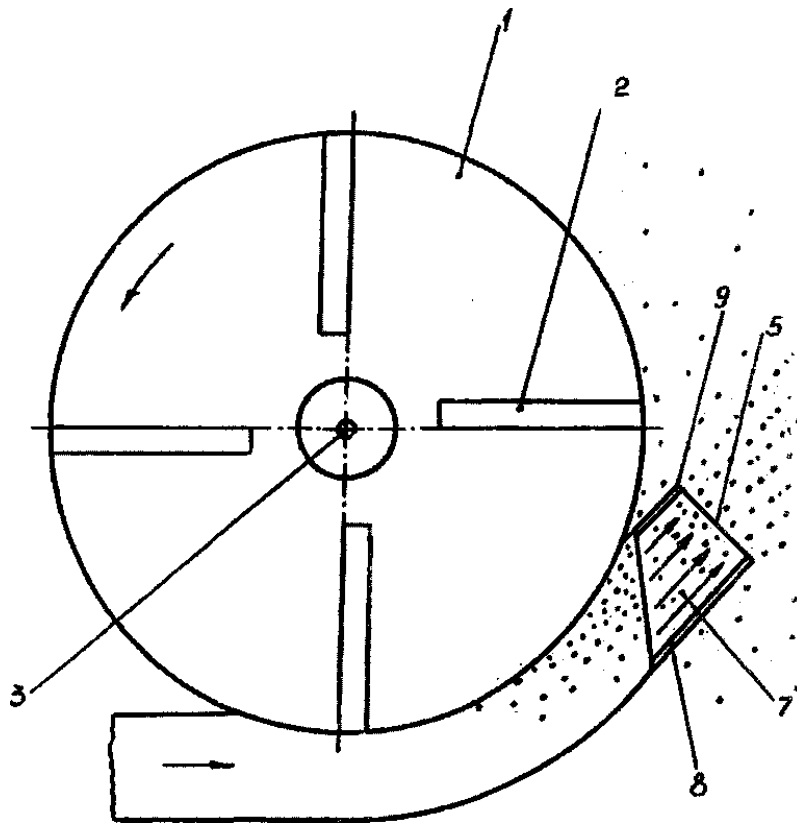


Рисунок 3.4 – Пневмовідцентровий пристрій для розсіювання сипких матеріалів  
(вид зверху)

Пневмовідцентровий пристрій для розсіювання сипучих матеріалів містить відцентровий диск 1, на верхній поверхні якого закріплені лопатки 2. Відцентровий диск установлений на приводному валу 3. Під відцентровим диском 1 розташований повітровід 4. Повітровід 4 закінчується повітронапрямлячем 5, що виступає за зовнішню кромку відцентрового диска.

Повітронапрямляч 5 установлений з підйомом щодо площині обертання відцентрового диска 1 під гострим кутом до його верхньої поверхні. Повітронапрямляч 5 виконаний у вигляді відкритого зверху короноподібного жолоба, дно 7 якого нахилено до верхньої робочої поверхні відцентрового диска 1 під гострим кутом  $\alpha$ , при цьому бічні стінки 8 і 9 виконані у вигляді трикутників, які підставами 10 примикають до повітроводу 4.

Повітронапрямляч 5 розміщений щодо відцентрового диска 1 таким чином, що верхні крайки його бічних стінок 8 і 9 розташовані нижче дотичних до верхньої поверхні відцентрового диска, проведених через крапки, що лежать відповідно на осі обертання 0-0і відцентрового диска І його зовнішній крайці.

Працює пневмовідцентровий пристрій для розсіювання сипучих матеріалів у такий спосіб. Матеріал, що розсіює, розганяє відцентровим диском 1. Під дією відцентрових сил частки матеріалу переміщуються уздовж лопаток 2 до зовнішньої крайки відцентрового диска 1, Одержавши запас кінетичної енергії, частки матеріалу, що розсіює, злітають із відцентрового диска 1, створюючи сектор сходу часток матеріалу. Шляхом відомого регулювання подачі матеріалу на відцентровий диск досягають підвищеного сходу матеріалу в зон) периферійної ділянки ширини захоплення.

Одночасно із цим через повітровід 4 подається стиснене повітря (напрямок руху повітря показано стрілками). Повітро напрямляч 5 формує струмись супутнього повітряного потоку, спрямовану знизу нагору під гострим кутом до сектора сходу часток матеріалу, що розсіює, у зону периферійної ділянки ширини захоплення.

Частки матеріалу, що мають при сході з відцентрового диска 1 напрямок вектору швидкості, що збігає з віссю сформованого повітронапрямлячем 5 повітряного потоку, змішуються з ним і, зберігають первісну кінетичну енергію, отриману від відцентрового диска 1, здобувають додатково енергію повітряного потоку й висівають на периферійну зону ширини захоплення. Частки матеріалу, що сходять в відцентрового диска під кутом до осі повітряного потоку, поводяться залежно ви їхніх розмірів. Частки малих розмірів утягуються в рух повітряного потоку: великі частки перетинають повітряний потік і рухаються за рахунок запасу кінетичної енергії. Частки матеріалу, що розсіює, що злітають із відцентрового диска 1, за межами повітронапрямлячем 5 розсіюються звичайним образом у найближчу зону ширини захвату.

### 3.2 Опис прийнятої схеми вдосконалення

Основним недоліком існуючих конструкцій машин являється висока нерівномірність розподілу мінеральних добрив по поверхні ґрунту, а також невелика ширина захвату.

Ціль винаходу – збільшення ширини розсіву мінеральних добрив і підвищення рівномірності розподілу їх по поверхні ґрунту. Зазначена мета досягається тим, що робоча поверхня диска виконана сферичної форми, при цьому під двома лопатками з чотирьох, розташовані отвори в зоні групи лопаток, причому на кінці лопатки встановлені повітре забірники, які через отвори в диску створюють повітряну подушку над траєкторією сходу частинок добрив.

Таке виконання пристрою забезпечує максимальну ширину захвату, можливість рівномірного розподілу по ній добрив. На рис. 3.5 показаний запропонований робочий орган.

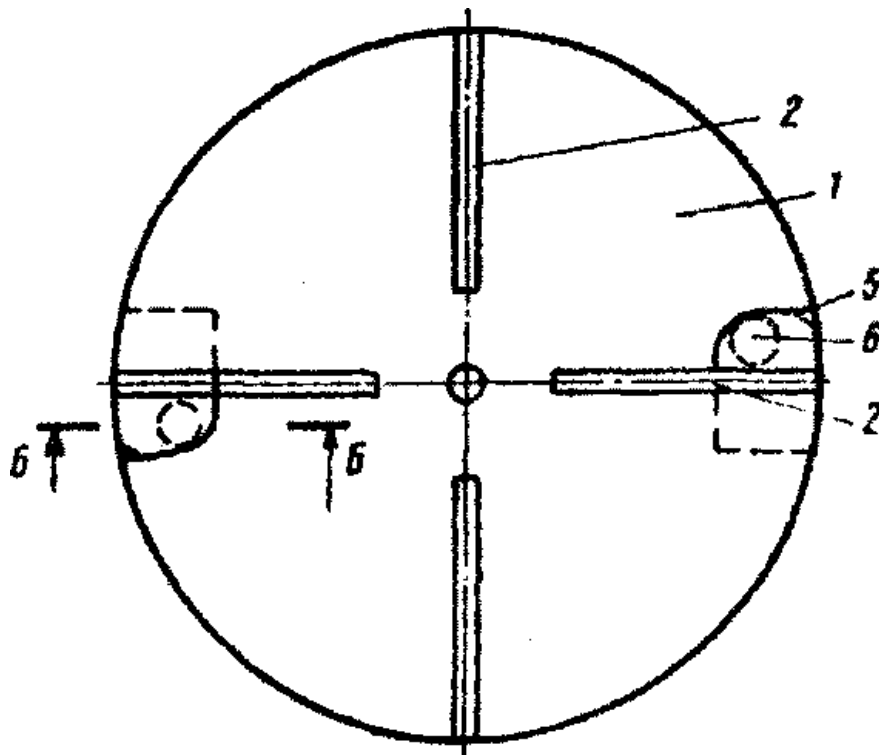


Рисунок 3.5 – Відцентровий сферичний розсіваючи апарат з наддувом: 1 – диск; 2 – лопатки; 3 – нижній повітрезабірник; 5 – верхній повітрезабірник; 6 – отвір

Робочий орган складається із диска 1, що обертається, з закріпленими на ньому лопатками 2 та повітре забірниками, нижнього 3 та верхнього. Цим забезпечується динамічне балансування робочого органу.

Добрива, що подаються дозуючим апаратом на обертовий диск і, лопатками 2 направляються на поверхню поля. З лопаток добрива сходять па різній висоті, під різними кутами нахилу до обрію й різними по величині швидкостями. Завдяки цьому потоки добрив, що сходять із лопаток, не перетинаються, і тому не впливають один на іншій під час польоту. За рахунок цього добрива на поверхні розташовуються секторами, по кількості лопаток у групах. Перетин диску із повітрезабірниками наведено на рис. 3.6.

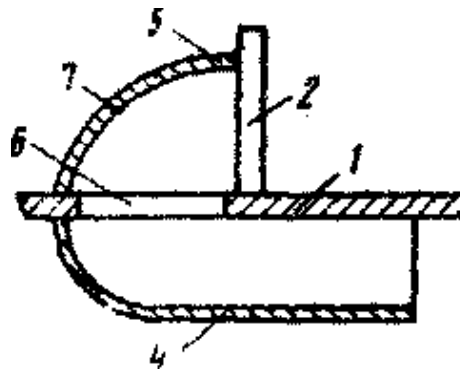


Рисунок 3.6 – Перетини робочого органу розкидача

Сектори метання накладаються один на одного своїми граничними ділянками, а рахунок чого забезпечується рівномірний розподіл мінеральних добрив по всій ширині зони їхнього розсіву. Збільшення кута нахилу до обрію кінців довгих лопат забезпечує підвищення ширини зони розсіву мінеральних добрив, тобто ширини захвату робочого органу. Збільшуючись в міру подовження лопаток крок їхнього розміщення на диску, забезпечує рівномірний розподіл добрив по всій ширині розсіву.

Застосування винаходу забезпечить за рахунок підвищення рівномірності розсіву добрив і збільшення ширини захвату зниження витрати добрив, підвищення врожайності сільськогосподарських культур та продуктивність агрегату.

### 3.3 Інженерно-технічні розрахунки

У процесі внесення мінеральних добрив найбільш поширені відцентрові дискові розкидачі. Робочим органом являється диск з лопатями. Дальність польоту частинки добрив  $I_x$  (рис. 3.7) залежить від частоти обертання диска  $n$  та радіуса робочого органу.

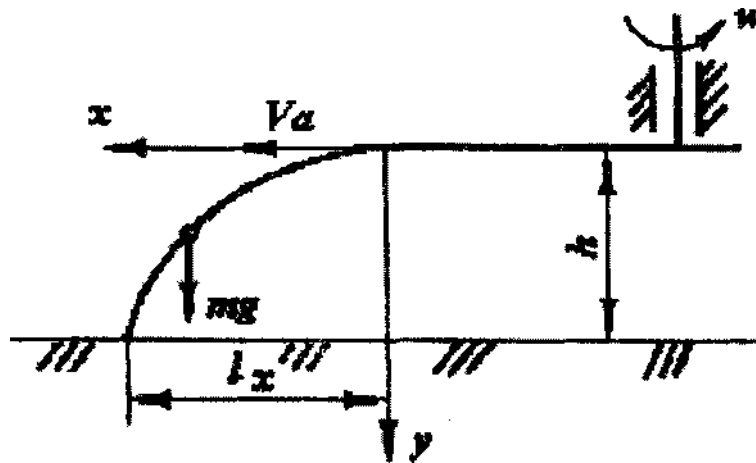


Рисунок 3.7 – Схема до визначення дальності польоту частки добрив

Розрахунок ширини захвату проводимо без врахування сил опор повітря. Рівняння руху частки в параметричній формі буде мати наступний вид:

$$x = V_a * t \quad (3.1)$$

$$y = \frac{g * t^2}{2} \quad (3.2)$$

де:  $t$  – час падіння частинки, с.

