

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проєкту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Ефективність використання техніки при
вирощуванні соняшнику з удосконаленням
конструкції сівалки**

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

_____ Ситнік Антон Ігорович

Керівник: _____ Макаренко Дмитро Олександрович

Рецензент: _____

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ЕМТП

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Деркач О.Д.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« » 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Ситніку Антону Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Ефективність використання техніки при вирощуванні соняшнику з удосконаленням конструкції сівалки

керівник роботи Макаренко Дмитро Олександрович, канд. техн. наук, доцент.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«05» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом роботи 05.06.2026

3. Вихідні дані до роботи Динаміка вирощування насіння соняшнику в світі, Європі та Україні. Особливості технологій вирощування, які застосовуються в Україні в різних ґрунтово-кліматичних зонах. Ефективність застосування різних прикочувальних коліс просапних сівалок.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Місце соняшника в сівозміні та аналіз конструкцій механізмів прикочування сівалок точного висіву. 2. Проектування механізованих робіт вирощування соняшнику. 3. Модернізація конструкції прикочуючого механізму сівалки Gaspardo MTR-8. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічна частина.

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

1. Показники вирощування та переробки насіння соняшнику (A1). 2. План мехробіт вирощування соняшнику (A1) 3. Посівна секція сівалки John Deere 7200 (A1) 4. Механізм прикочування (A3). 5. Прикочувальне пальцеве колесо (A3) 6. Диск (A3). 7. Палець (A4) 8. Маточина (A4). 9. Економічна ефективність удосконалення (A1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5, нормоконтроль	Макаренко Д.О., доцент		

7. Дата видачі завдання: 02.04.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз вирощування соняшнику	до 16.04.2026 р.	виконано
2	Проектування вирощування насіння соняшнику	до 28.04.2026 р.	виконано
3	Удосконалення конструкції сівалки	до 06.05.2026 р.	виконано
4	Охорона праці	до 18.05.2026 р.	виконано
5	Економічне обґрунтування	до 26.05.2026 р.	виконано
6	Графічна частина	до 05.06.2026 р.	виконано

Студент

(підпис)

Ситнік А. І.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

(підпис)

Макаренко Д. О.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Ситнік А.І. Ефективність використання техніки при вирощуванні соняшнику з удосконаленням конструкції сівалки / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття ОС «бакалавр» спеціальності 208 «Агроінженерія». ДДАЕУ. Дніпро. 2026.

В дипломному проєкті детально проаналізовано динаміку вирощування соняшнику в світі, Європі та Україні. Розглянуто обсяги експорту соняшникової олії за її видами. Розроблено план механізованих робіт на виробництво насіння соняшнику. Розглянуто особливості конструкцій прикочувальних коліс та їх сфери застосування. Запропоновано до впровадження прикочувальне пальчикове колесо, що здатне ефективно працювати за умови підвищеної вологості ґрунту та присутності пожнивних решток в зоні рядка. Розглянуто основні вимоги безпеки при виконанні робіт з сівалками, їх обслуговуванні, а також висвітлено шкідливі та небезпечні фактори, що можуть діяти на обслуговуючий персонал. Виконано економічне обґрунтування запропонованого удосконалення.

Ключові слова: вирощування соняшнику, мінімальна технологія, сівба, прикочувальне колесо, пальчикове колесо, якість загортання насіння.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	<u>7</u>
1. АНАЛІЗ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ ТА ОБСЯГИ ЙОГО ПЕРЕРОБКИ.....	<u>9</u>
1.1 Динаміка вирощування соняшнику в світі та Україні	<u>9</u>
1.2 Обсяги вирощування та врожайність соняшнику в Україні за 2022-2025 рр.	<u>14</u>
1.3 Обсяги вирощування олійних культур в Україні та місце соняшника в цій структурі	<u>18</u>
1.4 Обґрунтування теми дипломного проєкту	<u>24</u>
2. ПЛАНУВАННЯ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ	<u>28</u>
2.1 Огляд технологій вирощування соняшнику, які використовують в Україні	<u>28</u>
2.2 Складання плану механізованих робіт вирощування соняшнику	<u>34</u>
3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СІВАЛКИ JOHN DEERE 7200	<u>43</u>
3.1 Огляд особливостей конструкцій прикочуючих коліс	<u>43</u>
3.2 Обґрунтування конструкції прикочуючого колеса	<u>47</u>
3.3 Інженерно-технічні розрахунки	<u>48</u>
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ РОБОТІ З СІВАЛКАМИ	<u>53</u>
5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ.....	<u>56</u>
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	<u>60</u>
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	<u>62</u>
ДОДАТКИ.....	<u>65</u>

ВСТУП

Соняшник є однією з найважливіших технічних культур в аграрному виробництві України. Його вирощування має велике значення не лише для забезпечення внутрішнього ринку олійною сировиною, а й для формування експортного потенціалу держави. В Україні площі під соняшником також мали виражену тенденцію до зростання. У 2010 р. вони становили 4,526 млн га, а у 2021 р. досягли 6,665 млн га. Найбільш помітне розширення відбулося після 2015 р., коли площі стабільно перевищували 6 млн га. У 2022 р. вона становила близько 5,30 млн га, у 2023 р. скоротилася до 5,20 млн га, у 2024 р. – до 5,00 млн га, а у 2025 р. орієнтовно становила 4,65 млн га. У структурі експорту насіння соняшнику та його продуктів переробки, переважає сира соняшникова олія. У 2020 році її було експортовано 6,206 млн т, у 2022 році - 5,229 млн т, у 2023 році - 5,183 млн т, у 2024 році - 5,369 млн т.

Україна традиційно належить до провідних виробників соняшнику та соняшникової олії у світі, тому підвищення ефективності технології його вирощування є актуальним завданням для сучасного сільського господарства.

Високий рівень урожайності соняшнику значною мірою залежить від якості виконання основних технологічних операцій, серед яких особливе місце займає сівба. Саме під час сівби закладаються передумови для рівномірного проростання насіння, формування дружних сходів, оптимальної густоти рослин і подальшого розвитку посіву. Одним із важливих елементів висівної секції сівалки є прикочувальне колесо. Завдяки роботі прикочувального колеса забезпечується кращий контакт насінини з вологим шаром ґрунту, що є необхідною умовою для швидкого і рівномірного проростання. Особливо важливим це є під час сівби соняшнику, оскільки ця культура досить чутливо реагує на нерівномірну глибину загортання насіння та неоднакові умови проростання.

У сучасних умовах важливим напрямом удосконалення посівної техніки є підвищення стабільності роботи робочих органів сівалки на різних типах ґрунтів

і за різної вологості. Прикочувальне колесо повинно не лише закривати посівну борозну, а й забезпечувати рівномірне ущільнення без надмірного тиску на ґрунт. Актуальність удосконалення конструкції прикочувального колеса сівалки полягає в тому, що воно дає змогу покращити якість сівби без суттєвої зміни всієї конструкції посівного агрегату. Така модернізація може бути порівняно простою у впровадженні, але водночас ефективною з погляду підвищення рівномірності сходів і продуктивності посіву.

Тому, метою дипломного проєкту є удосконалення конструкції механізму прикочування сівалки для забезпечення його високої якості для всіх умов експлуатації.

В дипломному проєкті необхідно виконати такі завдання:

1. Проаналізувати динаміку вирощування соняшнику в світі, Європі та Україні. Розглянути обсяги експорту соняшникової олії за її видами.
2. Виконати проектування процесів вирощування насіння соняшнику.
3. Розглянути особливості конструкцій прикочувальних коліс та їх сфери застосування. Запропонувати до впровадження прикочувальне пальчикове колесо. Виконати інженерні розрахунки.
4. Розглянуто основні вимоги безпеки при виконанні робіт з сівалками.
5. Виконати економічне обґрунтування запропонованого удосконалення.

1. АНАЛІЗ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ ТА ОБСЯГИ ЙОГО ПЕРЕРОБКИ

1.1 Динаміка вирощування соняшнику в світі та Україні

Соняшник має важливе господарське значення, оскільки є основною олійною культурою для українського аграрного сектору, формує значну частину доходів рослинницької галузі та забезпечує сировину для переробної промисловості.

Спочатку розглянемо довгострокову динаміку вирощування соняшнику до початку повномасштабної війни росії проти України. Для оцінки тенденції вирощування соняшнику в світі потрібно розглянути динаміку посівних площ протягом значного терміну останніх 7...10 років. За досліджуваний період простежується загальна тенденція до збільшення масштабів вирощування соняшнику. Це проявляється у розширенні посівних площ, зростанні валових зборів та поступовому підвищенні урожайності. Водночас динаміка не була повністю рівномірною: окремі роки характеризувалися спадом або стабілізацією показників, що могло бути пов'язано з погодними умовами, кон'юктурою ринку, змінами у структурі сівозмін та рівнем технологічного забезпечення господарств.

Аналіз динаміки посівних площ показує (рис. 1.1), що соняшник поступово розширював своє значення у світовому землеробстві. У світі площа посівів збільшилася з 23,074 млн га у 2010 р. до 29,532 млн га у 2021 р., тобто приріст становив близько 28%. Найнижче значення припадало на початок досліджуваного періоду, а найбільше - на 2021 р. Це свідчить про стабільне зростання зацікавленості виробників у вирощуванні цієї культури, що можна пояснити попитом на рослинні олії, розвитком переробки та високою економічною привабливістю олійних культур.

У Європі збільшення посівних площ було ще більш помітним: з 14,302 млн га у 2010 р. до 21,293 млн га у 2021 р. Приріст становив близько 49%, тобто

майже половину початкового рівня. Це означає, що саме європейський регіон значною мірою визначав світову тенденцію розширення площ під соняшником. В окремі роки спостерігалися незначні коливання, однак загальний напрям залишався висхідним.

