

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

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

до дипломної роботи

освітнього ступеня «Магістр» на тему:

**Обґрунтування засобів механізації при вирощуванні  
соняшнику з дослідженням енергетичної  
ефективності технологій**

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МгМз-1-19

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Гальчанський Павло Миколайович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Макаренко Дмитро Олександрович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

# 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)

«    »    2021 р.

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

Гальчанському Павлу Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Обґрунтування засобів механізації при вирощуванні соняшнику з дослідженням енергетичної ефективності технологій

керівник роботи Макаренко Дмитро Олександрович, к.т.н.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« 25 » листопада 2020 року № 2958

2. **Строк подання студентом роботи** 07.02.2022

3. **Вихідні дані до роботи** Огляд існуючих технологій вирощування соняшнику їх переваги та недоліки. Аналіз перспективних заходів щодо вдосконалення існуючих технологій. Аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити). Проаналізувати місце соняшнику в структурі посівних площ в Україні та в експорті сільськогосподарської продукції. Розглянути існуючі технології вирощування соняшнику їх переваги та недоліки. Виконати аналіз перспективних заходів щодо вдосконалення технологій вирощування та запропонувати заходи до впровадження. Обґрунтувати засоби механізації та розробити, на їх основі, план механізованих робіт на вирощування соняшнику. Виконати енергетичну та екологічну оцінку запропонованої технології. Навести вимоги безпеки праці при роботі з протруювачами та порядок дії у надзвичайній ситуації. Провести техніко-економічний аналіз роботи.

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

Тема, мета та задачі роботи. Аналіз вирощування соняшнику та перелік запропонованих заходів (3 аркуші, А4). 2. Технологічні карти на вирощування соняшника за двома технологіями (2 аркуші, А4) 3. Аналіз енергетичних та екологічних показників вирощування соняшнику (2 аркуші, А4). 4. Техніко-економічні показники дипломної роботи (1 аркуш, А4). 5. Висновки (2 аркуші, А4).

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Макаренко Д.О., доцент		
2	Макаренко Д.О., доцент		
3	Макаренко Д.О., доцент		
4	Кравець В.В., доцент		
5	Вініченко І.І., професор		

7. Дата видачі завдання: 26.11.2020

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 08.12.2021 р.	
2	Розробка технології вирощування соняшнику	до 16.12.2021 р.	
3	Розрахунковий (дослідження енергетичної ефективності)	до 22.12.2021 р.	
4	Охорона праці	до 19.01.2022 р.	
5	Економічний	до 27.01.2022 р.	
6	Демонстраційна частина	до 08.02.2022 р.	

Студент

\_\_\_\_\_ Гальчанський П.М.  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

Керівник роботи

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



УДК 631.3

### АНОТАЦІЯ

Гальчанський П.М. Обґрунтування засобів механізації при вирощуванні соняшнику з дослідженням енергетичної ефективності технологій / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2022.

В дипломній роботі проаналізовано місце соняшнику в структурі посівних площ в Україні та в експорті сільськогосподарської продукції. Розглянуто існуючі технології вирощування соняшнику їх переваги та недоліки. Виконаний аналіз перспективних заходів щодо вдосконалення технологій вирощування та запропоновано до впровадження технологію смугового обробітку – Strip-till. Обґрунтовано засоби механізації та розроблено, на їх основі, план механізованих робіт на вирощування соняшнику. Виконано енергетичну та екологічну оцінку запропонованої технології. Наведено організаційні та технічні заходи щодо забезпечення захисту працівників від шкідливих та небезпечних факторів, вимоги безпеки праці при роботі з протруювачами та порядок дії у надзвичайній ситуації. Виконано техніко-економічну оцінку запропонованих рішень в дипломній роботі.

*Ключові слова:* соняшник, технологія вирощування, Strip-till, смуговий обробіток, дослідження, енергетична ефективність.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>8</b>
<b>1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ</b> .....	<b>10</b>
1.1 Загальні відомості про соняшник та його значення, як експортної культури .....	10
1.2 Аналіз існуючих технологій вирощування соняшнику .....	12
1.3 Заходи щодо вдосконалення технології вирощування соняшнику .....	18
1.4 Обґрунтування теми дипломної роботи .....	19
<b>2. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ</b> .....	<b>21</b>
2.1 Обґрунтування засобів механізації при вирощуванні соняшнику .....	21
2.2 Розробка технологічної карти на вирощування соняшнику .....	28
<b>3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ</b> .....	<b>33</b>
3.1 Визначення енергоємності виконання технологічних операцій при вирощуванні соняшнику .....	33
3.2 Визначення коефіцієнта енергетичної ефективності вирощування соняшнику .....	36
3.3 Аналіз структури затрат енергії на вирощування соняшнику .....	37
3.4 Екологічний аналіз вирощування насіння соняшнику за енергонасиченістю .....	41
3.5 Визначення енергетичної ціни врожаю соняшнику за різними технологіями .....	42
<b>4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b> .....	<b>45</b>
4.1 Загальні відомості про охорону праці .....	45
4.2 Огляд небезпечних та шкідливих факторів при виконанні технологічних	

операцій в рослинництві .....	<u>45</u>
4.4 Правила безпеки праці при роботі з протруювачами насіння .....	<u>47</u>
<b>5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ</b> .....	<u>51</u>
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b> .....	<u>57</u>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	<u>59</u>
<b>ДОДАТКИ</b> .....	<u>62</u>

## ВСТУП

У 2020 році Україна зайняла перше місце серед країн-експортерів соняшникової олії. Продукція переробки насіння соняшнику широко використовується, як при виробництві харчових продуктів, таких як, кондитерські вироби, консервовані продукти, так і в виробництві промислових товарів. Відходи від виробництва олії використовують для галузі тваринництва або як паливо (паливні брикети). Посівні площі цієї культури останні роки займають від 21% до 23 % від всього обсягу площ під вирощування сільськогосподарських культур в Україні. Відповідно до результатів завершеного 2019-2020 маркетингового року Україна посіла перше місце серед експортерів олії соняшнику – 54,9 % від світового експорту. При цьому обсяг валютної виручки за вказаний період склав більше 4,9 млрд. \$ США.

Середня врожайність соняшнику по країні за 2018-2020 роки склала 20,5...25,6 ц/га. При цьому слід зауважити, що врожайність значно залежить від погодних умов, зокрема кількості опадів, і для різних областей складає від 13,5 ц/га (Одеська область) до 33,4 ц/га (Хмельницька область). Саме величина запасу вологи в ґрунті є ключовою умовою отримання високих врожаїв соняшнику в умовах України. Тому, для підвищення врожайності та збереження вологи в ґрунті необхідно впроваджувати сучасні технології вирощування соняшнику.

Метою роботи є обґрунтування засобів механізації для вирощування соняшнику за технологією смугового обробітку та дослідження енергетичної ефективності запропонованої технології.

Поставлена мета буде досягнута вирішенням таких задач:

- проаналізувати місце соняшнику в структурі посівних площ в Україні та в експорті сільськогосподарської продукції;
- виконати аналіз перспективних заходів щодо вдосконалення технологій вирощування та запропонувати заходи до впровадження;



- обґрунтувати засоби механізації та розробити, на їх основі, план механізованих робіт на вирощування соняшнику;
- виконати енергетичну та екологічну оцінку запропонованої технології;
- навести вимоги безпеки праці при роботі з протруювачами та порядок дії у надзвичайній ситуації;
- провести техніко-економічну оцінку роботи

Об'єкт дослідження – процес зміни енергетичних показників технології вирощування соняшнику.

Предмет дослідження – закономірності зміни енергетичних показників технології вирощування соняшнику.

Методи досліджень. Оцінку ефективності виконано на основі порівняння енергетичних показників вирощування соняшнику для різних технологій. Обробку та інтерпретації результатів досліджень проводили із застосуванням методів математичної статистики та за допомогою пакетів прикладних програм для персонального комп'ютера.

Практичне значення роботи полягає у в тому, що впровадження технології смугового обробітку Strip-till при вирощуванні соняшнику дозволяють зменшити собівартість насіння, збільшити врожайність та рівень рентабельності. Впровадження вказаної технології дозволяє мінімізувати втрати вологи з ґрунту та створити оптимальні умови для розвитку.

# 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

## 1.1 Загальні відомості про соняшник та його значення, як експортної культури

Соняшник – одна з найважливіших олійних культур в Україні. У 2020 році Україна посіла перше місце серед країн експортерів соняшникової олії. Використання олії соняшника має вагомое значення при виробництві як харчових продуктів, таких як, кондитерські вироби, консервовані продукти, так і в виробництві промислових товарів. Відходи від виробництва олії використовують для галузі тваринництва або навіть як паливо (паливні брикети).

Посівні площі цієї культури [1] останні роки займають від 5,9 млн. га до майже 6,4 млн. га (рис. 1.1), що становить 21...23 % від всього обсягу площ під вирощування сільськогосподарських культур.

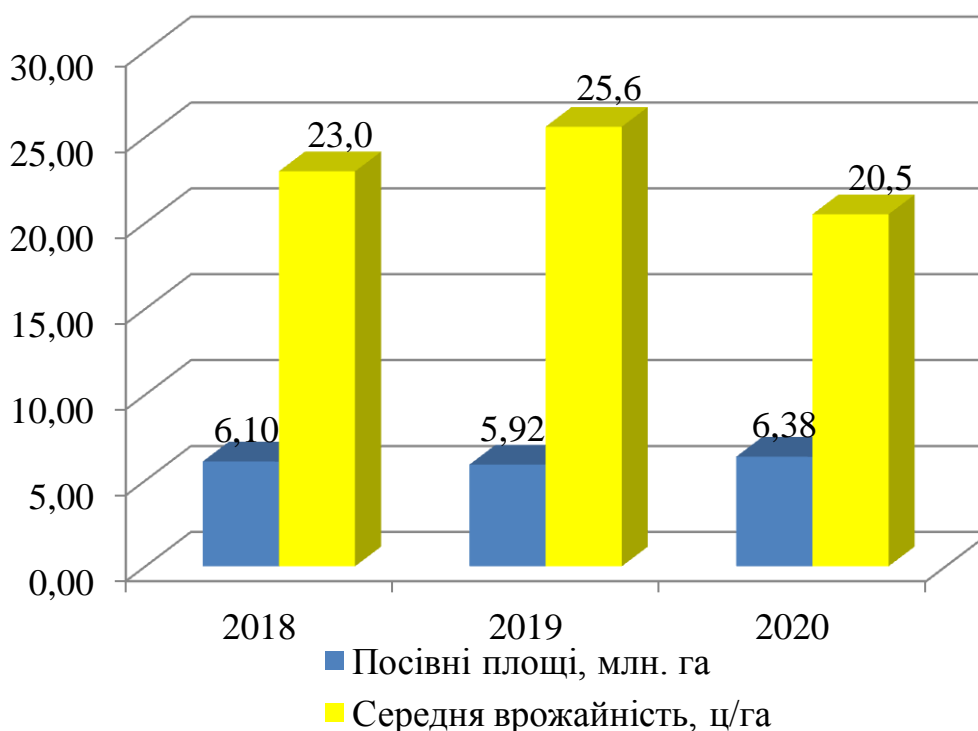


Рисунок 1.1 – Посівні площі під соняшник та середня врожайність в Україні у 2018-2020 рр.

Середня врожайність соняшнику по країні за 2018-2020 роки склала 20,5...25,6 ц/га. При цьому слід зауважити, що врожайність значно залежить від погодних умов, зокрема кількості опадів, і для різних областей складає від 13,5 ц/га (Одеська область) до 33,4 ц/га (Хмельницька область). На рис. 1.2 представлено перелік областей з найбільшою та найменшою врожайністю соняшнику станом на 1 листопада 2020 року.