$V_a$  – швидкість руху частинки в момент сходу з лопатки, м/с.

Якщо прийняти, що значення  $u$  дорівнює  $h$  - висоті розташування диска відносно поверхні ґрунту, то час падіння дорівнюватиме:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (3.3)$$

Підставивши ці рівняння маємо

$$x = l_x = V_a \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (3.4)$$

Слід відмітити, що частки добрив подаються дозатором на диск потоком, і відстань  $r_0$  від центра обертання (рис. 3.8) для кожної частинки буде різною. Тому вони сходять з диска по деякій дугі і рівномірність розсівання по поверхні поля можна регулювати, змінюючи місце подачі добрив на диск. Дослідами встановлено, що центральний кут цієї дуги становить  $70 - 150^\circ$ .

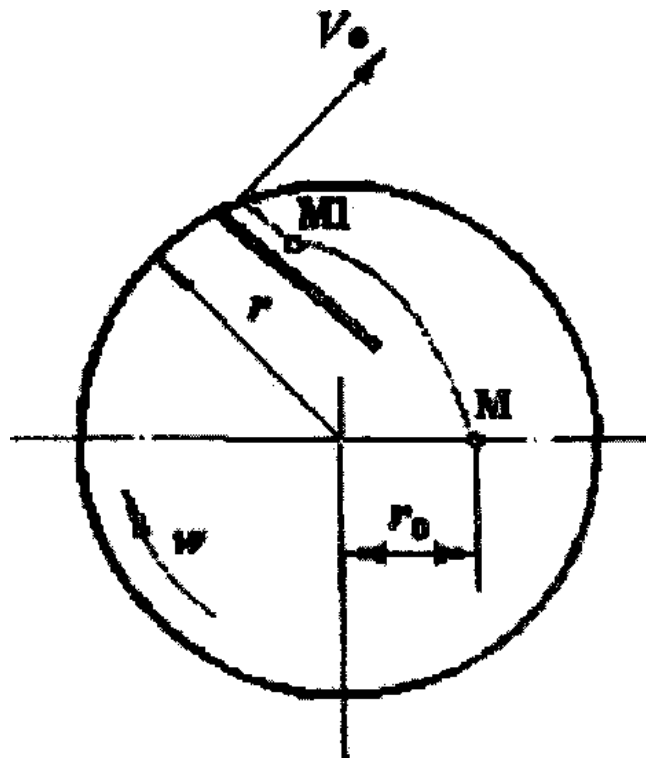


Рисунок 3.8 – Схема відцентрового розкидаючого апарату

Звичайно для збільшення ширини захвату на машині встановлюють два диски, які обертаються в різні боки, і тоді ширина захвату машини становить:

$$B_c = 2V_a \sqrt{\frac{2h}{g}} + l_a \quad (3.5)$$

де :  $l_a$  – відстань між осями обертання двох дисків , що дорівнює:

$$l_a = (3,4...3,6) * r \quad (3.6)$$

Виходячи з цього всього маємо:

$$B_c = 2 \cdot 24 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,7}{9,81}} + 3,6 * 0,33 = 20,1 \text{ Приймаємо } B_c = 20 \text{ м.}$$

Розроблена конструкція дозволяє підвищити якість внесення мінеральних добрив, а також продуктивність за рахунок збільшення ширини захвату.

Висновки до розділу. Розглянуто питання удосконалення робочого органу розкидача мінеральних добрив. Патентний огляд показав, що існуючі конструкції мають певні недоліки: недостатню рівномірність розподілу добрив, обмежену ширину захвату та складність регулювання процесу розсіву. Нерівномірне внесення призводить до строкатого розвитку рослин і знижує ефективність використання добрив. Для підвищення якості роботи запропоновано удосконалений відцентровий диск з лопатками та повітрязбірниками. Така конструкція створює кращі умови для руху частинок добрив, зменшує перетин потоків і сприяє більш рівномірному перекриттю зон розсіву. За результатами інженерно-технічних розрахунків прийнята ширина захвату робочого органу становить 20 м. Використання запропонованої конструкції дає змогу підвищити рівномірність внесення добрив, покращити живлення рослин, раціональніше використовувати добрива та створити умови для підвищення врожайності ріпаку озимого.

#### **4. РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ НА ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ**

Внесення мінеральних добрив може виконуватися, як під основний обробіток ґрунту, так і в системі догляду за культурними рослинами. Розглянемо саме застосування добрив в системі догляду під час вегетації, так як в технологічній карті на вирощування ріпаку (додаток А) передбачено трикратне диференційоване внесення мінеральних добрив із відносно незначними нормами. Тому, якість розподілення добрив має особливе важливе значення. Нерівномірність внесення по поверхні поля призведе до нерівномірності отримання поживних речовин та кострубатості розвитку озимого ріпаку, що негативно вплине на загальну врожайність з поля.

Виконаємо розробку операційно-технологічної карти (ОТК) за відомою методикою [18]. ОТК містить основну інформації щодо умов роботи, підготовки МТА до роботи, вибору режиму роботи агрегату, підготовки поля, вимог безпеки та контролю якості виконаної технологічної операції.

*Характеристика умов роботи.* Внесення мінеральних добрив виконується на полі площею 68 га. Довжина гону становить 1050 м. Поле повинно бути попередньо підготовлене до роботи агрегату: поверхня вирівняна, без значних перешкод і зручна для руху вздовж довгої сторони. Операція виконується поверхневим способом машинно-тракторним агрегатом у складі трактора ХТЗ-150-05-09 та розкидача мінеральних добрив РУ-7000.

Норма внесення добрив становить 120 кг/га. Мінеральні добрива перед внесенням мають бути сухими, сипкими, без грудок і сторонніх домішок. Роботу бажано проводити за відсутності сильного вітру, оскільки вітер погіршує рівномірність поперечного розподілу гранул.

Вихідні дані для складання ОТК наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунку

| Показник                           | Позначення | Одиниця вимірювання | Значення                   |
|------------------------------------|------------|---------------------|----------------------------|
| Площа поля                         | F          | га                  | 68                         |
| Довжина гону                       | L          | м                   | 1050                       |
| Норма внесення добрив              | H          | кг/га               | 120                        |
| Склад агрегату                     |            |                     | ХТЗ-150-05-09 +<br>РУ-7000 |
| Робоча ширина захвату              | $B_p$      | м                   | 20                         |
| Робоча швидкість руху              | $V_p$      | км/год              | 10                         |
| Тривалість зміни                   | $T_{зм}$   | год                 | 7                          |
| Коефіцієнт використання часу зміни | $\tau$     | -                   | 0,75                       |
| Питома витрата палива              | g          | кг/га               | 1,5                        |
| Кількість механізаторів            | m          | осіб                | 1                          |
| Допоміжні працівники               |            | осіб                | 1                          |

*Агротехнічні вимоги.* Норму внесення мінеральних добрив встановлюють з урахуванням культури, запланованої врожайності та забезпеченості ґрунту поживними речовинами. За технологічною картою (додаток А) норму внесення приймаємо 120 кг/га. Початок і тривалість роботи визначають відповідно до агротехнічних строків, щоб забезпечити своєчасне надходження елементів живлення до рослин.

Добрива необхідно розподіляти рівномірно по всій площі поля. Не допускаються огріхи між суміжними проходами агрегату, а також надмірні перекриття, які призводять до перевищення фактичної дози внесення. Для нормальної роботи розкидача добрива повинні мати належну сипкість і не містити злежаних грудок. Узагальнені дані щодо агротехнічних вимог для внесення мінеральних добрив наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Основні агротехнічні вимоги до внесення добрив

| Показник                     | Вимога                                                 |
|------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Спосіб внесення              | поверхневе розкидне внесення                           |
| Норма внесення               | 120 кг/га                                              |
| Відхилення від заданої норми | не більше $\pm 10\%$                                   |
| Рівномірність внесення       | без смуг, пропусків і надмірних перекриттів            |
| Стан добрив                  | сухі, сипкі, без грудок                                |
| Перекриття суміжних проходів | до 5 % від ширини захвату                              |
| Умови роботи                 | відсутність сильного вітру, справний розкидаючий орган |
| Контроль якості              | візуальний огляд і перевірка фактичної норми внесення  |

*Підбір і розрахунок складу агрегату.* Для виконання операції приймаємо агрегат ХТЗ-150-05-09 + РУ-7000. Такий склад агрегату придатний для поверхневого внесення гранульованих мінеральних добрив на полях середньої площі. Прийнята робоча ширина захвату становить 20 м, робоча швидкість – 10 км/год.

Орієнтовно тяговий опір розкидача можна визначити за формулою:

$$R_A = R_T + R_{ВВП} \quad (4.1)$$

де  $R_T$  – тяговий опір, кН;

$R_{ВВП}$  – опір, що пов'язаний із зменшенням дотичної сили внаслідок приводу робочих органів розкидача через ВВП трактора.

$$R_T = G \cdot (f + i) \quad (4.2)$$

де  $G$  – вага розкидача з добривами, кН;  $f$  – коефіцієнт опору коченню;  $i$  – ухил місцевості. Для розрахунку приймаємо  $G = 110$  кН,  $f = 0,08$ ,  $i = 0,02$ .

$$R_T = 110 \cdot (0,1 + 0,02) = 13,2 \text{ кН}$$

Тяговий опір, що пов'язаний із зменшенням дотичної сили приймаємо – 3,0 кН. Отже загальний тяговий опір складає:

$$R_A = 13,02 + 3,0 = 16,2 \text{ кН}$$

Отриманий тяговий опір є допустимим для трактора ХТЗ-150-05-09, при забезпеченні необхідної швидкості руху, тому агрегат може працювати у прийнятому режимі.

*Підготовка агрегату до роботи.* Перед початком внесення добрив проводять огляд трактора та розкидача. На тракторі перевіряють технічний стан основних систем, тиск у шинах, справність гідравліки, гальм, світлової сигналізації та зчіпного пристрою. Після цього трактор агрегують з розкидачем, підключають гідравлічні рукави, електрообладнання і, за потреби, привод робочих органів.

На розкидачі перевіряють стан кузова, транспортера, дозуючого механізму, дисків, лопаток і захисних кожухів. Особливу увагу звертають на рівномірність роботи транспортера та справність механізмів регулювання норми внесення. Зношені або пошкоджені лопатки можуть погіршувати рівномірність розподілу добрив.

Налаштування норми внесення виконують поступово: спочатку встановлюють орієнтовне положення дозувального механізму, потім виконують контрольний прохід із зваженою кількістю добрив і порівнюють фактичну норму з розрахунковою. За потреби регулювання уточнюють.

*Підготовка поля та схема руху агрегату.* Підготовка поля включає відбивання поворотних смуг, визначення напрямку першого проходу та розмітку робочих проходів. Основний напрямок руху агрегату доцільно прийняти вздовж довгої сторони поля, тобто за довжиною гону 1050 м. Такий спосіб зменшує кількість поворотів і втрати часу.

Розрахункова ширина поля:

$$B_{\pi} = F \cdot 10000 / L \quad (4.3)$$

$$B_{\pi} = 68 \cdot 10000 / 1050 = 647,6 \text{ м}$$

Кількість робочих проходів:

$$n_{\pi} = B_{\pi} / B_p = 647,6 / 20 = 32,38 \quad (4.4)$$

Після округлення приймаємо 33 проходи.