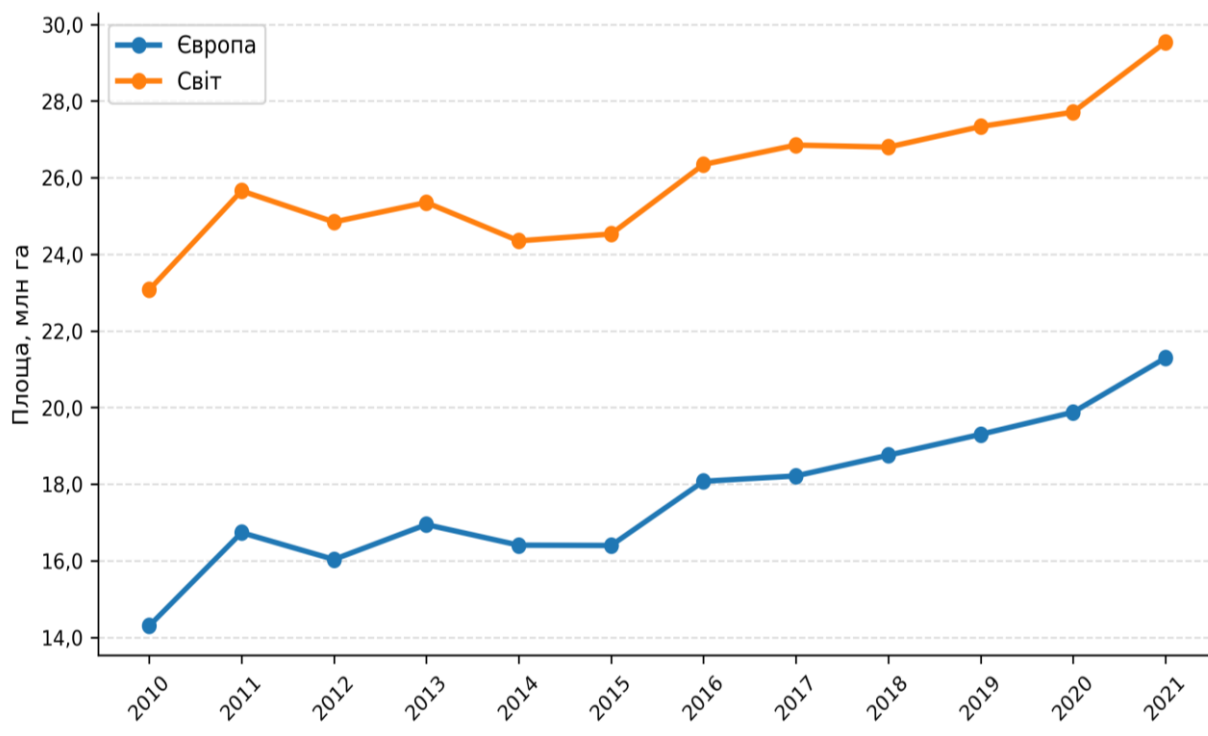


Рисунок 1.1 – Зміни посівних площ соняшнику в Європі та світі протягом 2010-2021 рр.

Джерело: побудовано автором за даними [1, 2]

В Україні площі під соняшником також мали виражену тенденцію до зростання. У 2010 р. вони становили 4,526 млн га, а у 2021 р. досягли 6,665 млн га. Отже, за одинадцять років площі збільшилися приблизно в 1,5 рази. Найбільш помітне розширення відбулося після 2015 р., коли площі стабільно перевищували 6 млн га. Це свідчить про те, що соняшник остаточно закріпився як одна з найбільш привабливих культур для українських сільськогосподарських підприємств.

Основними причинами розширення площ можна вважати високу рентабельність культури, стабільний попит на соняшникову олію, адаптованість соняшнику до умов недостатнього зволоження та можливість отримання

порівняно високого прибутку навіть за складних погодних умов. Проте така тенденція має і проблемну сторону. Надмірне насичення сівозмін сояшником може спричиняти накопичення збудників хвороб, погіршення фітосанітарного стану полів, виснаження вологи та зниження родючості ґрунту. Тому подальше збільшення виробництва бажано забезпечувати переважно за рахунок підвищення урожайності, а не простого розширення площ.

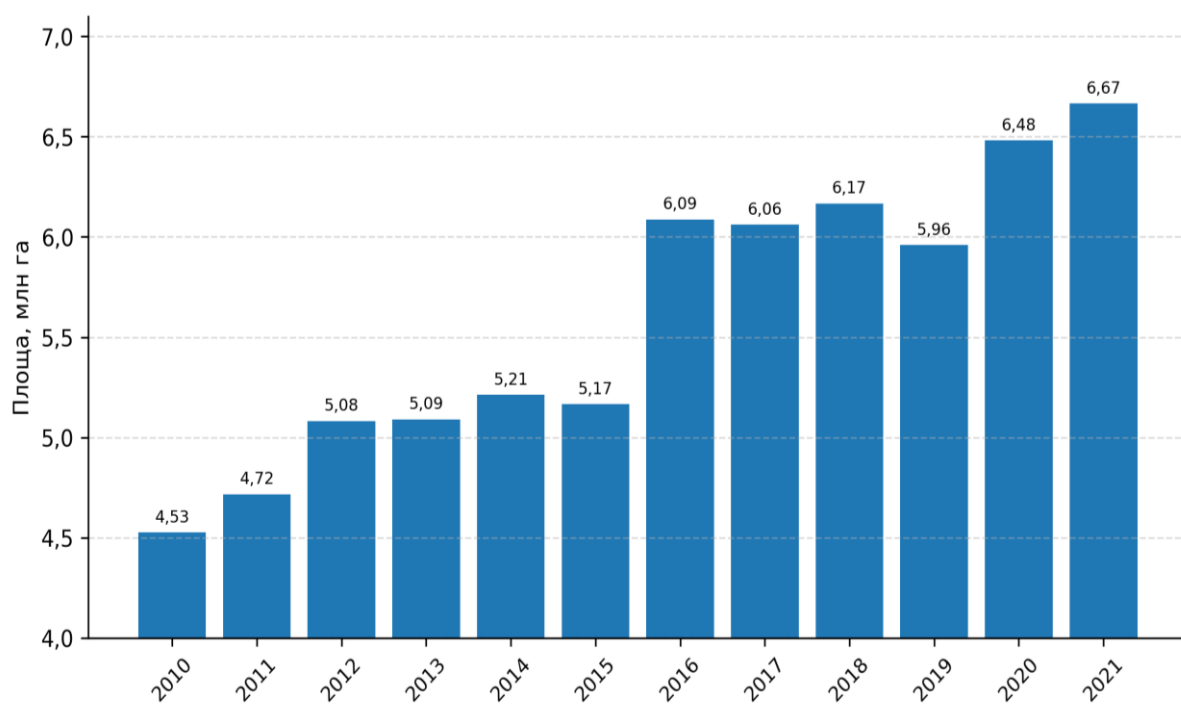


Рисунок 1.2 – Динаміка посівних площ сояшнику в Україні за 2010-2021 рр.

Джерело: побудовано автором за даними [1, 2]

Частка України у загальних площах посівів сояшнику є дуже високою. У структурі європейських площ вона протягом 2010–2021 рр. знаходилась орієнтовно від 28,2 до 33,7%. Іншими словами, приблизно третина всіх площ сояшнику в Європі припадала саме на Україну. Найвище значення було зафіксоване у 2016 р., коли частка України в європейських площах досягла 33,7%.

Окрему увагу необхідно приділити врожайності, оскільки саме вона найбільш повно відображає технологічний рівень виробництва та ефективність використання посівних площ. За наведеними даними, Україна у більшості років мала вищу врожайність порівняно із середньосвітовим і середньоєвропейським

рівнями. Середня урожайність в Україні за 2010...2021 рр. становила близько 2,07 т/га, тоді як у Європі та світі вона була нижчою.

Найвищий результат в Україні було отримано у 2019 р. – близько 2,56 т/га. Це можна пов'язати з поєднанням сприятливих погодних умов і поступовим удосконаленням технологій вирощування. Важливу роль відіграли використання сучасних гібридів, покращення системи удобрення, застосування засобів захисту рослин, мікродобрих, регуляторів росту та точніший підхід до строків сівби і густоти стояння рослин. Разом із тим коливання врожайності між роками показує, що соняшник залишається чутливим до дефіциту вологи, високих температур і загального рівня агротехніки.

Валовий збір насіння соняшнику зростає швидше, ніж посівні площі, що свідчить про одночасний вплив двох чинників: розширення площ і підвищення врожайності. У світі виробництво збільшилося з 31,457 млн т у 2010 р. до 58,186 млн т у 2021 р., тобто приблизно у 1,8 рази. У Європі приріст був ще суттєвішим: з 19,922 до 44,022 млн т, або у 2,2 рази. Це підтверджує, що Європа є головним регіоном формування світового виробництва насіння соняшнику.

В Україні валовий збір зріс із 6,772 млн т у 2010 р. до 16,392 млн т у 2021 р. (рис. 1.3). Таким чином, обсяги виробництва збільшилися більш ніж удвічі. Високі темпи зростання свідчать про посилення спеціалізації України на виробництві олійних культур і зміцнення її позицій як одного з провідних постачальників сировини для олійно-жирової промисловості. Особливо важливо, що зростання виробництва відбулося не лише за рахунок збільшення площ, а й завдяки підвищенню продуктивності посівів.

За обсягами виробництва Україна займає ще вагоміші позиції, ніж за посівними площами. У середньому за 2010...2021 рр. частка України у світовому виробництві становила близько 25,5%, а у європейському – близько 35,9%. Це означає, що Україна забезпечувала понад чверть світового та більше третини європейського виробництва насіння соняшнику. Така різниця між часткою у площах і часткою у виробництві пояснюється порівняно високою урожайністю культури в Україні.

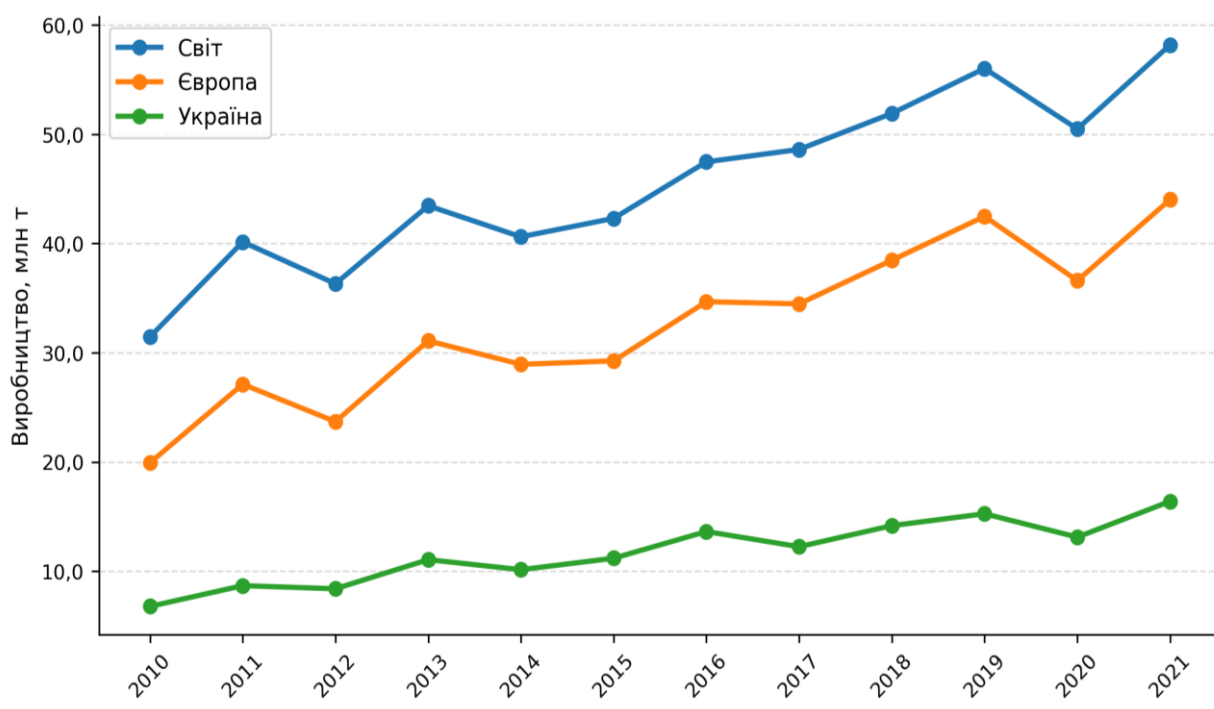


Рисунок 1.3 – Динаміка виробництва насіння соняшнику в Україні, Європі та світі за 2010-2021 рр.