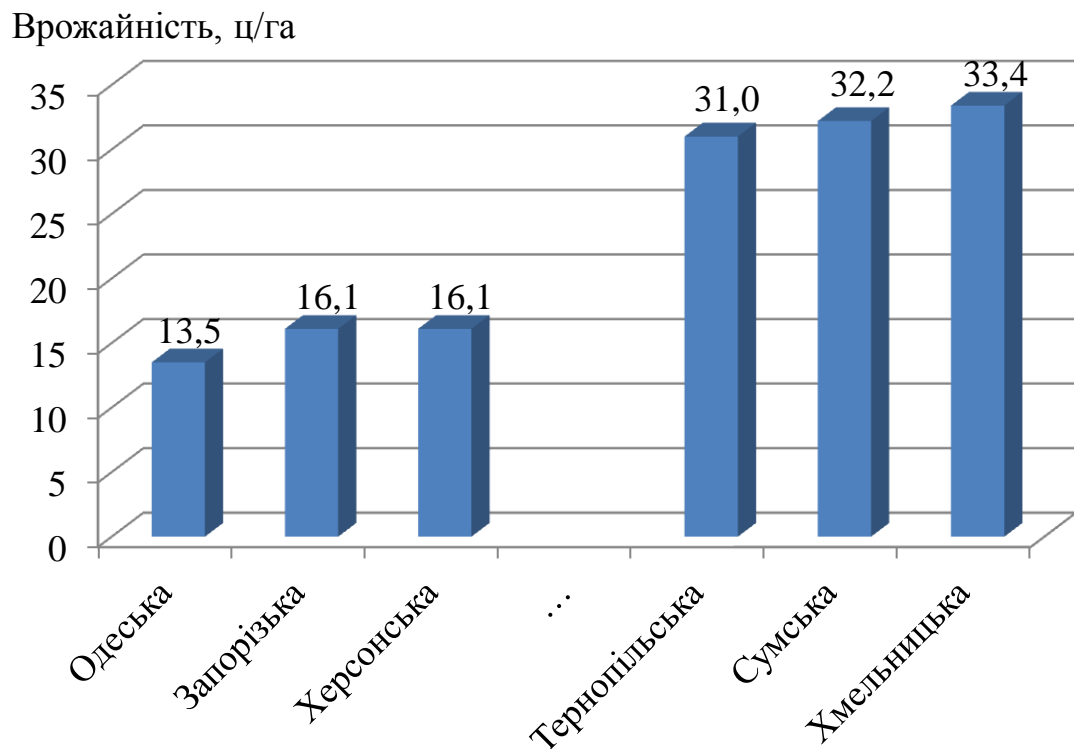


Рисунок 1.2 – Середня врожайність соняшнику в областях з найменшими та найбільшими показниками

Саме величина запасу вологи в ґрунті є ключовою умовою отримання високих врожаїв соняшнику в умовах України.

Соняшник та продукти його переробки є одними із основних джерел отримання валютної виручки для сільгоспвиробників в Україні. Попит на цю продукцію постійний з деяким щорічним збільшенням.

Серед продукції переробки соняшнику, що експортується, беззаперечним лідером є олія. За останні три роки спостерігається постійна тенденція щодо

збільшення експорту соняшникової олії (рис. 1.3). Це дозволяє отримувати стабільні валютні надходження в країну.

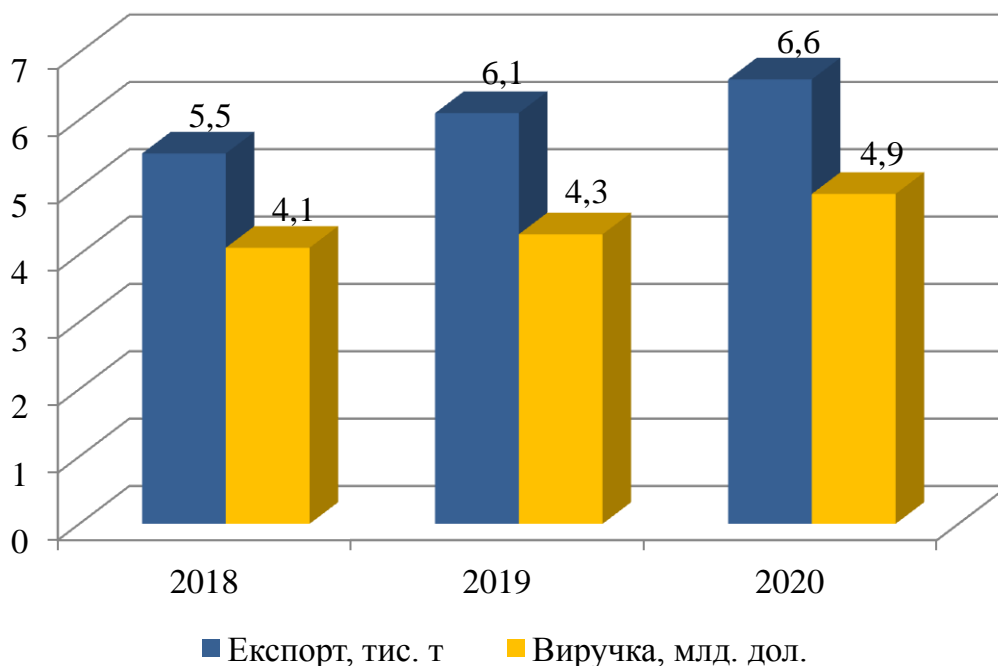


Рис. 1.3 – Показники експорту олії соняшнику з України

Відповідно до результатів завершеного 2019-2020 маркетингового року, Україна займає лідируючі позиції серед експортерів олії соняшнику – 54,9 % від світового експорту [2, 3]. Друге місце посідає Росія, що має значно менший показник – всього 26,2 %. Тому, вирощування цієї культури є актуальним серед сільгоспвиробників.

## 1.2 Аналіз існуючих технологій вирощування соняшнику

Соняшник розвиває могутню, глибоку кореневу систему і використовує воду з нижніх горизонтів ґрунту. При розміщенні соняшника на полях сівозміни необхідно враховувати біологічні особливості й агротехнічні вимоги щодо вирощування цієї культури. Коренева система соняшника, за використанням вологи, близька до цукрового буряка, люцерни, суданської трави й інших культур, що потребують значних запасів вологи в ґрунті. Крім того, поле після соняшника заражене різноманітними специфічними

хворобами. Тому, на поля чи ділянки сівозміна повинна розміщатися не раніш, ніж через 5-6 років, інакше буде зниження його врожайності на 3-4 центнера з гектара [4, 5].

Періодичності щодо чергування культур у сівозміні необхідно суворо дотримуватися ще і тому, що при частому поверненні соняшника на попереднє місце (менше, ніж через 8 років) різко збільшується поразка рослин заразиною, борошнистою росою й іншими захворюваннями. Одними з кращих попередників для соняшника вважаються озимі і кукурудза на зерно. При вирощуванні соняшника за інтенсивною технологією в богарних умовах, його найкраще розмістити після озимої пшениці, сівбу якої виконували по чорному пару, а після соняшника бажано виконувати вирощування кукурудзи на зелений корм.

Система обробітку ґрунту повинна бути спрямована на очищення полів від бур'янів і раціональне використання запасів вологи. Тому восени зазвичай проводять обробку поля за системою напівпару з переносом оранки зябу на кінець вересня – початок жовтня, тобто основний обробіток і боротьба з бур'янами проводиться в кінці літа на початку осені.

У випадку сівби соняшника після озимої пшениці, восени взамін оранки, можна виконувати глибоке безвідвальне розпушування чизельним плугом або розпушувачем на глибину до 35...40 см. Якщо на полях присутня значна кількість бур'янів необхідно виконувати інтенсивний обробіток ґрунту восени та внесення ґрунтових гербіцидів рано навесні. Весняні роботи на полях, що призначені для сівби соняшнику, починаються з вирівнювання поверхні боровами БЗТС-1,0 або ЗПГ-24. Крім вирівнювання ґрунту виконання технологічної операції боронування дозволяє знищувати бур'яни у фазі ниточки та руйнувати поверхневу кірку задля зменшення випаровування вологи з ґрунту.

Основні технологічні операції необхідно виконувати при прогріванні ґрунту на глибині сівби насіння до температури до 8-10 °С. Зазвичай першочерговою операцією є внесення ґрунтових (або страхових) гербіцидів.

При вирощуванні соняшника одними із розповсюдженими гербіцидами є такі: харнес, трефлан, фронтер та ін. Трефлан є високоефективним засобом проти бур'янів як у вологому, так і в сухому ґрунті. Препарат мало токсичний для теплокровних тварин, та має незначний термін дії, тому його залишків в ґрунті не залишається до моменту збирання соняшнику. Трефлан добре знищує однолітні злакові бур'яни (куряче просо), а дводольні (щириця) – на 85%. При цьому є й проблемні моменти щодо використання цього гербіциду. Наприклад на деякі багаторічні бур'яни, такі як, осот, в'юнок, а також падалицю соняшника трефлан не діє. Термін між внесенням гербіцидів та їх загортанням у ґрунт не повинен перевищувати 15 хвилин.

Передпосівний обробіток ґрунту проводять на глибину сівби насіння у комплексі з внесенням гербіцидів при прогріванні ґрунту до 12 °С. Для якісної сівби необхідно використовувати спеціально відкаліброване насіння, що має високий показник схожості з обов'язковим дотриманням агротехнічних норм щодо робочої швидкості при сівбі. Оптимальною густиною рослин соняшника перед процесом збирання повинна становити 36-40 тисяч на одному гектарі площі. Густина, що рекомендується, диференціюється в залежності від родючості і запасів вологи в ґрунті. Необхідно пам'ятати, що формування густоти рослин на полі необхідно виконати до появи першої пари листочків. Саме завдяки точному вкладанню насіння та оптимальній нормі сівби можна отримати необхідну густоту без виконання проріджування рослин після сходів.

Більшість сучасних технологій вирощування соняшнику приділяють особливу увагу своєчасному виконанню до сходового і після сходового боронування. Зуби борін повинні бути встановлені скосом уперед для зменшення глибини ходу. Подальший комплекс технологічних операцій з догляду за посівами соняшнику включає внесення фунгіцидів та інсектицидів в залежності від розвитку хвороб та шкідників.

Однією з важливих умов в скороченні термінів і зменшенні втрат врожаю є проведення десикації посівів за допомогою хлористого магнію, реглону й інших засобів. Проведення десикації дає змогу розпочати збирання на

10...12 днів раніше звичайного терміну. Крім того, за рахунок використання вказаного хімічного обробітку відбувається рівномірне дозрівання (висушування) соняшнику. Таким чином краще відбувається обмолот насіння та зменшується витрата палива зернозбиральних комбайнів.

Для ефективного вирощування соняшнику необхідно проаналізувати особливості існуючих технологій, зважити їх переваги та недоліки та обрати оптимальну технологію. Зазвичай в Україні використовують декілька основних технологій вирощування соняшнику: інтенсивна (традиційна), мінімальна, нульова (не набула широкого розповсюдження), strip-till (нещодавно почали впроваджувати). Розглянемо особливості вирощування соняшнику за наведеними технологіями.

*Інтенсивна технологія* вирощування соняшнику передбачає виконання значної кількості технологічних операцій пов'язаних із обробітком ґрунту після попередника, під час підготовки ґрунту до сівби та догляду під час вегетації [6]. Перше лушення стерні попередника виконують відразу після збирання зернових на глибину 6-8 см. Спалювання пожнивних залишків не допустимо, тому що при такому прийомі спалюється близько 40 кг азоту (приблизна рекомендована доза внесення). Друге лушення виконують через декілька тижнів після проростання значної кількості бур'янів на глибину до 10...12 см.

Інтенсивна технологія вирощування передбачає обов'язкове внесення мінеральних добрив [7]. Їх вносять зазвичай у два етапи. Перше внесення виконують під основний обробіток ґрунту, друге – виконують одночасно з проведенням сівби – безпосередньо в зону рядка. Комплексні добрива вносять безпосередньо перед оранкою за допомогою розкидачів. Час між внесенням добрив на поверхню та їх загортанням в ґрунт не повинен перевищувати декілька годин. Норми внесення азоту, фосфору та калію обирають на основі ґрунтово-кліматичних умов місцевості та вмісту цих речовин у ґрунті. При значній концентрації азотних добрив спостерігається зниження олійності насіння, збільшується вегетаційний період та ризик розвитку хвороб. Фосфор сприяє підвищенню стійкості до посухи та олійності насіння. При цьому,

недостатня кількість цього елемента погіршує процеси формування насіння. За утримання вологи відповідає калій. Тому, у випадку його недостатньої кількості може спостерігатися зниження вологості ґрунту у його верхніх шарах.

Основний обробіток ґрунту включає виконання оранки або глибокого розпушування і виконується після внесення мінеральних добрив. Виконують оранку, зазвичай на глибину 24-30 см звичайними (ПЛН, ПЛП) або оборотними плугами. Зараз, часто взамін оранці виконують глибоке розпушування ґрунту на глибину до 35...40 см. Перед виконанням розпушування необхідно загорнути добрива в ґрунт використовуючи дискові агрегати. Існують також комбіновані агрегати, що здатні виконувати попереднє дискування ґрунту, із загортанням добрив та пожнивних решток, з наступним глибоким рихленням за один прохід агрегату.

