

**ДНШРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

**П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а**

до дипломної роботи

освітнього ступеня «Магістр» на тему:

**Обґрунтування засобів механізації при  
вирощуванні соняшнику з енергетичною  
оцінкою технологій**

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МГАІ-1-23  
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Лука Радіон Максимович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Кабат Олег Станіславович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

ДНШПРО – 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

ЕМТП

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Деркач О.Д.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«    »      2024 р.**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**Луці Радіону Максимовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Обґрунтування засобів механізації при вирощуванні соняшнику з енергетичною оцінкою технологій

керівник роботи Кабат Олег Станіславович, д.т.н., професор

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«12» листопада 2024 року № 3784

2. **Строк подання студентом роботи** 09.12.2024 р.

3. **Вихідні дані до роботи** Аналіз наукових публікацій щодо факторів впливу на врожайність соняшнику. Перспективні технології та машини для мінімізації витрат на вирощування сільськогосподарських культур. Огляд розробок за тематикою роботи.

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити). Проаналізувати технології вирощування соняшнику та фактори що впливають на його врожайність. Обґрунтувати засоби механізації та технології вирощування соняшнику. Виконати енергетичну оцінку запропонованої технології вирощування соняшнику. Навести вимоги безпеки при проведенні робіт з обробітку ґрунту. Виконати економічну оцінку дипломної роботи.

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Тема, мета та завдання роботи. (2 аркуші, А4). 2. Аналіз показників вирощування соняшнику в Україні (2 аркуші, А4). 3. Аналіз впливу технологічних прийомів на врожайність соняшнику (1 аркуш, А4). 4. Плани механізованих робіт виробництва насіння соняшнику (2 аркуші, А4) 5. Енергетична оцінка технологій (2 аркуші, А4). 4. Техніко-економічні показники (1 аркуш, А4). 5. Висновки (1 аркуш, А4).

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: 18.09.2024

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Оглядовий	до 10.10.2024 р.	виконано
2	Проектування вирощування соняшнику	до 29.10.2024 р.	виконано
3	Енергетична оцінка технологій	до 08.11.2024 р.	виконано
4	Охорона праці	до 21.11.2024 р.	виконано
5	Економічний	до 29.11.2024 р.	виконано
6	Демонстраційна частина	до 06.12.2024 р.	виконано

**Студент**

\_\_\_\_\_ Радіон ЛУКА  
( підпис ) (ім'я та прізвище)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ Олег КАБАТ  
( підпис ) (ім'я та прізвище)





УДК 631.3

### АНОТАЦІЯ

Лука Р.М. Обґрунтування засобів механізації при вирощуванні соняшнику з енергетичною оцінкою технологій / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024.

В дипломній роботі розглянуто динаміку вирощування соняшнику в Україні та Дніпропетровській області. Проаналізовано вплив технологій вирощування соняшнику та різних факторів на його врожайність. Встановлено, що обробіток ґрунту є важливим агротехнічним прийомом у технологіях вирощування соняшнику. Виконано обґрунтування засобів механізації для виконання найважливіших технологічних операцій виробництва соняшнику та розроблено мінімальну технологію його вирощування. Встановлено, що реалізація запропонованих технологічних операцій та мінімальної технології вирощування соняшнику сприяє зниженню витрати палива, у розрахунку на 1 га, з 61,1 кг/га до 40,8 кг/га, що становить більше ніж на 33 %. Крім цього питома трудомісткість виконання технологічних операцій знизилася 3,56 до 3,02 люд.-год./га. Проведено енергетичну оцінку технологій вирощування соняшнику. Застосування мінімальної технології вирощування соняшнику дозволяє знизити енергоємність комплексу технологічних операцій на 27,4 % з 8692,6 МДж/га до 6310,1 МДж/га. Затрати енергетичних ресурсів на формування одиниці продукції при застосуванні мінімальної технології зменшуються на 20,6 %. Наведено основні вимоги безпеки при проведенні робіт з обробітку ґрунту. Виконано економічну оцінку дипломної роботи.

*Ключові слова:* вирощування соняшнику, врожайність, мінімальна технологія, обробіток ґрунту, енергетична оцінка.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b><u>8</u></b>
<b>1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ ТА ФАКТОРІВ ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЙОГО ВРОЖАЙНІСТЬ .....</b>	<b><u>10</u></b>
1. Місце соняшнику в структурі вирощування сільськогосподарських культур України .....	<u>10</u>
1.2 Огляд технологій вирощування соняшнику .....	<u>14</u>
1.3 Аналіз впливу технологічних прийомів на врожайність соняшнику .....	<u>19</u>
1.4 Обґрунтування теми дипломної роботи .....	<u>24</u>
<b>2. ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ .....</b>	<b><u>26</u></b>
2.1 Обґрунтування технологічних операцій та засобів механізації вирощування соняшнику .....	<u>26</u>
2.2 Проектування технології вирощування соняшнику .....	<u>32</u>
<b>3. ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЇ .....</b>	<b><u>38</u></b>
3.1 Розрахунок енергоємності проведення операцій у рослинництві .....	<u>38</u>
3.2 Аналіз енергетичної ефективності запропонованої технології вирощування соняшнику .....	<u>42</u>
3.3 Структурний розподіл енерговитрат виробництва насіння соняшнику .....	<u>43</u>
3.4 Розрахунок енергетичної вартості одержаного врожаю .....	<u>48</u>
<b>4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>	<b><u>50</u></b>
4.1 Загальні відомості про охорону праці .....	<u>50</u>
4.2 Правила безпеки праці при виконанні робіт на ґрунтообробних МТА .....	<u>50</u>

<b>5. АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ .....</b>	<b><u>53</u></b>
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....</b>	<b><u>56</u></b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b><u>58</u></b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b><u>61</u></b>

## ВСТУП

Вирощування сільськогосподарських культур в Україні є однією із основних сфер, що забезпечує роботу економіки та експортних надходжень валюти. Саме ця сфера після повномасштабної війни з росією стала основним джерелом надходження до державного бюджету. Україна останнє десятиліття стабільно входила в трійку світових лідерів із виробництва соняшнику та продуктів його переробки.

Соняшник постійно займає одне із основних місць у структурі посівних площ, майже в кожному господарстві. Обґрунтовується це просто – відносно незначні затрати на вирощування, добре відпрацьовані сучасні технології із комплексом гібридів та системи їх захисту, ну і звісно висока вартість зібраного насіння соняшнику, яка може сягати 20 тис. грн/т і вище. При цьому, врожайність цієї культури, за умови сприятливих погодних умов стабільна та може сягати 30...35 ц/га.

Для забезпечення високої врожайності соняшнику особливо важливим є впровадження сучасних технологій, які зменшують втрати вологи та підвищують її доступність для рослин. До таких технологій належать Strip-till, мінімальний обробіток, нульовий обробіток та точне землеробство. Вони сприяють збереженню структури ґрунту, зменшують його висушування та зберігають залишки вологи. Також важливим є використання високоякісного насінневого матеріалу, адаптованого до умов конкретного регіону, та ефективна система захисту рослин від шкідників і хвороб та бур'янів.

Рівень врожайності соняшнику значною мірою залежить від дотримання технологій вирощування, вибору попередників у сівозміні, правильного внесення добрив та забезпечення оптимальної густоти рослин на полі. Окрім цього, варто враховувати довгостроковий прогноз опадів у регіоні для кращого планування сезону. Для врахування всіх факторів та своєчасності проведення технологічних операцій необхідно виконувати обґрунтування складів МТА та

розробляти плани механізованих робіт із застосування енергозберігаючих технологій.

Саме тому, метою дипломної роботи є обґрунтування засобів механізації при вирощуванні соняшнику та проведення енергетичної оцінки розробленої технології вирощування.

Досягнення мети забезпечує виконання таких завдань:

1. Провести аналіз технологій вирощування соняшнику та факторів що впливають на його врожайність.
2. Обґрунтувати засоби механізації та технологію вирощування соняшнику.
3. Виконати енергетичну оцінку запропонованої технології вирощування соняшнику.
4. Навести вимоги безпеки при проведенні робіт з обробітку ґрунту.
5. Виконати економічну оцінку дипломної роботи.

# 1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ ТА ФАКТОРІВ ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЙОГО ВРОЖАЙНІСТЬ

## 1.1 Місце соняшнику в структурі вирощування сільськогосподарських культур України

Вирощування сільськогосподарських культур в Україні є однією із основних сфер, що забезпечує роботу економіки та експортних надходжень валюти. Саме ця сфера після повномасштабної війни з росією стала основним джерелом надходження до державного бюджету. Україна останнє десятиліття стабільно входила в трійку світових лідерів із виробництва соняшнику та продуктів його переробки.

Дніпропетровська область займає перше місце серед всіх областей України за обсягом посівних площ [1] під всі сільськогосподарські культури (рис. 1.1).

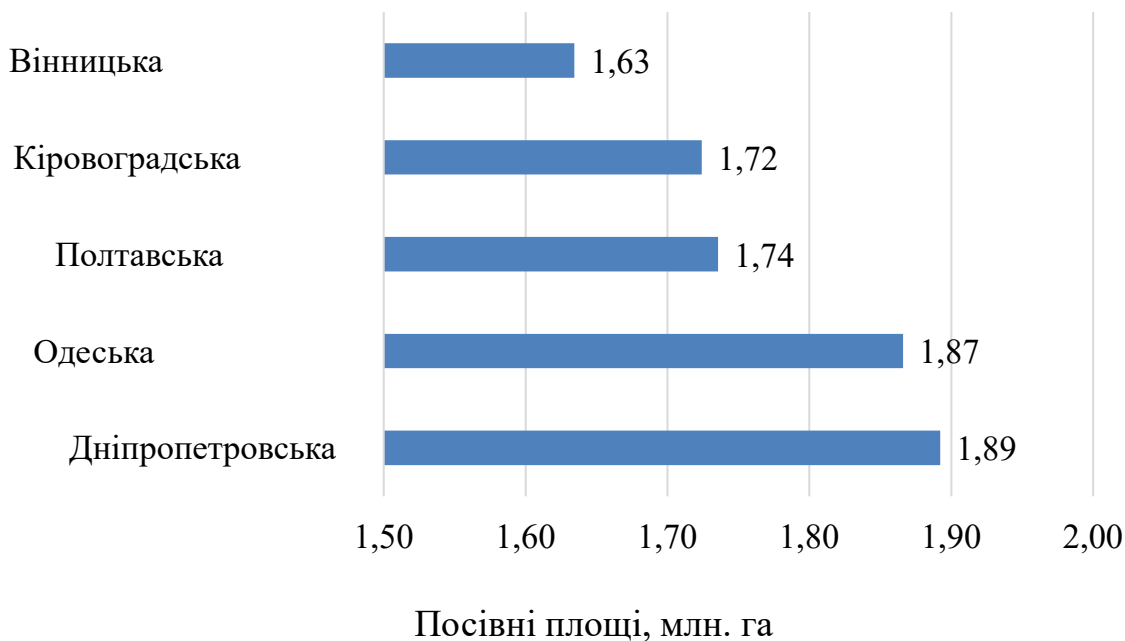


Рисунок 1.1 – Області із найбільшими посівними площами сільськогосподарських культур у 2023 році

*Створено автором, на основі даних [1]*

Загальний обсяг посівних площ у Дніпропетровській області сягає 1,89 млн. га, трохи менші обсяги посівів має Одеська область – 1,87 млн. га. Далі йдуть області, що значно поступаються за даним показником дві вказані вище області.

В структурі загальних посівних площ України Дніпропетровська область очевидно займає лідируючу позицію, при чому на постійній основі (рис. 1.2).

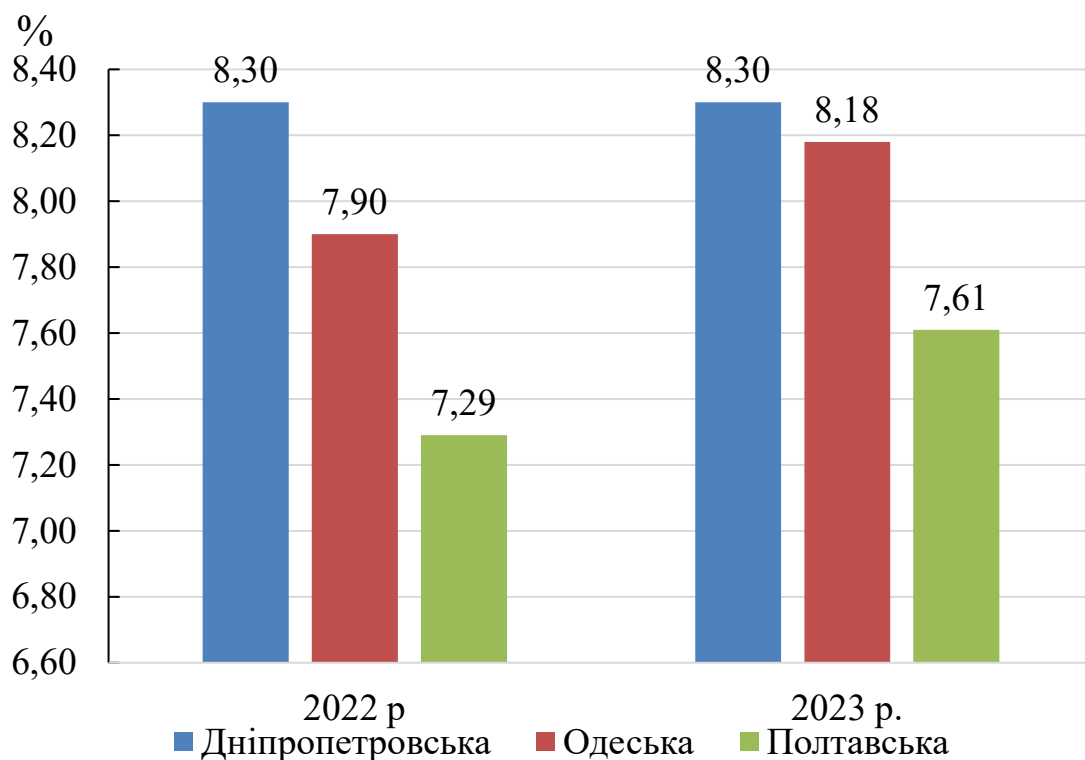


Рисунок 1.2 – Області з найбільшою часткою посівних площ в структурі загальних по Україні

*Створено автором, на основі даних [1].*

У 2022 році суттєво збільшився вклад Дніпропетровської області в структуру посівних площ України. Пов'язано це із тимчасовою окупацією частини південних східних областей. У 2022-23 рр. обсяги загальних посівів в області майже не змінювалися та становили відповідно 1,94 млн. га та 1,89 млн. га. При цьому, частка у загальній структурі посівних площ не змінилася та становила у 2022-23 рр. – 8,3 %.

Вирощування пшениці озимої, соняшнику та кукурудзи на зерно є основними напрямками діяльності сільськогосподарських підприємств. Пов'язано це з тим, що дані культури мають постійно високий попит на світових ринках. Щодо посівних площ цих культур, то їх обсяги постійно змінюються. Серед основних факторів, окрім зовнішніх чинників, є також погодні умови та внутрішня вартість на продукцію.

Соняшник постійно займає одне із основних місць у структурі посівних площ, майже в кожному господарстві. Обґрунтовується це просто – відносно незначні затрати на вирощування, добре відпрацьовані сучасні технології із комплексом гібридів та системи їх захисту, ну і звісно висока вартість зібраного насіння соняшнику, яка може сягати 20 тис. грн/т і вище. При цьому, врожайність цієї культури, за умови сприятливих погодних умов стабільна та може сягати 30...35 ц/га. З врахуванням ціни реалізації, отримана виручка від вирощування даної культури може становити до 60 тис. грн/га і вище.

В різні роки посівні площі соняшнику змінювалися в незначному діапазоні [2]. Розглянемо обсяг посівів соняшнику в Україні протягом останніх декількох років (рис. 1.3 та 1.4).

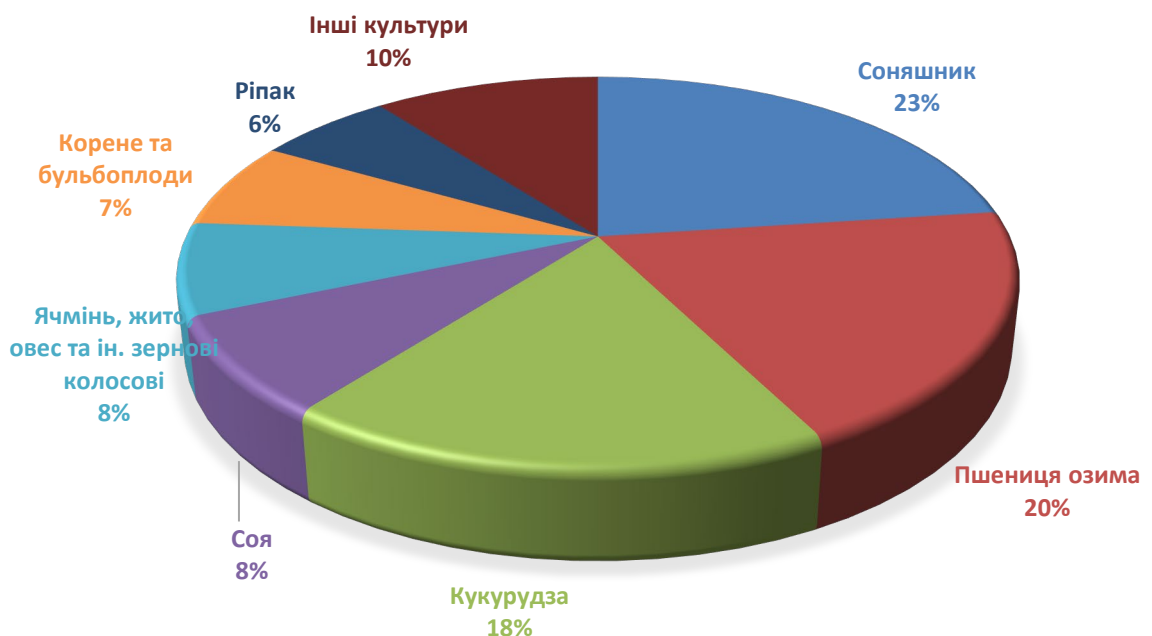


Рисунок 1.3 – Структура посівних площ в Україні у 2023 році

Створено автором, на основі даних [2]



Наведені дані свідчать, що саме соняшник у 2023 році займав найбільші посівні площі в Україні, що становили 23 % від загального обсягу посівів сільськогосподарських культур.

У 2024 році тенденція зберіглася, із незначним зниженням загальних посівних площ під соняшник.