Джерело: побудовано автором за даними [1, 2]

Висока частка України у виробництві створює значні можливості для розвитку експорту, переробки та виробництва продуктів із доданою вартістю. Водночас вона робить галузь залежною від стабільності внутрішніх технологічних процесів, стану ґрунтів, логістики, погодних умов і ринкової кон'юнктури. Тому важливим завданням є не тільки збереження високих обсягів виробництва, а й підвищення його стійкості та екологічної збалансованості.

Отримані результати свідчать, що протягом 2010...2021 рр. виробництво соняшнику в Україні, Європі та світі розвивалося переважно за висхідною траєкторією. Для України ця культура має особливо важливе значення, оскільки поєднує високу економічну ефективність, стабільний попит на ринку та значний експортний потенціал. Зростання площ і валового виробництва підтверджує, що соняшник залишається однією з базових культур у структурі українського рослинництва.

Для України ця культура має особливо важливе значення, оскільки поєднує високу економічну ефективність, стабільний попит на ринку та значний

експортний потенціал. Зростання площ і валового виробництва підтверджує, що соняшник залишається однією з базових культур у структурі українського рослинництва.

Для оцінки сучасного стану вирощування соняшнику необхідно проаналізувати останні роки щодо виробництва цієї культури в Україні. При цьому, потрібно враховувати, що на ці показники суттєво вплинула війна.

1.2 Обсяги вирощування та врожайність соняшнику в Україні за 2022-2025 рр.

Соняшник є однією з найважливіших технічних культур України, оскільки він формує значну частину сировинної бази для олійно-жирової промисловості та має стабільний попит як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. У 2022...2025 рр. обсяги його вирощування змінювалися нерівномірно (рис. 1.4).

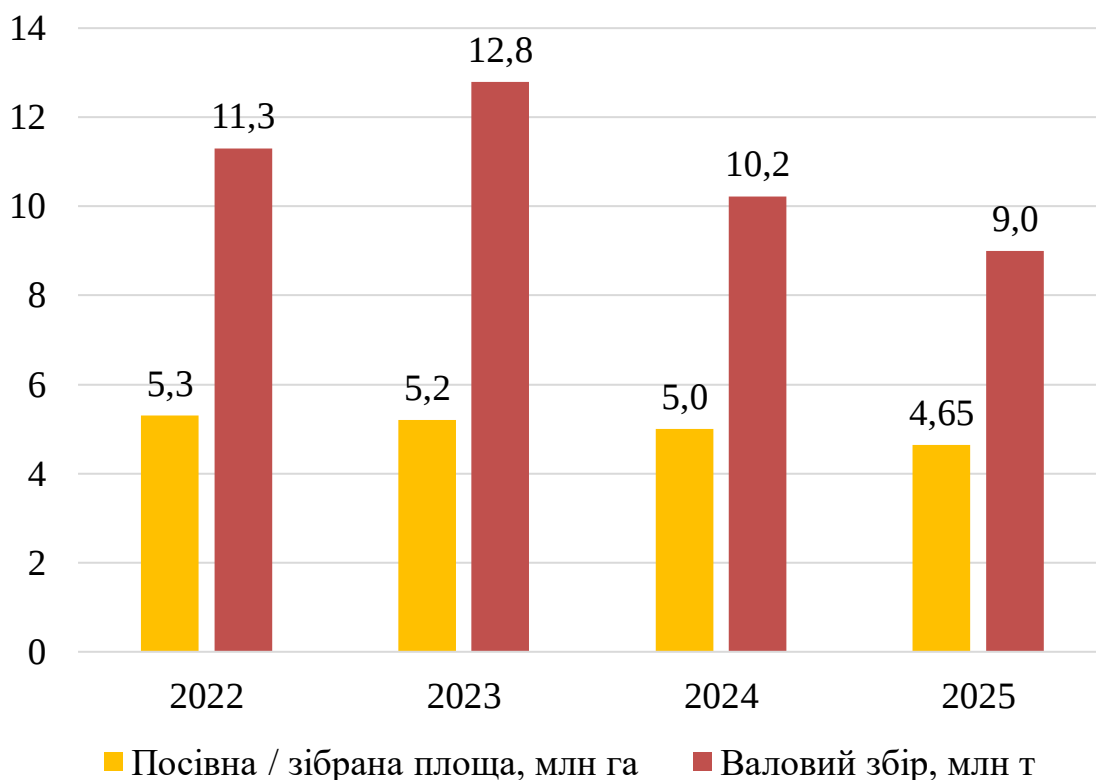


Рисунок 1.4 – Посівні площі та валовий збір соняшнику в Україні за 2022...2025 рр.

Джерело: побудовано автором за даними [3-5]

На динаміку показників впливали воєнні дії, скорочення доступних для обробітку земель, зміна структури посівів, проблеми з ресурсним забезпеченням, логістичні обмеження та погодні умови. Особливо помітним чинником у 2024–2025 рр. стала посуха, яка негативно вплинула на врожайність у частині основних регіонів вирощування культури.

За наведеними даними очевидно (рис. 1.4), що площа вирощування соняшнику в Україні протягом 2022...2025 рр. мала тенденцію до поступового зменшення [3-8]. У 2022 р. вона становила близько 5,30 млн га, у 2023 р. скоротилася до 5,20 млн га, у 2024 р. – до 5,00 млн га, а у 2025 р. орієнтовно становила 4,65 млн га. Загальне скорочення за аналізований період дорівнює приблизно 0,65 млн га, або близько 12,3 % від рівня 2022 р. Таке зменшення не можна пояснювати лише агротехнічними причинами, оскільки воно значною мірою пов'язане із загальними умовами ведення сільського господарства в період війни, обмеженим доступом до частини земель, зростанням виробничих ризиків і необхідністю господарств обережніше планувати структуру посівів.

Найменше скорочення площі спостерігалось між 2022 і 2023 рр., коли показник зменшився лише на 0,10 млн га. Це свідчить про те, що соняшник залишався однією з пріоритетних культур для аграріїв навіть за складних умов. Однак у 2024...2025 рр. темпи зменшення стали помітнішими. Особливо відчутним було скорочення у 2025 р., коли площа порівняно з 2024 р. знизилася приблизно на 0,35 млн га. Це може бути наслідком перегляду структури посівів, недостатнього волого забезпечення, економічної невизначеності та прагнення господарств зменшити ризики втрати врожаю.

Динаміка валового збору соняшнику була більш мінливою, ніж зміна площ. У 2022 р. валовий збір становив 11,30 млн т, а у 2023 р. зріс до 12,80 млн т. Таким чином, у 2023 р. відбулося часткове відновлення виробництва, що було пов'язано не зі збільшенням площ, а передусім із вищою середньою урожайністю. Проте вже у 2024 р. валовий збір зменшився до 10,22 млн т, а у 2025 р. – орієнтовно до 9,00 млн т. Порівняно з 2023 р. падіння виробництва у 2025 р. становило близько 3,80 млн т, або майже 29,7 %. Це свідчить про значну

залежність культури не тільки від площі посіву, а й від погодних умов та рівня урожайності.

Гістограма валового збору показує (рис. 1.4), що 2023 р. був найкращим серед аналізованих років. Незважаючи на дещо меншу площу порівняно з 2022 р., обсяг виробництва зріс на 1,50 млн т. Це підтверджує, що для соняшнику вирішальне значення має не лише розмір посівної площі, а й ефективність технології вирощування, забезпечення рослин вологою, якість насіння, строки сівби, система живлення та захисту. У 2024–2025 рр. ситуація змінилася у гірший бік: навіть за збереження відносно значних площ урожайність знизилася, що одразу позначилося на валовому зборі.

Середня урожайність соняшнику у 2022 р. становила 2,16 т/га, а у 2023 р. зросла до 2,45 т/га (рис. 1.5). Це був найвищий показник за аналізований період. Надалі спостерігалось поступове зниження: у 2024 р. урожайність становила 2,10 т/га, а у 2025 р. – орієнтовно 1,94 т/га. Порівняно з 2023 р. зниження у 2025 р. дорівнює 0,51 т/га, або близько 20,8 %. Така різниця є суттєвою, оскільки навіть невелике зменшення урожайності на великих площах призводить до значного недобору валової продукції.

Зниження урожайності у 2024...2025 рр. можна пов'язати з погіршенням умов волого забезпечення, високими температурами в критичні періоди розвитку рослин, а також із виробничими труднощами, які виникали в аграріїв у воєнний період. Для соняшнику особливо важливими є умови під час формування кошика, цвітіння та наливу насіння. Якщо в цей період спостерігається нестача вологи, рослини гірше реалізують свій продуктивний потенціал, а це призводить до зменшення маси насіння і загального збору врожаю.

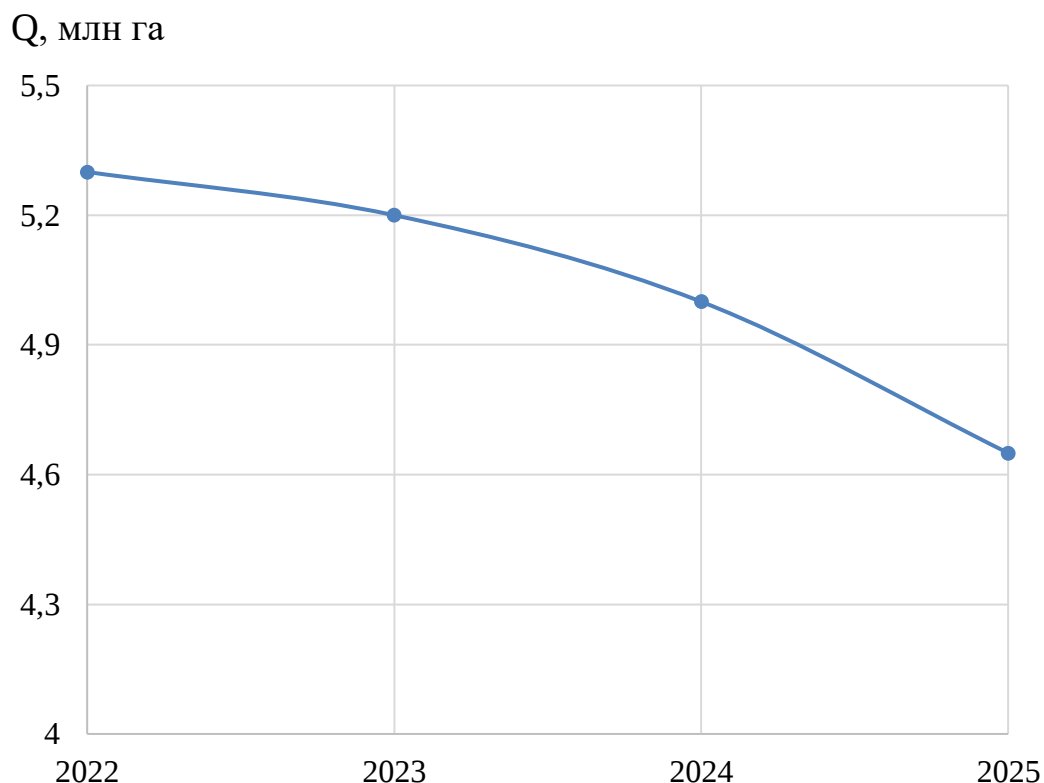


Рисунок 1.5 – Середня урожайність соняшнику в Україні у 2022–2025 рр.