Площа, яка обробляється за один повний прохід:

$$F_1 = B_p \cdot L / 10000 = 20 \cdot 1050 / 10000 = 2,1 \text{ га} \quad (4.5)$$

Витрата добрив за один повний прохід:

$$G_1 = F_1 \cdot H = 2,1 \cdot 120 = 252 \text{ кг} \quad (4.6)$$

Радіус повороту агрегату приймаємо:

$$R = 1,1 \cdot B_p = 1,1 \cdot 20 = 22 \text{ м} \quad (4.7)$$

Кінематичну довжину агрегату приймаємо 8,5 м, тоді довжина виїзду становить:

$$e = 0,6 \cdot l_a = 0,6 \cdot 8,5 = 5,1 \text{ м} \quad (4.8)$$

Ширина поворотної смуги для безпетльового повороту:

$$E_{\text{без}} = 1,5 \cdot R + e = 1,5 \cdot 22 + 5,1 = 38,1 \text{ м} \quad (4.9)$$

Оскільки ширина поворотної смуги має бути кратною робочій ширині захвату, приймаємо  $E_{\text{без}} = 40 \text{ м}$ .

Для петльового повороту:

$$E_{\text{пет}} = 3 \cdot R + e = 3 \cdot 22 + 5,1 = 71,1 \text{ м} \quad (4.10)$$

Після узгодження з шириною захвату приймаємо  $E_{\text{пет}} = 80 \text{ м}$ .

Для даного поля доцільно застосувати безпетльовий варіант який забезпечує ширину поворотної смуги 40 м.

Робоча довжина гону з урахуванням поворотних смуг:

$$L_p = L - 2E_{\text{без}} = 1050 - 2 \cdot 40 = 970 \text{ м}$$

Площа двох поворотних смуг:

$$F_{\text{пс}} = 2 \cdot E_{\text{без}} \cdot B_p / 10000 = 2 \cdot 40 \cdot 647,6 / 10000 = 5,18 \text{ га}$$

Площа основної частини поля:

$$F_{\text{осн}} = 68 - 5,18 = 62,82 \text{ га}$$

На рис. 4.1 наведено схему розбивки поля при внесенні мінеральних добрив.

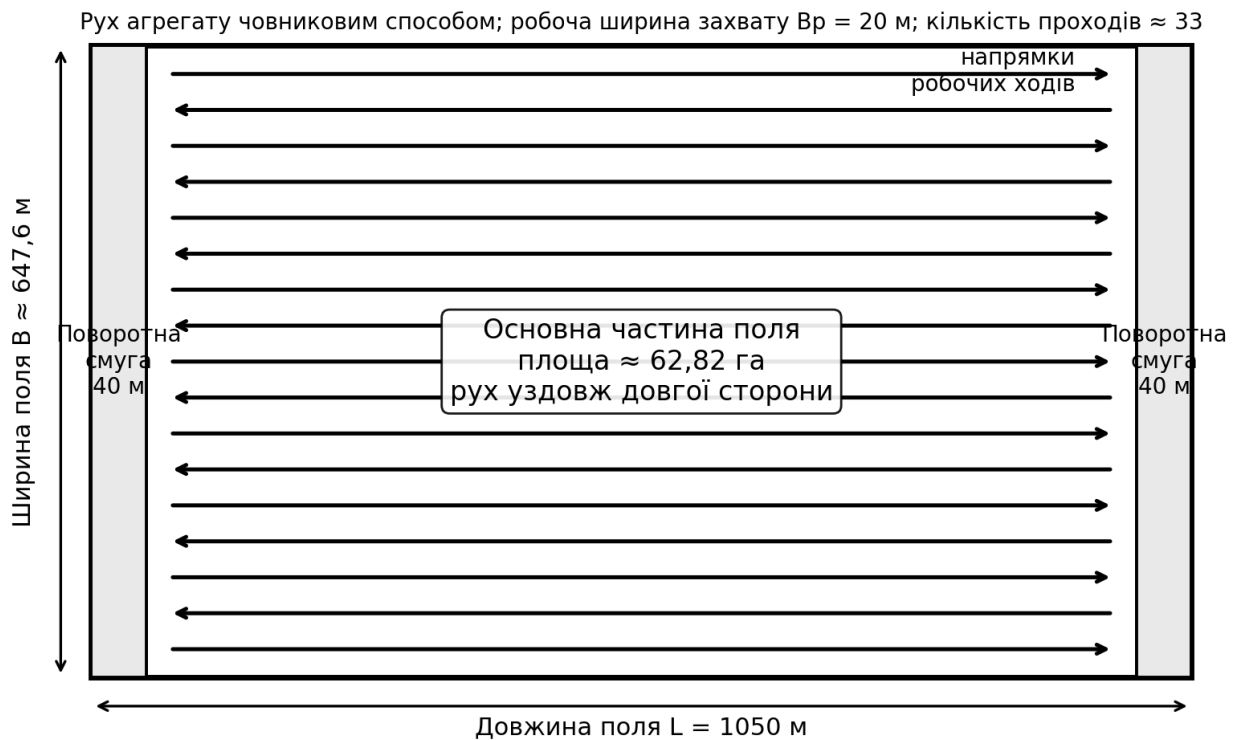


Рисунок 4.1 – Схема розбивки поля на поворотні смуги та напрямки руху агрегату

*Організація виконання роботи.* Рух агрегату рекомендується виконувати човниковим способом уздовж довгої сторони поля. Перший прохід проводять по провішеній лінії або за допомогою навігаційної системи. Наступні проходи виконують з урахуванням робочої ширини захвату 20 м та необхідного перекриття.

Під час роботи механізатор повинен підтримувати сталу швидкість 10 км/год, оскільки зміна швидкості впливає на фактичну норму внесення. Також потрібно контролювати роботу транспортера, рівномірність подачі добрив на диски та відсутність забивання дозувальних вікон.

Орієнтовний час основної роботи:

$$T_{\text{осн}} = F / W_{\text{год}} = 68 / 15 = 4,53 \text{ год} \quad (4.11)$$

З урахуванням підготовки, завантаження, контрольного налаштування та технічного обслуговування орієнтовна тривалість виконання операції становить близько 5,2 год.

Кількість нормо-змін:

$$N_{\text{зм}} = F / W_{\text{зм}} = 68 / 105 = 0,65 \text{ нормо-зміни} \quad (4.12)$$

*Робота агрегату в загінці.* Робочу продуктивність визначаємо за робочою шириною захвату та швидкістю руху агрегату, а також з врахуванням коефіцієнту використання часу зміни:

$$W_{\text{год}} = 0,1 B_p \cdot V_p \cdot \tau = 0,1 \cdot 20 \cdot 10 \cdot 0,75 = 15 \text{ га/год} \quad (4.13)$$

Змінний виробіток агрегату:

$$W_{\text{зм}} = W_{\text{год}} \cdot T_{\text{зм}} = 15 \cdot 7 = 105 \text{ га/зм}$$

Перевіримо секундну подачу добрив на робочі органи розкидача:

$$q = B_p \cdot V_p \cdot H / 36000 \quad (4.14)$$

$$q = 20 \cdot 10 \cdot 120 / 36000 = 0,67 \text{ кг/с}$$

Отримане значення є допустимим для розкидача такого типу, тому прийнятий режим роботи можна використовувати для норми 120 кг/га.

*Контроль якості роботи.* Контроль якості виконують механізатор у процесі роботи та відповідальна особа після завершення операції. Основну увагу приділяють рівномірності розподілу добрив, відповідності фактичної норми заданій, відсутності пропусків і надмірних перекриттів (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Контроль якості внесення добрив

| Показник контролю                      | Допустиме значення                        |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|
| Відхилення фактичної норми від заданої | не більше $\pm 10 \%$                     |
| Нерівномірність внесення для розкидача | не більше $\pm 25 \%$                     |
| Пропуски між проходами                 | не допускаються                           |
| Надмірні перекриття                    | не допускаються                           |
| Стан поворотних смуг                   | повинні бути повністю оброблені           |
| Стан добрив                            | сипкі, без грудок                         |
| Якість роботи розкидаючих органів      | рівномірна подача на диски, без забивання |

Для перевірки рівномірності можна застосовувати піддони, розкладені по ширині захвату агрегату. Після контрольного проходу добрива з кожного

піддона зважують і оцінюють поперечний розподіл. Якщо нерівномірність перевищує допустимі значення, агрегат зупиняють і коригують налаштування розкидача.

*Охорона праці.* До роботи з мінеральними добривами допускають працівників, які пройшли інструктаж з охорони праці та знають правила безпечного використання машин для внесення добрив. Перед початком роботи необхідно перевірити справність трактора, розкидача, гальмівної системи, гідравліки, зчіпного пристрою, захисних кожухів і сигнального обладнання.

Під час завантаження добрив працівники повинні користуватися засобами індивідуального захисту: рукавицями, захисними окулярами, спецодягом і, за потреби, респіратором. Забороняється перебувати в кузові розкидача під час роботи транспортера або розкидаючих органів. Очищення, регулювання чи ремонт робочих органів дозволяється виконувати тільки після зупинки агрегату і вимкнення двигуна.

Мінеральні добрива необхідно перевозити та зберігати окремо від харчових продуктів, води та побутових речей. Після завершення роботи розкидач необхідно очистити від залишків добрив, оскільки вони можуть спричиняти корозію металевих деталей. Працівники після роботи повинні вимити руки й обличчя, а спецодяг очистити від пилу та залишків добрив.

Висновки до розділу. Розроблено операційно-технологічну карту для внесення мінеральних добрив на площі 68 га з нормою 120 кг/га. За прийнятої ширини захвату 20 м і робочої швидкості 10 км/год агрегат ХТЗ-150-05-09 + РУ-7000 забезпечує робочу продуктивність 15 га/год. Змінний виробіток становить 105 га/зм, тому операцію можна виконати протягом однієї робочої зміни.

Після уточнення питомої витрати палива до 1,5 кг/га загальна витрата палива на площу 68 га становить 102 кг. Розроблена операційно-технологічна карта дозволяє організувати внесення добрив у встановлені строки та забезпечити рівномірний розподіл добрив по поверхні поля.

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВНЕСЕННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Внесення мінеральних добрив є важливою технологічною операцією, яка забезпечує рослини необхідними елементами живлення. Водночас ця робота пов'язана з дією небезпечних і шкідливих виробничих факторів: рухом машинно-тракторного агрегату, роботою обертових органів розкидача, утворенням пилу, можливим подразненням шкіри, очей та органів дихання. Тому під час виконання операції потрібно дотримуватися вимог охорони праці, передбачених законодавством України та правилами безпечної роботи в сільському господарстві [19, 20].

Безпека робіт залежить від справності агрегату, правильної підготовки поля, використання засобів індивідуального захисту, організованого завантаження добрив і дотримання механізатором установленого режиму руху. Для машин, що використовуються для внесення добрив, також потрібно враховувати рекомендації інструкцій з експлуатації, оскільки вони містять вимоги до підготовки, регулювання, обслуговування та очищення розкидачів.

До роботи з мінеральними добривами допускають працівників, які пройшли вступний і первинний інструктажі з охорони праці, ознайомлені з будовою трактора та розкидача, знають порядок безпечного виконання робіт і можуть діяти у разі виникнення несправності або аварійної ситуації [19, 20].

Перед початком роботи механізатор повинен перевірити технічний стан трактора і розкидача. Особливу увагу звертають на справність рульового керування, гальмівної системи, зчіпного пристрою, гідросистеми, освітлення, сигналізації, карданних передач, захисних кожухів, транспортера, дозуючих органів, розкидаючих дисків і лопаток [20].

Не допускається експлуатація агрегату з пошкодженими або відсутніми захисними кожухами, несправними гальмами, ненадійним з'єднанням трактора з розкидачем, підтіканням робочої рідини гідросистеми або значним зношуванням робочих органів. Усі регулювання, очищення і усунення

несправностей виконують тільки після повної зупинки агрегату, вимкнення приводу робочих органів і двигуна.