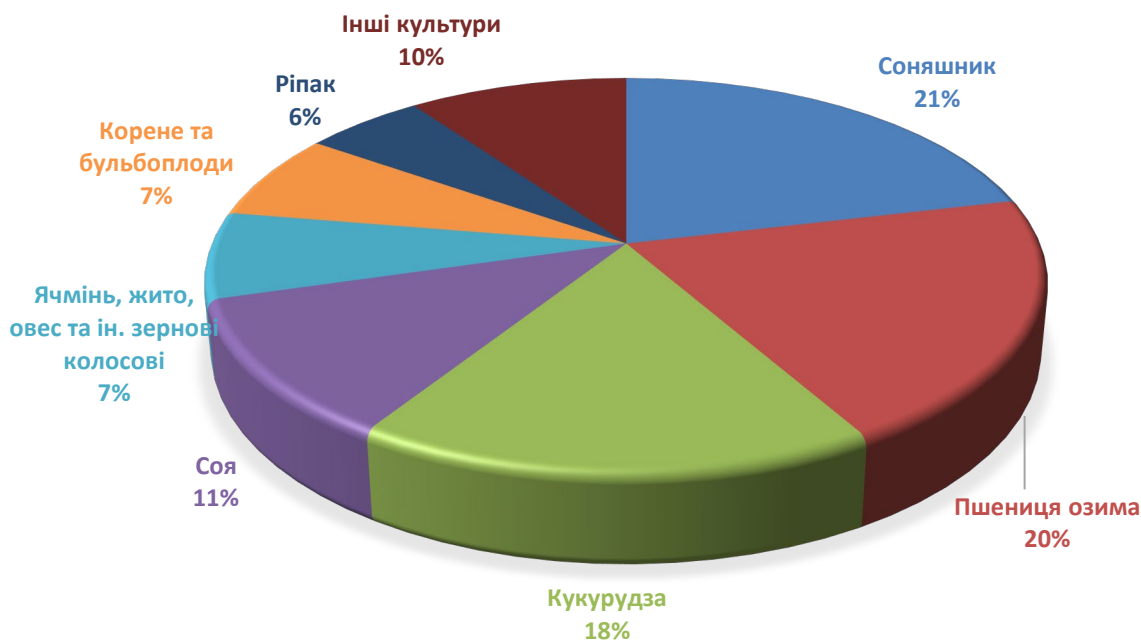


Рисунок 1.4 – Структура посівних площ в Україні під врожай у 2024 році  
Створено автором, на основі даних [2]

Зменшення посівних площ, з 5,22 млн. га у 2023 році, до 4,95 млн. га під урожай 2024 року пов'язане із несприятливими погодними умовами навесні 2024 року. Зокрема, в більшості областей обсяг опадів був найменший за останні десятиліття. Тому, тому соняшник сіяли із значним запізненням (інколи в липні місяці) або взагалі не виконували сівбу даної культури.

Враховуючи наведені вище результати, можна однозначно стверджувати, що вирощування соняшнику, в сучасних мінливих умовах, все одно залишається одним із основних напрямків сільськогосподарського виробництва.

## 1.2 Огляд технологій вирощування соняшнику

Вирощування соняшнику – це складний процес, що включає в себе різноманітні технологічні операції. Зокрема, важливу роль відіграє правильний вибір попередників, оскільки соняшник потребує оптимальних умов для свого розвитку, включаючи високу вологість ґрунту та має розгалужену кореневу систему. Вибір оптимальних попередників, таких як озимі культури або кукурудза, є важливим для забезпечення високих врожаїв. Якщо соняшник вирощується на одному й тому ж полі після менш ніж 4-5 років, це може призвести до зниження врожайності через накопичення хвороб.

Основними завданнями під час обробітку ґрунту є зменшення забур'яненості та забезпечення достатнього рівня вологи. Для цього використовуються різні способи: лушення стерні попередника, дискування, культивація та боронування. Обробка ґрунту проводиться на глибину 27-40 см для знищення бур'янів та покращення структури ґрунту. Проблема забур'яненості полягає в тому, що більшість бур'янів можна знищити лише через кілька обробок, щоб забезпечити здоровий розвиток соняшника.

При сівбі соняшнику важливо враховувати точність і норму висіву, що дозволяє отримати оптимальну густоту рослин. Використовуються сівалки точного висіву, що дозволяє досягти рівномірного розподілу насіння. Для підвищення ефективності використовуються гербіциди, такі як Харнес або Трефлан, які допомагають знищити бур'яни, але їх дія обмежена до 60 днів, тому потрібно ретельно планувати час внесення.

В системі догляду за посівами соняшнику важливе значення має комплекс операцій із забезпечення оптимального вмісту поживних речовин. Зазвичай для цього використовують припосівне внесення добрив та одне або декілька підживлення в процесі вегетації. Для одержання високих врожаїв необхідно, крім макро елементів, забезпечувати й необхідну кількість мікроелементів, що дозволяють ефективно засвоювати мінеральні речовини з ґрунту.

Збір врожаю соняшнику передбачає десикацію для забезпечення одночасного дозрівання насіння та досягнення оптимальної вологості (близько 10%). Збір здійснюється за допомогою комбайнів, оснащених спеціальними жатками.

Вказаний перелік операцій є типовим для більшості технологій вирощування соняшнику. При цьому сучасні енергозберігаючі технології вирощування направлені на зменшення сумарних затрат енергоресурсів. Тому деякі технології мають обмежене застосування технологічних операцій з обробітку ґрунту або їх повна відсутність.

Серед основних технологій, що отримали широке розповсюдження в Україні є: класична, мінімальна, смугова (Strip-till) та No-till. Вибір конкретної технології залежить від кліматичних умов, наявності техніки, а також фінансових можливостей господарства.

Класична технологія вирощування соняшнику в зоні Степу України базується на комплексному підході до обробітку ґрунту, використання мінеральних добрив і захисту рослин. Вона передбачає повноцінний цикл агротехнічних заходів, спрямованих на створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин. У степовій зоні особливе значення має раціональний вибір попередника, який забезпечує збереження вологи в ґрунті. Зазвичай це озима пшениця, що вирощується після чорного пару. У разі відсутності парів можливе застосування інших зернових культур, зокрема кукурудзи. Вирощування соняшнику на одному полі частіше, ніж кожні 4–5 років, не рекомендується через накопичення патогенів, характерних для цієї культури.

Основний обробіток ґрунту починається з луцення стерні після збирання попередника. Цей захід спрямований на знищення бур'янів і провокування їхнього проростання для подальшого видалення. Наступним етапом є глибока оранка або чизелювання на глибину 27–30 см. Це дозволяє покращити структуру ґрунту, накопичити вологу і загорнути рослинні рештки. За значної кількості бур'янів додатково виконують кількаразове луцення стерні. Навесні для збереження вологи проводять боронування ґрунту, яке також допомагає знищити

бур'яни у фазі їхньої білої ниточки. Передпосівний обробіток ґрунту виконується на глибину сівби, з одночасним внесенням гербіцидів.

Сівба соняшнику розпочинається, коли температура ґрунту досягає 8–10 °С. Використовуються сівалки точного висіву, які забезпечують рівномірний розподіл насіння і високу густоту посівів. Для забезпечення швидкого і рівномірного проростання насіння застосовують передпосівне прикочування. Важливим аспектом є дотримання оптимальної норми висіву, яка залежить від конкретного гібриду і рівня вологозабезпечення.

Догляд за посівами включає міжрядний обробіток ґрунту, який спрямований на знищення бур'янів і покращення аерації. У разі високої забур'яненості або появи шкідників застосовують гербіциди, інсектициди та фунгіциди. Внесення мінеральних добрив проводиться двома етапами: перед основним обробітком ґрунту і під час сівби. За інтенсивної технології добрива вносяться відповідно до агрохімічного аналізу ґрунту, що забезпечує точність у забезпеченні рослин необхідними елементами.

У фінальній стадії розвитку рослин, перед збиранням, виконують десикацію посівів. Це сприяє рівномірному дозріванню і зменшує втрати врожаю. Збирання соняшнику проводиться прямим комбайнуванням за вологості насіння 8–10%. Для цього використовують спеціалізовані жатки, які мінімізують втрати насіння. Завдяки використанню класичної технології досягається висока врожайність соняшнику, однак її недоліком є потреба у значних ресурсах, зокрема техніці, добривах і засобах захисту.

Мінімальна технологія вирощування соняшнику в зоні Степу України спрямована на зниження витрат ресурсів при збереженні прийнятної рівня врожайності. Основою цієї технології є скорочення кількості обробітків ґрунту та оптимізація агротехнічних заходів, зокрема за рахунок використання сучасних агрохімікатів, спеціалізованої техніки та гібридів із високою стійкістю до стресових факторів.

Обробіток ґрунту в мінімальній технології зазвичай зводиться до неглибокого рихлення або мульчування стерні після попередника. Глибока

оранка замінюється на дискування або чизелювання, що допомагає зберегти вологу та уникнути руйнування структури ґрунту. Для знищення бур'янів використовуються гербіциди суцільної дії, що дозволяє уникнути зайвого механічного втручання.

Посів здійснюється безпосередньо в мінімально оброблений ґрунт за допомогою сівалок так званого прямого висіву. Це зменшує енергозатрати та зберігає ґрунтову вологу. Основна частина мінеральних добрив часто вноситься локально у зону кореневої системи. Застосовуються сучасні гібриди соняшнику, адаптовані до умов з мінімальним обробітком ґрунту та стійкі до хвороб і шкідників.

Догляд за посівами включає мінімізацію механічних обробок. Основний акцент робиться на хімічному захисті від бур'янів, хвороб і шкідників. Застосування гербіцидів дозволяє контролювати бур'яни навіть при густих посівах. У разі потреби проводять авіаційне внесення засобів захисту рослин або мікродобрив.

Збирання врожаю здійснюється аналогічно до класичної технології вирощування соняшнику. Мінімальна технологія є ефективною для господарств, які прагнуть знизити витрати на вирощування, зберігаючи родючість ґрунтів. Однак для її успішного впровадження необхідно забезпечити високий рівень точності виконання всіх технологічних операцій і дотримання сівозміни.

Нульова технологія вирощування соняшнику (No-till) заснована на принципі повної відмови від обробітку ґрунту. Основна мета цієї технології – збереження природної структури ґрунту, зменшення ерозії, накопичення та утримання вологи, що особливо актуально в зоні Степу, де спостерігається дефіцит опадів. Пожнивні рештки попередника залишаються на поверхні ґрунту, створюючи мульчу, яка зменшує випаровування вологи, захищає ґрунт від перегрівання і перешкоджає росту бур'янів. Це сприяє накопиченню органічних речовин у ґрунті, що покращує його родючість.

Так як підготовка ґрунту не виконується, то сівбу необхідно виконувати з використанням спеціальних сівалок прямого висіву. Насіння соняшнику

висівається безпосередньо у стерню або інші залишки попередньої культури. Внесення мінеральних добрив здійснюється одночасно із сівбою, що мінімізує кількість проходів техніки по полю, знижує витрати та ущільнення ґрунту. Система догляду за посівами містить тільки технологічні операції внесення хімічних засобів захисту від бур'янів, шкідників і хвороб.

Ця технологія вимагає точного прогнозування можливих ризиків та високої якості виконання агротехнічних операцій. Основним недоліком є ризик накопичення патогенів і шкідників у ґрунті, що потребує ретельного дотримання сівозміни. Ефективність No-till значно залежить від погодних умов. У посушливих умовах технологія дозволяє максимально зберегти ґрунтову вологу, проте за надмірної вологості може виникати проблема із проростанням насіння через ущільнення ґрунту. Крім того, надмірний обсяг опадів може спричинити розвиток грибків та інших патогенних мікроорганізмів в шарі мульчі. Впровадження No-till також вимагає значних капітальних інвестицій у спеціалізовану техніку та на хімічні засоби захисту рослин.

Незважаючи на певні складнощі, нульова технологія є перспективним підходом до вирощування соняшнику в Україні, адже вона сприяє збереженню ґрунтових ресурсів і зменшенню витрат на обробіток ґрунту, водночас забезпечуючи стабільні врожаї в умовах зони Степу.

Технологія Strip-till для вирощування соняшнику базується на поєднанні елементів класичного обробітку ґрунту та нульової технології. Основною її особливістю є смуговий обробіток, при якому обробляються лише вузькі смуги ґрунту шириною 10-15 см, в які згодом висівається насіння, тоді як решта поля залишається необробленою. Такий підхід дозволяє зберегти вологу в ґрунті, зменшити ерозійні процеси та зберігати поживні рештки на поверхні, які створюють ефект мульчування.

За технологією Strip-till виконується точне внесення добрив у кореневу зону культури, що підвищує ефективність їх використання. Добрива вносяться одночасно з обробітком ґрунту або під час сівби, що мінімізує кількість проходів техніки полем і знижує ущільнення ґрунту. Підготовлені смуги забезпечують

оптимальні умови для проростання насіння, оскільки розпушений ґрунт сприяє доступу повітря та води до кореневої системи. Крім того, такий обробіток ґрунту дозволяє пришвидшити розвиток кореневої системи у вертикальній площині, досягнувши глибоких шарів вологи раніше, ніж при класичному способу обробітку.

Технологія Strip-till вимагає спеціалізованого обладнання, а саме сівалок здатних працювати в умовах необроблених міжрядь, забезпечуючи рівномірну глибину посіву та внесення добрив. За рахунок збереження структури ґрунту та органічного шару, Strip-till сприяє покращенню біологічної активності ґрунту, накопиченню гумусу та збереженню вологи, що є ключовим фактором у посушливих умовах Степу України.

Серед недоліків технології Strip-till є потреба у значних початкових інвестиціях на закупівлю техніки для її реалізації та необхідність висококваліфікованого персоналу для її обслуговування. Крім того, технологія може бути менш ефективною за умов підвищеної вологості або в регіонах із великою кількістю бур'янів. Попри це, Strip-till є екологічно стійким методом вирощування соняшнику, що поєднує зниження витрат із збереженням природних ресурсів ґрунту.

Кожна технологія вирощування соняшнику має унікальні риси, які необхідно враховувати при виборі найефективнішого методу для конкретних умов. У Степовій зоні України, яка характеризується посушливим кліматом і нерівномірним розподілом вологи, підхід до вирощування соняшнику значною мірою залежить від ресурсів господарства, агротехнічних умов і бажаних результатів.

### **1.3 Аналіз впливу технологічних прийомів на врожайність соняшнику**

Серед факторів, що мають найбільший вплив на врожайність соняшнику необхідно особливу увагу звертати на такі як: спосіб обробітку ґрунту та його

глибина; норма сівби, система удобрення та система хімічного захисту від шкідників, бур'янів та хвороб.

Обробіток ґрунту є важливим агротехнічним прийомом у технологіях вирощування соняшнику. Його відсутність призводить до різкого зниження врожайності цієї культури. Дослідженнями встановлено [3], що для гібриду соняшнику Ясон, в умовах Півдня України на полях без зрошення, застосування оранки дозволяє одержати найбільшу врожайність – 16,8 ц/га (рис. 1.5).

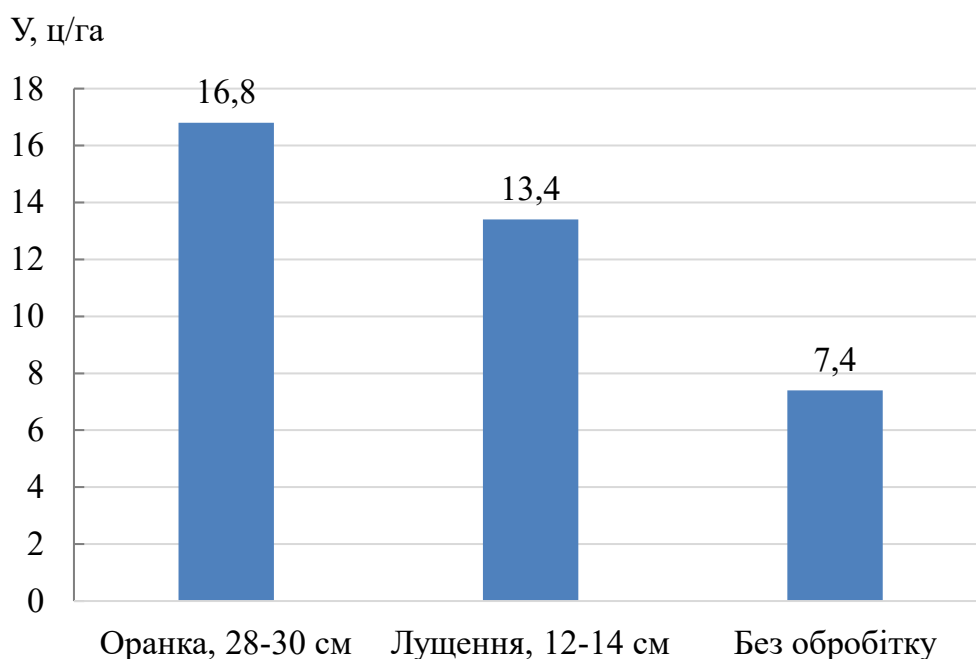


Рисунок 1.5 – Вплив способу та глибини обробітку ґрунту на врожайність гібриду соняшнику Ясон

*Джерело [3]*

Відсутність обробітку ґрунту спричиняє зниження врожайності, у порівнянні з оранкою на майже 56 % (з 16,8 ц/га до 7,4 ц/га). Застосування лушення на глибину до 14 см, призводить до зменшення врожайності на 20,2 %.

Дослідження впливу обробітку ґрунту при вирощуванні гібриду соняшнику «Каменярь» довели [4], що найбільшу врожайність забезпечує виконання оранки на глибину 22-25 см. Виконання безвідвального обробітку ґрунту за допомогою стерньового культиватора КЛД-3,0 на таку ж саму глибину, призводить до зменшення врожайності 11 %.



Крім обробітку ґрунту, на врожайність соняшнику вагомий вплив має норма сівби. Слід зауважити, що норма сівби повинна обиратися не тільки відповідно до гібриду, а й з врахуванням зони вирощування та запасів вологи в ґрунті.

В дослідженні [5] встановлено, що найбільшу врожайність гібрид соняшнику Бонд забезпечує за умови норми його сівби – 45 тис. шт./га (рис. 1.6).