Ранньою весною за такою технологією необхідно виконати технологічну операцію боронування за допомогою борін типу ЗПГ-24 та ін., що сприяє вирівнюванню поверхні ґрунту та забезпечує зменшення випаровування вологи з ґрунту. Після цього, для боротьби з бур'янами можна використовувати або обробіток ґрунту культиваторами або вносити гербіцид.

Передпосівна культивація виконується на глибину сівби для створення посівного ложа та вирівнювання поверхні поля. Перед виконанням сівби бажано виконувати протруювання насіння. Для отримання дружних та якісних сходів при протруюванні можна додавати стимулятори росту та мікродобрива. Сівбу виконують на глибину 6...8 см одночасним з внесенням мінеральних добрив та прикочуванням посівів. Використовують спеціальні сівалки типу Vega, УПС, Kinze та ін.

Система догляду за посівами соняшнику включає технологічні операції направлені на боротьбу зі шкідниками, хворобами та бур'янами. При інтенсивній технології вирощування соняшнику боротьба з бур'янами може базуватись або на хімічному захисті за допомогою спеціальних гербіцидів або за допомогою виконання міжрядного обробітку ґрунту. Кожен з цих прийомів має свої переваги та недоліки, тому вибір виконують в залежності від конкретної ситуації



та стану поля. Гербіциди, що використовуються в системі захисту повинні використовуватись тільки з гібридами соняшнику стійкими до відповідних гербіцидів. Серед найбільш розповсюджених систем захисту посівів соняшнику є система євро-лайтнінг. Для внесення робочих розчинів пестицидів використовують, як причіпні обприскувачі типу ОП, так і самохідні обприскувачі Case 3330, John Deere 4730 та ін.

Використання вказаної системи захисту має, як переваги, так і недоліки. Серед переваг можна назвати: знищення злакові та дводольні (в тому числі амброзію, осот, вовчок та ін.), може використовуватися в системі з мінімальним обробітком ґрунту або при його відсутності, для ефективного захисту достатньо одного внесення за сезон, ефективність майже не залежить від кількості опадів. До недоліків можна віднести: обмеження в сівозміні (наступною культурою може бути тільки пшениця озима), необхідна висока рівномірність та якість внесення (якісний обприскувач), складність з контролем падалиці (не діє на падалицю).

Процес збирання соняшнику необхідно виконувати за вологості насіння 9-10%. При нерівномірному дозріванні насіння або підвищеній вологості в осінній період виконують десикацію. Її виконують при вологості насіння не більше 30%. Десикація дозволяє пришвидшити процес дозрівання насіння та стебла соняшнику та вирівняти вологість по всьому полі, що призводить до зменшення втрат, підвищення продуктивності збиральних агрегатів. Збирання виконують самохідними комбайнами John Deere, Case, ДОН, укомплектованими спеціальними приставками (жатками).

*Мінімальна технологія* вирощування соняшника передбачає: зменшення кількості впливу на ґрунт органами ґрунтообробних машин, використання агрегатів для суміщення операцій, зменшення кількості пестицидів, що використовуються при вирощуванні культури. Для реалізації цих вимог необхідно використовувати широкозахватні комбіновані та високопродуктивні склади МТА. Основною задачею обробітку ґрунту є підрізання бур'янів, розпушення верхнього шару ґрунту на глибину до 10-12 см без перемішування

самих шарів ґрунту [8]. Наявність пожнивних решток на поверхні поля сприяє зменшенню випаровування вологи. Для виконання обробітку ґрунту, в тому числі передпосівного, необхідно використовувати широкозахватні комбіновані ґрунтообробні агрегати. В деяких випадках, використовують комбіновані ґрунтообробні посівні машини, здатні за один прохід МТА виконувати підготовку ґрунту та сівбу.

Система догляду за посівами включає технологічні операції з хімічного захисту рослин для боротьби з хворобами, шкідниками та бур'янами. Для зменшення кількості проходів по полю використовують самохідні широкозахватні обприскувачі – з шириною захвату до 36 м. Для зменшення ущільнення враховується можливість внесення декількох пестицидів за один прохід агрегату. Перед збиранням, аналогічно до інтенсивної технології виконують десикацію. Збирання виконують самохідними зернозбиральними комбайнами.

Однією з перспективних технологій вирощування соняшнику є технологія смугового обробітку ґрунту – Strip-till. Вказана технологія є «перехідною» технологією між інтенсивною та нульовою технологіями. Ця технологія передбачає смуговий обробіток ґрунту для подальшої сівби соняшнику в підготовлені для цього смуги ґрунту.

Виконання смугового розпушування ґрунту восени дозволяє підвищити інтенсивність накопичування вологи під час дощів та снігу. Розпушений ґрунт в зоні сівби сприяє полегшенню розгалуження кореневої системи в глибші шари ґрунту, а не розростання в горизонтальному напрямку, за рахунок більшої щільності ґрунту необробленої частини поля. Таким чином коренева система соняшнику глибше проникає до вологих шарів нижніх горизонтів ґрунту. За рахунок цього рослина стає більш захищена в разі сильних посух. Крім цього оброблена частина ґрунту звільняється від частини пожнивних решток, що дозволяє їй раніше прогрітися до оптимальної температури сівби. В той час як у міжрядді залишається шар мульчі, який зменшує випаровування вологи з ґрунту.

Технологія Strip-till має і ряд недоліків, а саме необхідно використовувати техніку, що дозволяє обробляти смуги ґрунту на глибину до 25...35 см, з одночасним внесенням добрив та бажано системою картування (запису інформації щодо розміщення цих смуг на полі). Для сівби також необхідно використовувати спеціальні посівні машини здатні з високою точністю провести сівбу соняшнику в раніше підготовлені смуги. Для підвищення якості операції рекомендується використовувати техніку, що дозволяє виконати сівбу відповідно до раніше створених карт. При цьому остання умова не обов'язковою, можна використовувати високоточні системи GPS позиціонування (з точністю до 2-3 см).

### **1.3 Заходи щодо вдосконалення технології вирощування соняшнику**

Відомо [8], що соняшник добре реагує на обробіток ґрунту та запаси вологи або зрошення. Наприклад, при виконанні обробітку дисковими знаряддями, у порівнянні з оранкою на глибину 28...30 см, врожайність соняшнику різних гібридів зменшується від 11% до 23%. Зрошувальні системи після розпаду Радянського Союзу були майже повністю демонтовані, крім південних районів України. Відновлення систем зрошення має ряд перепон, це й висока вартість будівництва, і значні витрати коштів на експлуатацію та ін. Тому, на теперішній час, одним із перспективних напрямків підвищення ефективності та зменшення собівартості вирощування соняшнику є впровадження ресурсо- та енергозберігаючих технологій.

Найбільш перспективними технологіями вирощування соняшнику в Україні є технології з мінімальним та смуговим обробітком ґрунту [8, 9]. Впровадження вказаних технологій сприяє зменшенню витрат палива, обсягу механізованих робіт, затрат праці та кількості техніки задіяної у технології вирощування.

В дипломній роботі пропонується до впровадження технологія смугового обробітку ґрунту та сівби Strip-till. Основні зміни в мінімальній технології вирощування соняшнику:

- виключення обробітку ґрунту дисковими та комбінованими агрегатами восени та боронами і культиваторами навесні;
- внесення фосфорних добрив виконується на глибину розпушування смуги – 20...25 см;
- догляд базується на використанні системи захисту соняшнику від фірми виробника Syngenta;

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

В сучасних умовах ведення сільськогосподарського виробництва важливими задачами є зменшення собівартості, підвищення врожайності та стабільність валового збору. Вказані задачі при вирощуванні соняшнику частково вирішуються впровадженням мінімальних (mini-till) технологій. При цьому ефективність таких технологій низька, при вирощуванні вологолюбних культур, таких як, соняшник та кукурудза. Підвищена щільність ґрунту на глибині більше 15-20 см призводить до розростання кореневої системи соняшнику у горизонтальному напрямку, що у разі засухи призводить до значного зменшення врожайності. Однією з перспективних технологій вирощування соняшнику є технологія смугового обробітку ґрунту Strip-till. Обробіток смуг ґрунту шириною 15...25 см дозволяє створити оптимальні умови для накопичення вологи у нижніх шарах ґрунту, а також сприяє ефективному розвитку кореневої системи. Крім цього впровадження вказаної технології дозволяє значно зменшити витрати палива та мінеральних добрив на вирощування соняшнику.

Метою роботи є дослідження енергетичної ефективності технології вирощування соняшнику з використанням смугового обробітку ґрунту.

Задачі дипломної роботи:

- проаналізувати існуючі технології вирощування соняшнику їх переваги та недоліки;
- розробити технологічну карту на вирощування соняшнику за технологією Strip-till;
- провести енергетичну та екологічну оцінку запропонованої технології вирощування соняшнику;
- розробити заходи з охорони праці;
- навести техніко-економічне обґрунтування дипломної роботи.

## 2. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

### 2.1 Обґрунтування засобів механізації при вирощуванні соняшнику

Основна відмінність технології Strip-till при вирощуванні соняшнику, у порівнянні з мінімальною, є смуговий обробіток ґрунту в зоні майбутнього рядка. Крім цього, для сівби бажано використовувати посівні машинно-тракторні агрегати здатні з високою точністю виконати сівбу в раніше оброблені смуги. Деякі виробники техніки пропонують універсальні комбіновані ґрунтообробні посівні машини, що здатні виконувати комплекси операцій з смугового обробітку ґрунту, підготовки смуг до сівби та безпосередньо сівбу за один прохід агрегату [9]. Більшість операцій, що виконуються після сівби не відрізняються від операцій при використанні технології mini-till, і містять комплекс заходів направлених на захист посівів соняшника від бур'янів, шкідників та хвороб. Збирання соняшнику при використанні технології Strip-till виконується самохідними зернозбиральними комбайнами обладнаними, як жатками суцільного зрізу, так і рядковими приставками (жатками).

Тому, необхідно детально проаналізувати особливості конструкцій сільськогосподарських машин, що призначені для роботи саме за технологією Strip-till, а саме ґрунтообробних, посівних або комбінованих машин.

Агрегат для смугового обробітку ґрунту Harvest Strip-Till (рис. 2.1) призначений для обробітку смуги ґрунту шириною до 25 см на глибину до 27 см з одночасним внесенням мінеральних добрив. Першим робочим органом машини є диск, що призначений для розрізання пожнивних решток. Машина обладнується дисками для очищення зону рядка від пожнивних решток. Далі встановлена розпушувальна лапа з патрубком для внесення мінеральних добрив. Останнім робочим органом в машині встановлений коток, що розбиває грудки та ущільнює верхні шари ґрунту для майбутньої сівби.



Рисунок 2.1 – Агрегат для смугового обробітку ґрунту Harvest Strip-Till

Перевагами вказаної машини є невелика ширина захвату – 2,8 м, незначні затрати на тягу, достатньо трактора потужністю 110-120 к.с та невисока вартість машини – всього близько 240...260 тис. грн. Це дозволяє реалізувати технологію смугового обробітку Strip-Till у незначних за посівними площами та технічним оснащенням господарствах. Сівбу при бажанні можна виконувати і звичайними просапними сівалками типу УПС, VEGA Profi, та ін.

Одним із вітчизняних виробників сільськогосподарської техніки, який також випускає машини для технології Strip-Till є Велес-Агро. Агрегат для смугового обробітку ґрунту Strip-Till KRIOS (рис. 2.2) випускається в трьох модифікаціях ширини захвату: 2,8 м; 4,2 м; 5,6 м. Відповідно до ширини захвату виконується обробіток 4, 6 або 8 смуг (рядків).

Для роботи з агрегатом, в залежності від агрофону, необхідна потужність енергетичного засобу складає 40...50 к.с на 1 м ширини захвату. Ґрунтообробна машина крім безпосереднього обробітку, за необхідності може виконувати внесення мінеральних добрив з нормою 50...500 кг/га. Для цього бункери обладнанні декількома дозаторами.



Рисунок 2.2 – Машинно-тракторний агрегат для смугового обробітку на базі трактора Claas та машини Strip-Till KRIOS (Велес-Агро)

Ґрунтообробна секція (рис. 2.3) складається зі значної кількості окремих робочих органів, в кожного з яких є свої функції.