Джерело: побудовано автором за даними [3-5]

Отже, у 2022–2025 рр. вирощування соняшнику в Україні характеризувалося нестабільною динамікою. Площа під культурою поступово скорочувалася, але найбільший вплив на валовий збір мала саме урожайність. Найкращим роком за результатами аналізу був 2023 р., коли за відносно стабільної площі було отримано найвищий валовий збір і найбільшу середню урожайність. У 2024–2025 рр. показники помітно знизилися, що свідчить про посилення впливу погодних ризиків і складних виробничих умов. Для стабілізації виробництва соняшнику в подальші роки важливим є дотримання сівозміни, використання посухостійких гібридів, застосування волого ощадних технологій обробітку ґрунту, оптимізація строків сівби, раціональне внесення добрив і впровадження елементів точного землеробства.

1.3 Обсяги вирощування олійних культур в Україні та місце соняшника в цій структурі

У структурі основних олійних культур України найбільше значення має соняшник, однак за останні роки помітно посилилася роль сої та ріпаку [3, 9-10]. У 2022/23 маркетинговому році виробництво соняшнику становило 11,7 млн т, сої - 3,75 млн т, ріпаку - 3,55 млн т. У 2023/24 році виробництво соняшнику зросло до 11,98 млн т, а сої та ріпаку - відповідно до 4,779 і 4,005 млн т. У 2024/25 році соняшник дещо знизився до 11,5 млн т, але соя продовжила зростання до 5,1 млн т, тоді як ріпак залишився майже на рівні попереднього року - 4,0 млн т (рис. 1.6).

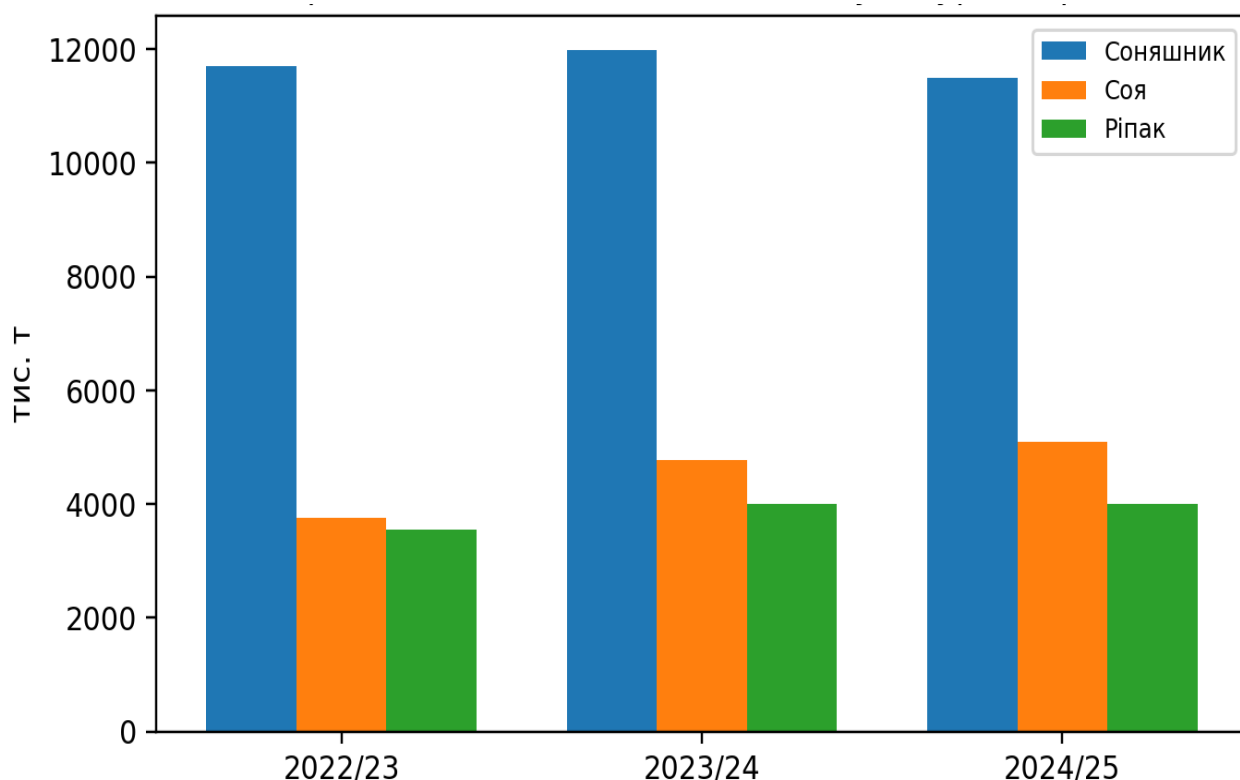


Рисунок 1.6 – Порівняння виробництва соняшнику, сої та ріпаку в Україні

Джерело: побудовано автором за даними [3, 9-10]

З рисунка 1.6 видно, що соняшник залишається домінуючою олійною культурою, проте розрив між ним і соєю поступово скорочується. Соя демонструє найбільш помітну позитивну динаміку: з 3,75 млн т у 2022/23 році до

5,1 млн т у 2024/25 році. Ріпак після зростання у 2023/24 році стабілізувався біля рівня 4,0 млн т. Така структура показує, що український олійний сектор поступово стає більш диверсифікованим.

Дані по соняшнику свідчать про поступове скорочення посівних і зібраних площ: з 5,358 млн га посіяних у 2022/23 році до 4,959 млн га у 2024/25 році. При цьому виробництво залишається близьким до 11,5-12,0 млн т. Це означає, що головним чинником підтримання валового збору є не збільшення площ, а збереження продуктивності посівів.

Соняшникова олія є одним із головних продуктів переробки соняшнику та важливою складовою аграрного експорту України. За наведеною інформацією (табл. 1.1), виробництво у 2020/21 році становило 6,88 млн т, у 2021/22 році - 6,742 млн т, у 2022/23 році - 6,107 млн т [3, 9-12]. У наступні роки показник помітно знизився: до 4,988 млн т у 2023/24 році та 4,859 млн т у 2024/25 році. Це зниження пов'язане з воєнними ризиками, логістичними обмеженнями, змінами у маршрутах експорту та загальним ускладненням роботи переробної галузі.

Експорт соняшникової олії змінювався майже синхронно з виробництвом: 6,4 млн т у 2020/21 році, 6,14 млн т у 2021/22 році, 5,75 млн т у 2022/23 році, 4,47 млн т у 2023/24 році та 4,35 млн т у 2024/25 році. Частка експорту у виробництві в усі роки залишалася дуже високою - від 89,5 до 94,2 %. Це підтверджує, що українська галузь соняшникової олії має переважно експортну орієнтацію.

Таблиця 1.1 – Виробництво, експорт і внутрішнє споживання соняшникової олії в Україні

Маркетинговий рік	Виробництво, тис. т	Експорт, тис. т	Внутрішнє споживання, тис. т	Експорт / виробництво, %
2020/21	6880	6400	570	93
2021/22	6742	6140	570	91.1
2022/23	6107	5750	365	94.2
2023/24	4988	4470	477	89.6
2024/25	4859	4350	491	89.5

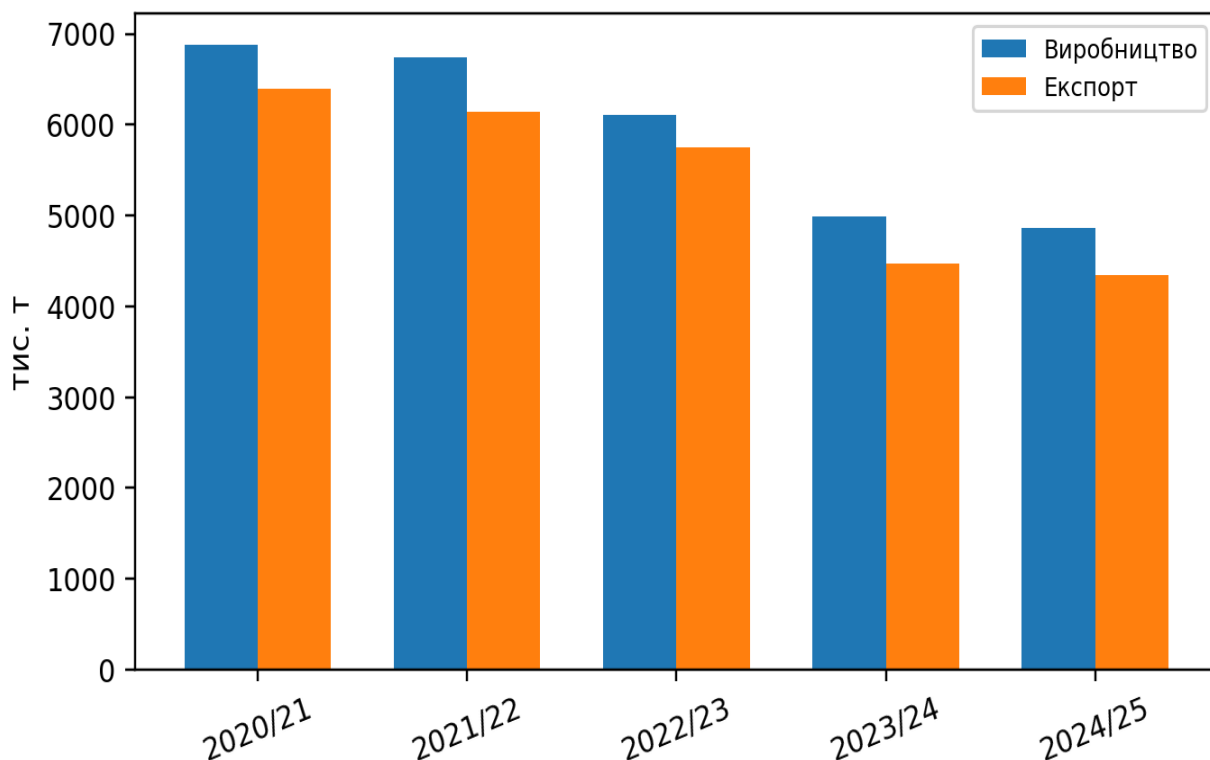


Рисунок 1.7 – Виробництво та експорт соняшникової олії в Україні
Джерело: побудовано автором за даними [3, 11-12]

Графік показує (рис. 1.7), що найбільш високі обсяги виробництва та експорту припадали на 2020/21-2021/22 роки. Після цього відбулося поступове зниження, але навіть у 2023/24-2024/25 роках експорт залишився на рівні понад 4,3 млн т. Це свідчить про збереження значних переробних і торговельних можливостей України, хоча їх реалізація залежить від безпеки, портової логістики, доступності сировини та кон'юнктури світового ринку.