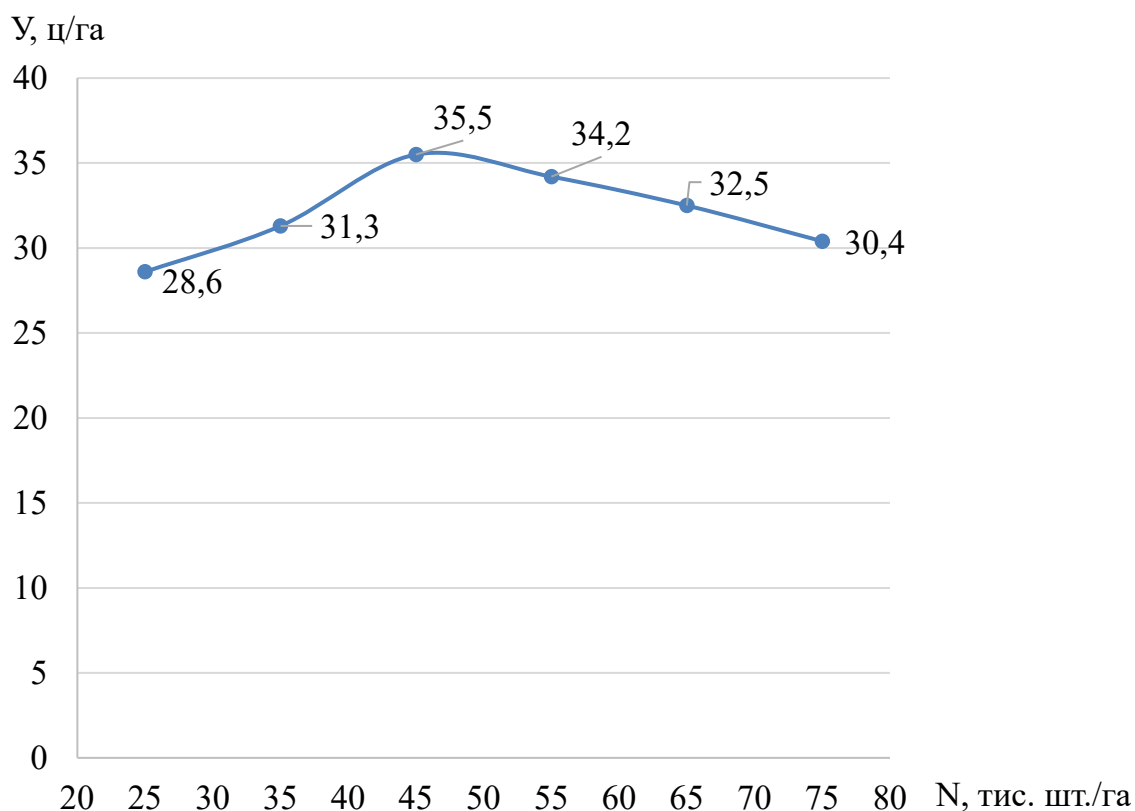


Рисунок 1.6 – Вплив норми сівби гібриду соняшнику Бонд на врожайність  
*Джерело [5]*

Відповідно до результатів дослідження [5], як зменшення, так і збільшення норми сівби від 45 тис. шт./га призводить до зниження врожайності насіння соняшнику.

Слід зазначити, що дослідження щодо впливу густоти стояння рослин та строків сівби гібриду соняшнику «Рябота», мають іншу картину [6] (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Найбільше значення урожайності для гібриду соняшнику «Рябота» [6]

Густота стояння рослин за якої одержану найбільшу врожайність, тис. шт./га	Строки сівби (температура грунту)	Найбільша одержана врожайність, ц/га
50	6-8 °С	1,75
70	10-12 °С	1,96
50	14-16 °С	2,27

Наведені результати досліджень свідчать (табл. 1.1), що за ранніх та пізніх строків сівби найбільшу урожайність гібриду соняшнику «Рябота» отримано за умови норми стояння рослин – 50 тис. шт./га. У випадку сівби за температури ґрунту 10-12 °С, оптимальною нормою сівби є норма 70 тис. шт./га.

Таким чином, можна зробити висновок, що норму сівби бажано підбирати для кожного окремого гібриду в залежності від строків сівби та зони вирощування.

Одним із важливих технологічних прийомів, що забезпечує бажану врожайність є система внесення добрив при сівбі та підживлення під час вегетації. У дослідженні [7] наведені результати досліджень, які підтвердили, що в зоні Степу України найбільшу врожайність було одержано за комплексного використання мінеральних добрив (рис. 1.7). У дослідження встановлено, що найбільша врожайність забезпечується у випадку припосівного застосування 100 кг/га діаміфоски та внесення 50 кг/га аміачної селітри, в якості підживлення, під час вегетації.

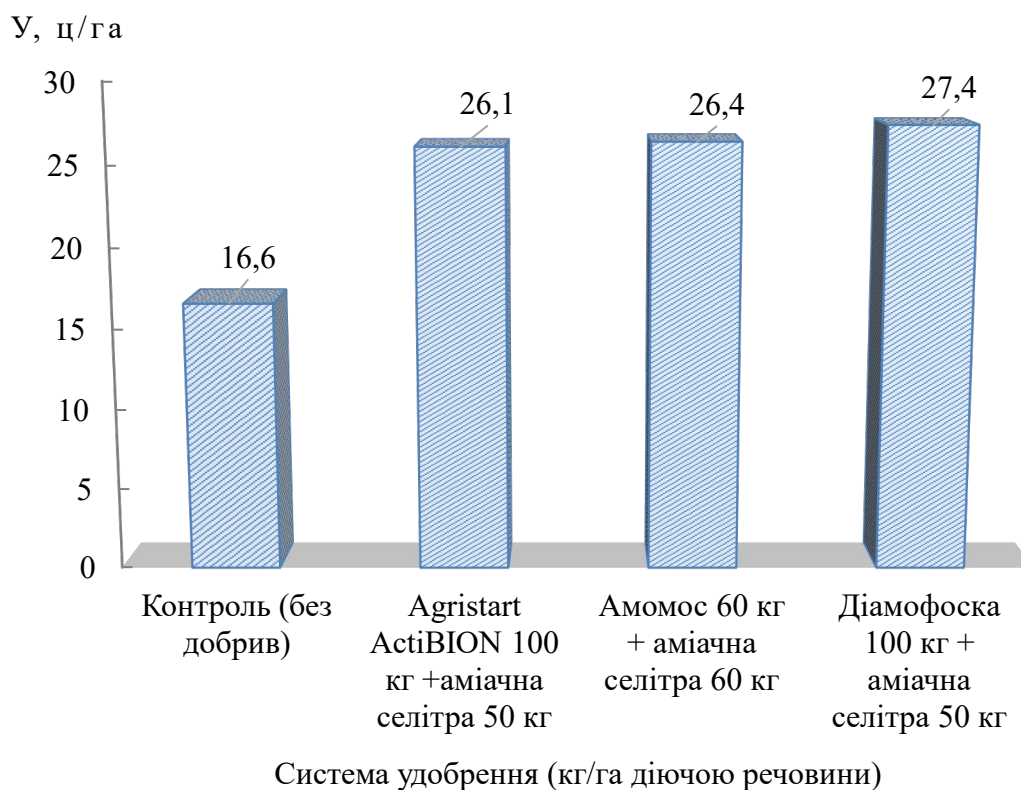


Рисунок 1.7 – Вплив системи удобрення на врожайність соняшнику  
*Джерело: [7]*

Отже, можна одержані результати підтверджують, що застосування добрив суттєво впливає на врожайність соняшнику. Тому, при проектуванні вирощування даної культури бажано використовувати комплексну систему внесення добрив, як при сівбі, так і під час вегетації. Для кожної зони вирощування необхідно коригувати норми внесення добрив в залежності від реального їх вмісту в ґрунті та запасів продуктивної вологи.

На врожайність будь якої культури, вагомий вплив має якість виконання технологічної операції сівби. Тому, використання посівних машин що обладнані сучасними системами точного висіву може дати суттєву прибавку до врожайності.

У роботі [8] підтверджено, що використання системи точної сівби Delta Force Precision Planting сприяє підвищенню врожайності в середньому майже на 5 % або 0,9 ц/га. З врахування ціни 1 т соняшнику – 20 тис. грн/т, прибавка дозволяє одержати додаткову виручку на рівні 1800 грн/га. Якщо розглянути

навіть невеликі господарства до 100 га, додаткова виручка може сягати 1,5...1,8 млн. грн. В дослідженні також підтверджено, що застосування вказаної системи, при швидкості руху МТА 8...9 км/год, дозволяє зменшити відхилення від встановленої глибини сівби з 4 см при роботі без неї, до 3 см із використання системи точної сівби.

#### **1.4 Обґрунтування теми дипломної роботи**

Для підвищення врожайності особливо важливим є впровадження сучасних технологій, які зменшують втрати вологи та підвищують її доступність для рослин. До таких технологій належать Strip-till, мінімальний обробіток, нульовий обробіток та точне землеробство. Вони сприяють збереженню структури ґрунту, зменшують його висушування та зберігають залишки вологи. Також важливим є використання високоякісного насіннєвого матеріалу, адаптованого до умов конкретного регіону, та ефективна система захисту рослин від шкідників і хвороб та бур'янів.

Рівень врожайності соняшнику значною мірою залежить від дотримання технологій вирощування, вибору попередників у сівозміні, правильного внесення добрив та забезпечення оптимальної густоти рослин на полі. Окрім цього, варто враховувати довгостроковий прогноз опадів у регіоні для кращого планування сезону. Для врахування всіх факторів та своєчасності проведення технологічних операцій необхідно виконувати обґрунтування складів МТА та розробляти плани механізованих робіт із застосування енергозберігаючих технологій.

Саме тому, метою дипломної роботи є обґрунтування засобів механізації при вирощуванні соняшнику та проведення енергетичної оцінки розробленої технології вирощування.

Досягнення мети забезпечує виконання таких завдань:

1. Провести аналіз технологій вирощування соняшнику та факторів що впливають на його врожайність.

2. Обґрунтувати засоби механізації та технологію вирощування соняшнику.
3. Виконати енергетичну оцінку запропонованої технології вирощування соняшнику.
4. Навести вимоги безпеки при проведенні робіт з обробітку ґрунту.
5. Виконати економічну оцінку дипломної роботи.

## **2. ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ**

### **2.1 Обґрунтування технологічних операцій та засобів механізації вирощування соняшнику**

Вибір засобів механізації повинен спиратися на перелік наявної техніки в господарстві. При цьому за умови впровадження нової або вдосконаленої технології вирощування соняшнику, може виникнути необхідність у закупівлі нової техніки.

Виконаний аналіз технологій вирощування та вплив технологічних прийомів на врожайність соняшнику дозволяє обґрунтувати оптимальну технологію вирощування з врахуванням особливостей кліматичної зони, запасів вологи та ін. факторів.

Так як вирощування соняшнику планується виконувати в межах Дніпропетровської області, то особливу увагу необхідно звертати, що це зона недостатнім обсягом як запасів ґрунтової вологи, так і низьким обсягом опадів. Саме тому, в роботі планується виконати обґрунтування засобів механізації при вирощуванні соняшнику за мінімальною технологією.

Розглянемо основні відмінності даної технології від класичної (із виконанням значної кількості технологічних операцій). Мінімальна технологія вирощування соняшнику в зоні Степу України спрямована на зниження ресурсних витрат і збереження показників екосистеми, за умови збереження стабільної врожайності. Вона ґрунтується на зменшенні кількості обробітків ґрунту, використанні високопродуктивних гібридів та сучасних агрохімікатів.

Система обробітку ґрунту зводиться до поверхневого рихлення або мульчування стерні після збирання попередника. Замість глибокої оранки, застосовують чизелювання чи дискування, що дозволяє уникати руйнування структури ґрунту, зберігати вологу та знижувати ерозійні ризики. Основна

боротьба із бур'янами реалізується шляхом використання гербіцидів, що значно зменшує потребу у виконанні механічного обробітку ґрунту.

Посів проводиться у мінімально оброблений ґрунт, за допомогою сівалок точного висіву, що забезпечує оптимальне розташування насіння й локальне внесення добрив у зону коренів. Використання гібридів, стійких до посухи, хвороб і шкідників, є ключовим для успіху цієї технології. Після сходовий догляд мінімізується, завдяки хімічному захисту, зокрема внесенню гербіцидів і фунгіцидів. У разі необхідності, застосовують авіаційне внесення мікродобрив або засобів захисту. Акцент робиться на збереженні природної структури ґрунту і запасів вологи для ефективної вегетації культурних рослин.

Мінімальна технологія вирощування соняшнику дозволяє знизити витрати на паливо, зменшити механічний вплив на ґрунт і забезпечити його довгострокову родючість. Її впровадження вимагає суворого дотримання агротехнічних норм, сівозміни та точності виконання кожного етапу.

Виконуємо обґрунтування використання основних засобів механізації для виконання основних технологічних операцій при вирощуванні соняшнику, а саме: обробіток ґрунту, сівба, догляд за посівами (обприскування) та збирання.

Виконання обробітку ґрунту, за мінімальної технології вирощування соняшнику, є особливістю технології, тому потребує особливої уваги. Машини для виконання даної технологічної операції повинні забезпечувати незначні затрати ресурсів та якісний обробіток ґрунту, інколи з виконанням мульчування або без такого.

У роботі [4] наведено результати досліджень щодо впливу способів обробітку ґрунту на врожайність гібриду соняшнику вітчизняної селекції «Каменяр» (рис. 2.1).

Найбільшу врожайність даного гібриду у дослідженні [4] одержано за умови виконання відвальної оранки на глибину 22...25 см. Виконання безвідвального обробітку ґрунту (КЛД-3,0) на таку ж саму глибину (рис. 2.1) призводить до зменшення врожайності 11 % (з 2,54 т/га до 2,26 т/га). При цьому виконання безвідвального обробітку на глибину 16-18 см іншим ґрунтообробним

агрегатом ПКН-3,6 дозволяє одержати навіть дещо вищу врожайність, у порівнянні з глибиною обробітку 22-25 см при застосуванні машини КЛД-3,0.

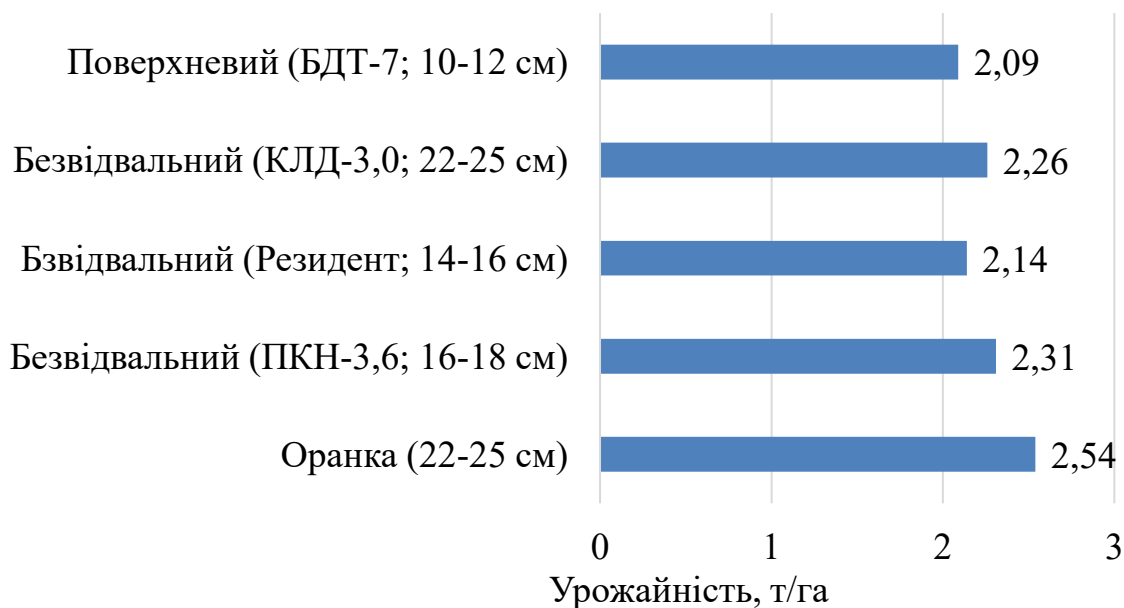


Рисунок 2.1 – Вплив основного обробітку ґрунту на врожайність гібриду соняшнику «Каменярь» (створено автором на основі даних [4])

Тому, можна зробити висновок, що крім глибини обробітку на врожайність більш суттєво впливає особливість робочих органів та їх тип ґрунтообробної техніки. Для розуміння специфіки вказаних машин у дослідженні виконаємо огляд їх конструкції.

Дискова борона БДТ-7 має типову конструкцію для таких ґрунтообробних машин (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Борона БДТ-7



Борона БДТ-7 складається з двох рядів вирізних дисків, що скомпоновані в три батареї в одному ряду. Дана борона може виконувати обробіток важких ґрунтів навіть за умови наявності значної кількості стерні грубо стеблових культур. Проте, основним недоліком даного ґрунтообробного агрегату є те, нерівномірний обробіток ґрунту по всій ширині захвату. В місцях проходження диску створюється борозна, а в зоні між дисками погорби, таким чином профіль після проходження ґрунту має хвилясту форму. Якщо дана операція є однією у всій системі основного та передпосівного обробітку ґрунту, то виникають проблеми із якісним виконанням сівби. Крім цього, встановлення дисків на одну вісь не дозволяє якісно копіювати поверхню поля, що може додатково призводити до зниження якості обробітку ґрунту.

Найбільша врожайність соняшнику, без врахування оранки, одержана при виконанні безвідвального обробітку машинами КЛД-3,0 (рис. 2.3) та ПКН-3,6. Ці дві машини є комбінованими машинами для передпосівного обробітку ґрунту. Проте їх можна застосовувати в мінімальній технології вирощування, в якості машин для основного та передпосівного обробітку ґрунту.



Рисунок 2.3 – Агрегат ґрунтообробний КЛД-3,0

Ґрунтообробний агрегат КЛД-3,0 є комбінованою машиною, що виконує обробіток ґрунту без перекидання пласта [9]. Агрегат складається із двох рядів стрілочастих лап, які призначені для підрізання бур'янів та стерні. Далі йдуть диски на індивідуальних стійках, що подрібнюють та загортають пожнивні рештки. Останніми робочими органами машин серії КЛД є котки призначені для подрібнення великих грудок вирівнювання та прикочування ґрунту.

Машини типу ПКН-3,6, АПКН-6 або АК-6 (рис. 2.4) це також комбіновані ґрунтообробні агрегати здатні виконувати декілька операцій з обробітку ґрунту за один прохід [10].



Рисунок 2.4 – Агрегат комбінований АК-6

Агрегат ґрунтообробний АК-6 складається з ряду вирізних дисків, що виконують підрізання пожнивних решток та бур'янів та часткове їх подрібнення, далі йдуть три ряди стрілочастих лап. Основним завданням цих робочих органів є додаткове підрізання пласту ґрунту на глибину до 16...18 см із створенням посівного ложа. Останніми робочими органами даного агрегату є секція з котками, що мають різні робочі органи: планки та шпори. Вони виконують завдання вирівнювання поверхні ґрунту та його прикочування.

Виходячи із наведених вище конструкцій ґрунтообробних машин стає очевидним, що оптимальною ґрунтообробною машиною для мінімальної технології вирощування соняшнику є комбінований агрегат. Тому, при розробці технології вирощування даної культури в якості машини для основного та передпосівного обробітку ґрунту буде обрано комбінований агрегат.

Сівбу соняшнику виконують з використанням сівалок точного висіву (або одно насінневого висіву). При цьому виробники техніки випускають посівні машини пневматичного типу за допомогою яких можна виконувати сівбу соняшнику. Проте не завжди це дозволяє одержати високі врожаї. У роботі [11] проведені дослідження щодо впливу способу сівби на врожайність соняшнику за умови використання різних посівних машин. Дослідженнями встановлено, що сівба соняшнику вузькорядним способом призводить до незначного зниження врожайності.