Рисунок 2.3 – Секція ґрунтообробного агрегату Strip-Till KRIOS

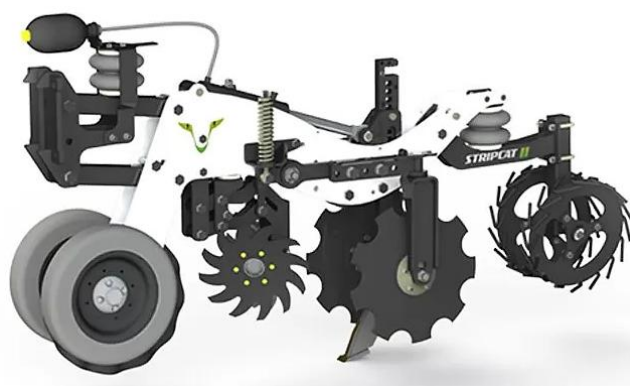


Першим встановлений диск, що розрізає пожнивні решти. Після цього пара робочих органів для розгортання пожнивних решток. Наступним робочим органом є розпушувальна стійка, що дозволяє обробляти ґрунт на глибину до 27 см та вносити на цю глибину мінеральні добрива. Для обробітку смуги шириною до 25 см на секції встановлено два хвилеподібні диски. Останніми встановлені котки, що уловлюють та розбивають ґрунт після дискових органів та виконують мульчування поверхні. Розроблена машина має хороші показники та користується попитом. Обробленим таким чином ґрунт сприяє збереженню вологи в міжрядді, швидшому прогріванню зони рядка та створенню оптимальної щільності ґрунту в зоні майбутньої сівби. Вартість агрегату складає від 450 тис. грн, що є значною сумою для невеликих господарств.

Представником машин, що призначені для смугового обробітку ґрунту є агрегат німецького виробництва AGRISEM SLY Stripcat II (рис. 2.4).



а



б

Рисунок 2.4 – Агрегат для смугового обробітку Stripcat II (а) та його секція (б)

Представлена вище машина має ряд переваг, у порівнянні з згаданими раніше. В конструкції машини використовуються пневмокамери та гідроаккумулятори (рис. 2.5), що дозволяють регулювати глибину обробітку з кабіни трактора. Крім цього гідроаккумулятор запобігає ударним навантаженням на робочі органи при роботі агрегату, акумулюючи частину енергію.



Рисунок 2.5 – Елементи захисту та регулювання секції Stripcat II:  
1) – гідравлічний акумулятор гідроциліндра; 2) – пневмокамера

Інші робочі органи схожі за своєю конструкцією та функціональним призначенням із попередньо розглянутими машинами. Технологічний процес роботи агрегату проходить в такій послідовності: відбувається розрізання пожнивних решток, очищення від них смуги, що обробляється, обробіток ґрунту розпушувальною лапою та парою дисків на різну глибину, вкладання мінеральних добрив на дно борозни та загортання їх шаром ґрунту з прикочуванням поверхневих шарів. Використання високоякісних систем автоматичного регулювання заглиблення та захисту секцій призводить до збільшення вартості машини, що є деяким недоліком.

Деякі виробники техніки створюють техніку, що здатна не тільки виконувати смуговий обробіток ґрунту для майбутньої сівби культур, а й виконувати сівбу одночасно з цим обробітком. Однією з таких машин є комбінована сільськогосподарська машина виробництва HORSCH – Focus 7MT (рис. 2.6). В конструкції машини, крім ґрунтообробних робочих органів встановлено додатково модуль із висівними секціями. Таким чином комплекс може виконувати смуговий обробіток ґрунту з наступною сівбою у підготовлені смуги.



Рисунок 2.6 – Посівний комплекс HORSCH Focus 7MT

Посівний комплекс має можливість, за необхідності, переобладнуватися на ширину міжрядь – 70 см. Стандартною шириною міжрядь для просапних культур встановлено – 35 см, для зернових – 17,5 см.

Комбінація робочих органів у посівному комплексі може бути різноманітна, в залежності від технології за якою працює машина. У випадку використання сівалки в технології Strip-Till використовують розпушувальні лапи з можливістю внесення мінеральних добрив на глибину до 30 см. (рис. 2.7)



Рисунок 2.7 – Розпушувальні лапи-стійки з патрубком подачі добрив



Такими стійками відбувається розпушування ґрунту на задану глибину з одночасним внесенням декількох різних мінеральних добрив чи інших сипких речовин.

Після розпушувальних лап встановлені пара дисків, що обробляють смугу ґрунту шириною до 25 см та створюють гребінь по центру обробленого рядка. Розпушений ґрунт прикочується за допомогою гумових коліс. При використанні машини HORSCH Focus 7MT смугової обробки та внесення фосфорних добрив в зону рядка наведених робочих органів достатньо. Якщо відбувається одночасно й сівба, тоді використовують посівні секції типу TurboDisk (рис. 2.8), що встановлюється після прикочуючих коліс. Їх кількість та розташування відповідає кількості розпушувальних лап.



Рисунок 2.8 – Посівні секції TurboDisk комплексу HORSCH Focus 7MT

Таким чином, вказаний посівний комплекс можна використовувати в технології Strip-Till, як ґрунтообробний агрегат, так і агрегат, що виконує підготовку ґрунту і сівбу за один прохід агрегату. Перший варіант можна використовувати для ярих культур, другий – для озимих.

Для зменшення витрат палива смуговий обробіток восени пропонується виконувати спеціальним культиватором Horsch Focus 11CS (рис. 2.9), який дозволяє встановити робочі органи для обробки з шириною міжрядь 35см або 70 см. Кількість рядків при встановленні розпушувальних стійок в два ряди становить 21, що відповідає рядності сівалки Horsch Focus 11CS.



Рисунок 2.9 – Культиватор-розпушувач Horsch Focus CS

Для реалізації технології Strip-Till в роботі пропонуємо використовувати наступні основні операції та склади МТА (допоміжні операції не вказані):

- смуговий обробіток гнучу з внесенням міндобрив восени: трактор Case Magnum 335 та культиватор Horsch Focus 11CS;
- сівба з внесенням стартових міндобрив: трактор Case Quadtrac 535 та посівний комплекс Horsch Focus 7MT;
- хімічний захист та догляд: самохідний обприскувач Case Patriot 3330;
- збирання: самохідний зернозбиральний комбайн Case 8240 з жаткою MacDon FD 75 Flexdraper.

Використовуючи наведені вище склади МТА, виконаємо розробку плану механізованих робіт на вирощування соняшнику, за технологією Strip-Till.

## **2.2 Розробка технологічної карти на вирощування соняшнику**

Технологічні карти на вирощування соняшнику розробляємо спираючись на рекомендації та типові норми продуктивності та витрат палива при виконанні механізованих технологічних операцій [10-13].

Для запропонованої технології Strip-Till при складанні плану механізованих робіт використовуємо обрані вище склади МТА. Базовою технологією для порівняння є мінімальна технологія з використанням дискових знарядь для обробітку ґрунту на глибину до 18 см. На початковому етапі розробки технологічної карти обираємо первинні дані, а саме: попередник, норма сівби, норма внесення мінеральних добрив, планову врожайність, віддаленість полів від складських приміщень або току. Технологічна карта містить 23 стовпчики [10]. Перші шість з яких містять номер за порядком, найменування операцій, агротехнічні вимоги та загальний обсяг робіт. Для обраних складів МТА з типових норм виробітку та витрат палива [11-13] необхідно визначити основні експлуатаційні показники та занести їх до стовпчиків № 9-11 та №14. Виробіток за зміну (графік 13) визначаємо або з типових норм або на основі проведення хронометражу.

Приклад розрахунку виконаємо для проведення технологічної операції смуговий обробіток МТА у складі трактора Case Magnum 335 та ґрунтообробного агрегату Horsch Focus 11CS при вирощуванні соняшнику за Strip-Till технологією.

Продуктивність агрегату (стовпчик 14) за 1 годину робочого часу зміни визначається:

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

де  $W_{год}$  – годинна продуктивність агрегату, га / год, м<sup>3</sup>/год;

$T_{зм}$  – тривалість робочої зміни, годин (приймається 7 годин, 6 годин – за умови роботи з хімічними засобами).

$W_{зм}$  – змінна продуктивність МТА т / зм, га / зм, м<sup>3</sup> / зм.

$$W_{год} = \frac{41,3}{7} = 5,9 \text{ га/год}$$

Добову продуктивність МТА (стовпчик 15) визначаємо з виразу:

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

де  $W_{доб}$  – добова продуктивність МТА, га / доб, т / доб;

Тдоб – Тривалість роботи протягом доби (стовпчик 8), годин.

$$W_{доб} = 5,9 \cdot 14 = 82,6 \text{ га/добу}$$

Необхідну кількість агрегатів (додаток А, графа 16), для своєчасного виконання технологічної операції смугового обробітку ґрунту з внесенням фосфорних добрив визначаємо з виразу:

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

де  $n$  – необхідна кількість МТА, од;

$Q$  – загальний обсяг робіт (стовпчик 5) га, м<sup>3</sup>;

$D_p$  – тривалість виконання технологічної операції відповідно до агротехнічних вимог, діб.

Підставивши попередні дані та обсяг робіт (площу вирощування) отримаємо:

$$n = \frac{410}{82,6 \cdot 7} = 0,71 \text{ од.},$$

Отримане значення округлюємо до більшого цілого числа, отже приймаємо 1 агрегат.

Кількість механізаторів (основних працівників) та допоміжного персоналу (стовпчики 17 та 18) приймаємо відповідно до кількості робочих змін протягом доби (стовпчик 8).

Витрату палива на одиницю виконаної роботи (стовпчик 19) приймають згідно норм витрат пального з типових норм [11-13], для нової техніки – на основі проведеного хронометражу, л/га.

Облік витрати палива зручно виконувати за масою (кг), а не за об'ємом (л), тому для визначення витрати палива в кг, необхідно значення в одиницях об'єму помножити на гутину палива (для дизельного палива прийнято середню густину – 0,83 г/см<sup>3</sup>). Таким чином маємо:

$$g = g_1 \cdot \rho, \quad (2.4)$$

де  $g$  – нормативна витрата палива, кг/га;

$g_1$  – нормативна витрата палива, л/га;

$p$  – густина пального,  $p = 0,83$  кг / л.

$$g = 11,8 \cdot 0,83 = 9,8 \text{ кг/га}$$

Загальну витрату палива (стовпчик 20) на виконання технологічної операції на всьому полі чи ділянці поля можна визначити з виразу:

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

де  $G$  – загальна витрата палива на весь обсяг виконання однієї технологічної операції, кг.

$$G = 11,8 \cdot 0,83 \cdot 410 = 4018,0 \text{ кг}$$

Витрати часу на одиницю роботи (графа 21) розраховуються за формулою:

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

де  $m_{\text{мех}}$ ,  $m_{\text{дон}}$  – кількість основних працівників (механізаторів) та допоміжних працівників, що працюють на машинно-тракторному агрегаті в одній зміні. (стовпчик 21).

$$Z_n = 1/5,9 = 0,169 \text{ люд-год/га}$$

Затрати праці на весь обсяг робіт (стовпчик 22) визначаємо аналогічно до загальних витрат палива, а саме, як добуток нормативних витрат на одиницю роботи на загальний обсяг робіт:

$$Z_n = 0,169 \cdot 410 = 69,49 \text{ люд-год.}$$

Загальну кількість змін (нормо-змін, стовпчик 23) визначаємо за виразом:

$$H_{\text{зм}} = \frac{Q}{T_{\text{зм}} \cdot W_{\text{год}}} = \frac{Q}{W_{\text{зм}}}, \quad (2.7)$$

де  $H_{\text{зм}}$  – обсяг роботи в нормо-змінах;

$Q$  – загальний обсяг роботи, га, т;

$T_{\text{зм}}$  – тривалість роботи протягом зміни, годин;

$W_{\text{год}}$  – годинна продуктивність МТА, га / год, м<sup>3</sup> / год.

Для технологічної операції смугового обробітку ґрунту при вирощуванні соняшнику маємо:



$$H_{зм} = \frac{410}{41,3} = 9,92 \text{ нормо-змін}$$

Визначення показників технологічної карти при вирощуванні соняшнику для інших технологічних операцій виконуємо аналогічно, отримані результати вносимо до додатків А1 та А2.

**Висновки до розділу.** Обґрунтовано перелік основних засобів механізації для впровадження технології смугового обробітку соняшнику з врахуванням їх ширини захвату. На основі запропонованих складів МТА розроблено план механізованих робіт на вирощування соняшнику за Strip-Till технологією.