Для окремого аналізу експорту використано митну статистику за календарними роками за кодами що охоплює сиру соняшкову олію, та рафіновану олію та інші фракції. Цей ряд відрізняється від балансових даних USDA за маркетинговими роками, тому його слід використовувати саме для аналізу митного експорту, валютної виручки та середньої експортної ціни.

Таблиця 1.2 – Фізичні обсяги митного експорту соняшникової олії України

Календарний рік	Сира олія HS151211, т	Рафінована/інші фракції HS151219, т	Разом, т
2020	6 205 790	654035	6 859 825
2021	н/д	502646	н/д
2022	5 228 736	506711	5 735 447
2023	5 183 030	557719	5 740 749
2024	5 368 950	639544	6 008 494

Е, млн. т

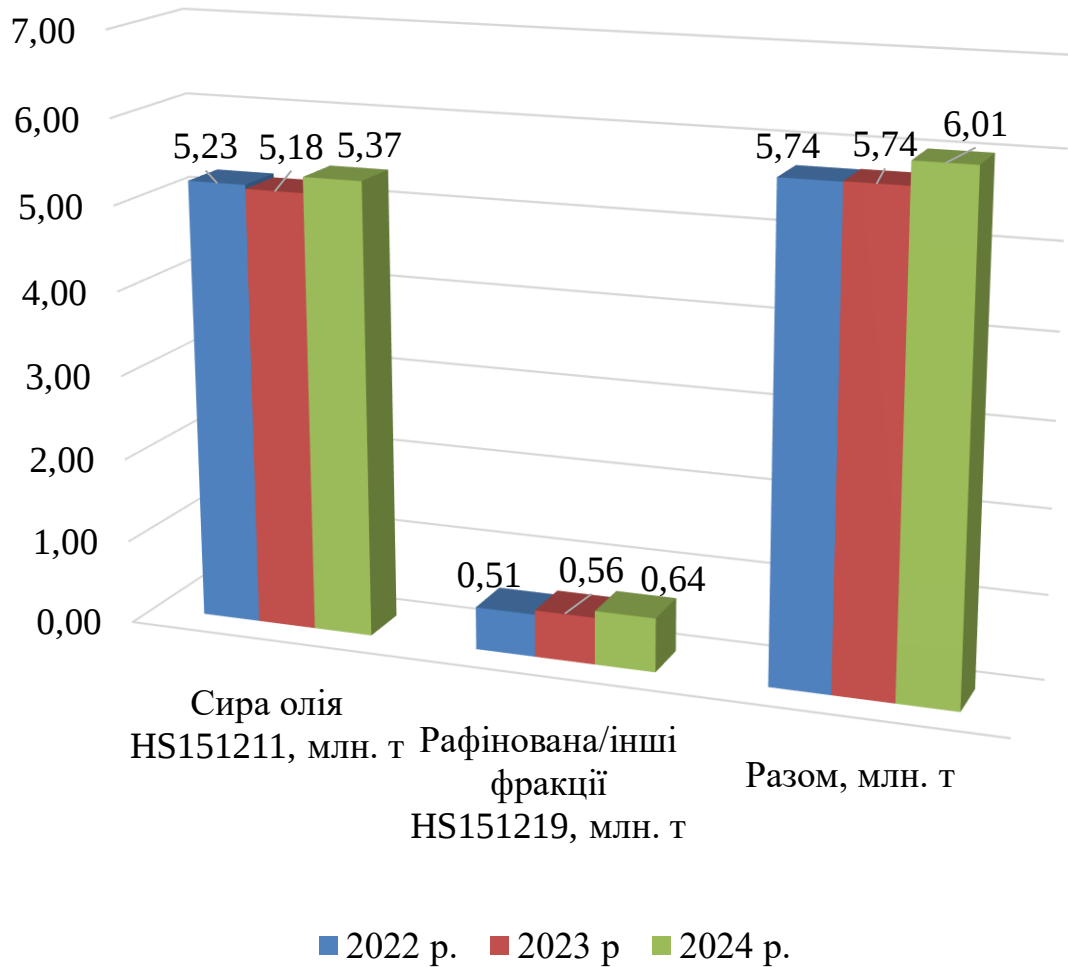


Рисунок 1.8 – Структура фізичного експорту соняшникової олії за HS-кодами

Джерело: побудовано автором за даними [3, 9-10]

У структурі експорту переважає сира соняшникова олія (табл. 1.3). У 2020 році її було експортовано 6,206 млн т, у 2022 році - 5,229 млн т, у 2023 році - 5,183 млн т, у 2024 році - 5,369 млн т. Обсяги рафінованої олії та інших фракцій значно менші: у доступних роках вони коливаються в межах приблизно 0,50-0,65 млн т. Це означає, що експортна модель України орієнтована переважно на масові поставки сирої олії.

Таблиця 1.3 – Вартість митного експорту та середня експортна ціна соняшникової олії

Календарний рік	Сира олія HS151211, млн \$	Рафінована/інші фракції HS151219, млн \$	Разом, млн \$	Середня вартість, \$/т
2020	4 703.255	616.62	5 319.878	775.5
2021	н/д	724.69	н/д	н/д
2022	7 636.064	834.25	8 470.311	1 476.8
2023	4 363.651	643.26	5 006.916	872.2
2024	4 404.019	717.59	5 121.605	852.4

Найбільш показовим є 2022 рік. У фізичному вимірі експорт був нижчим, ніж у 2020 та 2024 роках, але валютна виручка досягла 8,470 млрд дол. США (рис. 1.9). Середня експортна вартість становила близько 1476,8 дол./т, тоді як у 2020 році вона була 775,5 дол./т, а у 2024 році - 852,4 дол./т. Отже, фінансовий результат 2022 року пояснюється не стільки більшим тоннажем, скільки різким підвищенням ціни на світовому ринку та логістичними змінами.

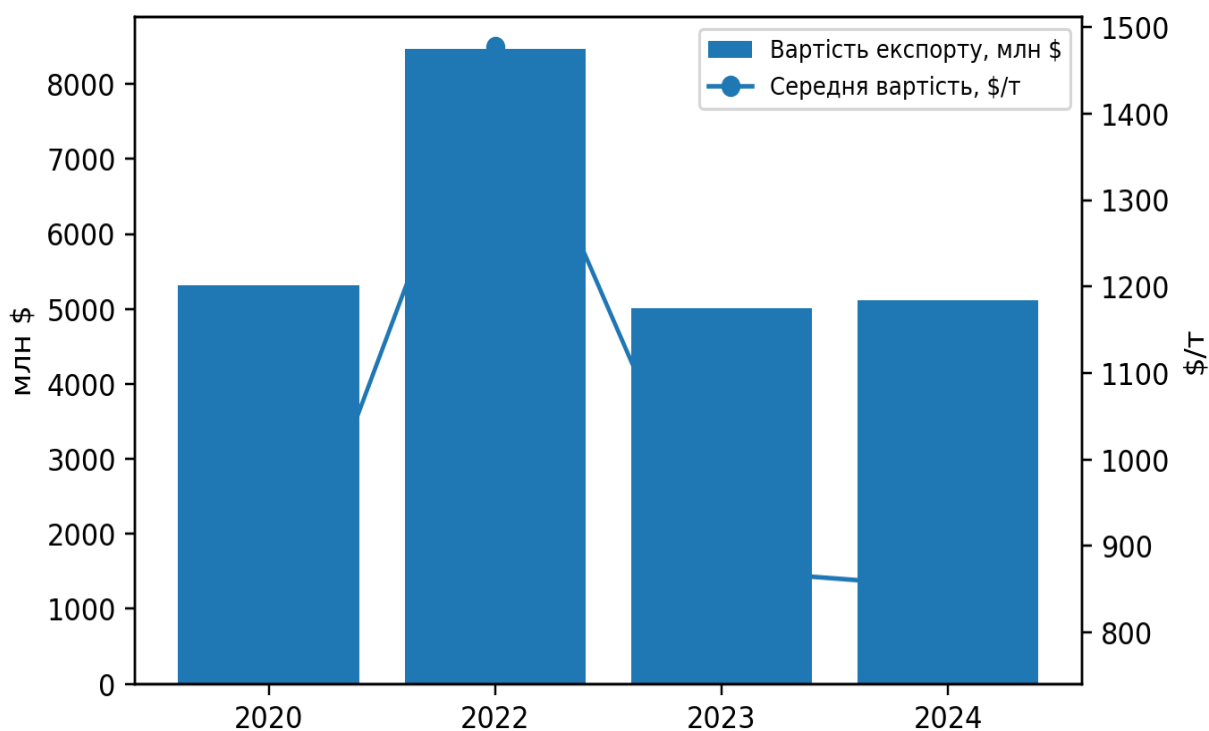


Рисунок 1.9 – Вартість експорту соняшникової олії та середня ціна

Джерело: побудовано автором за даними [3, 9-10]

Загалом наведені дані підтверджують, що Україна залишається одним із головних світових виробників соняшнику та провідним експортером соняшникової олії. За останні роки площі під соняшником не демонструють стійкого розширення, тому підтримання валового збору значною мірою залежить від урожайності, технологічного рівня виробництва та стабільності логістики. У структурі олійних культур соняшник зберігає перше місце, але роль сої та ріпаку поступово зростає, що робить сектор більш різноманітним.

Виробництво соняшникової олії після 2021/22 маркетингового року скоротилося, проте експортна орієнтація галузі збереглися. Частка експорту у виробництві залишається близькою до 90 % і вище. Митні дані показують, що основну частину експорту становить сира соняшникова олія, а фінансова виручка залежить не лише від обсягу поставок, а й від середньої експортної ціни. Саме тому для аналізу ринку важливо одночасно розглядати виробництво, фізичний експорт, валютну виручку та середню ціну.

1.4 Обґрунтування теми дипломного проєкту

Процес сівби соняшнику є однією з найважливіших операцій у всій технології його вирощування, оскільки саме під час сівби закладаються основні умови для майбутнього росту рослин і формування врожаю. Навіть якщо надалі будуть правильно виконані догляд за посівами, захист від бур'янів, хвороб і шкідників, помилки, допущені під час сівби, повністю виправити вже дуже складно. Тому, якість сівби безпосередньо впливає на густоту стояння рослин, дружність сходів, рівномірність розвитку та кінцеву продуктивність культури.

Соняшник дуже чутливо реагує на глибину загортання насіння. Якщо насіння висіане надто мілко, воно може потрапити в пересушений шар ґрунту, через що сходи з'являються із запізненням або частина насіння взагалі не проростає. Якщо ж насіння загорнуте надто глибоко, проростку потрібно витратити більше енергії, щоб вийти на поверхню. У такому разі сходи можуть бути ослабленими, нерівномірними і менш стійкими до несприятливих умов. Тому дотримання правильної глибини сівби є однією з головних умов отримання рівномірних сходів соняшнику.