У роботах вчених доведено, що сівбу соняшнику можна виконувати із шириною міжрядь не тільки 70 см, а й 45 см, 35 см, чи навіть 15 см. При цьому необхідно пам'ятати, що зменшення ширини міжряддя потребує збільшення норми сівби. Результати дослідження свідчать [12], що при вузькорядному посіві (35 см) можливо одержати врожайність навіть незначно, але вищу ніж за широкорядної сівби. Таких ефект обумовлений зменшенням забур'яненості посівів за рахунок зростання кількості культурних рослин. Проте значне зростання норми сівби до 70...80 тис. шт/га призводить до збільшення собівартості насінневого матеріалу.

В роботі [13] проведені дослідження щодо ефективності вирощування соняшнику з міжряддям 35, 45 та 70 см. Окрім ширини міжрядь в даному дослідженні визначали зміну врожайності соняшнику при різних строках сівби: ранніх, рекомендованих та пізніх. За рекомендованих строків найбільшу врожайність для гібриду Форвард одержано за умови сівби із міжряддям 35 см та 70 см. У дослідженнях доведено, що використання міжряддя 35 см призводить до необхідності збільшення норми сівби, і як результат собівартості посівного

матеріалу. При цьому прибавка до врожайності зовсім незначна. Тому, оптимальною в зоні степу буде міжряддя із шириною 45 см або 70 см.

Таким чином, можна рекомендувати певні засоби механізації для сівби соняшнику з міжряддям 70 см (45 см): Kinze-3000 (3600), John Deere 7200 Gaspardo MTR 8, Веста-8 та ін.

Основним засобом механізації, що застосовується в системі догляду, за будь якою технологією вирощування соняшнику, є обприскувачі. Серед значного різноманіття найбільшого розповсюдження одержали причіпні та самохідні обприскувачі. Ефективність використання кожного зі вказаних типів машин залежить від площі землекористування підприємства та різноманіття культур, які вирощуються у конкретному господарстві.

Внесення гербіциду дозволяє зменшити кількість проходів техніки по полю, у порівнянні з механізованим знищенням бур'янів, та призводить до зростання врожайності соняшнику [14]. У дослідженні встановлено що за умови мілкої обробки ґрунту на глибину 12-14 см та комбінації механізованого і ручного прополювання можна одержати найвищу врожайність гібриду соняшнику Торіно – 3,6 т/га. Застосування комбінації гербіцидів Харнес та Фюзілад форте, отримали врожайність – 3,5 т/га. Тому, з точки зору мінімізації ущільнення ґрунту та зменшення сукупних затрат на вирощування соняшнику більшу ефективність буде мати саме система захисту рослин від бур'янів за допомогою хімічних засобів захисту.

Збирання соняшнику незалежно від технології вирощування та ширини міжрядь виконують за допомогою самохідних комбайнів з використанням спеціальних жаток або приставок.

## **2.2 Проектування технології вирощування соняшнику**

На основі проведеного аналізу існуючих технологій вирощування соняшнику встановлено, що в зоні із обмеженими запасами вологи та незначних обсягів опадів оптимальною є застосування мінімальної технології.

Розробку технологічної карти виконуємо на основі рекомендацій [15], а також виробників насінневого матеріалу, провідних наукових установ та даних типових нормативів [16-18] щодо продуктивності та норм витрат пального на виконання технологічних операцій.

В якості базової технології вирощування обираємо класичну із застосуванням в системі обробітку ґрунту таких технологічних операцій, як дискування та оранка. За проектну технологію обрано мінімальну технологію вирощування соняшнику, для якою система обробітку ґрунту включає виконання основного та передпосівного обробітку ґрунту за допомогою комбінованого диско-лапового агрегату. На початковому етапі необхідно обрати вихідні дані для проектування технології вирощування, такі як: культура-попередник, норму сівби насіння та внесення добрив, тип та обсяг застосування хімічних засобів захисту та орієнтовну врожайність.

План механізованих робіт складається із 23 колонок [15]. З першого по шостий стовпчик містять інформацію щодо порядкового номеру операції, назви технологічної операції вимоги до виконання робіт, обсяг робіт та строки їх виконання. Склади МТА (колонки 9, 10 та 11) обираємо на основі техніки, що є в господарстві або у випадку введення нової технології перспективну техніку, що планується закупити. Відповідно до обраного складу МТА з норм продуктивності та витрат палива обираємо змінну норму виробітку та питому витрату палива – колонки 14 та 19 відповідно. Нормативні значення виробітку та витрати пального може бути обрано спираючись на документацію (норми) встановлені для умов певного господарства.

Дані для всіх інших колонок розраховуються за відомою методикою [15].

Виконаємо приклад розрахунок на виконання технологічної операції з основного обробітку ґрунту за умови використання мінімальної технології вирощування. Дану операцію будемо виконувати МТА, що складається з трактора ХТЗ-17221 та комбінованого ґрунтообробного агрегату АК-4, що здатен виконувати обробіток ґрунту на глибину до 20 см.

Обсяг роботи виконаний за 1 год змінного часу (годинний виробіток, колонка 14) визначаємо за формулою:

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

де  $W_{\text{год}}$  – продуктивність МТА за годину змінного часу, га / год, м<sup>3</sup>/год;

$T_{\text{зм}}$  – тривалість зміни відповідно до нормативів, годин.

$W_{\text{зм}}$  – продуктивність агрегату у розрахунку на одну зміну. т/зм, га/зм,

$$W_{\text{год}} = \frac{22,4}{7} = 3,2 \text{ га/год}$$

Продуктивність агрегату за добу з врахуванням змінності роботи, колонка 15, розраховуємо:

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

де  $W_{\text{доб}}$  – добовий виробіток з врахуванням тривалості роботи або змінності, га / доб;

$T_{\text{доб}}$  – час роботи агрегату протягом доби, годин.

$$W_{\text{доб}} = W_{\text{год}} \cdot T_{\text{доб}} = 3,2 \cdot 14 = 44,8 \text{ га/добу}$$

Мінімальна кількість МТА, що потрібна для вчасного виконання операції з обробітку ґрунту, відповідно до агротехнічних нормативів розраховуємо за виразом:

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

де  $n$  – чисельність МТА для вчасного виконання технологічної операції відповідно до агровимог, од;

$Q$  – обсяг робіт (загальний, колонка 5) на вирощуванні соняшнику за мінімальною технологією га, м<sup>3</sup>;

$D_p$  – агротехнічні нормативи щодо тривалості проведення певної технологічної операції, (діб).

Враховуючи вище виконані розрахунки та дані, що внесені до технологічної карти маємо:

$$n = \frac{Q}{W_{\text{доб}} \cdot D_p} = \frac{305}{44,8 \cdot 10} = 0,68 \text{ од.}$$

Одержаний результат необхідно округлити до більшого цілого числа, щоб забезпечити вчасність виконання операції. Отже після округлення маємо один агрегат.

Колонки 17 та 18 містять інформацію щодо кількості персоналу (механізаторів та допоміжних працівників), яка встановлюється на основі прийнятих нормативів у господарстві та змінності роботи МТА.

Нормативні значення питомої витрати пального приймаємо спираючись на типові норми або норми встановлені на підприємстві та вносимо їх у колонку 19. Для МТА, що тільки вводяться в експлуатацію бажано виконувати роботи із встановлення норм витрат палив на основі хронометражних спостережень.

При закупівлі пального значних обсягів відпуст нафтопродукту виконується за масою, тому доцільно використовувати норму витрати палива на роботу МТА за масою. Тому, в план механізованих робіт вносяться дані щодо витрати пального в кг/га.

Сумарну затрату пального при виконанні операції з вирощування соняшнику визначаємо за формулою:

$$G = g_1 \cdot Q, \quad (2.4)$$

де  $G$  – сумарні затрати пального на виконання певної операції з вирощування соняшнику, кг;

$g_1$  – нормативна витрата пального, кг/га, кг/т.

$$G = g_1 \cdot Q = 7,7 \cdot 305 = 2348,5 \text{ кг}$$

Трудомісткість виконання технологічної операції у розрахунку на одиницю роботи, колонка 21, розраховуються за формулою:

$$Z_{nl} = \frac{m_{mex} + m_{дон}}{W_{год}} \quad (2.5)$$

де  $m_{mex}, m_{дон}$  – кількість механізаторів та додаткових працівників, які задіяні при роботі МТА.

$$Z_{nl} = \frac{m_{mex} + m_{дон}}{W_{год}} = 0,313 \text{ люд-год/га}$$

Сумарні витрати праці на виконання технологічної операції розраховуємо за виразом:

$$Z_n = Z_{nl} \cdot Q = 0,313 \cdot 305 = 95,31 \text{ люд-год.}$$

Сумарну кількість нормо-змін (колонка 23) для виконання технологічної операції розраховували за формулою:

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

де  $H_{зм}$  – загальний обсяг виконання технологічної операції, нормо-змін;

Відповідно для технологічної операції обробітку ґрунту отримаємо::

$$H_{зм} = \frac{Q}{T_{зм} \cdot W_{год}} = \frac{305}{22,4} = 13,62 \text{ нормо-змін}$$

Необхідні дані для інших технологічних операцій виконуємо аналогічно для класичної та мінімальної технологій вирощування соняшнику. Отримані результати заносимо до додатків дипломної роботи (додаток А1- для класичної технології, Додаток А2 – для мінімальної).

**Висновки до розділу.** Наведено вплив основних способів обробітку ґрунту на врожайність соняшнику. Виконано обґрунтування засобів механізації для виконання найважливіших технологічних операцій та розроблено мінімальну технологію вирощування обраної культури. Визначено основні обсяги робіт, затрат праці та палива для забезпечення розробленої технології. Загальна кількість технологічних операцій зменшилася із 22 до 17 операцій. Планова врожайність незначно зменшилась, всього на 0,2 т/га. Встановлено, що реалізація



вказаних технологічних операцій та мінімальної технології вирощування соняшнику сприяє зниженню витрати палива, у розрахунку на 1 га, з 61,1 кг/га до 40,8 кг/га, що становить більше ніж на 33 %. Крім цього питома трудомісткість виконання технологічних операцій знизилася 3,56 до 3,02 люд.-год./га.

### 3. ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЇ

#### 3.1 Розрахунок енергоємності проведення операцій у рослинництві

Ефективність технологій вирощування сільськогосподарських культур можна оцінювати за енергетичними показниками. Затрати енергії на виконання технологічної операції містять декілька обов'язкових компонентів, а саме:

- енергоємність машинно-тракторних агрегатів, що складається із енергоємності кожної зі складових, що входять до МТА;
- енергоємність пального, з врахуванням його витрат;
- енергоємність праці механізатора та допоміжного персоналу (якщо допоміжний персонал не задіяний, то даний елемент може бути відсутній);

Крім наведених затрат енергії одне із вагомих значень в структурі енергоємності також мають мінеральні добрива, пестициди та насіннєвий матеріал. Проте, так як вони не застосовуються при виконанні кожної операції, то розглядаються окремо, в залежності від їх характеристик та обсягів витрат.

Розрахунки енергетичних параметрів виконання технологічних операцій та аналіз технологій в цілому, виконуємо за відомою методикою [15]

Для прикладу наведемо розрахунки щодо визначення енергоємності технологічної операції виконання обробітку ґрунту комбінованим агрегатом АК-4 у складі з трактором ХТЗ-17221. Порядок визначення необхідної енергоємності для всіх інших технологічних операцій без застосування добрив та пестицидів виконуємо аналогічно. Одержані результати формуємо в технологічні карти, що розміщаються в додатку Б1 для інтенсивної технології та Б2 – для мінімальної технології вирощування соняшнику.

Енергоємність МТА визначаємо як сумарне значення енергетичних еквівалентів всіх машин, що входять до МТА до годинної продуктивності конкретного машинно-тракторного агрегату.

В загальному вигляді формула буде мати такий вигляд:

$$E_{ma} = E_{e3} + E_{c2m} + E_3 = T_{20d} \cdot (\alpha_{e3} + \alpha_{c2m} + \alpha_3) = \frac{1}{W_{20d}} \cdot (\alpha_{e3} + \alpha_{c2m} + \alpha_3) \quad (3.1)$$

де  $E_{e3}$ ,  $E_{c2m}$ ,  $E_3$  – енергоємність тракторів (енергетичного засобу), с.-г. машин та зчіпок, якщо вони застосовуються відповідно, МДж;

$T_{20d}$  – час виконання технологічної операції, год;

$\alpha_{e3}$ ,  $\alpha_{c2m}$ ,  $\alpha_3$  – еквівалент (енергетичний) відповідного елемента, що входить до складу МТА, МДж/год;

$Q$  – загальний обсяг виконання технологічної операції, га;

$W_{20d}$  – годинний виробіток МТА, га.

Так як для ґрунтообробного агрегату АК-4 відсутні нормативні дані щодо енергетичних показників, то його можна визначити шляхом добутку маси машини на енергетичний показник для даного типу машин – 0,08.

Для складу МТА на обробіток ґрунту маємо:

$$E_{ma} = \frac{1}{W_{20d}} \cdot (183,1 + 0,08 \cdot 4100) = 83,79 \text{ МДж/га}$$

Енергоємність пального, що витрачається при виконанні операції в рослинництві визначаємо з виразу:

$$E_{пал} = \alpha_n \cdot g_{га} \cdot Q_{га}, \quad (3.2)$$

де  $\alpha_n$  – нормативний показник енергоємності виготовлення пального (еквівалент). Дизельне пальне має еквівалент рівний 79,5 МДж у розрахунку на 1 кг;

$g_{га}$  – нормативне значення питомих затрат пального, кг.

З врахуванням норм витрати пального з додатків А1 та А2 виконуємо розрахунки для всіх технологічних операцій.

Для операції обробітку ґрунту отримаємо таке значення:

$$E_{пал} = 79,5 \cdot 7,7 \cdot 1 = 612,15 \text{ МДж / га}$$

Енергетичні затрати виконання технологічної операції працівниками розраховуємо за формулою:

$$E_{пл} = \frac{n_{мех}}{W_{год}} \cdot \alpha_{мех} \cdot Q, \quad (3.3)$$

де  $n_{мех}$  – кількість механізаторів, які виконують технологічну операцію при роботі агрегату в одну зміну, чол.;

$\alpha_{мех}$  – нормативне значення енергетичного еквіваленту основних працівників при проведенні технологічних операцій на МТА, приймаємо 43,4 МДж/люд.-год.

На більшості технологічних операцій з обробітку ґрунту не застосовуються допоміжні працівники, тому вираз будемо застосовувати без будь яких змін.

З врахування вище вказаної інформації енергоємність праці механізатора при виконанні обробітку ґрунту трактором ХТЗ-17221 з ґрунтообробним агрегатом АК-4, отримаємо:

$$E_{пл} = \frac{1}{3,2} \cdot 43,4 \cdot 1 = 13,56 \text{ МДж / га}$$

Таким чином енергоємність проведення комбінованого обробітку ґрунту буде становити:

$$E_{заг} = 83,79 + 612,15 + 13,56 = 709,50 \text{ МДж/ га}$$

Енергоємність інших операцій виконуємо за такою самою методикою. Для технологічних операцій, що використовують добрива необхідно визначати енергоємність застосування цих добрив. Також окремо необхідно визначати енергоємність застосування пестицидів.

Енергетичні витрати використання добрив (пестицидів) визначаємо за формулою:

$$E_{\delta} = \frac{\alpha_{\delta} \cdot H_{\delta} \cdot M_{\delta}}{100 \cdot T_{\delta}}, \text{ МДж/га} \quad (3.4)$$

де:  $H_{\delta}$  – норма використання добрив або пестицидів у розрахунку на одиницю площі кг/га;

$M_o$  – вміст діючої речовини або компонентів у пестицидах чи мінеральних добривах, %;

$\alpha_o$  – нормований енергетичний еквівалент, що окремо обирається для кожного виду добрив (за діючою речовиною) або пестициду, МДж/га;

$T_o$  – строк, протягом якого відбувається дія пестициду чи окремого виду міндобрив, визначається в роках.

Для технологічної операції внесення амофосу (міндобриво) відповідно до плану механізованих робіт, маємо норму внесення 150 кг/га, для обраного виду добрив еквівалент енергетичний -  $\alpha_d = 51,5$  МДж / кг, вміст основної діючої речовини – 14 %, термін дії добрив – 1 рік.

З врахуванням цього маємо таку енергоємність використання добрив:

$$E_d = \frac{51,5 \cdot 150 \cdot 14}{100 \cdot 1} = 1081,5 \text{ МДж/ га}$$

За аналогічною формулою визначаємо енергоємність використання пестицидів, для прикладу наведемо розрахунок застосування гербіциду.

Приймаємо такі значення параметрів гербіциду:  $H_d = 2$  л,  $\alpha_o = 264$  МДж/кг,  $M_d = 50\%$ , термін дії приймаємо один рік.

Отже отримаємо:

$$E_d = \frac{264 \cdot 2 \cdot 50}{100 \cdot 1} = 264 \text{ МДж / га}$$

Енергетичні витрати використання насіннєвого матеріалу визначаємо за формулою [15]:

$$E_n = 1,5 \cdot g_s \cdot \alpha_2 \cdot K_c, \quad (3.5)$$

Для двох технологій вирощування соняшнику, норма сівби залишається незмінною та буде складати:

$$E_n = 1,5 \cdot 5 \cdot 19,38 \cdot 0,92 = 133,72 \text{ МДж / га}$$

Одержані результати всіх інших технологічних операцій вносимо у технологічні карти, що розміщені в додатках до дипломної роботи.

### 3.2 Аналіз енергетичної ефективності запропонованої технології вирощування соняшнику

Коефіцієнт енергетичної ефективності є важливим показником оцінки раціонального використання енергії у сільському господарстві. Цей коефіцієнт виражає співвідношення між енергією, отриманою у вигляді кінцевої продукції, і енергією, витраченою на її виробництво. Збільшення даного коефіцієнту свідчить про те, що технологія стає економічно і екологічно доцільнішою, що відповідає сучасним тенденціям у сталому сільському господарстві.

Ефективність технології будемо оцінювати за коефіцієнтом ефективності використання енергії за формулою:

$$K_{ee} = \frac{E_n}{E_3}, \quad (3.6)$$

де  $E_n$  – обсяг енергії, що міститься у одержаній продукції (вирощеному врожаї), МДж/га;

$E_3$  – обсяг енергії, яка витрачена при вирощуванні культури на виконання всіх операцій, МДж/га.

Обсяг енергії, що міститься у одержаному врожаї насіння соняшнику визначаємо за формулою [15]:

$$E_n = (Y_o - Y_{zo} - Y_{yo}) \cdot K_c \cdot \alpha_{no} + Y_n \cdot K_c \cdot \alpha_{nn}, \quad (3.7)$$

Планова врожайність за інтенсивною технологією та мінімальною незначно відрізняються та становлять відповідно 2,35 т/га та 2,15 т/га.