Завантаження добрив у бункер або кузов розкидача виконують лише після повної зупинки агрегату. Під час завантаження працівники повинні перебувати поза небезпечною зоною роботи навантажувача, транспортера або іншого допоміжного обладнання. Не допускається перебування людей у бункері розкидача під час завантаження або роботи подаючих механізмів.

Добрива перед внесенням мають бути сипкими, без злежаних грудок і сторонніх предметів. Наявність грудок може спричинити забивання дозуючих органів і нерівномірну подачу матеріалу. Якщо потрібно очистити транспортер, дозуюче вікно або розкидаючі диски, роботу обов'язково зупиняють, а привод робочих органів вимикають.

Перелік небезпечних факторів та заходів безпеки щодо їх недопущення наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Небезпечні фактори при внесенні мінеральних добрив та заходи безпеки

| Небезпечний фактор                               | Заходи безпеки                                                                                        |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рух машинно-тракторного агрегату                 | Дотримуватися безпечної швидкості, не допускати сторонніх осіб у зоні роботи агрегату                 |
| Обертові диски, транспортер і привідні механізми | Не наближатися до робочих органів під час роботи, не виконувати очищення при ввімкненому приводі      |
| Пил від мінеральних добрив                       | Використовувати окуляри, рукавиці та респіратор за потреби                                            |
| Завантаження добрив у бункер                     | Працювати тільки після зупинки агрегату, не перебувати під піднятим вантажем або біля рухомої техніки |
| Забивання дозуючих органів                       | Зупинити агрегат, вимкнути двигун і лише після цього виконувати очищення                              |
| Корозійна дія добрив на металеві деталі          | Після роботи очистити та промити розкидач на спеціально відведеному майданчику                        |

Перед початком руху механізатор повинен переконатися, що біля агрегату немає людей. Особливо небезпечно перебувати позаду або збоку розкидача, оскільки гранули добрив вилітають із робочих органів із великою

швидкістю. Під час роботи не допускається перебування сторонніх осіб у зоні розкидання добрив.

Рух агрегату потрібно виконувати за встановленою схемою, без різких маневрів і перевищення робочої швидкості. На поворотних смугах швидкість знижують, а повороти виконують плавно. На схилах роботу проводять обережно, щоб уникнути втрати стійкості агрегату.

У процесі роботи механізатор повинен контролювати рівномірність подачі добрив, стан розкидаючих органів і відсутність сторонніх шумів або вібрацій. Якщо виникає забивання, поломка, вібрація чи нерівномірне внесення, агрегат потрібно негайно зупинити і усунути причину несправності лише після вимкнення приводу робочих органів.

Під час роботи з мінеральними добривами важливо дотримуватися правил особистої гігієни. Після завершення роботи працівники повинні очистити одяг від пилу, вимити руки та обличчя, а за потреби прийняти душ. У разі потрапляння добрив на шкіру або в очі їх необхідно промити чистою водою та звернутися до медичного працівника.

Після завершення операції розкидач очищають від залишків добрив, оскільки вони можуть спричиняти корозію металевих деталей. Очищення і миття машини виконують на спеціально відведеному майданчику. Забороняється висипати залишки добрив біля водойм, доріг, складів, житлових приміщень або місць перебування людей і тварин.

Отже, безпечне виконання технологічної операції внесення мінеральних добрив залежить від справності машинно-тракторного агрегату, правильної організації робочого процесу, підготовленості працівників і використання засобів індивідуального захисту. Дотримання вимог охорони праці дає змогу знизити ризик травмування, запобігти шкідливому впливу добрив на працівників і забезпечити якісне виконання операції.

## 6. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

Під час вирощування ріпаку озимого важливе значення має не тільки правильний вибір норми мінеральних добрив, а й рівномірність їх внесення по всій площі поля. Нерівномірний розподіл добрив призводить до строкатого розвитку рослин: на окремих ділянках виникає нестача елементів живлення, а на інших – їх надлишок. У результаті знижується ефективність використання добрив і можливий недобір урожаю.

Розрахунок виконано відповідно до розробленої технологічної карти (додаток А) для площі вирощування 174 га. Для оцінки результату прийнято ціну реалізації насіння ріпаку 25000 грн/т, вартість розкидача РУ-7000 – 290000 грн, витрати на модернізацію – 7500 грн, витрати на технічне обслуговування модернізованої машини – 10 % (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для розрахунку

| Показник                                                  | Позначення   | Одиниця вимірювання | Значення |
|-----------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------|
| Площа вирощування ріпаку                                  | F            | га                  | 174      |
| Базова врожайність                                        | $U_{pb}$     | т/га                | 2,95     |
| Урожайність після модернізації                            | $U_{pm}$     | т/га                | 3,00     |
| Приріст урожайності                                       | $\Delta U_p$ | т/га                | 0,05     |
| Ціна реалізації ріпаку                                    | Ц            | грн/т               | 25 000   |
| Вартість розкидача РУ-7000                                | B            | грн                 | 290 000  |
| Витрати на виготовлення, установку дисків та налаштування | $K_m$        | грн                 | 7 500    |
| Витрати на технічне обслуговування                        | $B_{to}$     | %                   | 10       |
| Строк служби модернізованого вузла                        | T            | років               | 5        |

Виконаємо розрахунки щодо економічної доцільності удосконалення розкидача добрив РУ-7000, який агрегатується з трактором ХТЗ-150-09-05. Модернізація передбачає виготовлення, установку розкидаючих дисків і налаштування роботи машини. Очікуваний ефект полягає у підвищенні якості розподілення добрив і незначному зростанні врожайності ріпаку озимого з 2,95 т/га до 3,0 т/га.

Базовий валовий збір насіння ріпаку визначаємо за формулою:

$$B_{3б} = F \cdot Y_{рб}, \quad (6.1)$$

$$B_{3б} = 174 \cdot 2,95 = 513,3 \text{ т.}$$

Валовий збір після модернізації:

$$B_{3м} = F \cdot Y_{рм}, \quad (6.2)$$

$$B_{3м} = 174 \cdot 3,0 = 522,0 \text{ т.}$$

Додатковий валовий збір визначаємо як різницю між модернізованим і базовим варіантом:

$$\Delta B_3 = B_{3м} - B_{3б}, \quad (6.3)$$

$$\Delta B_3 = 522,0 - 513,3 = 8,7 \text{ т.}$$

Отже, завдяки підвищенню рівномірності внесення добрив можна додатково отримати 8,7 т насіння ріпаку.

Додаткову виручку від приросту врожаю визначаємо за формулою:

$$ДВ = \Delta B_3 \cdot Ц, \quad (6.4)$$

$$ДВ = 8,7 \cdot 25\,000 = 217\,500 \text{ грн.}$$

Отже, додаткова виручка від підвищення врожайності становить 217500 грн.

Річні амортизаційні відрахування на модернізований вузол визначаємо за формулою:

$$A = K_m / T, \quad (6.5)$$

$$A = 7\,500 / 5 = 1\,500 \text{ грн.}$$

Витрати на технічне обслуговування модернізованого вузла:

$$B_{тo} = K_m \cdot 0,10, \quad (6.6)$$

$$B_{тo} = 7\,500 \cdot 0,10 = 750 \text{ грн.}$$

Загальні річні додаткові витрати:

$$B_d = A + B_{TO}, \quad (6.7)$$

$$B_d = 1\,500 + 750 = 2\,250 \text{ грн.}$$

Частка витрат на модернізацію у вартості розкидача:

$$Ч_m = K_m / B \cdot 100, \quad (6.8)$$

$$Ч_m = 7\,500 / 290\,000 \cdot 100 = 2,59 \, \%.$$

Отже, витрати на модернізацію становлять 2,59 % від вартості розкидача РУ-7000.

Річний економічний ефект визначаємо як різницю між додатковою виручкою та додатковими річними витратами:

$$E_p = ДВ - B_d, \quad (6.9)$$

$$E_p = 217\,500 - 2\,250 = 215\,250 \text{ грн.}$$

Отже, річний економічний ефект від модернізації становить 215250 грн.

Строк окупності модернізації визначаємо за формулою:

$$T_o = K_m / E_p, \quad (6.10)$$

$$T_o = 7\,500 / 215\,250 = 0,035 \text{ року.}$$

Якщо визначити термін окупності в місяцях то отримаємо:

$$T_o = 0,035 \cdot 12 = 0,42 \text{ місяця.}$$

Отже, модернізація окупається менш ніж за один місяць роботи в межах виробничого сезону.

Економічний ефект у розрахунку на 1 га визначаємо за формулою:

$$E_{га} = E_p / F, \quad (6.11)$$

$$E_{га} = 215\,250 / 174 = 1\,237 \text{ грн/га.}$$

За результатами розрахунків встановлено, що модернізація розкидача добрив РУ-7000 є економічно доцільною. Підвищення врожайності ріпаку озимого з 2,95 до 3,0 т/га на площі 174 га забезпечує додатковий валовий збір 8,7 т насіння.

Підсумкові результати щодо економічної ефективності модернізації розкидача добрив наведено в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Підсумкова результати економічної ефективності

| Показник                            | Базовий варіант | Модернізований варіант |
|-------------------------------------|-----------------|------------------------|
| Площа вирощування, га               | 174             | 174                    |
| Урожайність, т/га                   | 2,95            | 3,00                   |
| Валовий збір, т                     | 513,3           | 522,0                  |
| Ціна реалізації, грн/т              | 25 000          | 25 000                 |
| Виручка від реалізації, грн         | 12 832 500      | 13 050 000             |
| Вартість розкидача, грн             | 290 000         | 290 000                |
| Вартість модернізації, грн          | -               | 7 500                  |
| Загальні додаткові витрати, грн/рік | -               | 2 250                  |
| Річний економічний ефект, грн       | -               | 215 250                |
| Економічний ефект на 1 га, грн/га   | -               | 1 237                  |
| Строк окупності, років              | -               | 0,035                  |
| Строк окупності, місяців            | -               | 0,42                   |

Висновки до розділу. Запропонована модернізація дозволяє отримати додатковий обсяг валового збору ріпаку – 8,7 т. За ціни реалізації 25000 грн/т додаткова виручка становить 217500 грн. Витрати на виготовлення, установку дисків і налаштування роботи розкидача становлять 7500 грн. Встановлено, що річний економічний ефект складає 215250 грн, або близько 1237 грн/га. Строк окупності модернізації становить приблизно 0,42 місяця, тому запропоноване удосконалення можна вважати ефективним і таким, що швидко повертає вкладені кошти.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що ріпак озимий займає близько 5 % загальної посівної площі в Україні та близько 13 % площі олійних культур. Український ріпак має чітко виражену експортну спрямованість, особливо на ринок ЄС. Урожайність ріпаку в Україні залишається нестабільною, 2023/24 МР вона становила 3,32 т/га, у 2024/25 МР знизилася до 2,84 т/га, що свідчить про високу залежність культури від погодних умов, стану посівів і рівня дотримання технології вирощування. У 2024 році частка насіння ріпаку в загальному експорті товарів України становила 4,43 %, тоді як частка ріпакової олії – 0,57 %. Отже, саме експорт насіння формує основну валютну виручку в цьому сегменті. Разом ці товарні позиції забезпечили понад 2,09 млрд дол. США експортної виручки, що є помітним показником для аграрного експорту України.

Розроблена технологічна карта вирощування ріпаку озимого на площі 174 га включає повний комплекс механізованих робіт, необхідних для отримання запланованого врожаю. За прийнятої врожайності 3,0 т/га очікуваний валовий збір насіння становить 522 т. Загальні витрати палива за технологічною картою становлять 6912,75 кг, або 39,7 кг/га. Найбільш енергоємними операціями є збирання насіння, глибоке рихлення та збирання продукції. Загальні затрати праці становлять 250,85 люд.-год, на одиницю виконаної роботи – 1,76 люд.-год/га.