Важливе значення має і рівномірність розміщення насіння в рядку. Соняшник формує потужну кореневу систему, велику листову поверхню і кошик, тому кожна рослина потребує достатньої площі живлення. Якщо насіння розміщене нерівномірно, в одних місцях утворюються загушення, а в інших – пропуски. У загущених ділянках рослини починають конкурувати між собою за вологу, світло і поживні речовини, через що вони можуть формувати менші кошики та нижчу масу насіння. У місцях із пропусками площа поля використовується не повністю, що також знижує загальний урожай.

Сівба також визначає дружність появи сходів. Для соняшнику важливо, щоб більшість рослин зійшла приблизно одночасно. Якщо частина рослин з'являється раніше, а частина – пізніше, посів стає нерівномірним. Раніше сформовані рослини швидше розвиваються і пригнічують ті, що відстали. У результаті на полі з'являються рослини різної висоти та сили розвитку, що

ускладнює догляд за посівами і може негативно впливати на формування врожаю.

Не менш важливим є контакт насіння з ґрунтом. Після висіву насіння повинно добре прилягати до вологого шару ґрунту, щоб швидко набухнути і почати проростання. Якщо ґрунт навколо насінини занадто пухкий або погано прикочений, волога надходить нерівномірно. Через це сходи можуть бути зрідженими або розтягнутими в часі. Саме тому під час сівби важлива не тільки робота висівного апарата, а й якість формування борозни, загортання насіння та прикочування рядка.

Строки сівби також мають великий вплив на майбутню врожайність. Якщо посіяти соняшник занадто рано, коли ґрунт ще недостатньо прогрітий, насіння може довше проростати, а сходи будуть слабшими. Якщо ж сівбу затягнути, верхній шар ґрунту може втратити вологу, що погіршить умови проростання. Крім того, пізні посіви можуть потрапляти під дію високих температур і нестачі вологи в критичні фази розвитку. Тому правильний вибір строків сівби допомагає рослинам краще використати весняну вологу і сформувати сильний початковий розвиток.

Отже, сівба соняшнику є не просто початковою технологічною операцією, а важливим етапом, від якого значною мірою залежить уся подальша продуктивність культури. Саме під час сівби формується густота стояння рослин, рівномірність їх розміщення, глибина загортання насіння, контакт із ґрунтом і дружність сходів. Якщо сівба виконана якісно, рослини розвиваються рівномірно, краще використовують вологу, поживні речовини та сонячне світло. У підсумку це створює кращі умови для формування повноцінних кошиків і отримання вищого врожаю соняшнику.

Механізм прикочування зони рядка сівалки відіграє важливу роль у якійсій сівбі соняшнику, тому що саме він завершує процес загортання насіння в ґрунт. Після того як сошник зробив борозну і поклав насіння на потрібну глибину, прикочувальне колесо ущільнює ґрунт у зоні рядка. Завдяки цьому насіння

краще контактує з вологим шаром ґрунту, швидше набухає і рівномірно проростає.

Для соняшнику це особливо важливо, оскільки його насіння потребує доброго контакту з ґрунтом і достатньої кількості вологи. Якщо після сівби ґрунт навколо насінини залишається занадто пухким, між насінням і ґрунтом можуть утворюватися порожнини з повітрям. Через це волога надходить до насіння гірше, проростання затримується, а сходи з'являються нерівномірно. Прикочувальне колесо частково усуває цю проблему, бо притискає ґрунт до насіння і створює кращі умови для його проростання.

Особливо велике значення прикочування має тоді, коли під час сівби в ґрунті не вистачає вологи. Навесні верхній шар ґрунту часто швидко пересихає, тому навіть невелике порушення контакту насіння з ґрунтом може негативно вплинути на появу сходів. Якщо рядок після сівби добре прикочений, у зоні насіння краще зберігається волога, а проростання проходить більш рівномірно. У результаті сходи соняшнику з'являються дружніше і майже одночасно.

Дружні сходи мають велике значення для подальшого розвитку рослин. Якщо одні рослини зійшли раніше, а інші пізніше, між ними виникає конкуренція за світло, воду та поживні речовини. Сильніші рослини починають пригнічувати слабші, через що посів стає нерівномірним. Такі рослини можуть відставати в рості, формувати менший кошик і давати нижчу продуктивність. Тому якісне прикочування допомагає отримати більш вирівняний посів соняшнику.

Також механізм прикочування впливає на стабільність глибини загортання насіння. У сучасних сівалках колеса прикочування працюють разом з іншими елементами секції та допомагають їй краще повторювати поверхню поля. Це зменшує коливання робочих органів і сприяє тому, щоб насіння вкладалося на однакову глибину. Для соняшнику це важливо, бо надто мілке загортання може призвести до пересихання насіння, а надто глибоке – до повільнішої появи сходів.

Разом з тим прикочування повинно бути правильно відрегульованим. Якщо тиск колеса занадто великий, ґрунт може переущільнюватися, особливо на

важких або вологих ґрунтах. Це може погіршити доступ повітря до насіння і сприяти утворенню ґрунтової кірки після дощу. Якщо ж тиск занадто малий, ґрунт не буде достатньо притиснутий до насіння, і потрібного ефекту не буде. Тому під час налаштування сівалки треба враховувати вологість ґрунту, його стан після передпосівного обробітку та рекомендовану глибину сівби.

Отже, механізм прикочування є важливою частиною сівалки, яка безпосередньо впливає на якість сівби соняшнику. Він допомагає краще закрити борозну, ущільнити ґрунт біля насіння, зберегти вологу та забезпечити рівномірну глибину загортання. Завдяки цьому підвищується польова схожість, сходи з'являються дружніше, а посів стає більш вирівняним. У підсумку це створює кращі умови для росту рослин і формування майбутнього врожаю соняшнику.

Тому, метою дипломного проєкту є удосконалення конструкції механізму прикочування сівалки для забезпечення його високої якості для всіх умов експлуатації.

В дипломному проєкті необхідно виконати такі завдання:

1. Проаналізувати динаміку вирощування соняшнику в світі, Європі та Україні. Розглянути обсяги експорту соняшникової олії за її видами.
2. Виконати проектування процесів вирощування насіння соняшнику.
3. Розглянути особливості конструкцій прикочувальних коліс та їх сфери застосування. Запропонувати до впровадження прикочувальне пальчикове колесо. Виконати інженерні розрахунки.
4. Розглянуто основні вимоги безпеки при виконанні робіт з сівалками.
5. Виконати економічне обґрунтування запропонованого удосконалення.

2. ПЛАНУВАННЯ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

2.1 Огляд технологій вирощування соняшнику, які використовують в Україні

В Україні соняшник вирощують за різними технологіями, які відрізняються насамперед системою обробітку ґрунту, кількістю проходів техніки, способом збереження вологи, рівнем витрат пального та вимогами до технічного забезпечення господарства. Найпоширенішими є класична технологія з оранкою, мінімальна технологія, no-till та strip-till. Вибір конкретної технології залежить від ґрунтово-кліматичних умов, наявності вологи, забур'яненості поля, кількості пожнивних решток, технічного оснащення господарства та запланованого рівня врожайності.

Соняшник має потужну кореневу систему, тому добре реагує на відсутність ущільнених шарів у ґрунті та на достатній запас вологи. Водночас культура досить чутлива до якості сівби, рівномірності глибини загортання насіння та конкуренції з бур'янами на початкових фазах росту. Тому будь-яка технологія вирощування повинна забезпечити три головні умови: збереження вологи, створення якісного насінневого ложа і можливість нормального розвитку кореневої системи. Розглянемо коротко основні особливості технологій, які розповсюджені в Україні.

Класична технологія передбачає повний або майже повний обробіток ґрунту з використанням оранки як основної операції. Така система довгий час була найбільш поширеною в Україні, особливо в господарствах, які працюють за традиційною схемою вирощування просапних культур. Її основна мета полягає в тому, щоб розпушити орний шар, заробити рослинні рештки, зменшити забур'яненість і створити рівне поле для весняної сівби.

Після збирання попередника за класичною технологією зазвичай проводять лущення стерні. Ця операція потрібна для подрібнення та часткового перемішування рослинних решток із ґрунтом, провокації проростання бур'янів і

падалиці, а також для зменшення втрат вологи. Після цього виконують основний обробіток – оранку на глибину приблизно 25–30 см, залежно від типу ґрунту, попередника і стану поля. Навесні проводять закриття вологи, вирівнювання поверхні та передпосівну культивуацію на глибину загортання насіння.

Перевагою класичної технології є те, що вона дозволяє якісно підготувати поле до сівби. Оранка добре заробляє пожнивні рештки, зменшує кількість бур'янів, частково знищує шкідників і створює розпушений шар для розвитку коренів. Така технологія особливо ефективна на полях із високою забур'яненістю, значною кількістю решток або після попередників, які залишають багато грубої біомаси.

Однак класична технологія має і суттєві недоліки. Вона потребує великих витрат пального, часу і трудових ресурсів, оскільки передбачає багато проходів техніки. Крім того, інтенсивний обробіток може призводити до втрати вологи, руйнування структури ґрунту та посилення ерозійних процесів. У посушливих районах Степу це є особливо важливим недоліком, тому що кожен зайвий прохід агрегату може додатково висувувати верхній шар ґрунту.

Для соняшнику класична технологія є доцільною тоді, коли поле потребує глибокого розпушування, має значну забур'яненість або ущільнення. Вона також зручна для господарств, які не мають спеціалізованих сівалок для no-till чи strip-till. Проте в умовах дефіциту вологи її потрібно застосовувати обережно, намагаючись зменшити кількість весняних обробітків і не пересувувати посівний шар.

Мінімальна технологія передбачає скорочення кількості обробітків ґрунту та зменшення глибини механічного впливу. Її головна ідея полягає в тому, щоб виконати лише ті операції, які справді необхідні для підготовки поля до сівби, зберегти більше вологи та зменшити витрати пального. У сучасних умовах України така технологія набуває значного поширення, особливо в регіонах, де спостерігається нестача опадів і зростає вартість енергоресурсів.

Після збирання попередника при мінімальній технології зазвичай проводять поверхневий або середній обробіток дисковими боронами,

культиваторами, глибокорозпушувачами без обороту пласта або комбінованими агрегатами. На відміну від класичної системи, ґрунт не перевертають повністю, а лише розпушують і частково перемішують із рослинними рештками. Весняний обробіток також зводять до мінімуму, щоб не втратити вологу з посівного шару.

Перевага мінімальної технології полягає в тому, що вона дозволяє зменшити витрати пального, знизити навантаження на техніку і зберегти більше вологи в ґрунті. Частина рослинних решток залишається на поверхні, тому ґрунт менше перегрівається і повільніше пересихає. Також зменшується ризик вітрової та водної ерозії. У міжнародній практиці скорочення інтенсивності обробітку ґрунту розглядається як один із важливих елементів ґрунтозахисного землеробства, оскільки рослинні рештки на поверхні допомагають зберігати структуру ґрунту та вологу.

Недоліком мінімальної технології є те, що вона потребує кращого контролю бур'янів. Якщо поле має високу забур'яненість, а механічний обробіток зменшується, зростає роль гербіцидного захисту. Крім того, при тривалому поверхневому обробітку може формуватися ущільнений шар на певній глибині, який обмежує розвиток кореневої системи соняшнику. Тому навіть у мінімальній технології іноді потрібне періодичне глибоке розпушування без обороту пласта.