Таким чином енергоємність врожаю за інтенсивною технологією становить:

$$E_{\text{п.}}^{\text{Інтен}} = (2350 - 70,5 - 47) \cdot 0,92 \cdot 19,38 = 39804,6 \text{ МДж/га}$$

У випадку вирощування за мінімальною технологією маємо:

$$E_{\text{п.}}^{\text{Мінім}} = (2150 - 64,5 - 43) \cdot 0,92 \cdot 19,38 = 36416,9 \text{ МДж/га}$$

Сумарні енергетичні витрати виконання всього комплексу технологічних операцій та витратних матеріалів при вирощуванні соняшнику за інтенсивною та

мінімальної технологіями обираємо із створених технологічних карт, що розміщені у додатку Б:

$$E_{з.}^{\text{Інтен}} = 7710,3 \text{ МДж/ га}$$

$$E_{з.}^{\text{Мінім}} = 6310,1 \text{ МДж/ га}$$

Енергетична ефективність інтенсивної технології вирощування соняшнику становить:

$$K_{\text{еє}}^{\text{Інтен}} = \frac{39804,6}{7710,3} = 5,16$$

Енергетична ефективність за мінімальною технологією:

$$K_{\text{еє}}^{\text{Мінім}} = \frac{36416,9}{6310,1} = 5,77$$

Проаналізувавши одержані результати очевидно, що вирощування соняшнику за мінімальною технологією дозволяє знизити енерговитрати на формування врожаю. Коефіцієнт енергетичної ефективності розробленої технології на 11,8 % перевищує даний показник для інтенсивної технології вирощування.

### **3.3 Структурний розподіл енерговитрат виробництва насіння соняшнику**

На основі одержаних результатів затрат енергії на виконання певних видів робіт або комплексів робіт доцільно виконувати їх аналіз для подальшого удосконалення розроблених заходів вирощування соняшнику.

Для цього представимо структуру витрат енергії у розрізі видів ресурсів, що витрачаються на формування врожаю, а саме енергоємності для: МТА, праці механізаторів, пального, міндобрив та пестицидів. Відповідно, для отримання результатів необхідно виконати сумування стовпчиків по окремих видах, що наведені в додатках Б.

Структура енергетичних витрат виробництва насіння соняшнику за інтенсивною технологією наведено на рис. 3.1.

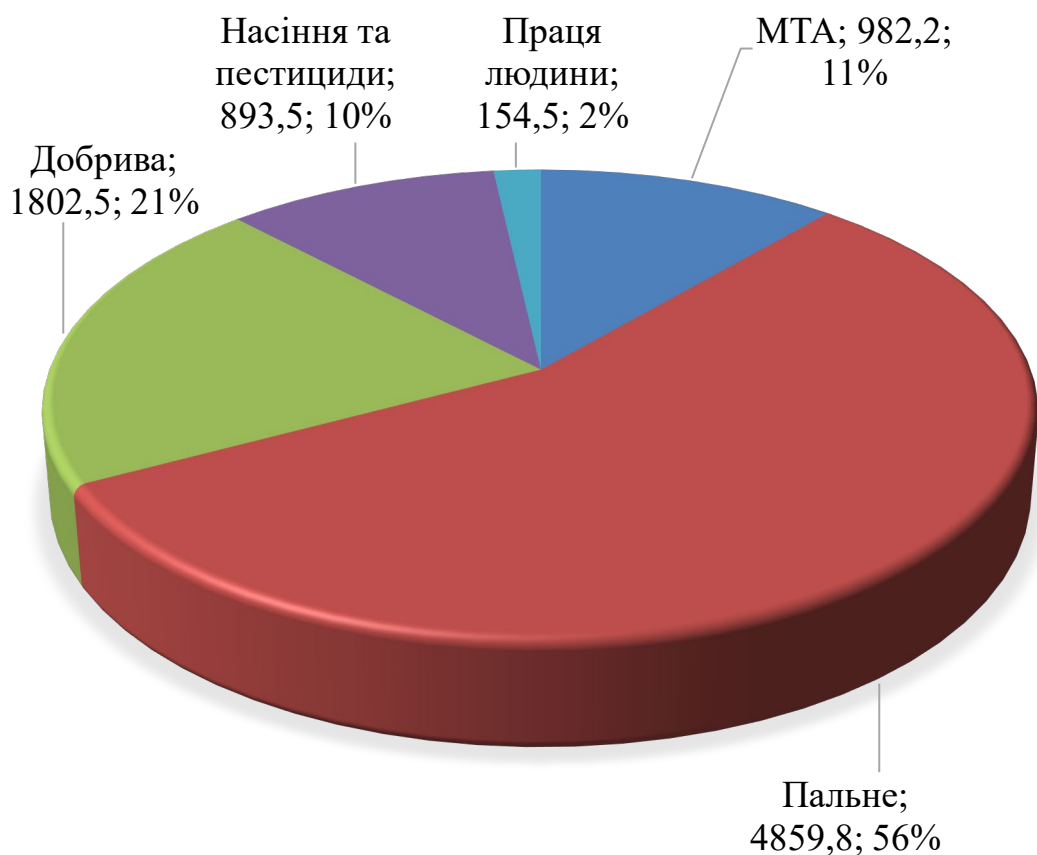


Рисунок 3.1 – Затрати енергії (МДж/га) на вирощування соняшнику за інтенсивною технологією та їх структура

Отримані результати свідчать, що найбільш затратною частиною у загальних витратах енергії є енергоємність пального, що в структурі витрат сягає 56 %. Друге місце займають витрати енергії на добрива – 21 %. Енергоємність МТА добрив та пестицидів мають майже однаковий вклад у загальну структуру 11 % та 10 % відповідно. Значний вклад пального в структурі пов'язано саме із застосуванням інтенсивної технології вирощування соняшнику, що має значну кількість технологічних операцій.

Структура енерговитрат за видами ресурсів, що використані на виробництво соняшнику за запропонованою мінімальною технологією представлено на рис. 3.2.

Структура енерговитрати за видами ресурсів при вирощуванні за мінімальною технологією має ще інший розподіл.



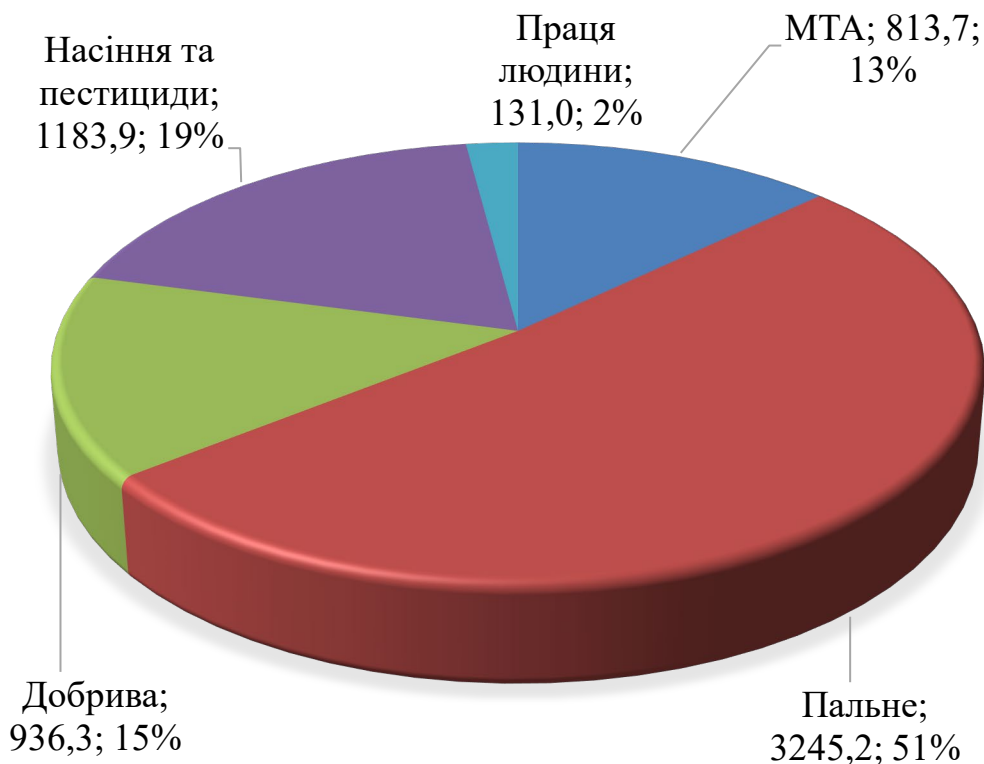


Рисунок 3.2 – Затрати енергії (МДж/га) за видами ресурсів на вирощування соняшнику за мінімальною технологією та їх структура

Якщо порівняти результати структури за видами ресурсів для різних технологій, то можна зробити висновок, що впровадження мінімальної технології дозволяє зменшити вмісту енергоємності пального з 56 % до 51 %. Також за рахунок відсутності внесення міндобрив під основний обробіток ґрунту за мінімальною технологією вирощування відбувається зменшення їх вкладу у загальну структуру енерговитрат. При цьому, обсяги використання насіння та пестицидів майже не змінилися, саме тому значно зріс відсотковий їх вклад у структурі виробництва соняшнику.

Для кращої оцінки ефективності тієї чи іншої технології та комплексу технологічних операцій, що вона містить, доцільно виконати аналіз структури енерговитрат затрат за функціональними ознаками.

На рис. 3.3 та 3.4 представлено структуру енергетичних затрат виробництва соняшнику з врахуванням комплексів технологічних операцій.

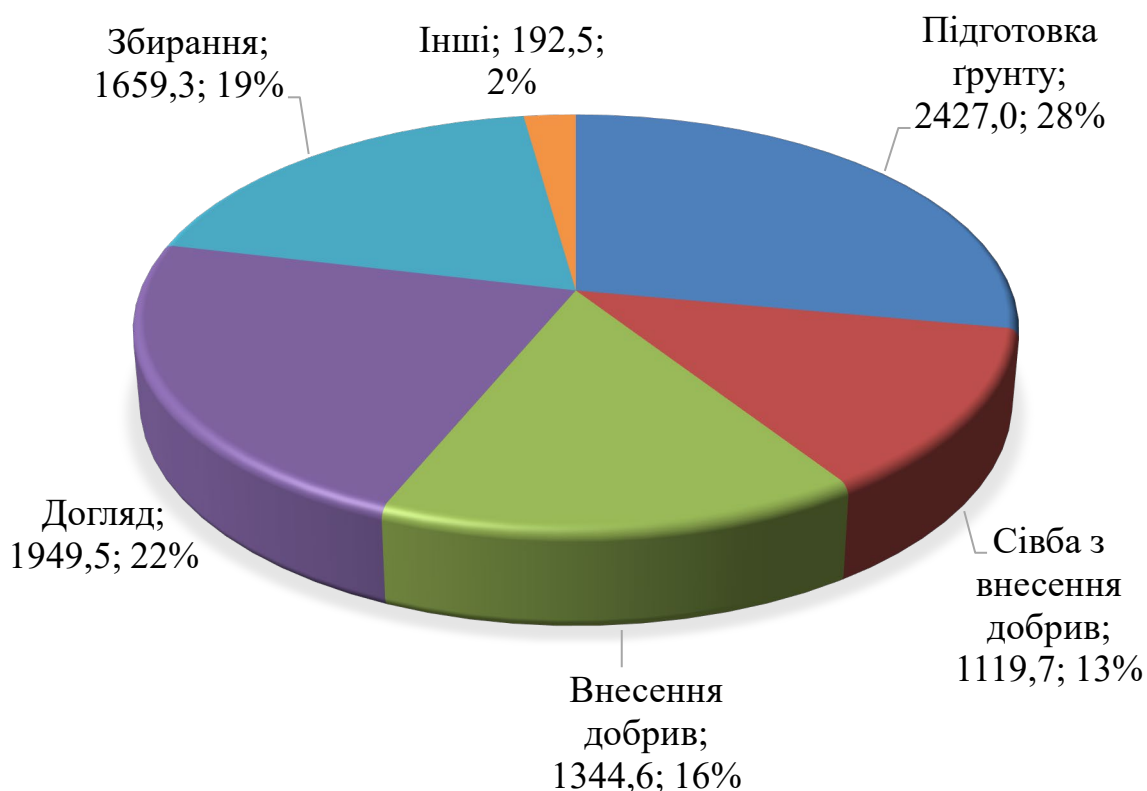


Рисунок 3.3 – Структура енергоємності за комплексами операцій виробництва соняшнику за інтенсивною технологією

Відповідно до наведених результатів очевидним є, що підготовка ґрунту має найбільші витрати – 28 % у розрізі загальних затрат. На другому місці в структурі енерговитрат перебуває комплекс операцій з догляду за рослинами – 22 %. Пов'язано це із застосуванням пестицидів у технології догляду. Дуже близькі за обсягом в структурі комплекс робіт із внесення добрив збирання.

Структура затрат енергії на вирощування соняшнику за мінімальною технологією наведено на рис. 3.4.

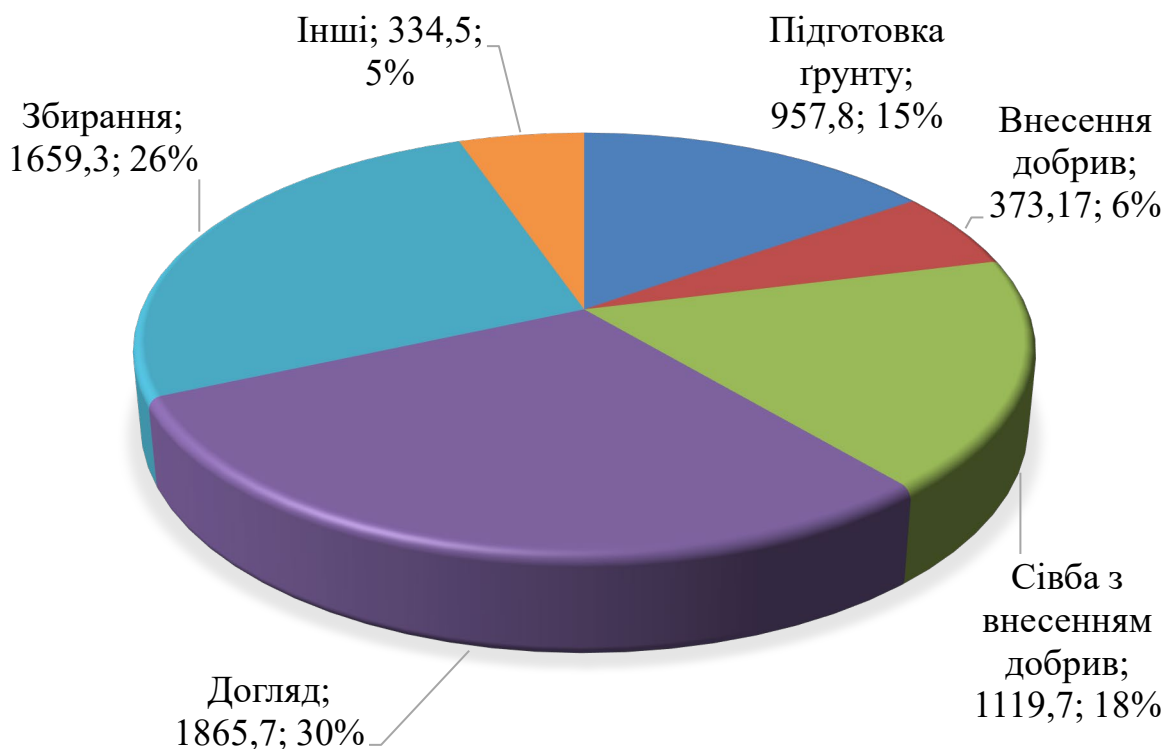


Рисунок 3.4 – Структура енергоємності за комплексами операцій виробництва соняшнику за мінімальною технологією

Використання мінімальної технології призводить до значного зниження загальних енерговитрат на систему основного та передпосівного обробітку ґрунту. За цією технологією вирощування на перше місце серед комплексів технологічних операцій виходить система догляду за посівами та збирання. Система догляду за мінімальної технології потребує використання значного обсягу пестицидів, саме тому відбулося значний перерозподіл у структурі енергоємності за функціональними ознаками.

Якщо порівняти комплекс операцій із основного та передпосівного ґрунту за двома технологіями, то мінімальна технологія дозволяє зменшити енергоємність даного комплексу з 2427,0 МДж/га до 957,8 МДж/га, що становить більше 60 %. Затрати на процес збирання не змінилися у кількісному значенні, так як використовується одна і та збиральна техніка.

Таким чином, можна рекомендувати до впровадження розроблену мінімальну технологію вирощування соняшнику.

### 3.4 Розрахунок енергетичної вартості одержаного врожаю

Окрім енерговитрат у розрахунку на виробництво соняшнику на одиниці площі, необхідно також враховувати енергетичну ціну або вартість одержаної продукції, у розрахунку на 1 т

Енергетичну вартість (ціна) вирощування одиниці продукції визначаємо за виразами [15]:

$$E_{zm} = \frac{E_z}{U_z} \cdot K_{срз}; \quad (3.8)$$

$$E_{nm} = \frac{E_z}{U_n} \cdot K_{срн} \quad (3.9)$$

де  $U_z$ ,  $U_n$  – урожайність насіння (основної продукції) соняшнику та стеблової частини, у розрахунку на одиницю площі, т.

$K_{срз}$ ,  $K_{срн}$  – нормовані коефіцієнти, які призначені для врахування розподілення енерговитрат між зерною та незерною частинами врожаю.

Так як незернова частина (стовбури) соняшнику не збирається у більшості господарств, то виконаємо необхідні розрахунки тільки для насінневої частину врожаю.

Енергетична вартість (ціна) насіння соняшнику одержаного

за інтенсивною технологією становить:

$$E_{зт.}^{Іnten} = \frac{8692,6}{2,35} = 3698,9 \text{ МДж / т},$$

за мінімальною технологією складає:

$$E_{зт.}^{Мінім} = \frac{6310,1}{2,15} = 2934,9 \text{ МДж / т}$$

Отже, використання мінімальної технології дозволяє зменшити енергетичну вартість одержаної продукції на 20,6 %, з 3698,9 до 2934,9 МДж/т.

Одержані результати енергетичного аналізу двох технологій виробництва соняшнику на площі 305 га вносимо до табл. 3.1.