Розглянуто питання удосконалення робочого органу розкидача мінеральних добрив. Патентний огляд показав, що існуючі конструкції мають певні недоліки: недостатню рівномірність розподілу добрив, обмежену ширину захвату та складність регулювання процесу розсіву. Нерівномірне внесення призводить до строкатого розвитку рослин і знижує ефективність використання добрив. Для підвищення якості роботи запропоновано удосконалений відцентровий диск з лопатками та повітрязбірниками. Така конструкція створює кращі умови для руху частинок добрив, зменшує перетин потоків і сприяє більш рівномірному перекриттю зон розсіву. За результатами

інженерно-технічних розрахунків прийнята ширина захвату робочого органу становить 20 м.

Розроблено операційно-технологічну карту для внесення мінеральних добрив на площі 68 га з нормою 120 кг/га. За прийнятої ширини захвату 20 м і робочої швидкості 10 км/год агрегат ХТЗ-150-05-09 + РУ-7000 забезпечує робочу продуктивність 15 га/год. Змінний виробіток становить 105 га/зм, тому операцію можна виконати протягом однієї робочої зміни.

Після уточнення питомої витрати палива до 1,5 кг/га загальна витрата палива на площу 68 га становить 102 кг. Розроблена операційно-технологічна карта дозволяє організувати внесення добрив у встановлені строки та забезпечити рівномірний розподіл добрив по поверхні поля.

Запропонована модернізація дозволяє отримати додатковий обсяг валового збору ріпаку – 8,7 т. За ціни реалізації 25000 грн/т додаткова виручка становить 217500 грн. Витрати на виготовлення, установку дисків і налаштування роботи розкидача становлять 7500 грн. Встановлено, що річний економічний ефект складає 215250 грн, або близько 1237 грн/га. Строк окупності модернізації становить приблизно 0,42 місяця, тому запропоноване удосконалення можна вважати ефективним і таким, що швидко повертає вкладені кошти.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. Oilseeds: World Markets and Trade. May 2026. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>
2. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. World Agricultural Production. April 2026. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>
3. Посівні площі у 2025 р. складуть понад 23 млн га, - Комітет з питань аграрної та земельної політики. Офіційний вебпортал Верховної Ради України. 27.01.2025. URL: [https://komagropolit.rada.gov.ua/news/main\\_news/75854.html](https://komagropolit.rada.gov.ua/news/main_news/75854.html)
4. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. Oilseeds and Products Annual: Ukraine. Kyiv, 2025. URL: [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Oilseeds+and+Products+Annual\\_Kyiv\\_Ukraine\\_UP2025-0008](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Oilseeds+and+Products+Annual_Kyiv_Ukraine_UP2025-0008)
5. Державна служба статистики України. Зовнішня торгівля товарами (Офіційна державна статистична інформація, що поширюється відповідно до плану державних статистичних спостережень) <https://data.gov.ua/dataset/491d1176-5300-45c1-a9bb-0b207528e04e>
6. Державна служба статистики України. 144. Зовнішня торгівля товарами у динаміці. <https://data.gov.ua/dataset/6a78c606-86eb-4251-8b58-fb667bbb1c4a/resource/be494a23-040f-47a1-a627-ef04ba65f03e/download/144-zovnishnia-torgivlia-tovarami-u-dinamitsi.xlsx>
7. Державна митна служба України. Сумарний обсяг імпорту та експорту у розрізі товарних позицій за кодами УКТЗЕД. URL: <https://bi.customs.gov.ua>
8. Шкатула Ю. М., Дідик О. А. Продуктивність ріпаку озимого в умовах ФГ «Врожайне» Вінницької області. Наукові доповіді НУБіП України. 2024. № 1 (107). <https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/48987/15604>. DOI: [https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.009](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.009).

9. Jarecki W., Korczyk-Szabó J., Macák M. Effect of Nitrogen and Sulphur Fertilization on Winter Oilseed Rape Yield. Nitrogen. 2024. Vol. 5, No. 4. P. 1001-1014. <https://www.mdpi.com/2504-3129/5/4/64>. DOI: <https://doi.org/10.3390/nitrogen5040064>.

10. Гаро І. М. Вплив основного обробітку ґрунту на щільність та поживний режим ґрунту під час вирощування ріпаку озимого. Аграрні інновації. 2021. № 7. С. 39-43. <https://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/158>.

11. Мінкін М. В. Вплив системи обробітку ґрунту та площі живлення на врожайність ріпаку озимого. Таврійський науковий вісник. 2023. № 134. С. 100-108. [https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/134\\_2023/14.pdf](https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/134_2023/14.pdf).

12. Технологія вирощування озимого ріпаку. Eridon. 2024. <https://www.eridon.ua/viroschuvannya-ozimogo-ripaku>.

13. Daniel C., Dierauer H., Clerc M. Nitrogen supply for winter oilseed rape. FiBL; OK-Net Arable, 2017. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1057-n-fertilisation-oilseed-rape.pdf>.

14. Войновський В., Войновська А., Коломієць І. Розкидачі мінеральних добрив: хто кращий. Пропозиція. <https://propozitsiya.com/articles/tekhnika-ta-obladnannya/roz-ky-dachi-mineralnykh-do-b-ryv-khto-krashchyy>.

15. Техніка для точного дозування і розподілу мінеральних добрив. Agroexpert. 2020. <https://agroexpert.ua/tekhnika-dlia-tochnoho-dozuvannia-i-rozpodilu-mineralnykh-dobryv>.

16. Банмюллер Т. Технологія виробництва озимого ріпаку. Частина II. Agrar Ausbildung Ukraine, 2020. URL: <https://agrarausbildung-ukraine.net/wp-content/uploads/2020/07/Raps-Final.Teil2-ua.pdf>.

17. Кобець А.С., Ільченко В.Ю., Бутенко В.Г., та ін. Дипломне проектування з машиновикористання у рослинництві. ДДАУ. Дніпропетровськ. 2007. 288 с.

18. Деркач О.Д., Макаренко Д.О., Кухаренко П.М. Методичні рекомендації до практичних занять з навчальної дисципліни «Експлуатація

машин і обладнання» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» ОПП «Агроінженерія». Дніпро: ДДАЕУ. 2022. 238 с.

19. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.  
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.

20. Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві: наказ Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 № 1240. База даних «Законодавство України». Верховна Рада України.  
<https://zakon.rada.gov.ua/go/z1090-18>.

## ДОДАТКИ

## Додаток А – План механізованих робіт вирощування ріпаку озимого на площі 174 га

| №             | Операція                                   | Агротехнічні вимоги | Одиниці вимірювання | Обсяг робіт | Строк виконання  | Тривалість, днів | Тривалість роботи протягом дня, год | Трактор / самохідна машина | С.-г. машина / обладнання | К-сть с.-г. машин | Виробток за годину | Виробток за зміну | Виробток за добу | Потрібно агрегатів | Потрібно механізаторів | Потрібно допоміжних працівників | Витрати палива, кг/га, кг/т | Витрати палива на весь обсяг, кг | Затрати праці на одиницю роботи, люд.-год/га | Затрати праці на весь обсяг, люд.-год | Кількість нормо-змін |
|---------------|--------------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------|------------------|------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| 1             | Глибоке рихлення                           | 26-28 см            | га                  | 174,00      | 01–12.08         | 5                | 14                                  | Fendt 936 Vario            | Bednar Terraland TO 4000  | 1                 | 3,10               | 21,70             | 43,40            | 1                  | 2                      |                                 | 13,80                       | 2401,20                          | 0,32                                         | 56,13                                 | 8,02                 |
| 2             | Передпосівна культивация                   | 4–5 см              | га                  | 174,00      | 20–28.08         | 5                | 14                                  | John Deere 8320R           | Lemken Korund 8/750       | 1                 | 5,20               | 36,40             | 72,80            | 1                  | 2                      |                                 | 3,80                        | 661,20                           | 0,19                                         | 33,46                                 | 4,78                 |
| 3             | Завантаження добрив (амофос)               | 0,12 т/га           | т                   | 20,88       | 21–30.08         | 5                | 14                                  | JCB 531-70                 |                           | 1                 | 60,00              | 420,00            | 840,00           | 1                  | 2                      |                                 | 0,15                        | 3,13                             | 0,02                                         | 0,35                                  | 0,05                 |
| 4             | Завантаження насіння                       | 4 кг/га             | т                   | 0,70        | 21–30.08         | 5                | 14                                  | JCB 531-70                 |                           | 1                 | 60,00              | 420,00            | 840,00           | 1                  | 2                      |                                 | 0,15                        | 0,11                             | 0,02                                         | 0,01                                  | 0,00                 |
| 5             | Перевезення насіння та добрив              | 5 км                | т                   | 21,58       | 21–30.08         | 5                | 14                                  | MA3-5551                   | ЗС-30ГШ                   | 1                 | 8,50               | 59,50             | 119,00           | 1                  | 2                      |                                 | 0,70                        | 15,11                            | 0,12                                         | 2,54                                  | 0,36                 |
| 6             | Сівба з внесенням добрив                   | 6–8 см              | га                  | 174,00      | 21–30.08         | 5                | 14                                  | John Deere 8320R           | Horsch Pronto 6 DC        | 1                 | 4,20               | 29,40             | 58,80            | 1                  | 2                      |                                 | 4,30                        | 748,20                           | 0,24                                         | 41,43                                 | 5,92                 |
| 7             | Завантаження мін. добрив (сульфат амонію)  | 0,10 т/га           | т                   | 17,40       | 01–10.10         | 5                | 14                                  | JCB 531-70                 |                           | 1                 | 60,00              | 420,00            | 840,00           | 1                  | 2                      |                                 | 0,15                        | 2,61                             | 0,02                                         | 0,29                                  | 0,04                 |
| 8             | Внесення мін. добрив (сульфат амонію)      | 0,10 т/га           | га                  | 174,00      | 01–10.10         | 5                | 14                                  | ХТ3-150-05-09              | РУ-7000                   | 1                 | 15,00              | 105,00            | 210,00           | 1                  | 2                      |                                 | 1,50                        | 261,00                           | 0,07                                         | 11,60                                 | 1,66                 |
| 9             | Перевезення води і стимулятора росту       | 150 л/га            | т                   | 26,10       | фаза 4–6 листків | 5                | 12                                  | MA3-5337                   | Бочка ВНЦ-10              | 1                 | 9,50               | 66,50             | 114,00           | 1                  | 2                      |                                 | 0,70                        | 18,27                            | 0,11                                         | 2,75                                  | 0,39                 |
| 10            | Внесення робочого розчину                  | 0,15 т/га           | га                  | 174,00      | фаза 4–6 листків | 5                | 12                                  | Amazone Pantera 4503       |                           | 1                 | 32,00              | 224,00            | 384,00           | 1                  | 2                      |                                 | 0,85                        | 147,90                           | 0,03                                         | 5,44                                  | 0,78                 |
| 11            | Завантаження мін. добрив (аміачна селітра) | 0,12 т/га           | т                   | 20,88       | 20.02–05.03      | 5                | 14                                  | JCB 531-70                 |                           | 1                 | 60,00              | 420,00            | 840,00           | 1                  | 2                      |                                 | 0,15                        | 3,13                             | 0,02                                         | 0,35                                  | 0,05                 |
| 12            | Внесення мін. добрив (аміачна селітра)     | 0,12 т/га           | га                  | 174,00      | 20.02–05.03      | 5                | 14                                  | ХТ3-150-05-09              | РУ-7000                   | 1                 | 15,00              | 105,00            | 210,00           | 1                  | 2                      |                                 | 1,50                        | 261,00                           | 0,07                                         | 11,60                                 | 1,66                 |
| 13            | Завантаження мін. добрив (аміачна селітра) | 0,10 т/га           | т                   | 17,40       | 10–20.04         | 5                | 14                                  | JCB 531-70                 |                           | 1                 | 60,00              | 420,00            | 840,00           | 1                  | 2                      |                                 | 0,15                        | 2,61                             | 0,02                                         | 0,29                                  | 0,04                 |
| 14            | Внесення мін. добрив (аміачна селітра)     | 0,10 т/га           | га                  | 174,00      | 10–20.04         | 5                | 14                                  | ХТ3-150-05-09              | РУ-7000                   | 1                 | 15,00              | 105,00            | 210,00           | 1                  | 2                      |                                 | 1,45                        | 252,30                           | 0,07                                         | 11,60                                 | 1,66                 |
| 15            | Перевезення води та фунгіциду              | 150 л/га            | т                   | 26,10       | фаза цвітіння    | 5                | 12                                  | MA3-5337                   | Бочка ВНЦ-10              | 1                 | 9,50               | 66,50             | 114,00           | 1                  | 2                      |                                 | 0,70                        | 18,27                            | 0,11                                         | 2,75                                  | 0,39                 |
| 16            | Внесення фунгіциду                         | 0,15 т/га           | га                  | 174,00      | фаза цвітіння    | 5                | 12                                  | Amazone Pantera 4503       |                           | 1                 | 32,00              | 224,00            | 384,00           | 1                  | 2                      |                                 | 0,85                        | 147,90                           | 0,03                                         | 5,44                                  | 0,78                 |
| 17            | Перевезення води і десиканту               | 150 л/га            | т                   | 26,10       | 15–25.06         | 3                | 12                                  | MA3-5337                   | Бочка ВНЦ-10              | 1                 | 9,50               | 66,50             | 114,00           | 1                  | 2                      |                                 | 0,70                        | 18,27                            | 0,11                                         | 2,75                                  | 0,39                 |
| 18            | Десикація                                  | 0,15 т/га           | га                  | 174,00      | 15–25.06         | 3                | 12                                  | Amazone Pantera 4503       |                           | 1                 | 32,00              | 224,00            | 384,00           | 1                  | 2                      |                                 | 0,85                        | 147,90                           | 0,03                                         | 5,44                                  | 0,78                 |
| 19            | Збирання насіння                           | 3,0 т/га            | га                  | 174,00      | 01–20.07         | 10               | 14                                  | Claas Lexion 670           | Жатка Vario 770           | 1                 | 7,80               | 54,60             | 109,20           | 1                  | 2                      |                                 | 8,50                        | 1479,00                          | 0,13                                         | 22,31                                 | 3,19                 |
| 20            | Перевезення насіння на тік                 | 5 км                | т                   | 522,00      | 01–20.07         | 10               | 14                                  | MA3-6501                   |                           | 1                 | 15,20              | 106,40            | 212,80           | 1                  | 2                      |                                 | 0,62                        | 323,64                           | 0,07                                         | 34,34                                 | 4,91                 |
| <b>Всього</b> |                                            |                     |                     |             |                  |                  |                                     |                            |                           |                   |                    |                   |                  |                    |                        |                                 |                             | <b>6912,75</b>                   | <b>1,76</b>                                  | <b>250,85</b>                         | <b>35,84</b>         |