Для соняшнику мінімальна технологія є досить перспективною, особливо в умовах недостатнього зволоження. Вона дає змогу краще зберегти вологу, зменшити витрати та швидше підготувати поле до сівби. Водночас її ефективність залежить від якості сівалки, рівномірного розподілу рослинних решток, правильної системи гербіцидного захисту та відсутності надмірного ущільнення ґрунту.

Технологія No-till – це технологія вирощування культур без механічного обробітку ґрунту. За цієї системи ґрунт не орють, не дискують і не культивують, а насіння висівають безпосередньо в необроблений ґрунт через шар рослинних решток. Основна мета no-till полягає у збереженні ґрунтової вологи, захисті

грунту від ерозії, накопиченні органічної речовини та зменшенні витрат на обробіток.

У технології no-till дуже важливу роль відіграють рослинні рештки на поверхні поля. Вони захищають ґрунт від перегрівання, зменшують випаровування вологи, перешкоджають утворенню кірки та знижують ерозійні процеси. Для соняшнику це може бути корисним у посушливих регіонах, де основним обмежувальним фактором є волога. Водночас соняшник за no-till потребує високої точності сівби, адже насіння має бути покладене на стабільну глибину і мати добрий контакт із ґрунтом.

Послідовність робіт за no-till значно відрізняється від класичної технології. Після збирання попередника поле не обробляють механічно. Основну увагу приділяють рівномірному розподілу пожнивних решток, контролю бур'янів і підготовці сівалки. Перед сівбою за потреби застосовують гербіциди суцільної дії для знищення бур'янів. Сівбу виконують спеціалізованими no-till сівалками, які мають достатній тиск на секцію, дискові сошники, очищувачі рядка, прикочувальні та закриваючі колеса, здатні працювати по рештках.

Переваги no-till полягають у збереженні вологи, зменшенні витрат пального, скороченні кількості проходів техніки, захисті ґрунту від ерозії та поступовому поліпшенні його біологічної активності. На полях із добре налагодженою системою no-till з часом може покращуватися структура ґрунту, збільшуватися вміст органічної речовини та підвищуватися стійкість агроecosистеми до посухи.

Однак no-till має і складнощі. Перехід на цю технологію не дає швидкого результату за один рік. Потрібен перехідний період, протягом якого змінюється структура ґрунту, біологічна активність і система контролю бур'янів. Крім того, no-till вимагає спеціальної сівалки, якісного подрібнення та розподілу решток, продуманої сівозміни і точного гербіцидного захисту. Якщо ці умови не виконані, можливі нерівномірні сходи, погане закриття борозни, посилення забур'яненості та зниження врожайності.

Для соняшнику no-till може бути ефективним у господарствах, які вже мають досвід ґрунтозахисного землеробства. Особливо перспективним він є в посушливих регіонах, де збереження вологи важливіше за інтенсивне розпушування. Але на важких, перезволожених або ущільнених ґрунтах no-till може давати гірші результати, якщо не забезпечити якісне розміщення насіння і нормальний розвиток коренів.

Strip-till технологія або смуговий обробіток ґрунту, є проміжною технологією між класичним обробітком і no-till. Її суть полягає в тому, що обробляється не вся площа поля, а лише вузька смуга, у яку потім висівають насіння. Міжряддя при цьому залишаються необробленими і часто вкритими рослинними рештками. Тобто зона рядка готується до сівби більш якісно, а решта площі зберігає переваги ґрунтозахисної системи.

У загальному розумінні strip-till поєднує переваги традиційного обробітку та no-till: у рядку створюється розпушена смуга для насіння і коренів, а міжряддя залишаються захищеними рештками. Такий підхід допомагає зменшити ерозію, зберегти вологу та одночасно забезпечити краще прогрівання і підготовку ґрунту в зоні сівби.

За strip-till технології восени або навесні спеціальним агрегатом формують смуги майбутніх рядків. Під час цього обробітку можна одночасно локально внести мінеральні добрива. Це є важливою перевагою, оскільки добрива розміщуються саме в зоні розвитку кореневої системи. Після формування смуг навесні виконують точну сівбу по цих смугах за допомогою навігації або системи автопілотування. Для якісної роботи strip-till велике значення має точність проходів, тому в сучасних господарствах часто використовують GPS-навігацію.

Переваги strip-till для соняшнику досить суттєві. По-перше, у зоні рядка створюється розпушений, краще прогрітий і підготовлений шар ґрунту. По-друге, міжряддя залишаються вкритими рештками, що зменшує випаровування вологи та ерозію. По-третє, локальне внесення добрив під рядок підвищує ефективність їх використання. По-четверте, зменшується кількість

оброблюваної площі, а отже, знижуються витрати пального порівняно з класичною технологією.

Недоліком strip-till є складність технології та висока вимогливість до техніки. Потрібен спеціальний strip-till агрегат, точна навігація, добра організація робіт і правильне суміщення смуг із майбутніми рядками сівби. Якщо смуга сформована нерівномірно або сівалка не потрапляє точно в оброблену зону, насіння може потрапити в гірші умови. Також strip-till може бути менш ефективним на дуже вологих ґрунтах або там, де складно якісно сформувати смугу.

Для соняшнику strip-till є однією з найбільш перспективних технологій, оскільки культура потребує доброго розвитку кореневої системи, але водночас часто вирощується в умовах нестачі вологи. Смуговий обробіток дає змогу поєднати розпушення рядка, локальне живлення і збереження вологи в міжряддях. Тому ця технологія добре підходить для господарств, які хочуть зменшити витрати порівняно з оранкою, але ще не готові повністю переходити на no-till.

Класична технологія з оранкою залишається зрозумілою та надійною для багатьох господарств, але вона є більш витратною і може спричиняти втрату вологи. Мінімальна технологія дозволяє зменшити витрати і краще зберегти вологу, однак потребує якісного контролю бур'янів і періодичного контролю ущільнення ґрунту. No-till є найбільш ґрунтозахисною технологією, але вона складна в освоєнні та вимагає спеціальної техніки. Strip-till можна вважати компромісним і дуже перспективним варіантом для соняшнику, оскільки він забезпечує розпушену смугу для розвитку рослин і водночас зберігає вологу в міжряддях.

Отже, вибір технології вирощування соняшнику в Україні має залежати не лише від бажання зменшити витрати, а й від реального стану поля. Якщо ґрунт ущільнений і забур'янений, ефективнішою може бути класична або мінімальна система з глибоким розпушуванням. Якщо головна проблема – нестача вологи, доцільно переходити до мінімального обробітку, strip-till або no-till. Найкращі

результати дає не сама назва технології, а правильне поєднання обробітку ґрунту, сівби, живлення, захисту рослин і збереження вологи.

2.2 Складання плану механізованих робіт вирощування соняшнику

Першочергово необхідно обрати технологію вирощування соняшнику, зокрема систему обробітку ґрунту. Тому, виконаємо огляд публікацій щодо ефективності того чи іншого способу обробітку на врожайність насіння соняшнику.

У роботі [13] розглянуто два гібриди соняшнику – Пегас і Гранд Адмірал. Як фактор обробітку ґрунту, порівнювали глибоке рихлення на 40–45 см з використанням агрегату ГР-4,5 та дискування на 10–12 см агрегатом БДВП-4,2. Як фактор удобрення застосовували контроль без добрив, нітроамофос із сечовиною, діамфос із сечовиною та фосфорно-калійне добриво із сечовиною. Для гібриду Пегас найнижчу врожайність одержано на контрольному варіанті без добрив: 0,49 т/га за глибокого рихлення і 0,46 т/га за дискування. Це підтверджує, що на бідних дерново-підзолистих ґрунтах вирощування соняшнику без системи живлення є малоефективним. Після внесення добрив урожайність істотно зростала за обох способів обробітку ґрунту.

Найвищий результат для Пегаса забезпечило внесення фосфорно-калійного добрива Р5К55 у поєднанні з азотним підживленням N46 (рис. 2.1). За глибокого рихлення врожайність досягла 2,17 т/га, а за дискування – 1,93 т/га. Отже, навіть за поверхневого обробітку добрива значно підвищували продуктивність, але глибоке рихлення створювало кращі умови для реалізації потенціалу гібриду.

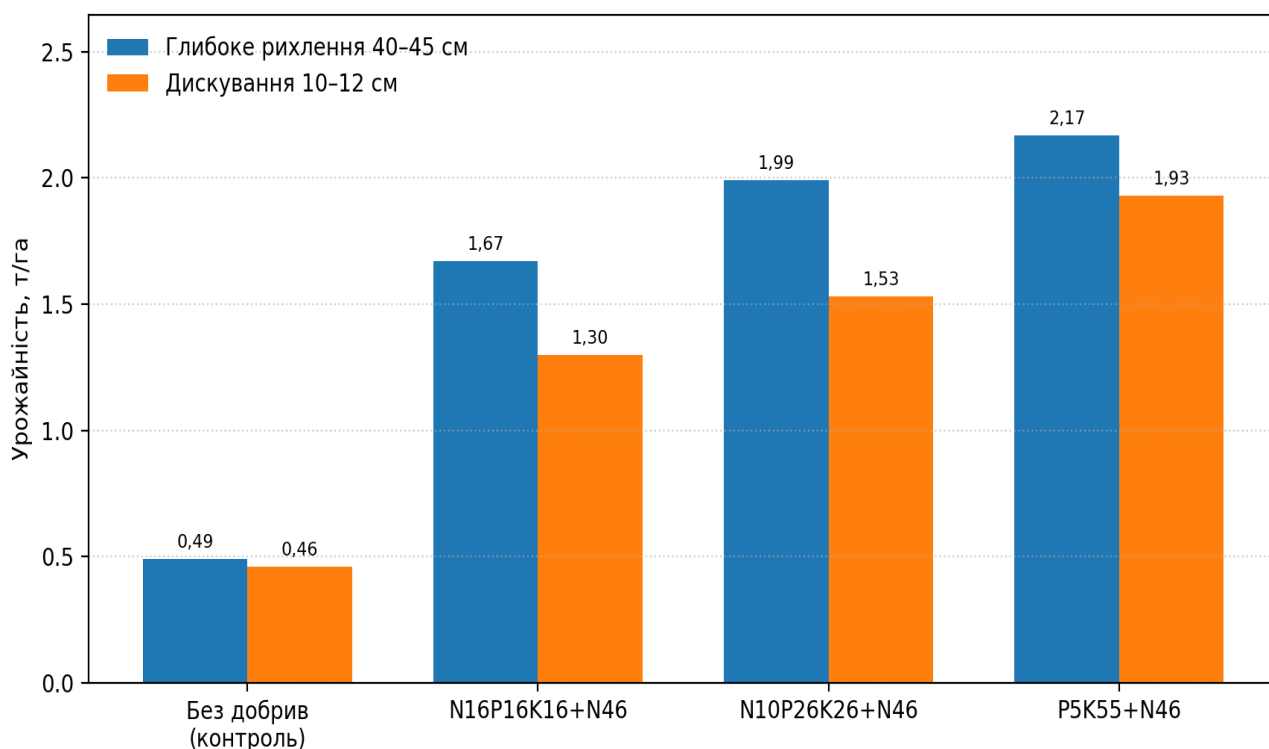


Рисунок 2.1 – Урожайність гібриду Пегас за різних способів обробітку ґрунту та систем удобрення

Джерело: побудовано автором на основі даних [13]

Гібрид Гранд Адмірал у всіх варіантах дослідів був продуктивнішим за гібрид Пегас [13]. На контролі без добрив урожайність становила 0,61 т/га за глибокого рихлення і 0,52 т/га за дискування (рис. 2.2). Це свідчить про вищу адаптивність гібриду до умов Центрального Полісся, однак і для нього контрольний варіант залишався малопродуктивним.