Таблиця 3.5 – Енергетична і екологічна оцінка виробництва соняшнику за двома технологіями

Показник	Одиниці вимірювання	Технологія вирощування соняшнику	
		інтенсивна	мінімальна
Енергоємність одержаної продукції (насіння)	МДж/га	39804,6	36416,9
Енергетичні витрати на формування врожаю	МДж/га	8692,6	6310,1
Коефіцієнт енергетичної ефективності	-	5,16	5,77
Енергетична ціна одержаного врожаю насіння соняшнику	МДж/т	3698,9	2934,9

Застосування мінімальної технології вирощування соняшнику дозволяє знизити енергоємність комплексу технологічних операцій на 27,4 % з 8692,6 МДж/га до 6310,1 МДж/га. Навіть при зменшенні врожайності запропонована технологія дозволяє підвищити коефіцієнт енергетичної ефективності з 5,16 до 5,77. Затрати енергетичних ресурсів на формування одиниці продукції при застосуванні мінімальної технології зменшуються на 20,6 %. Спостерігається значне зниження енергоємності комплексу операцій з основного та передпосівного обробітку ґрунту, що також буде мати позитивний вплив на врожайність за рахунок зменшення ущільнення ґрунту.

## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **4.1 Загальні відомості про охорону праці**

«Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності» [19].

Виконання технологічних операцій у сільському господарстві супроводжується великою кількістю шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Це зумовлено насамперед роботою з технікою, яка потенційно загрожує життю та здоров'ю людей. Наприклад, більшість сільськогосподарських машин оснащені рухомими або обертовими робочими органами, що створюють додатковий ризик. Окрім цього, при виконанні таких операцій, як внесення добрив чи пестицидів, працівники зазнають контакту з агресивними та шкідливими хімічними речовинами, що також може негативно впливати на їхнє здоров'я.

«Об'єкт підвищеної небезпеки – це об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об'єкти як такі, що відповідно до закону є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру» [20].

### **4.2 Правила безпеки праці при виконанні робіт на ґрунтообробних МТА**

*Вимоги перед початком виконання робіт.* Перевірити технічний стан трактора та причіпного або навісного обладнання, особливу увагу приділити справності гальм, механізмів кріплення, захисних огорожень і сигналізації.

Необхідно упевнитися в наявності та справності інструментів і засобів індивідуального захисту: спецодягу, спецвзуття, рукавичок, окулярів. Обов'язковим етапом є проведення інструктажу із безпеки праці для всіх працівників, залучених до процесу. Перед початком роботи необхідно ознайомитися з місцевістю, визначити небезпечні зони (схили, яри, канави) та забезпечити обмеження роботи в таких місцях. Після цього виконують ретельний огляд машинно-тракторного агрегату та переконатися у справності механізмів, гальм, освітлювальних приладів та сигналізації. Необхідно перевірити кріплення робочих органів та наявність захисних огорожень на обертових і рухомих частинах. Керівнику робіт необхідно виконати планування маршрутів руху агрегату, дотримуючись правил безпеки при розворотах і русі заднім ходом. Під час роботи на схилах рух має здійснюватися вздовж горизонтальних ліній схилу, щоб уникнути ризику перекидання. Не допускається робота техніки поблизу ярів, канав або інших небезпечних місць без попереднього їх обстеження.

*Вимоги під час виконання обробітку ґрунту.* Заборонено перебувати працівникам у зоні роботи рухомих частин агрегатів або поблизу тракторів під час їх розворотів чи переїздів по полю чи між ділянками полів. Не допускається підніматися на машини або спускатися з них під час руху. Усі роботи пов'язані із регулюванням, очищенням або ремонтом робочих органів мають виконуватися лише після повної зупинки агрегату, вимкнення двигуна та загальмування техніки. Під час роботи слід уникати перевантаження техніки, що може призвести до її поломки або втрати її керованості.

*Вимоги по завершенню робіт.* По завершенні роботи потрібно вимкнути двигун, поставити техніку на гальмо та переконатися в її стабільності. Очистити робочі органи від ґрунту, використовуючи спеціальні інструменти та рукавички. Провести огляд обладнання, щоб виявити можливі пошкодження або зношення деталей.

*Вимоги безпеки при аварійній ситуації (виникнення пожежі на тракторі).* Першочерговим завданням у випадку пожежі на тракторі є його зупинка та

заглушення двигуна. За можливістю необхідно виконати відключення акумуляторної батареї. Після чого потрібно сповістити про пожежу керівника робіт та повідомити ДСНС за номером 101.

Гасіння пожежі необхідно виконувати первинними засобами – вогнегасниками. Розпочати гасіння потрібно з місця, де зосереджене полум'я, рухаючись у напрямку його розповсюдження. У разі загоряння палива чи мастила застосовувати засоби, що пригнічують полум'я, наприклад, пісок, землю або брезентове полотно. Якщо загоряння сталося в електричній системі, уникати використання води для гасіння, щоб уникнути ураження електричним струмом.

Обов'язково необхідно забезпечити відсутність людей поблизу трактора, особливо якщо вогонь може досягти паливного бака. По можливості пересунути трактор у безпечне місце, якщо це не створює додаткових ризиків.

Після ліквідації пожежі забороняється запускати двигун до проведення повної перевірки обладнання. Трактор потрібно залишити на місці до прибуття компетентних служб для оцінки збитків і визначення причин пожежі.



## 5. АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ

Оцінку економічної ефективності різних технологій вирощування соняшника слід розпочати зі збору вихідних даних для обох варіантів технологій: інтенсивної та мінімальної. До таких даних належать площа посівів, норми витрат добрив, насіння, палива, пестицидів, а також їх вартість, тарифний фонд оплати праці, амортизаційні відрахування для техніки та інші витрати. Після цього, потрібно виконати розрахунки витрат для виробництва насіння соняшника, визначивши обсяги використання всіх ресурсів. Далі розраховується валовий збір урожаю, який є добутком урожайності та площі посівів, і виручка від реалізації, що враховує ціну на продукцію. Порівняння показників собівартості продукції, експлуатаційних витрат і рівня рентабельності дозволить оцінити економічну доцільність запропонованої технології в порівнянні з базовою. На основі цих даних можна зробити висновки про ефективність кожної технології.

Вихідні дані приведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Початкові дані щодо економічної оцінки технологій

Показник	Інтенсивна технологія	Мінімальна технологія
Плановий обсяг вирощування, га	305	305
Планова врожайність, т/га	2,35	2,15
Обсяг врожаю, т	716,75	655,75
Ціна реалізації, грн/т	24000	24000
Питома витрата пального, кг/га	61,1	40,8
Ціна ПММ, грн./кг	60	60
Норма внесення добрив, кг/га	250	105
Вартість добрив, грн./кг	39	39
Виручка, грн	17202000	15738000

Основними завданнями оптимізації складу машинно-тракторних агрегатів є зниження експлуатаційних витрат на одиницю виконуваної роботи та підвищення якості виконання технологічних операцій. На початковому етапі вибір складу машинно-тракторних агрегатів зазвичай базується або на наявній у господарстві техніці, або на можливості придбання необхідного обладнання до початку сезону польових робіт.

Мінімальна технологія вирощування соняшнику дозволяє суттєво зменшити експлуатаційні витрати, водночас забезпечуючи незначне зменшення врожайності. Це може дозволити фермеру зменшити поточні витрати, що необхідно постійно вкладати під час вирощування продукції. В результаті чого вивільняється певний обсяг коштів для їх застосування в сфері впровадження нових технологій чи технічних засобів виробництва. Проте значне різноманіття енергетичних засобів і сільськогосподарських машин часто призводить до нераціонального завантаження тракторів, що знижує ефективність їх використання. Саме тому, необхідно пам'ятати, про раціональне використання наявної техніки в господарстві.

Експлуатаційні витрати визначаємо за відомою методикою [21]. Виконаємо необхідні розрахунки щодо вартості палива, насінневого матеріалу, мінеральних добрив та ін. у розрахунку на одиницю площі.

Приймаємо такі додаткові вихідні дані:

- оплата праці погодинна – 80 грн/год;
- ціна насінневого матеріалу – 2200 грн/га;
- мінеральних добрив – 39000 грн/т (для комплексних мінеральних добрив, що застосовуються при сівбі та підживленні рослин)

Одержані результати розрахунків експлуатаційних витрат та показників щодо економічного аналізу виробництва соняшнику за інтенсивною та мінімальною технологіями вносимо до табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Техніко-економічні показники

Показники	Технологія вирощування	
	Інтенсивна	Мінімальна
Площа, га	305	305
Урожайність, т/га	2,35	2,15
Валовий збір, т	716,75	655,75
Ціна 1 т продукції, грн.	24000	24000
Витрати всього, грн./га	24502,7	17585,8
в тому числі:		
- оплата праці	284,9	241,6
- ПММ	3667,8	2449,2
- мінеральні добрива	9750,0	4095,0
- насіння	2200,0	2200,0
- пестициди	4100,0	4100,0
- інші	4500,0	4500,0
Собівартість продукції, грн/т.	10426,7	8179,4
Виручка, грн.	17202000	15738000
Загальні витрати, грн.	7473315	5363659
Загальний прибуток, грн.	9728685	10374341
Рівень рентабельності, %	130,2	193,4

**Висновки до розділу.** Застосування розробленої технології вирощування соняшнику на основі обґрунтованих засобів механізації сприяє зниженню витрат у розрахунку на 28,2 %, з 24502,7 грн/га до 17585,8 грн/га. Собівартість одиниці продукції насіння соняшнику також зменшилась – на 21,5 % (з 10426,7 грн до 8179,4 грн). При цьому спостерігається зростання рівня рентабельності виробництва насіння соняшнику з 130,2 % для інтенсивної технології, до 193,4 % для мінімальної.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що соняшник є однією із основних сільськогосподарських культур в Україні. Зменшення посівних площ, з 5,22 млн. га у 2023 році, до 4,95 млн. га під урожай 2024 року пов'язане із несприятливими погодними умовами навесні 2024 року. Зокрема, в більшості областей обсяг опадів був найменший за останні десятиліття. При цьому, вирощування соняшнику, в сучасних мінливих умовах, все одно залишається одними із основних напрямків сільськогосподарського виробництва та зазвичай займає чверть в загальній структурі посівних площ України. Проаналізовано вплив технологій вирощування соняшнику та різних факторів на його врожайність. Встановлено, що обробіток ґрунту є важливим агротехнічним прийомом у технологіях вирощування соняшнику. Його відсутність призводить до різкого зниження врожайності цієї культури.

2. Наведено вплив основних способів обробітку ґрунту на врожайність соняшнику. Виконано обґрунтування засобів механізації для виконання найважливіших технологічних операцій та розроблено мінімальну технологію вирощування обраної культури. Визначено основні обсяги робіт, затрат праці та палива для забезпечення розробленої технології. Загальна кількість технологічних операцій зменшилася із 22 до 17 операцій. Планова врожайність незначно зменшилась, всього на 0,2 т/га. Встановлено, що реалізація вказаних технологічних операцій та мінімальної технології вирощування соняшнику сприяє зниженню витрати палива, у розрахунку на 1 га, з 61,1 кг/га до 40,8 кг/га, що становить більше ніж на 33 %. Крім цього питомі трудомісткість виконання технологічних операцій знизилася 3,56 до 3,02 люд.-год./га.

3. Застосування мінімальної технології вирощування соняшнику дозволяє знизити енергоємність комплексу технологічних операцій на 27,4 % з 8692,6 МДж/га до 6310,1 МДж/га. Отримані результати свідчать, що найбільш затратною частиною у загальних витратах енергії є енергоємність пального, що в структурі витрат сягає 56 % для інтенсивної технології та 51 % у структурі

мінімальної технології вирощування. Навіть при зменшенні врожайності запропонована технологія дозволяє підвищити коефіцієнт енергетичної ефективності з 5,16 до 5,77. Затрати енергетичних ресурсів на формування одиниці продукції при застосуванні мінімальної технології зменшуються на 20,6 %. Спостерігається значне зниження енергоємності комплексу операцій з основного та передпосівного обробітку ґрунту, що також буде мати позитивний вплив на врожайність за рахунок зменшення ущільнення ґрунту.

4. Розглянуто основні вимоги при виконанні робіт на ґрунтообробних МТА та порядок дії у надзвичайній ситуації.

5. Застосування розробленої технології вирощування соняшнику на основі обґрунтованих засобів механізації сприяє зниженню витрат у розрахунку на 28,2 %, з 24502,7 грн/га до 17585,8 грн/га. Собівартість одиниці продукції насіння соняшнику також зменшилась – на 21,5 % (з 10426,7 грн до 8179,4 грн). При цьому спостерігається зростання рівня рентабельності виробництва насіння соняшнику з 130,2 % для інтенсивної технології, до 193,4 % для мінімальної.

Одержані результати підтверджують ефективність використання розробленої технології вирощування соняшнику.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах. Державна служба статистики України. <https://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Державна служба статистики України. Економічна статистика / Економічна діяльність / Сільське, лісове та рибне господарство. <https://www.ukrstat.gov.ua/>
3. Вожегова Р., Малярчук М., Митрофанов О., Мігальов А., Малярчук В. Ефективність сучасних технологій вирощування соняшник у за різних умов зволоження та способів і глибини основного обробітку ґрунту на півдні України. Техніка і технології АПК. №1 (40) січень 2013. С. 19-21.
4. Поляков, О. І., О. В. Нікітенко, С. В. Вахненко. Формування продуктивності гібрида соняшнику Каменярь в залежності від агроприймів вирощування. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН 21 (2014): 97-104.
5. Антонєць О.А., Горбенко М. А. Вплив густоти сівби на урожайність соняшнику. // Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції «Збалансований розвиток агроєкосистем України: сучасний погляд та інновації» (21 листопада 2019 р.). – Полтава: ПДАА, 2019. – С.179-182.
6. О.В. Швачка, Н.О. Новошинська. Вплив строків сівби та густоти стояння рослин на урожайність гібрида соняшнику Рябота в умовах Півдня України. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, № 16, 2011: 121-125.
7. С. В. Маслійов, В. В. Степанов, С. В. Шквар, І. І. Ярчук. Урожайність соняшнику за різних систем удобрення. Журнал «Агроном». 2021. <https://www.agronom.com.ua/urozhajnist-sonyashnyku-za-riznyh-system-udobrennya/>
8. Соколік С. П. Дослідження впливу системи точного висіву «Precision Planting Delta Force» на якісні показники посіву та врожайність культур.

Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів.  
2020. № 22. 123-128 с.

9. Стерньові культиватори КЛД «Шилінг».  
<http://www.agro.kr.ua/uk/sternovi-kulyvatory-kld-shyling>

10. Агрегат комбінований АК-6.  
[https://agrovektor.com/ua/physical\\_product/2378304-agregat-kombinirovannyu-ak-6.html](https://agrovektor.com/ua/physical_product/2378304-agregat-kombinirovannyu-ak-6.html)

11. Думич В., Крупич О. Вплив способів сівби на ефективність вирощування соняшнику в умовах заходу України. The latest technologies in the agroindustrial complex: research and management. Edition 34 (48). С. 125-134.

12. Ткаліч Ю.І. Реакція соняшника на зміну ширини міжрядь, прийомів догляду і норм добрив. Журнал Агроном. <https://www.agronom.com.ua/reaktsiya-sonyashnyka-na-zminu-shyryny-mizh>

13. Гарбар Л. А. Вплив різних умов сівби на формування продуктивності посівів соняшнику / Л. А. Гарбар, Е. М. Горбатюк // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. № 3. С. 31-33.  
[http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA\\_2017\\_3\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2017_3_7)

14. Танчик С.П., А.І. Бабенко. Протибурянова ефективність систем основного обробітку ґрунту за вирощування соняшнику. Рослинництво і ґрунтознавство. 2018. № 294. С. 67-74.

15. Кобець А.С. Дипломне проектування з машиновикористання у рослинництві / А.С Кобець, В.Ю. Ільченко, В.Г. Бутенко, [та ін.] – ДДАУ, Дніпропетровськ, 2007. – 288 С.

16. Методичні положення та норми продуктивності і витрат палива на обробіток ґрунту /І. М. Демчак, Л. В. Кукса, В. М. Івченко, В.С. Пивовар та ін. Київ : НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2019. 280 с.

17. Методичні положення та норми продуктивності і витрат палива на сівбі, садінні та догляді за посівами [Текст] / [І. М. Демчак та ін.]; Укр. НДІ продуктивності агропром. комплексу. - Київ: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2019. - 103 с.

18. Методичні положення та норми продуктивності і витрат палива на збиранні сільськогосподарських культур / І. М. Демчак, В. О. Завалевська, В. С. Пивовар, М. Ф. Кисляченко та ін. – К.: НДІ “Укргропромпродуктивність”, 2014. – 272 с.

19. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ.

20. Наказ МОЗ «Про затвердження Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» від 27.12.2001 N 528.

21. Ільченко В.Ю., Кобець А.С., Мельник В.П. та ін. Практикум з використання машин у рослинництві. Дн-ськ, ДДАУ, 2002. – 212с.