Додаток Б – Графічна частина дипломного проєкту

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Інженерно-технологічний факультет**  
Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

**Удосконалення вирощування ріпаку озимого з розробкою  
операційної технології догляду за посівами**

Демонстраційний матеріал до дипломного проєкту освітнього ступеня «Бакалавр»

**Виконав:** здобувач групи АІС-3-23

Кутовий Андрій Вікторович

**Керівники:** к. т. н., доцент

Деркач Олексій Дмитрович,

д.т.н., доцент

Горобець Володимир Леонідович

ДНІПРО 2026

### Продовження додатку Б

Метою дипломної роботи є обґрунтування технології вирощування ріпаку озимого та підвищення ефективності внесення мінеральних добрив за рахунок удосконалення конструкції розкидача добрив.

**В дипломному проєкті виконано такі завдання:**

1. Проаналізувати обсяги вирощування ріпаку озимого та виробництва ріпакової олії.
2. Розробити план механізованих робіт вирощування ріпаку озимого.
3. Запропонувати технічне рішення щодо вдосконалення конструкції робочого органу розкидача мінеральних добрив.
4. Навести вимоги безпеки при проведенні технологічної операції з внесення мінеральних добрив.
5. Виконати розрахунки щодо економічної ефективності проєкту.

Продовження додатку Б

48.ДП.024.000.000 ГР

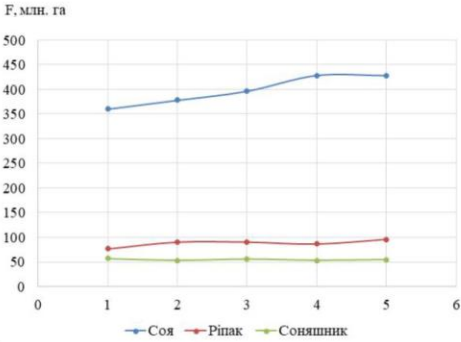


Рис. 1 – Динаміка світового виробництва сої, ріпаку та соняшнику

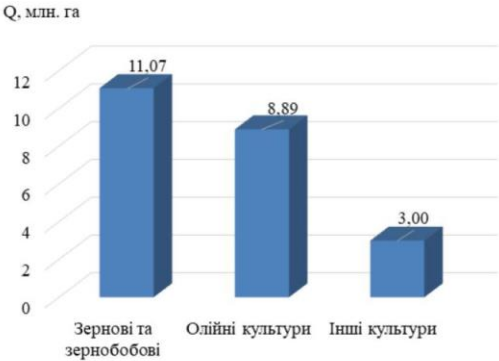


Рис. 2 – Структура посівних площ України у 2025 р.

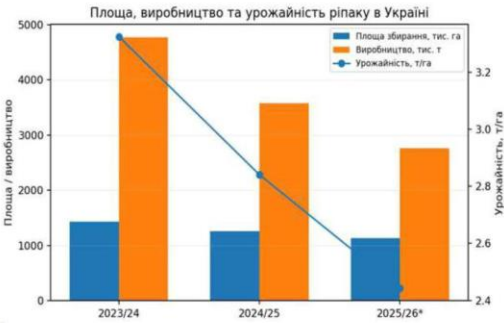


Рис. 3 – Динаміка площі виробництва та урожайності ріпаку в Україні

Табл. 1 – Експорт насіння ріпаку та ріпакової олії Україною у 2022-2024 рр.

| Рік  | Продукт        | Вартість експорту, млн дол. США | Обсяг експорту, тис. т | Частка у загальному експорті товарів, % | Середня експортна ціна, дол./т |
|------|----------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|
| 2022 | Насіння ріпаку | 1540,5                          | 3115,3                 | 3,49                                    | 494,5                          |
| 2022 | Ріпакова олія  | 83,6                            | 65,8                   | 0,19                                    | 1270,1                         |
| 2023 | Насіння ріпаку | 1168,5                          | 3027,0                 | 3,11                                    | 386,0                          |
| 2023 | Ріпакова олія  | 315,9                           | 378,9                  | 0,84                                    | 833,6                          |
| 2024 | Насіння ріпаку | 1850,0                          | 3879,9                 | 4,43                                    | 476,8                          |
| 2024 | Ріпакова олія  | 238,9                           | 270,0                  | 0,57                                    | 884,9                          |

|                      |                |                |                |                |                                     |                   |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------------|-------------------|
| 48.ДП.024.000.000 ГР |                |                |                |                | Аналіз виробництва ріпаку в Україні | ДП.024.000.000 ГР |
| Звітний період       | Звітний період | Звітний період | Звітний період | Звітний період | Звітний період                      | Звітний період    |
| Звітний період       | Звітний період | Звітний період | Звітний період | Звітний період | Звітний період                      | Звітний період    |
| Звітний період       | Звітний період | Звітний період | Звітний період | Звітний період | Звітний період                      | Звітний період    |
| Звітний період       | Звітний період | Звітний період | Звітний період | Звітний період | Звітний період                      | Звітний період    |

Продовження додатку Б

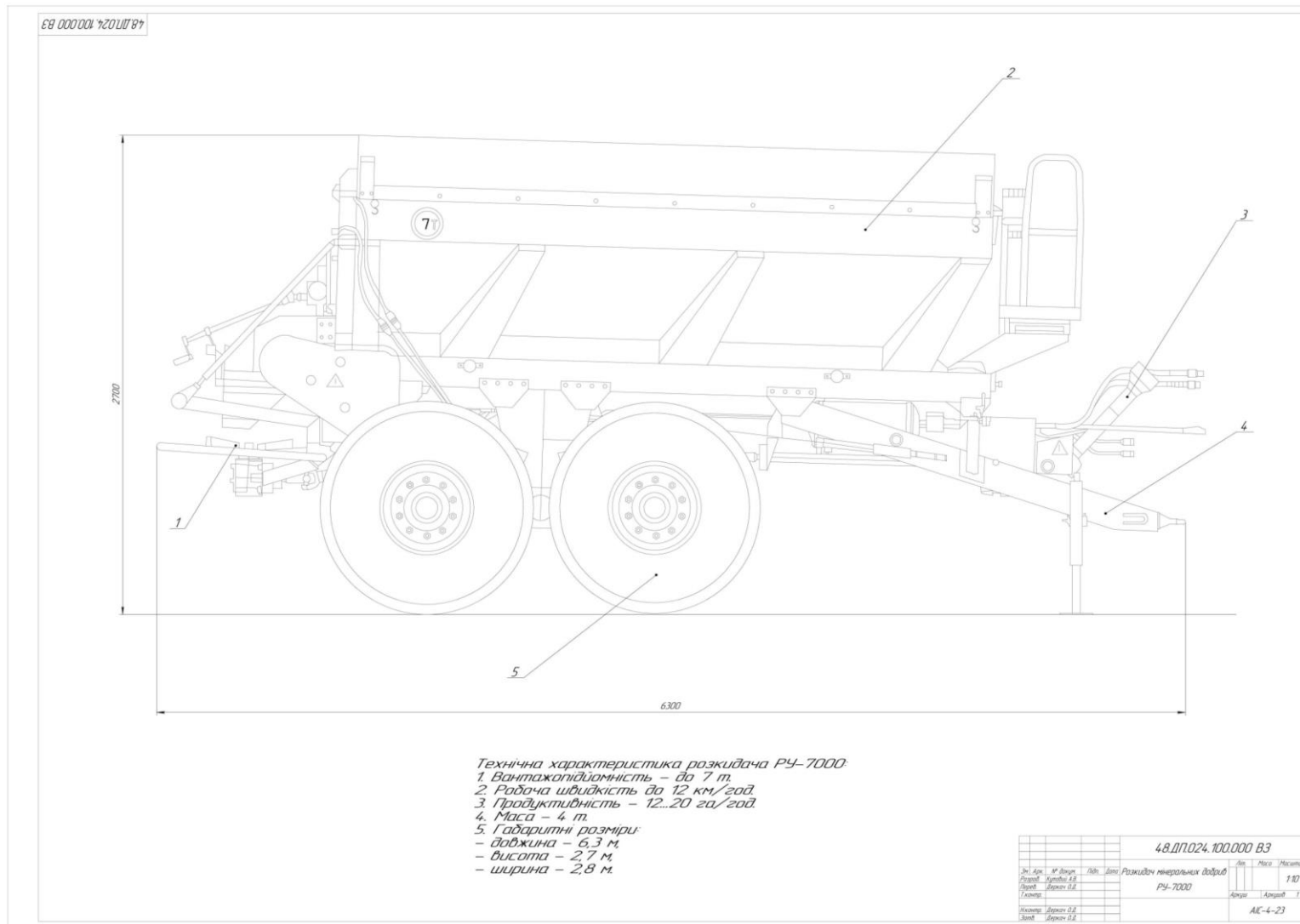
ХЛ 00000072010787

План механізованих робіт вирощування ріпаку озимого на площі 174 га  
(попередник – пшениця озима, група господарства – 2)