Впровадження запропонованої технології дозволяє зменшити: питому витрату палива на 9,2 % (з 35,8 кг/га до 32,5кг/га); затрати праці на одиницю роботи на 7,5 % (з 2,01 люд.-год./га до 1,86 люд.-год./га); обсяг виконання механізованих робіт на 5,1 % (з 59,2 нормо-змін до 56,2 нормо-змін).

### 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ

#### 3.1 Визначення енергоємності виконання технологічних операцій при вирощуванні соняшнику

Визначення енергетичних показників механізованих робіт при вирощуванні соняшнику проводимо відповідно до рекомендацій [10, 14].

Визначимо затрати енергії при виконанні технологічної операції смугового обробітку ґрунту за Strip-Till технологією МТА у складі трактора Case Magnum 335 та багатофункціонального ґрунтообробного посівного комплексу Horsch Focus 11CS. Для технологічних операцій на інші види робіт за різними технологіями вирощування соняшнику розрахунки проводимо аналогічно. Отримані результати розрахунків вносимо до додатків Б1 та Б2.

Для нової техніки відсутні нормовані значення енергетичних еквівалентів енергозасобів та сільськогосподарських машин, тому цю складову в роботі не буде враховано. При розрахунках будемо визначати енергетичні показники на 1 га посівної площі.

Енергоємність палива витраченого для виконання технологічної операції розраховуємо за формулою:

$$E_{нал} = \alpha_n \cdot g_{га} \cdot Q_{га}, \quad (3.1)$$

де  $\alpha_n$  – нормативне значення енергетичного еквіваленту для виду пального. Для дизельного палива приймаємо – 79,5 МДж/кг [14];

$g_{га}$  – норма витрати палива на 1 гектар, тону чи м<sup>3</sup> (в залежності від виду виконуваних робіт), кг.

Підставивши відомі значення у вираз (3.1) для виконання технологічної операції смугового обробітку ґрунту маємо:

$$E_{нал} = 79,5 \cdot 9,8 \cdot 1 = 779,1 \text{ МДж/га}$$

Витрати енергії на використання праці людини визначаємо з виразу:

$$E_{пл} = \frac{n_{мех}}{W_{год}} \cdot \alpha_{мех} \cdot Q, \quad (3.2)$$

де  $n_{\text{мех}}$  – чисельність основних працівників (механізаторів), які задіяні при роботі МТА в одну зміну;

$\alpha_{\text{мех}}$  – нормативний енергетичний еквівалент роботи основних працівників при виконанні механізованих робіт у рослинництві – 43,4 МДж/люд.-год.

Якщо на агрегаті працюють і допоміжні робітники, то їх енергоємність додається до основної формули. Для операції обробітку ґрунту МТА Case Magnum 335+Horsch Focus 11CS допоміжних працівників не передбачено.

Враховуючи дані щодо кількості механізаторів та продуктивності МТА при виконанні смугового обробітку ґрунту, енергоємність праці становить:

$$E_{\text{пл}} = \frac{1}{5,9} \cdot 43,4 \cdot 1 = 7,35 \text{ МДж/га}$$

Крім виконання основної операції – обробіток ґрунту, вказаний агрегат виконує внесення мінеральних добрив – Амофос (легкодоступні форми фосфору – 52%, азоту – 12 %). З нормою внесення – 100 кг/га. Тому, для того щоб визначити енергоємність операції смугового обробітку ґрунту, необхідно розрахувати додатково витрати енергії на добрива.

Затрати енергії при використанні добрив та пестицидів розраховуємо з виразу:

$$E_{\text{д}} = \frac{\alpha_{\text{д}} \cdot H_{\text{д}} \cdot M_{\text{д}}}{100 \cdot T_{\text{д}}}, \text{ МДж/га} \quad (3.3)$$

де:  $H_{\text{д}}$  – нормативне значення дози внесення пестицидів або мінеральних добрив, кг / га, л / га;

$M_{\text{д}}$  – відсотковий вміст основної діючої речовини у добривах чи пестицидах, %;

$\alpha_{\text{д}}$  – нормативне значення енергетичного еквіваленту добрив або пестицидів, МДж/га;

$T_{\text{д}}$  – термін дії мінеральних добрив чи пестицидів, років.

Відповідно до розробленої технологічної карти на для операції смугового обробітку з внесенням добрив приймаємо, норма внесення добрив – 100 кг/га (Амофос),  $\alpha_{\delta}=51,5$  МДж/кг,  $M_{\delta} = 64 \%$ ,  $T_{\delta}=1$  рік, маємо:

$$E_{\delta} = \frac{51,5 \cdot 100 \cdot 64}{100 \cdot 1} = 3296,0 \text{ МДж/га}$$

Загальна енергоємність виконання технологічної операції смугового обробітку з внесенням добрив в зону рядка складе:

$$E_{\text{заг}} = 779,10 + 7,35 + 3296,00 = 4082,45 \text{ МДж/га}$$

Для інших операцій виконуємо розрахунки аналогічно. Крім цього необхідно окремо визначати енергоємність насіння (посівного матеріалу) при сівбі та пестицидів при виконанні технологічних операцій із захисту соняшнику від бур'янів, хвороб та шкідників. Розрахунок енергоємності пестицидів виконується базуючись на формулі 3.3.

За формулою (3.3) проводимо розрахунки для визначення енергоємності пестицидів. Для операції (внесення робочих розчинів) при використанні гербіциду маємо  $H_{\delta} = 2$ л,  $\alpha_{\delta}=264$  МДж/кг,  $M_{\delta} = 50\%$ ,  $T_{\delta}=1$ рік, маємо:

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

Затрати енергії на посівний матеріал визначаємо з виразу:

$$E_{\text{н}} = 1,5 \cdot g_{\delta} \cdot \alpha_{\delta} \cdot K_c, \quad (3.4)$$

де  $g_{\delta}$  – норма сівби насіння соняшнику, для технології розробленої Strip-Till приймаємо 5 кг/га;

$\alpha_{\delta}$  – нормативне значення енергетичного еквіваленту насіння соняшнику становить – 19,38 МДж;

$K_c$  – обсяг сухої речовини в посівному матеріалі, для соняшнику – 0,92.

Для базової технології (мінімальної) та розробленої технології Strip-Till енергоємність насіння становитиме:

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

Аналогічно проводяться розрахунки для всіх інших операцій та результати заносимо до додатків.

### 3.2 Визначення коефіцієнта енергетичної ефективності вирощування соняшнику

Енергетичну ефективність виробництва сільськогосподарської культури можна оцінити коефіцієнтом енергетичної ефективності. Збільшення коефіцієнту вказує на більшу ефективність технології щодо затрат енергії на отримання продукції.

Визначення енергетичної ефективності виробництва соняшнику виконуємо виходячи з виразу:

$$K_{ee} = \frac{E_n}{E_3}, \quad (3.5)$$

де  $E_n$  – енергія, яка містить вирощене насіння соняшнику, МДж/га;

$E_3$  – енергія затрачена на виконання всіх технологічних операцій при вирощуванні соняшнику, МДж/га.

Енергія, яка міститься у вирощеному врожаю соняшнику розраховуємо з виразу:

$$E_n = (Y_o - Y_{zo} - Y_{yo}) \cdot K_c \cdot \alpha_{no} + Y_n \cdot K_c \cdot \alpha_{nn}, \quad (3.6)$$

де  $Y_o$  і  $Y_n$  – врожайність насіння та соломи (стебла) соняшнику, кг/га;

$Y_{zo}$ ,  $Y_{yo}$  – середнє значення засміченості та втрати маси під час сушіння врожаю, кг/га; для насіння соняшнику:  $Y_{zo} = 3\%$ ,  $Y_{yo} = 2\%$ ;

$\alpha_{no}$  і  $\alpha_{nn}$  – нормативне значення енергетичного еквіваленту насіння соняшнику та побічної продукції, МДж/кг [14].

Енергоємність за планової врожайності насіння соняшнику, вирощеного за базовою технологією становить:

$$E_n^B = (2200 - 66 - 44) \cdot 0,92 \cdot 19,38 = 37263,9 \text{ МДж/га.}$$

При впровадженні Strip-Till технології вирощування соняшнику передбачаємо, що врожайність збільшиться на 0,5 т/га – до 2,7 т/га. Підставивши планові показники маємо:

$$E_n^{\text{II}} = (2700 - 81 - 54) \cdot 0,92 \cdot 19,38 = 45732,9 \text{ МДж/га.}$$

Загальні затрати енергії на виконання всього комплексу робіт вирощування соняшнику за двома технологіями (взято з додатків Б1 та Б2):

$$E_n^{\text{B}} = 8981,4 \text{ МДж/га;}$$

$$E_n^{\text{II}} = 8048,5 \text{ МДж/га.}$$

Енергетична ефективність при базовій технології складе:

$$K_{ee}^{\text{B}} = \frac{37263,9}{8981,4} = 4,15$$

Енергетична ефективність при Strip-Till технології складе:

$$K_{ee}^{\text{II}} = \frac{45732,9}{8048,5} = 5,68$$

Отримані результати дозволяють зробити висновок, щодо збільшення енергетичної ефективності Strip-Till технології у порівнянні з дисковим обробітком (до 20 см) на 36,8 %. Таке збільшення обумовлено незначним зменшенням енергетичних витрат на формування врожаю в сукупності із збільшенням врожайності на 22,7 %.

### 3.3 Аналіз структури затрат енергії на вирощування соняшнику

Для встановлення вкладу окремих видів затрат енергії на формування врожаю соняшнику проведемо розрахунки (дані з додатків А3 та А4) для визначення енергетичної структури затрат енергії. Отримані результати представимо у вигляді таблиць 3.1 та 3.2.

При визначенні структури врожаю за видами ресурсів не враховуємо енергоємність машинно-тракторних агрегатів. Пов'язано це з тим, що енергетичні еквіваленти для сучасних енергетичних засобів та сільськогосподарських робіт відсутні. Проводити розрахунки враховуючи

тільки масу кожної окремої техніки – недоцільно, так як трактори різних виробників будуть мати одні й ті показники, у випадку однакої маси. Такий підхід не можна використовувати в сучасних умовах. Тому, структура врожаю за видами ресурсів буде включати енергоємність: палива, добрив, насіння та пестицидів та праці людини.

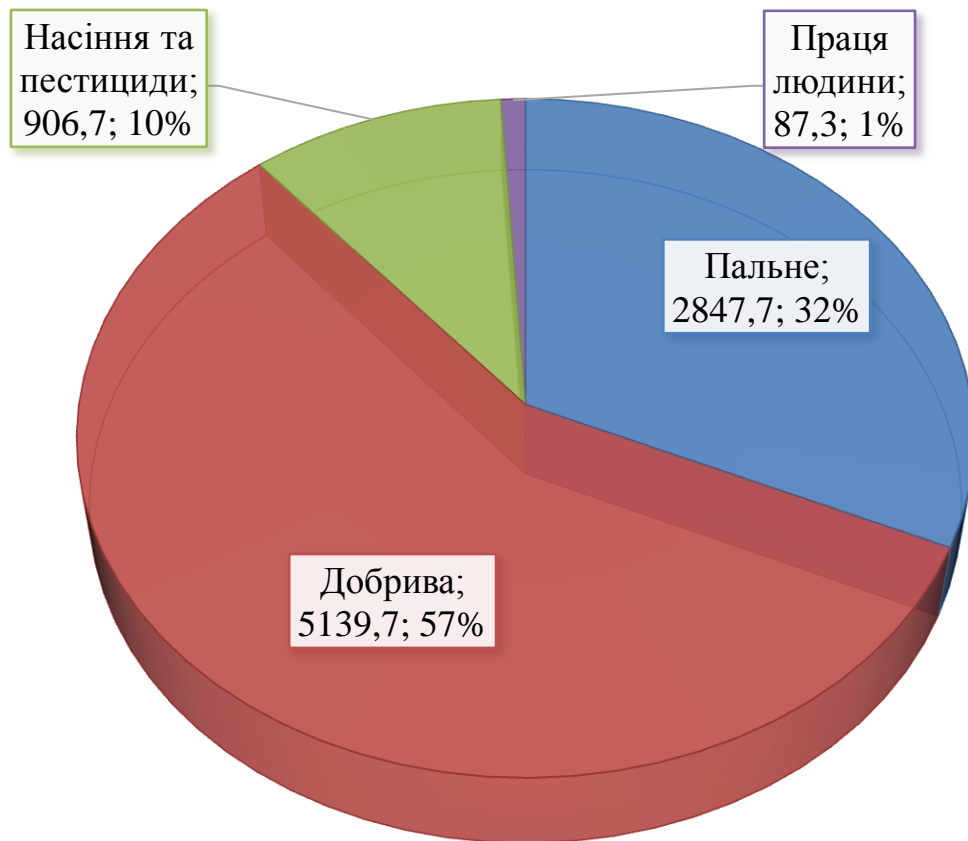


Рисунок 3.1 – Енерговитрати на формування врожаю насіння соняшнику за базовою (мінімальною) технологією

З отриманих даних (рис. 3.1) очевидно, що левову частину від загальної енергоємності складають добрива – 57,2 % та паливе – 31,7 %. Це обумовлюється значними затратами енергії при їх виробництві. Незначні витрати на насіння та пестициди пов’язані з невеликими нормами їх внесення при вирощуванні соняшнику.