# ДОДАТКИ



## Додаток А2 – План механізованих робіт вирощування соняшнику за мінімальною технологією

### План механізованих робіт при вирощуванні соняшника на площі 305 га за мінімальною технологією

Попередник - зернові

Тип ґрунту-II

Гр. господарств-II

врожайність насіння-2,15 т/га

№	Операції	Агротех вим	Од. Виміру	Обсяг роботи	Строки виконання		Трив. роботи за добу	Склад агрегату			к-сть с.-г.м.	Вирібток			Потрібно для виконання роботи			Витрати палива, кг		Затрати праці, люд-год/га		К-сть нормо-змін
					календ.	трив. днів		трактор	зіпка	с.-г. м.		за год	за зм.	за добу	агрегат.	тракторис.	доп.прац.	За нормою	На весь обсяг	На одиниц. работи	На весь обсяг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Комбінований обробіток ґрунту	16-18 см	га	305	10-25.08	10	14	ХТЗ-17221		АК-4	1	3,20	22,4	44,8	1	2		7,7	2348,5	0,31	95,3	13,62
2	Передпосівна культивация	6-8 см	га	305	01-10.04	5	14	ХТЗ-17221		КП-8,4	1	6,10	42,7	85,4	1	2		2,4	732	0,16	50,0	7,14
3	Протруювання насіння	5 кг/га	т	2,05	01-10.04	3	14	електр. двигун		ПСК-7а	1	5,77	40,4	80,8	1	2			0	0,17	0,4	0,05
4	Навантаження насіння	5 кг/га	т	2,05	01-10.04	5	21	електр. двигун		НЗ-60	1	45,00	315,0	945,0	1	3			0	0,02	0,0	0,01
5	Навант. мінеральних добрив	0,1 т/га	т	30,5	01-10.04	5	14	МТЗ-892		Maximum 2000	1	21,00	147,0	294,0	1	2		0,21	6,405	0,05	1,5	0,21
6	Перевезення насіння та добрив і завантаження сівалки	5 км	т	32,0	01-10.04	5	14	КамАЗ-55102		ЗС-30М	1	8,11	56,8	113,6	1	2		0,86	27,52	0,12	3,9	0,56
7	Сівба з внесенням добрив	6-8 см	га	305	01-10.04	5	14	МТЗ-892		Kinze-3000	1	3,46	24,2	48,4	2	4	4	2,4	732	0,58	176,4	12,60
8	Перевезення води та гербіциду	0,15 т/га	т	45,75	02-11.04	5	12	ЮМЗ-8071		ВР-3М	1	3,75	22,5	22,5	1	2		1,25	57,1875	0,27	12,2	1,74
9	Внесення робочого розчину гербіциду Гезагард 1,5 л/га, Прометрін 2 л/га	0,15 т/га	га	305	02-11.04	5	12	МТЗ-892		Вектор-3000	1	14,03	84,2	168,4	1	2		1,3	396,5	0,07	21,7	3,10
10	Перевезення води добрив	0,15 т/га	т	45,75	10-15.06	3	12	ЮМЗ-8071		ВР-3М	1	3,75	22,5	22,5	1	2		1,25	57,1875	0,27	12,2	1,74
11	Позакореневе підживлення, карбамід 5 кг/га, Басфоліар 2л/га, сульфат магнію 4 кг/га	0,15 т/га	га	305	10-15.06	3	12	МТЗ-892		Вектор-3000	1	14,03	84,2	168,4	1	2		1,3	396,5	0,07	21,7	3,10
12	Перевезення води і фунгіциду	0,15 т/га	т	45,75	10-15.06	3	12	ЮМЗ-8071		ВР-3М	1	3,75	22,5	22,5	1	2		1,25	57,1875	0,27	12,2	1,74
13	Внесення фунгіциду	0,15 т/га	га	305	10-15.06	3	12	МТЗ-892		Вектор-3000	1	14,03	84,2	168,4	1	2		1,3	396,5	0,07	21,7	3,10
14	Перевезення води і десиканту	0,15 т/га	т	45,75	10-20.08	3	12	ЮМЗ-8071		ВР-3М	1	3,75	22,5	22,5	1	2		1,25	57,1875	0,27	12,2	1,74
15	Десикація	0,15 т/га	га	305	10-20.08	3	12	Case Patriot 3330			1	39,20	235,2	470,4	1	2		0,95	289,75	0,03	7,8	1,11
16	Збирання соняшнику	2,15 т/га	га	305	25.08-5.09	10	10	JD 9500		-	1	5,91	41,4	59,1	1	2		16,8	5124	0,17	51,6	7,37
17	Перевезення насіння	5 км	т	655,8	25.08-5.09	10	10	КамАЗ-5511		-	1	8,11	56,8	81,1	2	4		0,6	393,45	0,12	80,8	11,54
																		40,8	11072	3,02	581,7	

## Додаток Б1 – Технологічна карта вирощування соняшнику за інтенсивною технологією

## Технологічна карта вирощування соняшника за інтенсивною технологією на площі 305 га

1	Операції	Од. Виміру	Обсяг роботи	Склад агрегату			К-сть с.-г.м.	Годинна продуктивність	Потрібно для викон. робіт		Норма витрати		К-сть нормо-змін	Енергосміст, МДж/га						
				трактор	зчілка	с.-г. м.			тракторис.	доп.прац.	пальн. кг/га, кг/т	праці людинн год/га		МТA	Пальне	Праця людинн	Добрива	Пестициди насіння	Разом	
																				15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Лущення стерні І	га	305	ХТЗ-17221		ЛД-14	1	11,30	1		2,9	0,09	3,70	42,86	230,55	3,84			277,25	
2	Лущення стерні ІІ	га	305	ХТЗ-17221		ЛД-14	1	11,30	1		2,7	0,09	3,70	42,86	214,65	3,84			261,35	
3	Навантаження мінеральних добрив (амофоска)	т	45,75	МТЗ-892		Maximum 2000	1	31,43	1		0,21	0,03	0,21	4,12	16,70	1,38			22,19	
4	Внесення мінеральних добрив	т	305	МТЗ-892		РУМ-1000	1	12,09	1		2,75	0,08	3,61	18,70	218,63	3,59	1081,50		1322,42	
5	Оранка	га	305	МХ 310		ПОН-7+1	1	1,90	1		16,7	0,53	22,93	162,72	1327,65	22,84			1513,21	
6	Ранньовесняне боронування	га	305	ХТЗ-181		ЗПГ-24	1	13,93	1		1,3	0,07	3,13	20,45	103,35	3,12			126,92	
7	Передпосівна культивування	га	305	ХТЗ-17221		КП-8,4	3	6,10	1		2,4	0,16	7,14	50,36	190,80	7,11			248,28	
8	Протруювання насіння	т	2,05	електр. двигун		ПСК-7а	1	5,77	1			0,17	0,05		0,00	7,52		7,35	14,87	
9	Навантаження насіння	т	2,05	електр. двигун		НЗ-60	1	45,00	1			0,02	0,01		0,00	0,96			0,96	
10	Навант мінеральних добрив	т	30,5	МТЗ-892		Maximum 2000	1	21,00	1		0,21	0,05	0,21	6,16	16,70	2,07			24,92	
11	Перевезення насіння та добрив і завантаження сівалки	т	32	КамАЗ-55102		ЗС-30М	1	8,11	1		0,86	0,12	0,56	12,47	68,37	5,35			86,19	
12	Сівба з внесенням добрив	га	305	МТЗ-892		Kinze-3000	3	3,46	1	1	2,4	0,58	12,60	49,06	190,80	25,11	721,00	133,72	1119,69	
13	Перевезення води та гербіциду	т	61	ЮМЗ-8071		ВР-3М	1	3,75	1		1,25	0,27	2,32	31,12	99,38	11,57			142,07	
14	Внесення робочого розчину гербіциду, 2л/га	га	305	МТЗ-892		Вектор-3000	1	14,03	1		1,3	0,07	3,10	51,41	103,35	3,09		264,00	421,86	
15	Міжрядний обробіток І	т	305	ЮМЗ-8071		КРН-5,6М	1	6,40	1		1,9	0,16	6,81	22,31	151,05	6,78			180,14	
16	Міжрядний обробіток ІІ	т	305	ЮМЗ-8071		КРН-5,6М	1	6,86	1		2,1	0,15	6,35	20,83	166,95	6,33			194,10	
17	Перевезення води і фунгіциду	т	61	ЮМЗ-8071		ВР-3М	1	3,75	1		1,25	0,27	2,32	31,12	99,38	11,57			142,07	
18	Внесення фунгіциду	га	305	МТЗ-892		Вектор-3000	1	14,03	1		1,3	0,07	3,10	51,41	103,35	3,09		211,20	369,06	
19	Перевезення води і десиканту	т	61	ЮМЗ-8071		ВР-3М	1	3,75	1		1,25	0,27	2,32	31,12	99,38	11,57			142,07	
20	Десикація	га	305		Case Patriot 3330			1	39,20	1		0,95	0,03	1,11	4,32	75,53	1,11		277,20	358,16
21	Збирання соняшнику	га	305	JD 9500		-	1	5,91	1		16,8	0,17	7,37	316,33	1335,60	7,34			1659,27	
22	Перевез насіння	т	716,8	КамАЗ-5511		-	1	8,11	1		0,6	0,12	12,62	12,47	47,70	5,35			65,52	
	Всього													<b>982,2</b>	<b>4859,8</b>	<b>154,5</b>	<b>1802,5</b>	<b>893,5</b>	<b>8692,6</b>	

## Додаток Б2 – Технологічна карта вирощування соняшнику за мінімальною технологією

## Технологічна карта вирощування соняшника за мінімальною технологією на площі 305 га

1	Операції	Од. Виміру	Обсяг роботи	Склад агрегату			К-сть с.-г.м.	Годинна продуктивність	Потрібно для викон. робіт		Норма витрати		К-сть нормо-змін	Енергоємність, МДж/га					
				трактор	зілка	с.-г. м.			тракторис.	доп.прац.	пальн. кг/га, кг/т	праці людини год/га		МТЛ	пальне	Праця людини	Добрива	Пестициди	Разом
																		насіння	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Комбінований обробіток ґрунту	га	305	ХТЗ-17221		АК-4	1	3,20	1		7,7	0,31	13,62	83,79	612,15	13,56			709,50
8	Передпосівна культивация	га	305	ХТЗ-17221		КП-8,4	3	6,10	1		2,4	0,16	7,14	50,36	190,80	7,11			248,28
3	Протруювання насіння	т	2,05	електр. двигун		ПСК-7а	1	5,77	1			0,17	0,05		0,00	7,52		7,35	14,87
4	Навантаження насіння	т	2,05	електр. двигун		НЗ-60	1	45,00	1			0,02	0,01		0,00	0,96			0,96
10	Навант мінеральних добрив	т	30,5	МТЗ-892		Maximum 2000	1	21,00	1		0,21	0,05	0,21	6,16	16,70	2,07			24,92
11	Перевезення насіння та добрив і завантаження сівалки	т	32	КамаЗ-55102		ЗС-30М	1	8,11	1		0,86	0,12	0,56	12,47	68,37	5,35			86,19
12	Сівба з внесенням добрив	га	305	МТЗ-892		Kinze-3000	3	3,46	1	1	2,4	0,58	12,60	49,06	190,80	25,11	721,00	133,72	1119,69
6	Перевезення води та гербіциду	т	45,75	ЮМЗ-8071		ВР-3М	1	3,75	1		1,25	0,27	1,74	31,12	99,38	11,57			142,07
7	Внесення робочого розчину	га	305	МТЗ-892		Вектор-3000	1	14,03	1		1,3	0,07	3,10	51,41	103,35	3,09		462,00	619,86
10	Перевезення води добрив	т	45,75	ЮМЗ-8071		ВР-3М	1	3,75	1		1,25	0,27	1,74	31,12	99,38	11,57			142,07
11	Позакореневе підживлення, карбамід 5 кг/га, Басфоліар 2л/га, сульфат магнію 4 кг/га	га	305	МТЗ-892		Вектор-3000	1	14,03	1		1,3	0,07	3,10	51,41	103,35	3,09	215,32		373,17
12	Перевезення води і фунгіциду	т	45,75	ЮМЗ-8071		ВР-3М	1	3,75	1		1,25	0,27	1,74	31,12	99,38	11,57			142,07
13	Внесення фунгіциду	га	305	МТЗ-892		Вектор-3000	1	14,03	1		1,3	0,07	3,10	51,41	103,35	3,09		211,20	369,06
14	Перевезення води і десиканту	т	45,75	ЮМЗ-8071		ВР-3М	1	3,75	1		1,25	0,27	1,74	31,12	99,38	11,57			142,07
15	Десикація	га	305		Case Patriot 3330		1	39,20	1		0,95	0,03	1,11	4,32	75,53	1,11		369,60	450,56
17	Збирання соняшнику	га	305	JD 9500		-	1	5,91	1		16,8	0,17	7,37	316,33	1335,60	7,34			1659,27
18	Перевезення насіння	т	655,8	КамаЗ-5511		-	1	8,11	1		0,6	0,12	11,54	12,47	47,70	5,35			65,52
														<b>813,7</b>	<b>3245,2</b>	<b>131,0</b>	<b>936,3</b>	<b>1183,9</b>	<b>6310,1</b>

Додаток В – Демонстраційний матеріал до дипломної роботи

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

**Обґрунтування засобів механізації при вирощуванні соняшнику з  
енергетичною оцінкою технологій**

Демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Магістр»

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МгАІ-1-23

Лука Радіон Максимович

**Керівник:** д.т.н., професор

Кабат Олег Станіславович

ДНІПРО 2024

## Продовження додатку В

**Метою дипломної роботи є обґрунтування засобів механізації при вирощуванні соняшнику та проведення енергетичної оцінки розробленої технології вирощування.**

**Для досягнення мети необхідно виконати такі задачі:**

- Провести аналіз технологій вирощування соняшнику та факторів що впливають на його врожайність.
- Обґрунтувати засоби механізації та технологію вирощування соняшнику.
- Виконати енергетичну оцінку запропонованої технології вирощування соняшнику.
- Навести вимоги безпеки при проведенні робіт з обробітку ґрунту.
- Виконати економічну оцінку дипломної роботи.

## Продовження додатку В

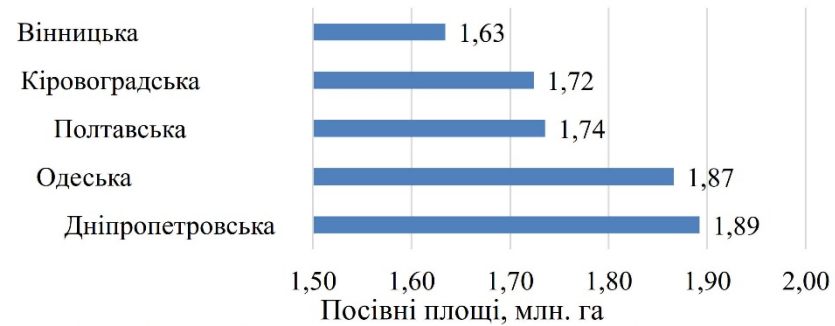


Рис. 1 – Області із найбільшими посівними площами сільськогосподарських культур у 2023 році

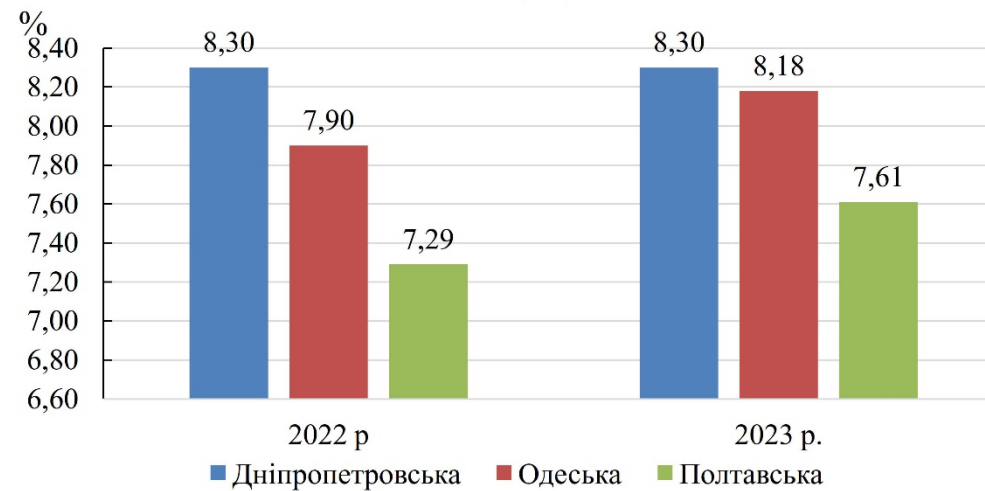
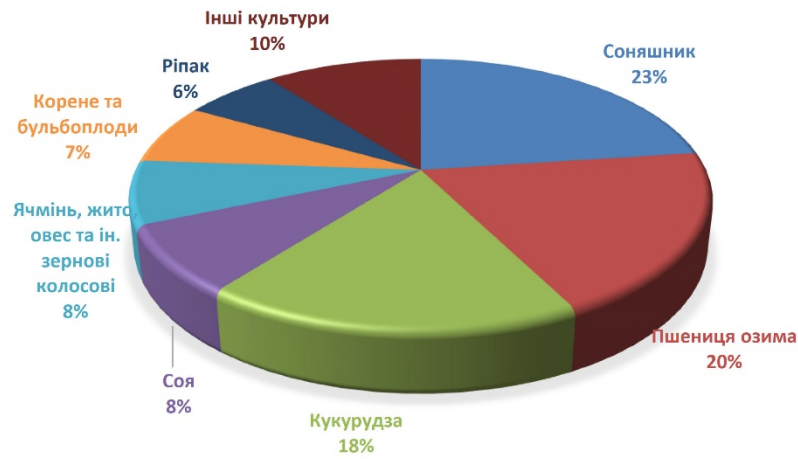


Рисунок 2 – Області з найбільшою часткою посівних площ в структурі загальних по Україні

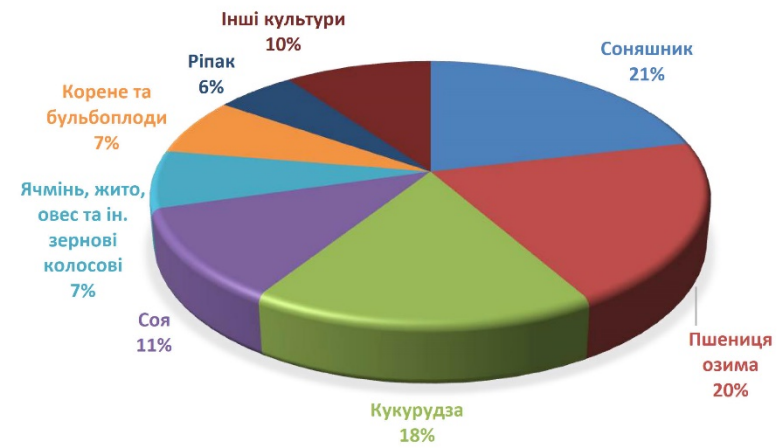


## Продовження додатку В

## Структура посівних площ в Україні



2023 рік



2024 рік

## Продовження додатку В

### Аналіз впливу технологічних прийомів на врожайність соняшнику

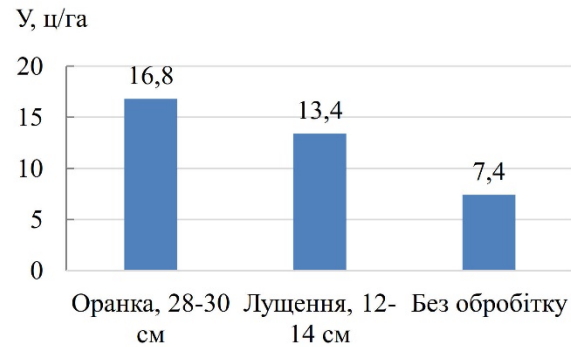


Рис. 4 – Вплив способу та глибини обробітку ґрунту на врожайність гібриду соняшнику Ясон

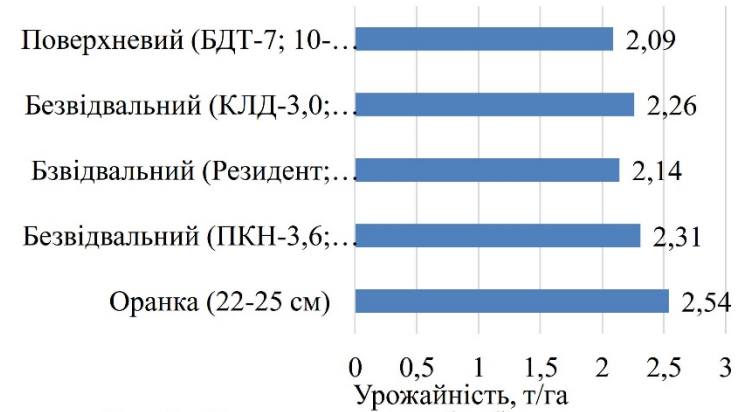


Рис. 5 – Вплив основного обробітку ґрунту на врожайність гібриду соняшнику «Каменярь»