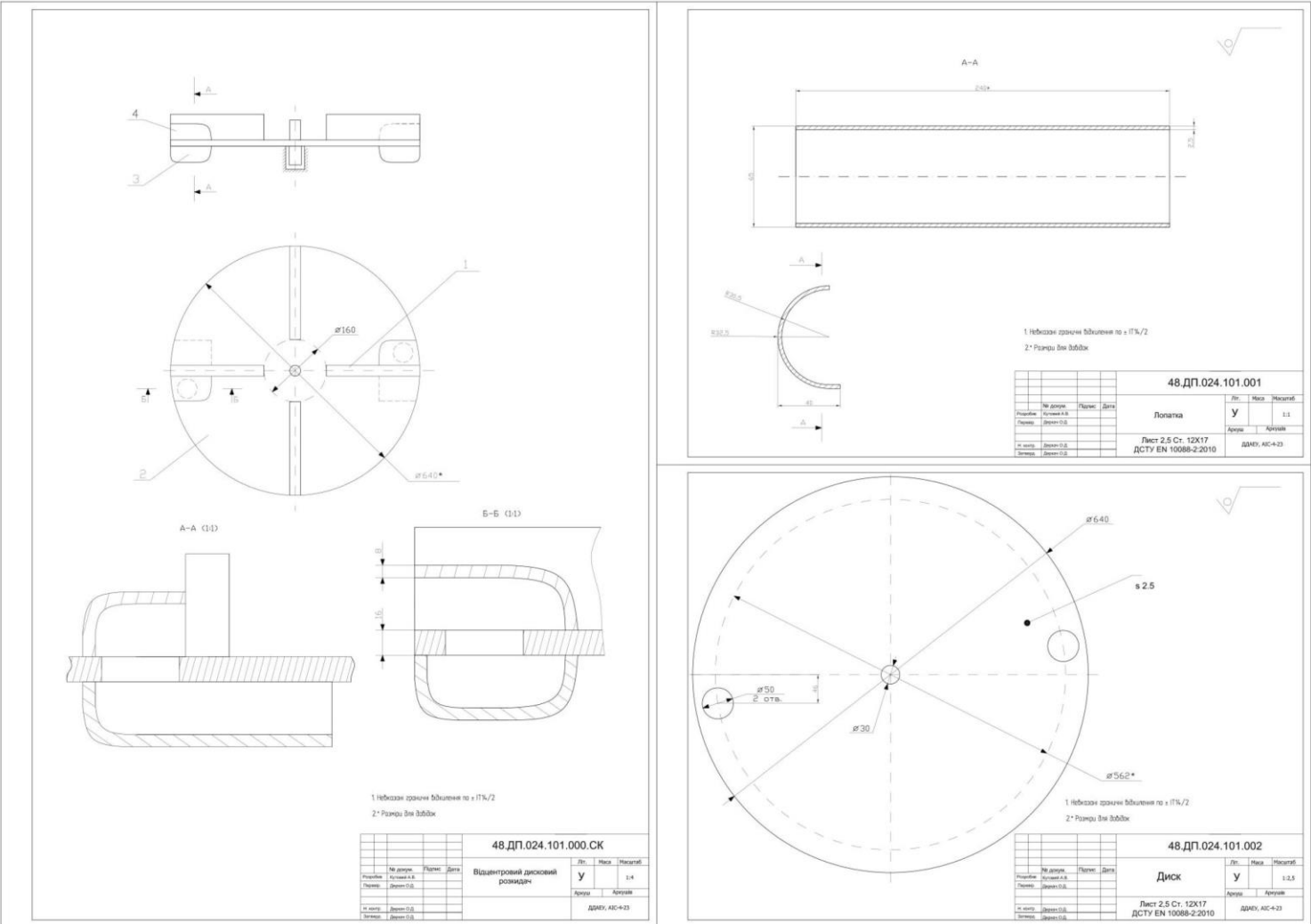
| №      | Операція                                   | Агротехнічні вимоги | Одиниці вимірювання | Обсяг робіт | Строк виконання  | Тривалість, днів | Тривалість роботи протягом дня, год | Трактор / самохідна машина | С.-т. машина / обладнання | К-сть с.-т. машин | Виробток за годину | Виробток за зміну | Виробток за добу | Потрібно агрегатів | Потрібно механізаторів | Потрібно досвідчених трактористів | Витрати палива, кг/га, м/т | Витрати палива на весь обсяг, кг | Заграти праці на одиницю роботи, год, - год/год. | Заграти праці на весь обсяг, год. | Кількість нормо-змін |
|--------|--------------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------|------------------|------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 1      | Глибине рихлення                           | 26-28 см            | га                  | 174,00      | 01–12.08         | 5                | 14                                  | Fendt 936 Vario            | Bednar Terraland TO 4000  | 1                 | 3,10               | 21,70             | 43,40            | 1                  | 2                      |                                   | 13,80                      | 2401,20                          | 0,32                                             | 56,13                             | 8,02                 |
| 2      | Передпосівна культивация                   | 4–5 см              | га                  | 174,00      | 20–28.08         | 5                | 14                                  | John Deere 8320R           | Lemken Korund 8/750       | 1                 | 5,20               | 36,40             | 72,80            | 1                  | 2                      |                                   | 3,80                       | 661,20                           | 0,19                                             | 33,46                             | 4,78                 |
| 3      | Завантаження добрив (амофос)               | 0,12 т/га           | т                   | 20,88       | 21–30.08         | 5                | 14                                  | JCB 531-70                 |                           | 1                 | 60,00              | 420,00            | 840,00           | 1                  | 2                      |                                   | 0,15                       | 3,13                             | 0,02                                             | 0,35                              | 0,05                 |
| 4      | Завантаження насіння                       | 4 кг/га             | т                   | 0,70        | 21–30.08         | 5                | 14                                  | JCB 531-70                 |                           | 1                 | 60,00              | 420,00            | 840,00           | 1                  | 2                      |                                   | 0,15                       | 0,11                             | 0,02                                             | 0,01                              | 0,00                 |
| 5      | Перевезення насіння та добрив              | 5 км                | т                   | 21,58       | 21–30.08         | 5                | 14                                  | MA3-5551                   | ЗС-30ГШ                   | 1                 | 8,50               | 59,50             | 119,00           | 1                  | 2                      |                                   | 0,70                       | 15,11                            | 0,12                                             | 2,54                              | 0,36                 |
| 6      | Сівба з внесенням добрив                   | 6–8 см              | га                  | 174,00      | 21–30.08         | 5                | 14                                  | John Deere 8320R           | Horsch Pronto 6 DC        | 1                 | 4,20               | 29,40             | 58,80            | 1                  | 2                      |                                   | 4,30                       | 748,20                           | 0,24                                             | 41,43                             | 5,92                 |
| 7      | Завантаження мін. добрив (сульфат амонію)  | 0,10 т/га           | т                   | 17,40       | 01–10.10         | 5                | 14                                  | JCB 531-70                 |                           | 1                 | 60,00              | 420,00            | 840,00           | 1                  | 2                      |                                   | 0,15                       | 2,61                             | 0,02                                             | 0,29                              | 0,04                 |
| 8      | Внесення мін. добрив (сульфат амонію)      | 0,10 т/га           | га                  | 174,00      | 01–10.10         | 5                | 14                                  | ХТЗ-150-05-09              | РУ-7000                   | 1                 | 15,00              | 105,00            | 210,00           | 1                  | 2                      |                                   | 1,50                       | 261,00                           | 0,07                                             | 11,60                             | 1,66                 |
| 9      | Перевезення води і стимулятора росту       | 150 л/га            | т                   | 26,10       | фаза 4–6 листків | 5                | 12                                  | MA3-5337                   | Бочка ВНЦ-10              | 1                 | 9,50               | 66,50             | 114,00           | 1                  | 2                      |                                   | 0,70                       | 18,27                            | 0,11                                             | 2,75                              | 0,39                 |
| 10     | Внесення робочого розчину                  | 0,15 т/га           | га                  | 174,00      | фаза 4–6 листків | 5                | 12                                  | Amazona Pantera 4503       |                           | 1                 | 32,00              | 224,00            | 384,00           | 1                  | 2                      |                                   | 0,85                       | 147,90                           | 0,03                                             | 5,44                              | 0,78                 |
| 11     | Завантаження мін. добрив (аміачна селітра) | 0,12 т/га           | т                   | 20,88       | 20.02–05.03      | 5                | 14                                  | JCB 531-70                 |                           | 1                 | 60,00              | 420,00            | 840,00           | 1                  | 2                      |                                   | 0,15                       | 3,13                             | 0,02                                             | 0,35                              | 0,05                 |
| 12     | Внесення мін. добрив (аміачна селітра)     | 0,12 т/га           | га                  | 174,00      | 20.02–05.03      | 5                | 14                                  | ХТЗ-150-05-09              | РУ-7000                   | 1                 | 15,00              | 105,00            | 210,00           | 1                  | 2                      |                                   | 1,50                       | 261,00                           | 0,07                                             | 11,60                             | 1,66                 |
| 13     | Завантаження мін. добрив (аміачна селітра) | 0,10 т/га           | т                   | 17,40       | 10–20.04         | 5                | 14                                  | JCB 531-70                 |                           | 1                 | 60,00              | 420,00            | 840,00           | 1                  | 2                      |                                   | 0,15                       | 2,61                             | 0,02                                             | 0,29                              | 0,04                 |
| 14     | Внесення мін. добрив (аміачна селітра)     | 0,10 т/га           | га                  | 174,00      | 10–20.04         | 5                | 14                                  | ХТЗ-150-05-09              | РУ-7000                   | 1                 | 15,00              | 105,00            | 210,00           | 1                  | 2                      |                                   | 1,45                       | 252,30                           | 0,07                                             | 11,60                             | 1,66                 |
| 15     | Перевезення води та фунгіциду              | 150 л/га            | т                   | 26,10       | фаза цвітіння    | 5                | 12                                  | MA3-5337                   | Бочка ВНЦ-10              | 1                 | 9,50               | 66,50             | 114,00           | 1                  | 2                      |                                   | 0,70                       | 18,27                            | 0,11                                             | 2,75                              | 0,39                 |
| 16     | Внесення фунгіциду                         | 0,15 т/га           | га                  | 174,00      | фаза цвітіння    | 5                | 12                                  | Amazona Pantera 4503       |                           | 1                 | 32,00              | 224,00            | 384,00           | 1                  | 2                      |                                   | 0,85                       | 147,90                           | 0,03                                             | 5,44                              | 0,78                 |
| 17     | Перевезення води і десиканту               | 150 л/га            | т                   | 26,10       | 15–25.06         | 3                | 12                                  | MA3-5337                   | Бочка ВНЦ-10              | 1                 | 9,50               | 66,50             | 114,00           | 1                  | 2                      |                                   | 0,70                       | 18,27                            | 0,11                                             | 2,75                              | 0,39                 |
| 18     | Десикація                                  | 0,15 т/га           | га                  | 174,00      | 15–25.06         | 3                | 12                                  | Amazona Pantera 4503       |                           | 1                 | 32,00              | 224,00            | 384,00           | 1                  | 2                      |                                   | 0,85                       | 147,90                           | 0,03                                             | 5,44                              | 0,78                 |
| 19     | Збирання насіння                           | 3,0 т/га            | га                  | 174,00      | 01–20.07         | 10               | 14                                  | Claas Lexion 670           | Жатка Vario 770           | 1                 | 7,80               | 54,60             | 109,20           | 1                  | 2                      |                                   | 8,50                       | 1479,00                          | 0,13                                             | 22,31                             | 3,19                 |
| 20     | Перевезення насіння на тік                 | 5 км                | т                   | 522,00      | 01–20.07         | 10               | 14                                  | MA3-6501                   |                           | 1                 | 15,20              | 106,40            | 212,80           | 1                  | 2                      |                                   | 0,62                       | 323,64                           | 0,07                                             | 34,34                             | 4,91                 |
| Всього |                                            |                     |                     |             |                  |                  |                                     |                            |                           |                   |                    |                   |                  |                    |                        |                                   | 6912,75                    | 1,76                             | 250,85                                           | 35,84                             |                      |

|                                          |               |       |         |
|------------------------------------------|---------------|-------|---------|
| 48.ДП.024.000.000 ТК                     |               |       |         |
| Зв. Акт.                                 | М. Водит.     | Підп. | Директ. |
| Розроб.                                  | Контроль А.В. |       |         |
| Викон.                                   | Викон. В.В.   |       |         |
| Голов.                                   |               |       |         |
| Пр. керівництво робіт (керівник) (підп.) |               |       |         |
| Актри Архивні Т                          |               |       |         |
| ДДАЕС АС-4-23                            |               |       |         |