На рис. 3.2 наведено структуру енерговитрат (за видами ресурсів) при вирощуванні соняшнику за Strip-Till технологією.

Відповідно до рисунків 3.1 та 3.2, спостерігається схожа картина по структурі енергоємності обох технологій.

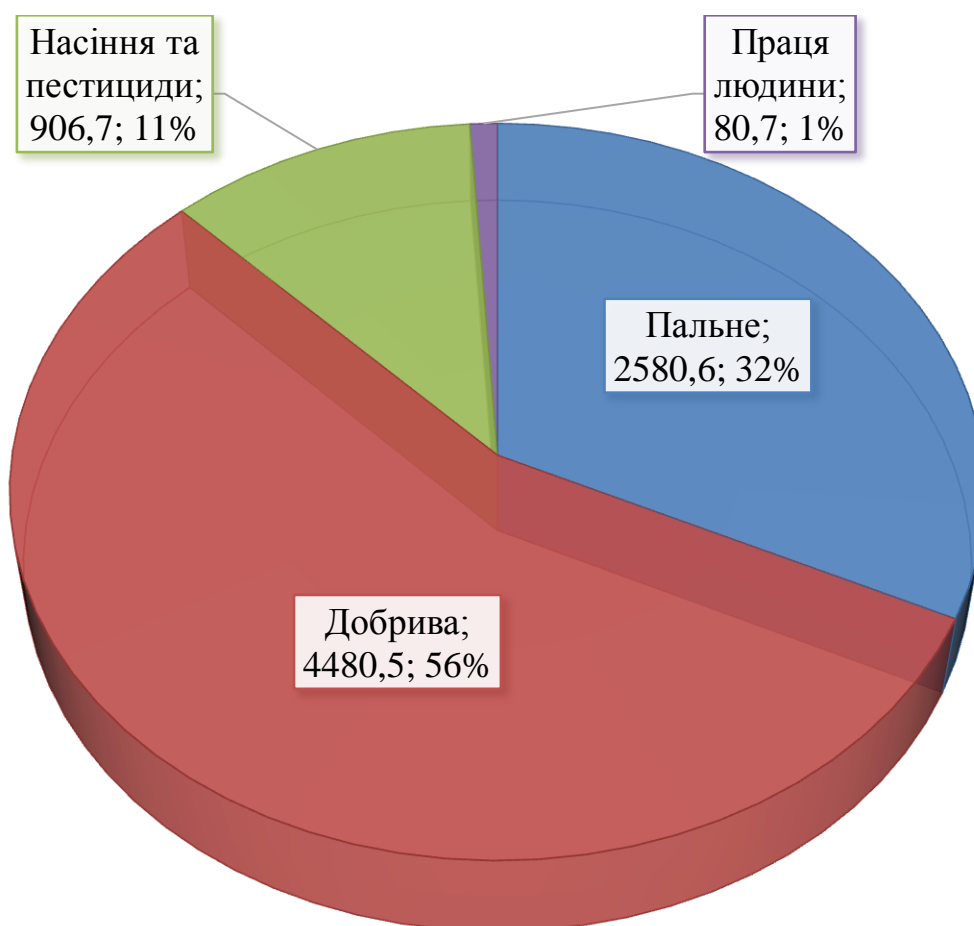


Рисунок 3.2 – Енерговитрати на формування врожаю насіння соняшнику за розробленою (Strip-Till) технологією

Незначні зменшення витрати палива та добрив при Strip-Till технології призвели до збільшення вкладу посівного матеріалу та пестицидів у структурі витрат.

Для детального аналізу енергетичних витрат на окремі комплекси технологічних операцій необхідно провести аналіз енергетичної структури затрат за функціональними ознаками (табл. 3.1, 3.2).

З наведених даних очевидно, що найбільші затрати в енергетичній структурі вирощування соняшнику, незалежно від технології вирощування припадають на внесення добрив та сівбу з внесенням добрив. Це пов'язано зі значними затратами енергії на його виробництво та обсягами внесення 100...120 кг /га.



Таблиця 3.1 – Структура затрат енергії за функціональними ознаками при вирощуванні соняшнику (мінімальна технологія)

Функціональна ознака	Енергоємність	
	МДж/га	%
Підготовка ґрунту	1177,9	13,1
Сівба з внесенням добрив	1618,7	18,0
Внесення добрив	4079,2	45,4
Догляд	1168,5	13,0
Збирання	762,5	8,5
Інші	174,6	1,9
Разом	8981,4	100

Таблиця 3.2 – Структура затрат енергії за функціональними ознаками при вирощуванні соняшнику (Strip-Till технологія)

Функціональна ознака	Енергоємність	
	МДж/га	%
Підготовка ґрунту (не враховуючи добрива)	737,7	9,2
Внесення добрив (при смуговому обробітку)	3296,00	41,0
Сівба з внесенням добрив	1820,9	22,6
Догляд	1168,5	14,5
Збирання	786,3	9,8
Інші	239,0	3,0
Разом	8048,5	100

Впровадження Strip-Till технології при вирощуванні соняшнику призводить до зменшення енергетичних витрат на підготовку ґрунту, як у кількісному вигляді на 37,4 % (з 1177,9 до 737,7 МДж/га), так і в структурі

витрат на 3,9 % (з 13,1% до 9,2 %). Система догляду за посівами однакова, при цьому в структурі витрат при Strip-Till технології її частка незначно збільшилась за рахунок зменшення загальних енерговитрат. Затрати енергії на збирання відрізняються не суттєво та обумовлені збільшення врожайності за технологією Strip-Till. Виходячи з вище згаданого можна стверджувати про ефективність запропонованої технології вирощування соняшнику у розрізі витрат енергії на формування врожаю.

### **3.4 Екологічний аналіз вирощування насіння соняшнику за енергонасиченістю**

Екологічний рівень технологій вирощування соняшника визначається з виразу:

$$K_{ек} = \frac{E_{ен}}{E_3}, \quad (3.7)$$

де  $E_{ен}$  – нормативне значення екологічно допустимої границі насиченості виробництва продукції рослинництва, приймаємо –  $E_{ен} = 15000$  МДж/га за рік;

$E_3$  – кількість енергії, яка затрачена на вирощування продукції рослинництва, МДж/га.

Для мінімальної (базової) технології маємо:

$$K_{ек}^B = \frac{15000}{9881,4} = 1,52$$

Для технології Strip-Till:

$$K_{ек}^П = \frac{15000}{8048,5} = 1,86$$

Відповідно до отриманих результатів можна зробити висновок, що запропонована Strip-Till технологія вирощування соняшнику має вищий вищий рівень екологічності виробництва на 34 %. В майбутньому можливо навіть незначне підвищення затрат енергії на вирощування, при забезпеченості норм екологічності.

### 3.5 Визначення енергетичної ціни врожаю соняшнику за різними технологіями

Наведені показники в більшості враховують затрати енергії на вирощування соняшнику на одиниці площі (1 га). Крім цього необхідно враховувати також затрати енергії на отримання одиниці продукції. Енергетична ціна розраховується за такими формулами:

$$E_{zm} = \frac{E_3}{U_3} \cdot K_{срз}; \quad (3.8)$$

$$E_{nm} = \frac{E_3}{U_n} \cdot K_{срн} \quad (3.9)$$

де  $U_3$ ,  $U_n$  – урожай соняшнику та соломи (стеблової частини) з врахуванням всієї площі вирощування (або 1 га), т.

$K_{срз}$ ,  $K_{срн}$  – нормативні коефіцієнти, що враховують розподіл затрат енергії між насінням та незерною частиною.

$$K_{срз} = \frac{\alpha_{срз}}{\alpha_{срз} + \alpha_{срн}}; \quad (3.10)$$

$$K_{срн} = \frac{\alpha_{срн}}{\alpha_{срз} + \alpha_{срн}} \quad (3.11)$$

$\alpha_{срз}$ ,  $\alpha_{срн}$  – нормативні значення енергетичних еквівалентів насіння і незернової частини врожаю, МДж/кг.

$$K_{срз} = \frac{19,38}{19,38 + 2,5} = 0,92$$

$$K_{срн} = 0,08$$

Враховуючи, що стеблова маса при збиранні соняшнику не збирається, то розрахунки проведемо тільки для зернової частини – насіння.

Енергетична ціна за базовою (мінімальною) технологією складе:

$$E_{зм.}^B = \frac{9881,4}{2,2} = 4491,5 \text{ МДж/т,}$$

за технологією Strip-Till:

$$E_{зм.}^П = \frac{8048,5}{2,7} = 2980,9 \text{ МДж/т,}$$

Вартість одиниці витраченої енергії на формування врожаю визначаємо на основі енергетичної ціни соняшнику за формулою:

$$B_e = \frac{C_n}{E_{зм.}}, \quad (3.12)$$

де  $C_n$  – собівартість сільськогосподарської продукції, грн/т;

Розрахунки проводимо для двох технологій. В залежності від реальних цін на паливо, посівний матеріал, добриво та витрат на амортизацію техніки, заробітну плату, собівартість однієї тони соняшнику за базовою технологією складає приблизно 6000...9000 грн/т, при Strip-Till технології – 5000...7000 грн/т.

Максимальна вартість одиниці витраченої енергії за базовою технологією складе:

$$B_e^B = \frac{7500}{4491,5} = 1,67 \text{ грн/МДж;}$$

за Strip-Till технологією:

$$B_e = \frac{6000}{2980,9} = 2,01 \text{ грн/МДж.}$$

Отримані результати свідчать про зменшення вартості одиниці витраченої на формування врожаю.

Отримані результати енергетичної оцінки вирощування соняшнику на площі 410 га за двома технологіями – базовій (дискування) та Strip-Till – заносимо до таблиці 3.3.

Таблиця 3.5 – Енергетична і екологічна оцінка технологічних процесів при вирощуванні соняшнику

Показник	Одиниця вимірювання	Технологія	
		базова	проектна
Енергоємність продукції	МДж/га	37263,9	45732,9
Затрачено енергії на формування врожаю	МДж/га	8981,4	8048,5
Коефіцієнт енергетичної ефективності	-	4,15	5,68
Енергонасиченість	ГДж/га	8,98	8,04
Нормативна енергонасиченість	ГДж/га	15	15
Рівень екологічності	-	1,52	1,86
Енергетична ціна вирощеного зерна	МДж/т	4491,5	2980,9

Впровадження технології смугового обробітку Strip-Till призводить до зменшення затрат енергії на вирощування соняшнику, у порівнянні з базовою технологією обробітку ґрунту до 20 см, на 10,4 % (8048,5 проти 8981,4 МДж/га відповідно). При цьому спостерігається збільшення коефіцієнту енергетичної ефективності з 4,15 до 5,68 (на 36,8 %). В той же час енергетична ціна вирощеного насіння зменшується на 33,6 %. Приведені результати підтверджують доцільність впровадження Strip-Till технології при вирощуванні соняшнику.

## **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» [15].

Виконання технологічних операцій в сільському господарстві пов'язані із значною кількістю шкідливих та небезпечних факторів виробництва. Пов'язано це насамперед виконанням робіт із машинами, що є потенційно небезпечними для життя і здоров'я. Наприклад, більшість сільськогосподарських машин мають різноманітні робочі органи, що переміщуються або обертаються. Крім того, при виконанні деяких операцій, таких як внесення добрив та робочих розчинів пестицидів, працівники контактують із агресивними та шкідливими хімічними речовинами.

«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» [17].

### **4.2 Огляд небезпечних та шкідливих факторів при виконанні технологічних операцій в рослинництві**

«Шкідливий виробничий фактор – чинник трудового процесу та виробничого середовища, вплив якого на організм людини за умови недотримання гігієнічних нормативів може стати причиною зниження

працездатності та погіршення здоров'я аж до появи професійного захворювання» [18].