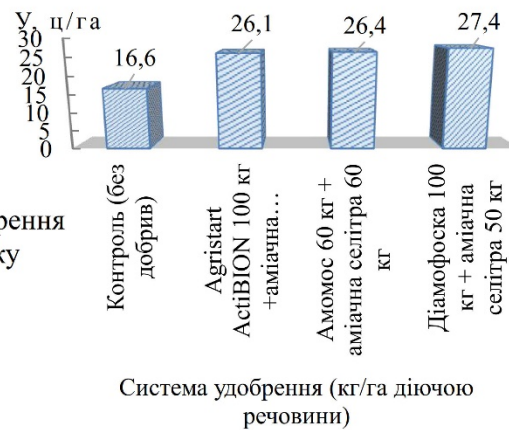


Рис. 6 – Вплив системи удобрення на врожайність соняшнику

## Продовження додатку В

## Технологічна карта на вирощування соняшнику за інтенсивною технологією

Технологічна карта вирощування соняшника за інтенсивною технологією на площі 305 га																			
Операції	Од. виміру	Обсяг роботи	Склад агрегату			С.-г. М.	К-сть с.-г. М.	Година продуктивність	Потрібно для викон. робіт	Норма витрати		К-сть	Енергоємність, МДж/га						
			трактор	зірка	С.-г. М.					пальн.	праці		нормо	МТГ	Пальне	Праця	Добрива	Пестициди	Разом
			3	4	5					6	7		8	9	10	11	12	13	14
1	Луцання стерні I	га	305	ХТЗ-17221		ЛД-14	1	11,30	1		2,9	0,09	3,70	42,86	230,55	3,84			277,25
2	Луцання стерні II	га	305	ХТЗ-17221		ЛД-14	1	11,30	1		2,7	0,09	3,70	42,86	214,65	3,84			261,35
3	Навантаження мінеральних добрив (амофоска)	т	45,75	МТЗ-892		Maximum 2000	1	31,43	1		0,21	0,03	0,21	4,12	16,70	1,38			22,19
4	Внесення мінеральних добрив	т	305	МТЗ-892		РУМ-1000	1	12,09	1		2,75	0,08	3,61	18,70	218,63	3,59	1081,50		1322,42
5	Оранка	га	305	МХ 310		ПОН-7+1	1	1,90	1		16,7	0,53	22,93	162,72	1327,65	22,84			1513,21
6	Ранньовесняне боронування	га	305	ХТЗ-181		ЗПГ-24	1	13,93	1		1,3	0,07	3,13	20,45	103,35	3,12			126,92
7	Передпосівна культивування	га	305	ХТЗ-17221		КП-8,4	3	6,10	1		2,4	0,16	7,14	50,36	190,80	7,11			248,28
8	Протруювання насіння	т	2,05	електр. двигун		ПСК-7а	1	5,77	1			0,17	0,05		0,00	7,52		7,35	14,87
9	Навантаження насіння	т	2,05	електр. двигун		НЗ-60	1	45,00	1			0,02	0,01		0,00	0,96			0,96
10	Навант мінеральних добрив	т	30,5	МТЗ-892		Maximum 2000	1	21,00	1		0,21	0,05	0,21	6,16	16,70	2,07			24,92
11	Перевезення насіння та добрив і завантаження сівалки	т	32	КамАЗ-55102		ЗС-30М	1	8,11	1		0,86	0,12	0,56	12,47	68,37	5,35			86,19
12	Сівба з внесенням добрив	га	305	МТЗ-892		Kinze-3000	3	3,46	1	1	2,4	0,58	12,60	49,06	190,80	25,11	721,00	133,72	1119,69
13	Перевезення води та гербіциду	т	61	ЮМЗ-8071		ВР-3М	1	3,75	1		1,25	0,27	2,32	31,12	99,38	11,57			142,07
14	Внесення робочого розчину гербіциду, 2л/га	га	305	МТЗ-892		Вектор-3000	1	14,03	1		1,3	0,07	3,10	51,41	103,35	3,09		264,00	421,86
15	Міжрядний обробіток I	т	305	ЮМЗ-8071		КРН-5,6М	1	6,40	1		1,9	0,16	6,81	22,31	151,05	6,78			180,14
16	Міжрядний обробіток II	т	305	ЮМЗ-8071		КРН-5,6М	1	6,86	1		2,1	0,15	6,35	20,83	166,95	6,33			194,10
17	Перевезення води і фунгіциду	т	61	ЮМЗ-8071		ВР-3М	1	3,75	1		1,25	0,27	2,32	31,12	99,38	11,57			142,07
18	Внесення фунгіциду	га	305	МТЗ-892		Вектор-3000	1	14,03	1		1,3	0,07	3,10	51,41	103,35	3,09		211,20	369,06
19	Перевезення води і десиканту	т	61	ЮМЗ-8071		ВР-3М	1	3,75	1		1,25	0,27	2,32	31,12	99,38	11,57			142,07
20	Десикація	га	305		Case Patriot 3330		1	39,20	1		0,95	0,03	1,11	4,32	75,53	1,11		277,20	358,16
21	Збирання соняшнику	га	305	JD 9500		-	1	5,91	1		16,8	0,17	7,37	316,33	1335,60	7,34			1659,27
22	Перевез насіння	т	716,8	КамАЗ-5511		-	1	8,11	1		0,6	0,12	12,62	12,47	47,70	5,35			65,52
	Всього												982,2	4859,8	154,5	1802,5	893,5		8692,6

## Продовження додатку В

## Технологічна карта на вирощування соняшнику за мінімальною технологією

Технологічна карта вирощування соняшника за мінімальною технологією на площі 305 га																			
Операції	Од. Виміру	Обсяг роботи	Склад агрегату			К-сть С.-Г.М. продуктивність	Годинна викон. робіт	Потрібно для		Норма витрати		К-сть змін	Енергоємність, МДж/га						
			трактор	зчіпка	С.-Г. М.			тракторис.	доп.прац.	пальн. кг/га, кг/т	праці людини*год/га		нормо-	МТА	пальне	Праця людини	Добрива	Пестициди насіння	Разом
			3	4	5			6	7	8	9		10	11	12	13	14	15	16
1	Комбінований обробіток ґрунту	га	305	ХТЗ-17221	АК-4	1	3,20	1	7,7	0,31	13,62	83,79	612,15	13,56				709,50	
8	Передпосівна культивування	га	305	ХТЗ-17221	КП-8,4	3	6,10	1	2,4	0,16	7,14	50,36	190,80	7,11				248,28	
3	Протруювання насіння	т	2,05	електр. двигун	ПСК-7а	1	5,77	1		0,17	0,05		0,00	7,52		7,35		14,87	
4	Навантаження насіння	т	2,05	електр. двигун	НЗ-60	1	45,00	1		0,02	0,01		0,00	0,96				0,96	
10	Навант мінеральних добрив	т	30,5	МТЗ-892	Maximum 2000	1	21,00	1	0,21	0,05	0,21	6,16	16,70	2,07				24,92	
11	Перевезення насіння та добрив і завантаження сівалки	т	32	КамАЗ-55102	ЗС-30М	1	8,11	1	0,86	0,12	0,56	12,47	68,37	5,35				86,19	
12	Сівба з внесенням добрив	га	305	МТЗ-892	Kinze-3000	3	3,46	1	1	2,4	0,58	12,60	49,06	190,80	25,11	721,00	133,72	1119,69	
6	Перевезення води та гербіциду	т	45,75	ЮМЗ-8071	ВР-3М	1	3,75	1	1,25	0,27	1,74	31,12	99,38	11,57				142,07	
7	Внесення робочого розчину гербіциду Гезагард 1,5 л/га, Прометрін 2 л/га	га	305	МТЗ-892	Вектор-3000	1	14,03	1	1,3	0,07	3,10	51,41	103,35	3,09			462,00	619,86	
10	Перевезення води добрив	т	45,75	ЮМЗ-8071	ВР-3М	1	3,75	1	1,25	0,27	1,74	31,12	99,38	11,57				142,07	
11	Позакореневе підживлення, карбамід 5 кг/га, Басфоліар 2л/га, сульфат магнію 4 кг/га	га	305	МТЗ-892	Вектор-3000	1	14,03	1	1,3	0,07	3,10	51,41	103,35	3,09	215,32			373,17	
12	Перевезення води і фунгіциду	т	45,75	ЮМЗ-8071	ВР-3М	1	3,75	1	1,25	0,27	1,74	31,12	99,38	11,57				142,07	
13	Внесення фунгіциду	га	305	МТЗ-892	Вектор-3000	1	14,03	1	1,3	0,07	3,10	51,41	103,35	3,09			211,20	369,06	
14	Перевезення води і десиканту	т	45,75	ЮМЗ-8071	ВР-3М	1	3,75	1	1,25	0,27	1,74	31,12	99,38	11,57				142,07	
15	Десикація	га	305	Case Patriot 3330		1	39,20	1	0,95	0,03	1,11	4,32	75,53	1,11			369,60	450,56	
17	Збирання соняшнику	га	305	JD 9500	-	1	5,91	1	16,8	0,17	7,37	316,33	1335,60	7,34				1659,27	
18	Перевезення насіння	т	655,8	КамАЗ-5511	-	1	8,11	1	0,6	0,12	11,54	12,47	47,70	5,35				65,52	
												813,7	3245,2	131,0	936,3	1183,9		6310,1	

## Продовження додатку В

## Енергетична оцінка технологій

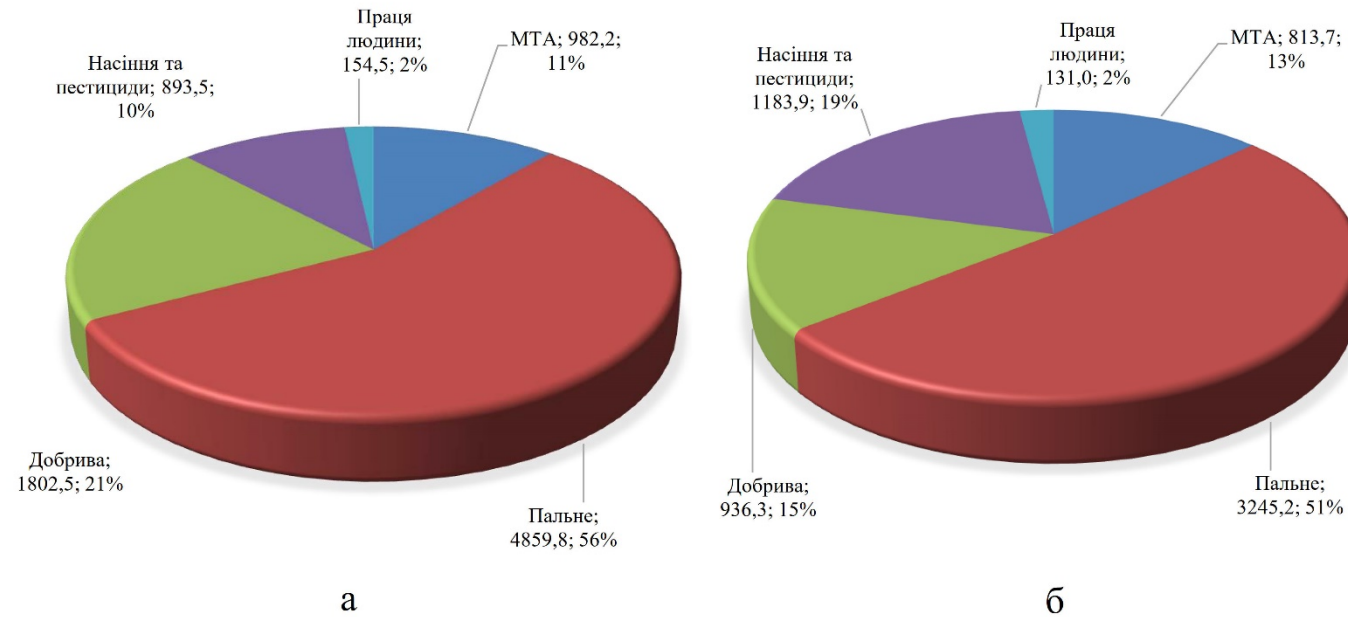


Рис. 7 – Затрати енергії (МДж/га) за видами ресурсів та їх структура на вирощування соняшнику: а – інтенсивна технологія; б – мінімальна технологія



## Продовження додатку В

## Енергетична оцінка технологій

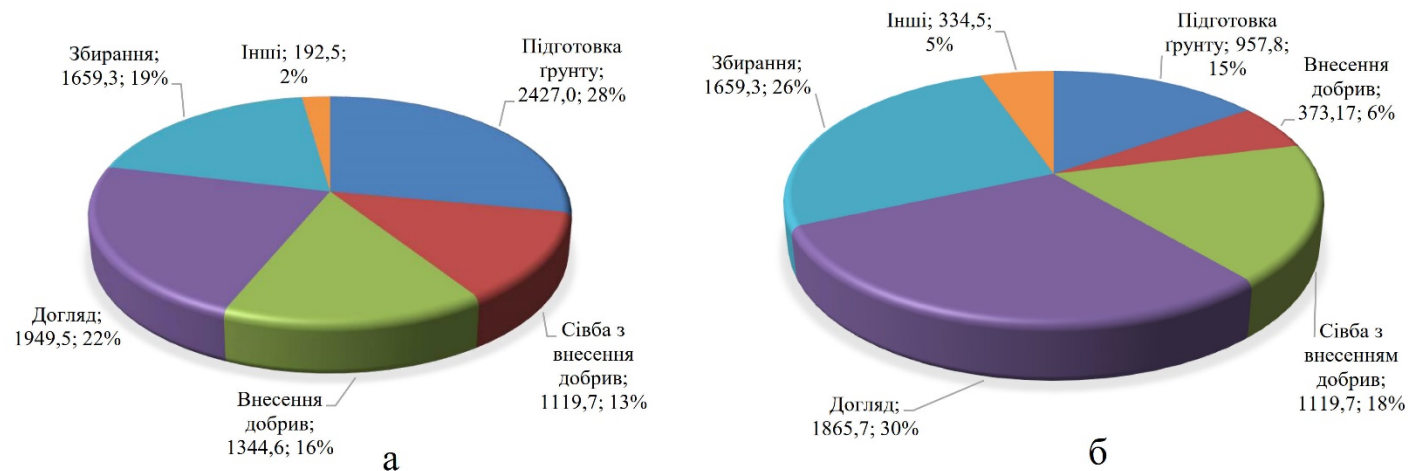


Рис. 8 – Затрати енергії (МДж/га) за функціональними ознаками та їх структура на вирощування соняшнику: а – інтенсивна технологія; б – мінімальна технологія

## Енергетична і екологічна оцінка виробництва соняшнику за двома технологіями

Показник	Одиниці вимірювання	Технологія вирощування соняшнику	
		інтенсивна	мінімальна
Енергоємність одержаної продукції (насіння)	МДж/га	39804,6	36416,9
Енергетичні витрати на формування врожаю	МДж/га	8692,6	6310,1
Коефіцієнт енергетичної ефективності	-	5,16	5,77
Енергетична ціна одержаного врожаю насіння соняшнику	МДж/т	3698,9	2934,9

## Продовження додатку В

## Техніко-економічні показники роботи

Показники	Технологія вирощування	
	Інтенсивна	Мінімальна
Площа, га	305	305
Урожайність, т/га	2,35	2,15
Валовий збір, т	716,75	655,75
Ціна 1 т продукції, грн.	24000	24000
Витрати всього, грн./га	24502,7	17585,8
в тому числі:		
- оплата праці	284,9	241,6
- ПММ	3667,8	2449,2
- мінеральні добрива	9750,0	4095,0
- насіння	2200,0	2200,0
- пестициди	4100,0	4100,0
- інші	4500,0	4500,0
Собівартість продукції, грн/т.	10426,7	8179,4
Виручка, грн.	17202000	15738000
Загальні витрати, грн.	7473315	5363659
Загальний прибуток, грн.	9728685	10374341
Рівень рентабельності, %	130,2	193,4

## Продовження додатку В

### Загальні висновки

- 1. Встановлено, що соняшник є однією із основних сільськогосподарських культур в Україні. Зменшення посівних площ, з 5,22 млн. га у 2023 році, до 4,95 млн. га під урожай 2024 року пов'язане із несприятливими погодними умовами навесні 2024 року. Зокрема, в більшості областей обсяг опадів був найменший за останні десятиліття. При цьому, вирощування соняшнику, в сучасних мінливих умовах, все одно залишається одними із основних напрямків сільськогосподарського виробництва та зазвичай займає чверть в загальній структурі посівних площ України. Проаналізовано вплив технологій вирощування соняшнику та різних факторів на його врожайність. Встановлено, що обробіток ґрунту є важливим агротехнічним прийомом у технологіях вирощування соняшнику. Його відсутність призводить до різкого зниження врожайності цієї культури.
- 2. Наведено вплив основних способів обробітку ґрунту на врожайність соняшнику. Виконано обґрунтування засобів механізації для виконання найважливіших технологічних операцій та розроблено мінімальну технологію вирощування обраної культури. Визначено основні обсяги робіт, затрат праці та палива для забезпечення розробленої технології. Загальна кількість технологічних операцій зменшилася із 22 до 17 операцій. Планова врожайність незначно зменшилась, всього на 0,2 т/га. Встановлено, що реалізація вказаних технологічних операцій та мінімальної технології вирощування соняшнику сприяє зниженню витрати палива, у розрахунку на 1 га, з 61,1 кг/га до 40,8 кг/га, що становить більше ніж на 33 %. Крім цього питомі трудомісткість виконання технологічних операцій знизилася 3,56 до 3,02 люд.-год./га.
- 3. Застосування мінімальної технології вирощування соняшнику дозволяє знизити енергоємність комплексу технологічних операцій на 27,4 % з 8692,6 МДж/га до 6310,1 МДж/га. Отримані результати свідчать, що найбільш затратною частиною у загальних витратах енергії є енергоємність пального, що в структурі витрат сягає 56 % для інтенсивної технології та 51 % у структурі мінімальної технології вирощування. Навіть при зменшенні врожайності запропонована технологія дозволяє підвищити коефіцієнт енергетичної ефективності з 5,16 до 5,77. Затрати енергетичних ресурсів на формування одиниці продукції при застосуванні мінімальної технології зменшуються на 20,6 %. Спостерігається значне зниження енергоємності комплексу операцій з основного та передпосівного обробітку ґрунту, що також буде мати позитивний вплив на врожайність за рахунок зменшення ущільнення ґрунту.
- 4. Розглянуто основні вимоги при виконанні робіт на ґрунтообробних МТА та порядок дії у надзвичайній ситуації.
- 5. Застосування розробленої технології вирощування соняшнику на основі обґрунтованих засобів механізації сприяє зниженню витрат у розрахунку на 28,2 %, з 24502,7 грн/га до 17585,8 грн/га. Собівартість одиниці продукції насіння соняшнику також зменшилась – на 21,5 % (з 10426,7 грн до 8179,4 грн). При цьому спостерігається зростання рівня рентабельності виробництва насіння соняшнику з 130,2 % для інтенсивної технології, до 193,4 % для мінімальної.