## Продовження додатку Б



Продовження додатку Б



Продовження додатку Б

Ж10 000000720110787

Операційно-технологічна карта на внесення мінеральних добрив

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div><div>ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ РОБОТИ</div><p>Агрофон – поле ріпаку озимого, площа 68 га, довжина поля 1050 м, тип ґрунту – чорнозем, кут похилу місцевості 2°, коефіцієнт опору кочення 0,1.</p></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <div><div>ПІДГОТОВКА ПОЛЯ</div><p>Підготовка поля для внесення мінеральних добрив складається з наступних операцій:</p><ul style="list-style-type: none"><li>- відбивка поворотних полос;</li><li>- розбивка поля на загони;</li><li>- провішування ліній першого проходу агрегату.</li></ul><p>Основний спосіб руху агрегатів при внесенні мінеральних добрив – човниковий.</p><div><p>Рух агрегату човниковим способом, робоча ширина захвату 8м ± 20 см, кількість проходів = 33</p><p>Довжина поля L = 1050 м</p></div></div>                                                                                                                                                                                                                                           |
| <div><div>АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ</div><p>Норму внесення мінеральних добрив встановлюють з урахуванням культури, запланованої врожайності та забезпеченості ґрунту поживними речовинами. За технологічною картою норму внесення приймаємо 120 кг/га. Добрива потрібно вносити рівномірно по всій площі поля. Для туківних сівалок нерівномірність висіву добрив або їх сумішей не повинна перевищувати ±15%, а для розкидачів ±25% (150-250 кг на 1 т).</p><p>Вологість мінеральних добрив, підготовлених до внесення, повинна відповідати стандарту з тим, щоб забезпечити нормальну роботу дозуючих висівальних апаратів.</p><p>Розриви між суміжними проходами машин не допускаються. Перекриття в стикових міжряддях може складати 5% від ширини захвату розкидаючого агрегату.</p></div>                                                                                                            | <div><div>РОБОТА АГРЕГАТА В ПОЛІ</div><p>Рух агрегату рекомендується виконувати човниковим способом уздовж довгої сторони поля. Перший прохід проводять по провішаній лінії або за допомогою навігаційної системи. Наступні проходи виконують з урахуванням робочої ширини захвату 20 м та необхідного перекриття.</p><p>Продуктивність МТА становить:</p><math display="block">W_{\text{ед}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot t = 0,1 \cdot 20 \cdot 10 \cdot 0,75 = 15 \text{ га/год}</math><p>Секундна подача добрив на робочі органи:</p><math display="block">q = 20 \cdot 10 \cdot 120 / 36000 = 0,67 \text{ кг/с}</math><p>Отримане значення є допустимим для розкидача такого типу, тому прийнятний режим роботи можна використовувати для норми 120 кг/га</p></div> |
| <div><div>ПІДБІР І РОЗРАХУНОК СКЛАДУ АГРЕГАТУ</div><p>Для виконання операції приймаємо агрегат ХТЗ-150-05-09 + РУ-7000. Такий склад агрегату придатний для поверхневого внесення гранульованих мінеральних добрив на полях середньої площі. Прийнята робоча ширина захвату становить 20 м.</p><p>Загальний тяговий опір складає:</p><math display="block">R_A = 13,02 + 3,0 = 16,2 \text{ кН}</math><p>Отриманий тяговий опір є допустимим для трактора ХТЗ-150-05-09, при забезпеченні необхідної швидкості руху, тому агрегат може працювати у прийнятному режимі.</p></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <div><div>КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ РОБОТИ</div><p>Рівномірність внесення добрив, відсутність огривів і якості обробки поворотних полос визначають частіше всього візуально, шляхом огляду ділянки, яка оброблюється по діагоналі. Більш точно ступінь нерівномірності можна визначити як середнє відхилення дози внесених добрив від нормованої на площадці розміром 0,25 м². Відхилення від середньої фактичної дози (норми) внесення добрив має бути не більше ±10%.</p><p>Нерівномірність внесення добрив або їх сумішей не повинна перевищувати ±25% для розкидачів з дисковими робочими органами. Якщо мінеральні добрива вносять в ґрунт, то відхилення від заданої глибини загортання їх не повинно перевищувати ±15-20%.</p></div>                                           |
| <div><div>ПІДГОТОВКА АГРЕГАТА ДО РОБОТИ</div><p>Під час підготовки трактора визначають необхідну ширину колії, доводять тиск у шинах до рекомендованого, встановлюють гідравлічний гак.</p><p>Перевіряють комплектість та стан вузлів розкидача. З'єднують днище розкидача з гідро гакком. Під'єднують карданний вал та захисний кожух ВВП трактора. З'єднують гідравлічну, гальмівну, електричну системи трактора та розкидача. Натяг ланцюгів транспортера регулюють переміщенням веденого валу. Ланцюги повинні бути натягнутими рівномірно, а планки не перекошені.</p><p>Встановлені норми регулювання машин виконують у такій послідовності. У робочу місткість машини заправляють зважену кількість добрив. Спочатку встановлюють орієнтовне регулювання. Замиряють площу внесення добрив. Порівнюють фактичну норму внесення добрив на 1 га з розрахунковою, уточнюють регулювання</p></div> | <div><div>ОХОРОНА ПРАЦІ</div><p>До роботи з добривами не допускаються особи молодше 18. Особи, що привертються для роботи з добривами, швидко проходять навчання і інструктаж по охороні праці. До роботи допускають після оформлення наряду-допуску.</p><p>Тривалість робочого дня при внесенні мінеральних добрив тривалість – 7 годин, а з фосфорорганічними добривами – 4 години. Всі роботи з пестицидами і мінеральними добривами повинні бути механізовані. Перед роботою перевіряють справність розкидачів мінеральних добрив, застосовуючи замість добрив пісок.</p></div>                                                                                                                                                                                         |

48.ДП.024.000.000 ОПК

ОПК на внесення мінеральних добрив

|         |         |      |        |      |      |
|---------|---------|------|--------|------|------|
| Лп      | Апр     | ВР   | Директ | Діст | Віст |
| Розроб  | Коробов | В.В. |        |      |      |
| Проек   | Коробов | В.В. |        |      |      |
| Головпр |         |      |        |      |      |
| Начальн | Директ  | В.В. |        |      |      |
| Директ  | Директ  | В.В. |        |      |      |

|       |      |           |   |
|-------|------|-----------|---|
| Лп    | Маса | Місткість |   |
| Агрег |      | Агрегатів | 1 |

ДДАЕЧ АС-4-23

## Продовження додатку Б

48.ДП.024.000.000.ПЕ

## Техніко-економічні показники проекту

| Показник                            | Базовий варіант | Модернізований варіант |
|-------------------------------------|-----------------|------------------------|
| Площа вирощування, га               | 174             | 174                    |
| Урожайність, т/га                   | 2,95            | 3,00                   |
| Валовий збір, т                     | 513,3           | 522,0                  |
| Ціна реалізації, грн/т              | 25 000          | 25 000                 |
| Виручка від реалізації, грн         | 12 832 500      | 13 050 000             |
| Вартість розкидача, грн             | 290 000         | 290 000                |
| Вартість модернізації, грн          | -               | 7 500                  |
| Загальні додаткові витрати, грн/рік | -               | 2 250                  |
| Річний економічний ефект, грн       | -               | 215 250                |
| Економічний ефект на 1 га, грн/га   | -               | 1 237                  |
| Строк окупності, років              | -               | 0,035                  |
| Строк окупності, місяців            | -               | 0,42                   |

|          |           |       |       |                              |  |  |  |
|----------|-----------|-------|-------|------------------------------|--|--|--|
|          |           |       |       | 48.ДП.024.000.000.ПЕ         |  |  |  |
| Др. Акт. | В. Витрат | Підп. | Дат.  | Техніко-економічні показники |  |  |  |
| Підп.    | Підп.     | Підп. | Підп. | Акт.                         |  |  |  |
| Підп.    | Підп.     | Підп. | Підп. | ДДАЕСУ АС-4-23               |  |  |  |

## Продовження додатку Б

### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що ріпак озимий займає близько 5 % загальної посівної площі в Україні та близько 13 % площі олійних культур. Український ріпак має чітко виражену експортну спрямованість, особливо на ринок ЄС. Урожайність ріпаку в Україні залишається нестабільною, 2023/24 МР вона становила 3,32 т/га, у 2024/25 МР знизилася до 2,84 т/га, що свідчить про високу залежність культури від погодних умов, стану посівів і рівня дотримання технології вирощування. У 2024 році частка насіння ріпаку в загальному експорті товарів України становила 4,43 %, тоді як частка ріпакової олії – 0,57 %. Отже, саме експорт насіння формує основну валютну виручку в цьому сегменті. Разом ці товарні позиції забезпечили понад 2,09 млрд дол. США експортної виручки, що є помітним показником для аграрного експорту України.

Розроблена технологічна карта вирощування ріпаку озимого на площі 174 га включає повний комплекс механізованих робіт, необхідних для отримання запланованого врожаю. За прийнятої врожайності 3,0 т/га очікуваний валовий збір насіння становить 522 т. Загальні витрати палива за технологічною картою становлять 6912,75 кг, або 39,7 кг/га. Найбільш енергоємними операціями є збирання насіння, глибоке рихлення та збирання продукції. Загальні затрати праці становлять 250,85 люд.-год, на одиницю виконаної роботи – 1,76 люд.-год/га.

Розглянуто питання удосконалення робочого органу розкидача мінеральних добрив. Патентний огляд показав, що існуючі конструкції мають певні недоліки: недостатню рівномірність розподілу добрив, обмежену ширину захвату та складність регулювання процесу розсіву. Нерівномірне внесення призводить до строкатого розвитку рослин і знижує ефективність використання добрив. Для підвищення якості роботи запропоновано удосконалений відцентровий диск з лопатками та повітрязбірниками. Така конструкція створює кращі умови для руху частинок добрив, зменшує перетин потоків і сприяє більш рівномірному перекриттю зон розсіву. За результатами інженерно-технічних розрахунків прийнята ширина захвату робочого органу становить 20 м.

Розроблено операційно-технологічну карту для внесення мінеральних добрив на площі 68 га з нормою 120 кг/га. За прийнятої ширини захвату 20 м і робочої швидкості 10 км/год агрегат ХТЗ-150-05-09 + РУ-7000 забезпечує робочу продуктивність 15 га/год. Змінний виробіток становить 105 га/зм, тому операцію можна виконати протягом однієї робочої зміни.

Після уточнення питомої витрати палива до 1,5 кг/га загальна витрата палива на площу 68 га становить 102 кг. Розроблена операційно-технологічна карта дозволяє організувати внесення добрив у встановлені строки та забезпечити рівномірний розподіл добрив по поверхні поля.

Запропонована модернізація дозволяє отримати додатковий обсяг валового збору ріпаку – 8,7 т. За ціни реалізації 25000 грн/т додаткова виручка становить 217500 грн. Витрати на виготовлення, установку дисків і налаштування роботи розкидача становлять 7500 грн. Встановлено, що річний економічний ефект складає 215250 грн, або близько 1237 грн/га. Строк окупності модернізації становить приблизно 0,42 місяця, тому запропоноване удосконалення можна вважати ефективним і таким, що швидко повертає вкладені кошти.