«Небезпечний виробничий фактор – чинник трудового процесу та виробничого середовища, вплив якого на організм людини в певних умовах може призвести до травми або іншого раптового погіршення здоров'я» [18].

Проведення технологічних операцій при вирощуванні соняшнику має значну кількість шкідливих та небезпечних факторів:

- значні зміни температури робочого середовища;
- значна забрудненість повітря;
- рівні вібрації та шуму, що перевищують встановлені нормативні значення;
- несправність тракторів та сільськогосподарських машин;
- використання хімічних засобів захисту рослин (небезпечні речовини);
- рухомі елементи конструкцій МТА;
- використання легкозаймистих речовин (пального, мастила та ін.).

Особливу увагу необхідно приділяти вимогам безпеки виконання технологічних операцій у захисних зонах ліній електричних [19]. Обов'язковою умовою виконання робіт у вказаних зонах є подання письмового запиту на дозвіл виконання робіт до підприємства, що відповідає за експлуатацію відповідної електричної мережі. Серед основних небезпек при виконанні робіт в таких зонах може бути ураження електричним струмом.

Зменшити рівень вібрацій що передається на механізатора можна шляхом використання сидінь з пневматичної підвіскою. Для зниження рівня шуму кабінку енергетичного засобу обклеюють спеціальними матеріалами – шумоізоляцією. Довготривалий вплив цих факторів може сприяти розвитку різноманітних захворювань, як опорно-рухового апарату так і органів слуху.

Одними із технологічних операцій, що мають потенційну небезпеку є приготування та внесення засобів хімічного захисту рослин. При вдиханні деяких речовин може траплятися запаморочення, втрати свідомості або смерті.

Напруженість праці механізаторів пов'язана з необхідністю контролю значної частини параметрів роботи МТА та якості виконання технологічної операції. Важкість проведення технологічних операцій з використанням МТА обумовлена типовою робочою позою механізатора за кермом та стереотипними рухами при керуванні технікою.

### **4.3 Правила безпеки праці при роботі з протруювачами насіння**

*Загальні вимоги.* Працівник, що виконує роботу з протруєння посівного матеріалу повинен пройти первинний інструктаж перед початком виконання робіт. Для такого виду робіт передбачено проведення повторного інструктажу з інтервалом 3 місяці (повторний інструктаж) [20, 21]. Після проходження інструктажу обов'язково виконується запис в спеціальному журналі, із підписом працівника для якого виконували інструктаж та особи, яка проводила відповідний інструктаж. Однією з вимог є обов'язкове страхування від нещасних випадків працівника, який виконує роботи з протруювання посівного матеріалу. У випадку недотримання вимог безпеки праці працівник може понести не тільки дисциплінарну чи адміністративну відповідальність, а й кримінальну. Допуск до відповідних видів робіт мають тільки особи віком 18 років і старше. При цьому, однією з вимог є проходження спеціального навчання та складання іспитів щодо знань викладеного матеріалу. Тільки в такому випадку працівник може отримати необхідне посвідчення. Забороняється допуск до самостійного виконання протравлювання посівного матеріалу працівників, що не пройшли мінімальне стажування протягом 5 змін. Після цього відповідний запис-дозвіл на самостійне оформлюється записом в журнал інструктажів з питань охорони праці. Перед початком роботи працівнику необхідно видати наряд допуск до виконання відповідного виду робіт. При виконанні протруювання посівного матеріалу працівникам зобов'язані видавати необхідні засоби індивідуального захисту.

Тривалість робочої зміни при проведенні протруювання насіння складає 6 годин. Протравлювання посівного матеріалу виконується тільки механізованим



обладнанням у спеціальних приміщеннях або навісах.

**Вимоги безпеки перед початком роботи.** Перед початком виконання протравлювання посівного матеріалу необхідно: отримати наряд-завдання і наряд-допуск від відповідального керівника; перевірити стан засобів індивідуального захисту та робочого місця. Робоча зона протравлювача насінневого матеріалу повинна бути забезпечена обладнанням для обліку хімічних засобів, устаткування для пакування обробленого насіння в тару, та інвентар для роботи з машинами та обладнанням поста протруєння. Обов'язковою умовою перед початком роботи є перевірка тари на присутність спеціальних застережних написів про вміст небезпечних речовин в них. Також перед початком роботи необхідно впевнитися в надійності заземлення машин, що працюють від електромережі.

**Вимоги безпеки під час роботи.** При протравлюванні в приміщенні перед пуском в роботу машин необхідно включити місцеву та загальну припливно-втяжну вентиляцію. При зависанні насіння чи ядохімікатів в бункері необхідно зупинити машину і прочистити його при допомозі спеціальних лопаток. При використуванні ядохімікатів в склад яких входить ртуть, необхідно впевнитись, що протравлюване насіння приймає сигнальне забарвлення. Подача ядохімікатів в протруювальні машини тільки механізованим способом. Протравлюване насіння необхідно вивантажувати з апаратів тільки механізованим способом і тільки в мішки одноразового користування з написом "Протравлено" або "Отруєно". При роботі протруювальних машин продуктивністю 10 т/ч і більше насіння можна вивантажувати в автотранспортувальні сїялки, обладнаних герметично закриваючими кришками. При заправленні нитки в голку для зашивання мішків з протруєним насінням необхідно змочувати пальці вологою губкою. При роботі в протигазі чи респіраторі, через кожні 30 хв. слід робити перерви в роботі протягом 5 хв. Не дозволяється включати та зупиняти машини і механізми (крім аварійних ситуацій) робота на яких не доручена керівником робіт. Під час роботи по протруєнню насіння необхідно слідкувати за станом самопочуття. В випадках погіршення самопочуття слід припинити роботу і доповісти про це керівникові робіт. Забороняється самому усувати несправності в електрообладнанні; слід

викликати електромонтера.

**Вимоги безпеки після закінчення роботи.** Після закінчення робочого часу зміни залишки хімічних засобів необхідно передати на склад або відповідальному керівнику, з обов'язковим записом в реєстраційній книзі. Забороняється залишати оброблений посівний матеріал без догляду. У випадку розсипання насіння та його забруднення, його необхідно зібрати та утилізувати шляхом повного спалювання або помістити (за наявності) у спеціально відведене місце для самостійного загнивання. При настанні такого випадку необхідно повідомити керівника робіт та виконати запис в реєстраційній книзі. Якщо по закінченню робіт частина хімічних речовин не була використана їх необхідно обов'язково здати на зберігання та зробити запис в книзі протруювання насіннєвого матеріалу. Після цього потрібно провести знезараження устаткування та робочої площадки хлористим вапном у пропорціях 1:4 розведеного водою.

По завершенню робіт з протруювання насіння необхідно зняти засоби індивідуального захисту дотримуючись певної послідовності. Першочерговим потрібно ретельно вимити не знімаючи з рук захисні рукавички у спеціальному розчині для знешкодження хімічної речовини пестициду, потім промити їх у проточній воді. Після цього необхідно зняти спецвзуття, фартух (якщо використовувався), захисний комбінезон, захисні окуляри, респіратор або протигаз. Після цього необхідно повторно помити захисні рукавиці у спеціальному розчині, потім у воді та зняти їх. Також необхідно провести знешкодження лицевих поверхонь респіраторів та протигазів, що використовувались при протруюванні.

Спеціальний одяг та ЗІЗ необхідно здати на склад для проведення спеціалізованих процедур їх очищення чи миття. Після цього необхідно помити руки та лице водою з милом. Наступним етапом є обов'язкова доповідь відповідальному керівнику про виявленні несправності обладнання чи недоліки під час виконання протруювання посівного матеріалу.

**Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.** Виникнення аварійної ситуації може бути обумовлено потраплянням хімічних засобів чи їх розчинів на устаткування,

на незахищені частини тіла працівника. Також аварійна ситуація може бути спричинена із недостатнім ізолюванням електрообладнання та враженням працівника електричним струмом. Крім того до аварійних ситуацій може призвести підвищений рівень шуму чи вібрації.

У випадку настання хоча б однієї з приведених ситуацій необхідно одразу припинити виконання роботи та виконати відключення обладнання від електромережі. Після цього потрібно виконати огороження небезпечної зони та унеможливити допуск сторонніх осіб до неї. У випадку наявності потерпілих, їм необхідно терміново надати домедичну допомогу та викликати швидку медичну допомогу.

У випадку потрапляння хімічних речовин на незахищені ділянки тіла їх необхідно терміново прибрати зі шкіри за допомогою прикладання ватних тампонів. Після чого вказані місця потрібно промити мильною водою.

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

Оцінку економічної ефективності використання різних технологій вирощування соняшника доцільно виконувати на основі: експлуатаційних витрат, собівартості продукції та рівня рентабельності. Для цього спочатку необхідно виконати розрахунки складових витрат на виробництво насіння соняшнику, а саме вартість палива, посівного матеріалу, добрив, пестицидів, тарифний фонд оплати праці, амортизаційне відрахування для техніки та ін.

На початковому етапі необхідно навести вихідні дані та розрахувати валовий збір, обсяги використання добрив, насіння, виручку, і потім порівняти наведені вище показники вирощування соняшника за двома технологіями, базовою та запропонованою. Вихідні дані та попередні результати розрахунків заносимо до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані визначення економічної ефективності технологій вирощування соняшнику

Показник	Базова технологія	Проектна технологія
Площа вирощування, га	410	410
Врожайність, т/га	2,2	2,7
Валовий збір, т	902	1107
Ціна реалізації, грн/т	20000	20000
Витрати палива, кг/га	35,8	32,5
Ціна ПММ, грн./кг	25	25
Використання мін. добрив, кг/га	220	200
Середня ціна мін. добрив, грн./кг	14	14
Виручка, грн	18040000	22140000

Основними задачами при оптимізації складу машинно-тракторних агрегатів є зменшення експлуатаційних витрат на одиницю роботи, підвищення якості технологічної операції. Технічне оснащення сільського господарства проводиться в відповідності з системою машин, яка нараховує більш ніж 2,5 тисячі найменувань машин, знарядь, пристосувань, в тому числі більше 1,5 тис. для рослинництва. Тому, вибір складу МТА на початковому етапі виконують або відповідно до наявної техніки в господарстві, або з врахуванням можливості її купівлі до початку сезону польових робіт.

Запропонована технологія Strip-Till при вирощуванні соняшнику дозволяє значно зменшити саме експлуатаційні затрати, при цьому водночас сприяти підвищенню врожайності у порівнянні з мінімальними технологіями. Значне різноманіття енергетичних засобів та сільськогосподарських машин призводить до частого використання тракторів в режимі нераціонального завантаження. Тому, особливу увагу необхідно приділяти саме раціональному комплектуванню МТА з врахуванням технології їх експлуатації.

Для визначення загальних експлуатаційних витрат, на вирощування соняшнику за різними технологіями, необхідно визначити питому витрати на: оплату праці, паливо, насіння, добрива, пестициди.

Питомі затрати на оплату праці:

$$Q_{on} = Z^{3a2}_n \cdot T, \text{ грн./га} \quad (5.1)$$

де  $Z^{3a2}_n$  – питомі затрати праці на виконання всіх операцій при вирощування соняшнику, люд.-год./га (з плану механізованих робіт додаток А1 та А2 для базової та проектної технологій вирощування).

$T$  – тарифний фонд оплати праці, грн./год (приймаємо 60 грн/год)

При вирощуванні соняшнику за різними технологіями маємо:

$$Q^B_{on} = 2,01 \cdot 60 = 120,6 \text{ грн/га}$$

$$Q^II_{on} = 1,86 \cdot 60 = 111,6 \text{ грн/га}$$

Питомі затрати на паливо визначаємо з виразу:

$$Q_{\text{ПММ}} = q \cdot Ц \quad (5.2)$$

де  $q$  – погектарна витрата палива при вирощуванні соняшнику, кг/га (з технологічних карт, додаток А1 та А2 для мінімальної та Strip-Till технологій);

$Ц$  – вартість ПММ, грн./кг

Підставивши отримані результати в формулу 5.2 маємо:

$$Q_{\text{ПММ Б}} = 35,8 \cdot 25 = 895,0 \text{ грн./га};$$

$$Q_{\text{ПММ П}} = 32,5 \cdot 25 = 812,5 \text{ грн./га}$$

Вартість мінеральних добрив визначаємо з виразу:

$$Q_{\text{мін.добр}} = D_{\text{мін.добр}} \cdot Ц_{\text{мін.добр}} \quad (5.3)$$

де  $D_{\text{мін.добр}}$  – норма внесення мінеральних добрив на гектар для вирощування соняшнику, кг/га (з технологічних карт, додаток А1 та А2 для базової (мінімальної) та проектної (Strip-Till) технологій);

$Ц_{\text{мін.добр}}$  – середня ціна мінеральних добрив, грн./кг.

Виконаємо розрахунки для двох типів комплексних добрив: амофосу та діамофоска. Вартість амофосу – 15000 грн./т, діамофоска – 12000 грн./т. Норма внесення – 120кг та 100 кг для базової технології, 100 кг та 100 кг – для Strip-Till технології відповідно кожного виду.

Підставивши дані з технологічних карт:

$$Q_{\text{мін.добр}}^{\text{Б}} = 120 \cdot 15 + 100 \cdot 12 = 3000,0 \text{ грн./га};$$

$$Q_{\text{мін.добр}}^{\text{П}} = 100 \cdot 15 + 100 \cdot 12 = 2700,0 \text{ грн./га}$$

Затрати коштів на закупівлю посівного матеріалу визначаємо з виразу:

$$Q_{\text{нас}} = n_{\text{нас}} \cdot Ц_{\text{нас}} \quad (5.4)$$

де  $n_{\text{нас}}$  – норма сівби соняшнику, кг/га (з технологічних карт, додаток А1 та А2);

$Ц_{\text{нас}}$  – ціна насіннєвого матеріалу, грн./кг (приймаємо гібрид виробництва Сингента, вартість 1 п.о.(на 2,5 га) – 5000 грн.).

Підставивши дані в формулу 5.4, маємо:

$$Q_{\text{нас}}^{\text{Б}} = 5 \cdot 400 = 2000,0 \text{ грн/га}$$

$$Q_{\text{нас}}^{\text{П}} = 5 \cdot 400 = 2000,0 \text{ грн/га}$$

Витрати на закупівлю пестицидів (гербіциди, інсектициди) визначаємо з виразу:

$$Q_{пест} = D_{пест} \cdot C_{пест} \quad (5.5)$$

де  $D_{пест}$  – норма внесення пестицидів на гектар для вирощування соняшнику, л/га (з технологічних карт, для відповідних технологій вирощування);

$C_{пест}$  – середня ціна пестицидів, грн./л.

Для проведення хімічного захисту соняшнику та десикації використовуємо такі види пестицидів:

- гербіцид Євро-Лайтнінг з нормою витрати 2 л/га, вартість 1 л – 850 грн;
- фунгіцид Амістар Екстра (Сингента) з нормою витрати 1л/га, вартість 1100 грн/л;
- десикант – Баста (Басф) з нормою витрати 2л/га, вартість 520 грн/л

Підставивши приведені вище дані, маємо:

$$Q_{пест}^B = 2 \cdot 850 + 1 \cdot 1100 + 2 \cdot 520 = 3840,0 \text{ грн/га}$$

$$Q_{пест}^П = 2 \cdot 850 + 1 \cdot 1100 + 2 \cdot 520 = 3840,0 \text{ грн/га}$$

Затрати на оплату оренди земельних паїв та затрат на оплату праці додаткового обслуговуючого персоналу приймаємо 3700 грн/га ( $I_B$ )

Загальні питомі витрати визначаємо, як суму всіх складових витрат:

$$П_{пт} = Q_{оп} + Q_{пмм} + Q_{мін.добр} + Q_{нас} + Q_{пест} + I_B, \text{ грн./га} \quad (5.6)$$

$$П_{пт}^B = 120,6 + 895,0 + 3000,0 + 2000,0 + 3840,0 + 3700 = 13555,6 \text{ грн./га}$$

$$П_{пт}^П = 111,6 + 812,5 + 2700,0 + 2000,0 + 3840,0 + 3700 = 13164,1 \text{ грн./га}$$

Собівартість одержаної насіння соняшнику визначаємо з виразу:

$$C = П_{пт}/U \quad (5.6)$$

Підставивши наведені дані для двох технологій вирощування:

$$C_B = 13555,6/2,2 = 6161,6 \text{ грн/т}$$

$$C_П = 13164,1/2,7 = 4875,6 \text{ грн/т}$$

Рівень рентабельності вирощування соняшнику за двома технологіями становить визначаємо як відношення отриманого прибутку від реалізації насіння соняшнику до обсягу коштів затрачених на вирощування:

$$P_B = (9776204/5557796) \cdot 100 = 175,9 \%$$

$$P_{II} = (13421719/ 5397281) \cdot 100 = 248,7 \%$$

Одержані результати щодо складових витрат на вирощування соняшнику за двома технологіями заносимо до таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Техніко-економічні показники

Показники	Варіанти технологій	
	базова	проектна
Площа, га	410	410
Урожайність, т/га	2,2	2,7
Валовий збір, т	902	1107
Ціна 1 т продукції, грн.	17000	17000
Витрати всього, грн./га	13555,6	13164,1
в тому числі:		
- оплата праці	120,6	111,6
- ПММ	895,0	812,5
- мінеральні добрива	3000,0	2700,0
- насіння	2000,0	2000,0
- пестициди	3840,0	3840,0
- інші	3700,0	3700,0
Собівартість продукції, грн/т.	6161,6	4875,6
Виручка, грн.	15334000	18819000
Загальні витрати, грн.	5557796	5397281
Загальний прибуток, грн.	9776204	13421719
Рівень рентабельності, %	175,9	248,7

**Висновки до розділу.** Впровадження Strip-Till технології при вирощуванні соняшнику дозволяє зменшити собівартість продукції на 20,9 % (з



6161,6 грн/т до 4875,6 грн/т.). Запропонована технологія смугового глибокого розпушування (Strip-Till), за рахунок створення оптимальних умов проростання та розвитку соняшнику призводить до збільшення врожайності на 22,7 %. За рахунок чого додатково збільшений валовий збір на 205 т, що при закупівельній вартості 17000 грн./т, дозволило отримати додаткову виручку в обсязі більше 3,4 млн. грн. Рівень рентабельності вирощування соняшнику за Strip-Till технологією на 72,8 % вищий у порівнянні з базовою.

Наведені результати свідчать про ефективність впровадження запропонованої технології вирощування соняшнику.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано місце соняшнику в структурі посівних площ в Україні та в експорті сільськогосподарської продукції. Встановлено, що середня врожайність соняшнику по країні за 2018-2020 роки склала 20,5...25,6 ц/га. При цьому слід зауважити, що врожайність значно залежить від погодних умов, зокрема кількості опадів, і для різних областей складає від 13,5 ц/га до 33,4 ц/га. Розглянуто існуючі технології вирощування соняшнику їх переваги та недоліки. Виконаний аналіз перспективних заходів щодо вдосконалення технологій вирощування соняшнику та запропоновано до впровадження технологію – Strip-till.

2. Обґрунтовано перелік основних засобів механізації для впровадження технології смугового обробітку соняшнику з врахуванням їх ширини захвату. На основі запропонованих складів МТА розроблено план механізованих робіт на вирощування соняшнику за Strip-Till технологією. Впровадження запропонованої технології дозволяє зменшити: питому витрату палива на 9,2 % (з 35,8 кг/га до 32,5кг/га); затрати праці на одиницю роботи на 7,5 % (з 2,01 люд.-год./га до 1,86 люд.-год./га); обсяг виконання механізованих робіт на 5,1 % (з 59,2 нормо-змін до 56,2 нормо-змін).

3. Впровадження технології смугового обробітку Strip-Till призводить до зменшення затрат енергії на вирощування соняшнику, у порівнянні з базовою технологією обробітку ґрунту до 20 см, на 10,4 % (8048,5 проти 8981,4 МДж/га відповідно). При цьому спостерігається збільшення коефіцієнту енергетичної ефективності з 4,15 до 5,68 (на 36,8 %). В той же час енергетична ціна вирощеного насіння зменшується на 33,6 %. Приведені результати підтверджують доцільність впровадження Strip-Till технології при вирощуванні соняшнику.

4. Наведено організаційні та технічні заходи щодо забезпечення захисту працівників від шкідливих та небезпечних факторів, вимоги безпеки праці при роботі з протруювачами та порядок дії у надзвичайній ситуації.

5. Впровадження Strip-Till технології при вирощуванні соняшнику дозволяє зменшити собівартість продукції на 20,9 % (з 6161,6 грн/т до 4875,6 грн/т.). Запропонована технологія смугового глибокого розпушування (Strip-Till), за рахунок створення оптимальних умов проростання та розвитку соняшнику призводить до збільшення врожайності на 22,7 %. За рахунок чого додатково збільшений валовий збір на 205 т, що при закупівельній вартості 17000 грн./т, дозволило отримати додаткову виручку в обсязі більше 3,4 млн. грн. Рівень рентабельності вирощування соняшнику за Strip-Till технологією на 72,8 % вищий у порівнянні з базовою.

Наведені результати свідчать про ефективність впровадження запропонованої технології вирощування соняшнику.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державний служба статистики України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua> (02.12.2020).
2. Україна цього маркетингового року експортувала олії майже на 17% більше. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3097285-ukraina-cogo-marketingovogo-roku-eksportovala-olii-majze-na-17-bilse.html> (02.12.2020).
3. Експорт олії з України рекордно виріс. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/news/2020/09/21/665348> (02.12.2020).
4. Властивості соняшника. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://elitaagro.com/ua/vlastyvosti-sonyasnuka> (02.12.2020).
5. Принципи розроблення систем різноротаційних сівозмін. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpzeml\\_2018\\_1\\_3.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpzeml_2018_1_3.pdf) (02.12.2020)
6. Особливості вирощування соняшнику за класичною технологією. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://superagronom.com/blog/263-klasika--zavjdi-v-modi-osoblivosti-viroschuvannya-sonyashniku-za-klasichnoyu-tehnologiyeyu> (02.12.2020)
7. Мінеральне живлення і удобрення соняшнику. Журнал Пропозиція. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/mineralne-zhivlennya-i-udobrennya-sonyashniku> (03.12.2020)
8. Технологія вирощування соняшнику при мінімальній основного обробітку на Півдні України. Журнал Пропозиція. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/tehnologiya-vyrashchivaniya-podsolnechnika-pri-minimalnoy-osnovnoy-obrabotke-na-yuge-ukrainy> (03.12.2020)
9. Три в одному, або як зберегти вологу та зекономити на пальному. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://agroportal.ua/ua/publishing/lichnyi-vzglyad/tri-v-odnom-ili-kak-sokhranit-vlagu-i-sekonomit-na-toplive> (03.12.2020)

10. Ільченко В.Ю. Курсове проектування з машиновикористання у рослинництві / . Ільченко В.Ю., Кобець А.С., Кухаренко П.М., В.П. Мельник, В.О. Колбасін; ДДАУ, Дніпропетровськ, 2006 – 132С.

11. Типові норми продуктивності і витрат палива на передпосівному обробітку ґрунту / В.В. Вітвицький, І.М. Демчик, В.С. Пивовар та ін. – К.: НДІ «Украгропромпродуктивність», 2005. – 544 С.

12. Типові норми продуктивності і витрат палива на сівбі, садінні та догляді за посівами / В.В. Вітвицький, І.М. Демчик, В.С. Пивовар та ін. – К.: НДІ «Украгропромпродуктивність», 2005. – 472 С.

13. Типові норми продуктивності і витрат палива на збиранні сільськогосподарських культур / В.В. Вітвицький, І.М. Демчик, В.С. Пивовар та ін. – К.: НДІ «Украгропромпродуктивність», 2005. – 495 С.

14. 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.

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

16. Довідник нормативних документів у сфері охорони праці, пожежної безпеки, гігієни праці та соціального страхування від нещасних випадків  
Розробник: Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України. – 2008. – 320 С.

17. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» від 18.01.2001 N 2245-ІІІ.

18. 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.

19. Правила охорони електричних мереж. Постанова кабінету міністрів України від 4 березня 1997 р. N 209.

20. НПАОП 01.0-1.01-12 Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві.

21. Збірник примірних інструкцій з охорони праці для працівників під час виконання робіт у рослинництві. Наказ Міністерства агропромислового комплексу України від 15.12.1999 № 368.

22. Методичні рекомендації до виконання та оформлення дипломних робіт для студентів інженерно-технологічного факультету денної та заочної форм навчання за спеціальністю 208 «Агроінженерія» ступінь вищої освіти «Магістр» / Дудін В.Ю., Кобець О.М., Мельянцов П.Т. – Дніпро: ДДАЕУ, 2018. – 32 С.

# ДОДАТКИ