Найвищу урожайність Гранд Адмірал також сформував за внесення P5K55 + N46: 2,55 т/га на фоні глибокого рихлення та 2,37 т/га за дискування. Усі варіанти удобрення забезпечили значний приріст урожаю, але найкращим був саме фосфорно-калійний фон із азотним підживленням. Це дає підстави вважати, що для досліджуваних ґрунтів особливо важливим було не лише азотне, а й фосфорно-калійне живлення.

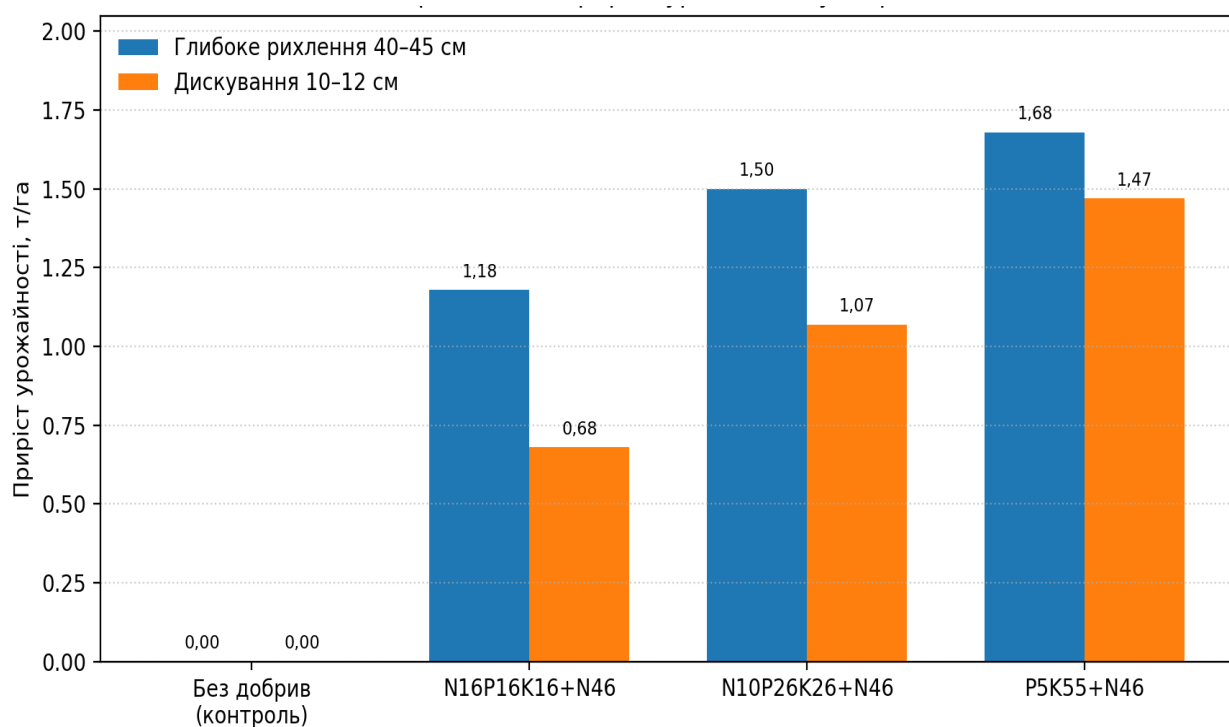


Рисунок 2.2 – Приріст урожайності гібриду Пегас від внесення добрив
Джерело: побудовано автором на основі даних [13]

Порівняння двох гібридів показує, що Гранд Адмірал стабільно мав вищу врожайність за Пегас незалежно від способу обробки ґрунту та варіанта удобрення (рис. 2.3).

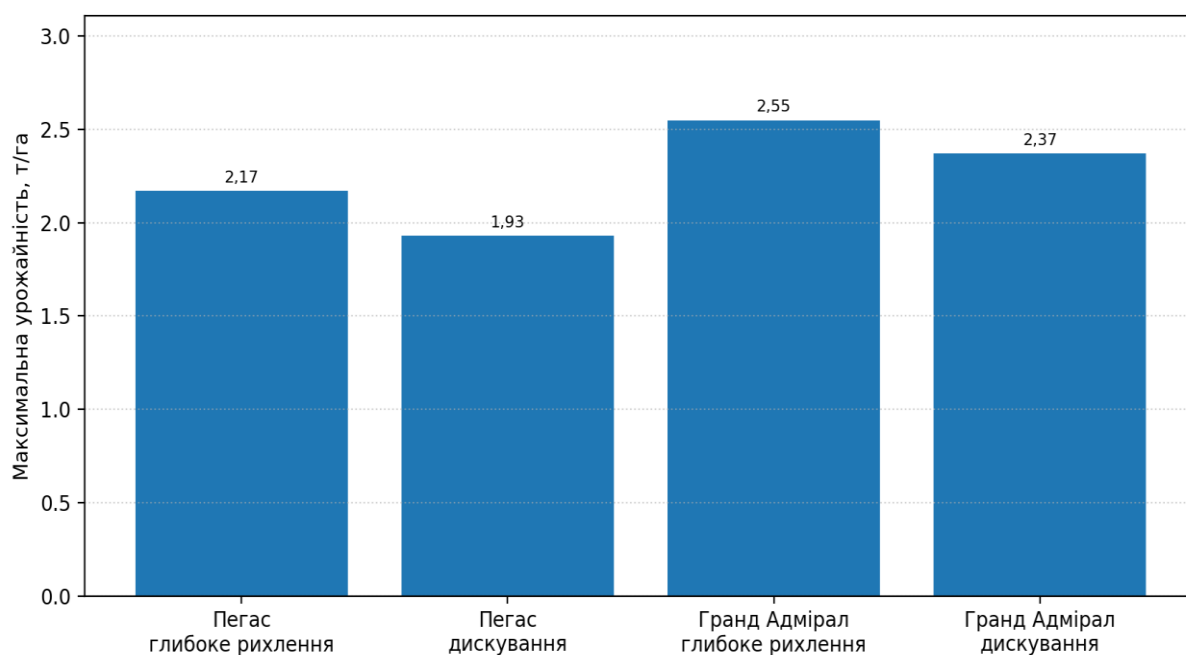


Рисунок 2.3 – Порівняння найвищої врожайності гібридів соняшнику
Джерело: побудовано автором на основі даних [13]

Загалом результати показують, що врожайність соняшнику найбільше зростала за поєднання глибокого рихлення з фосфорно-калійним удобренням та азотним підживленням. У таких умовах гібрид Гранд Адмірал забезпечив максимальний показник 2,55 т/га, а гібрид Пегас – 2,17 т/га. Найбільш ефективним варіантом удобрення у досліді було внесення фосфорно-калійного добрива P5K55 разом із азотним підживленням N46. Саме цей варіант забезпечив найвищі прирости врожайності в обох гібридів і за обох способів обробітку ґрунту.

За результатами дослідження [14], проведеного у 2011-2015 рр., урожайність соняшнику залежала від поєднання двох основних агротехнічних чинників: способу основного обробітку ґрунту та рівня мінерального удобрення (рис. 2.4). У досліді порівнювали полицевий обробіток на глибину 20–22 см, чизельний обробіток на 14–16 см і плоскорізний обробіток на 12–14 см. Кожен із цих варіантів оцінювали на трьох фонах живлення: без внесення добрив, із застосуванням N30P30K30 та з підвищеною дозою азоту у складі N60P30K30.

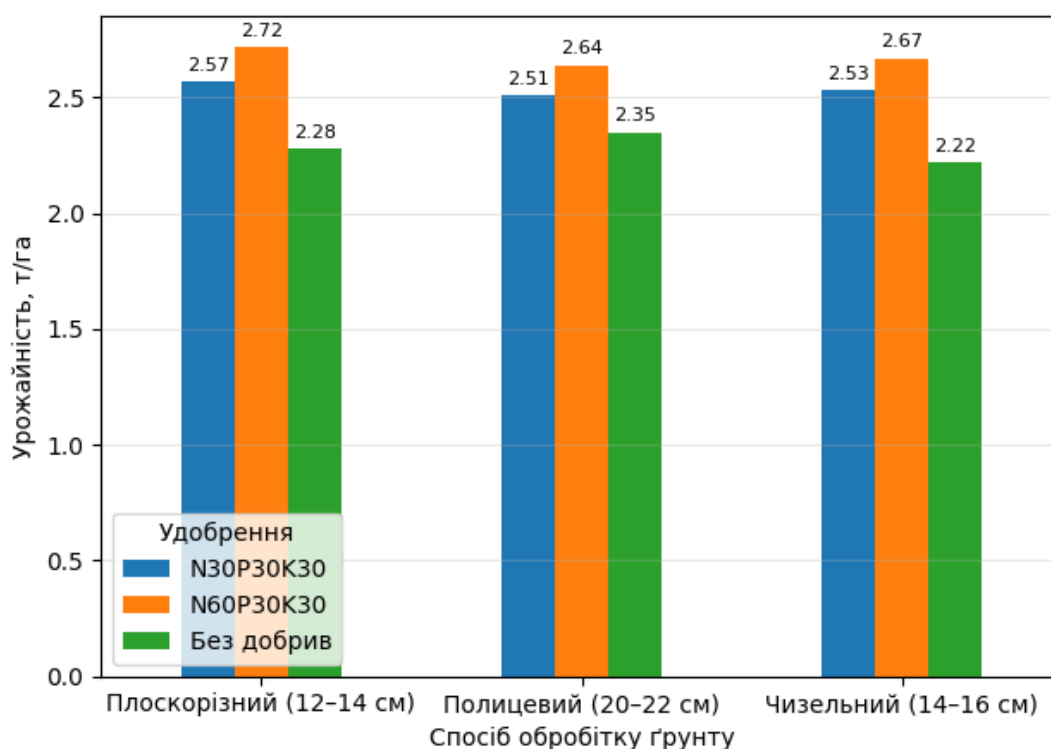


Рисунок 2.4 – Середня урожайність соняшнику залежно від обробітку ґрунту та удобрення

Джерело: побудовано автором на основі даних [14]

Найнижчі показники врожайності були отримані на ділянках без добрив. У середньому за п'ять років урожайність за полицевого обробітку становила 2,35 т/га, за чизельного – 2,22 т/га, а за плоскорізного – 2,28 т/га. Це свідчить про те, що за природного фону живлення традиційна оранка мала деяку перевагу над мінімальними способами обробітку. Така різниця може пояснюватися особливостями перемішування ґрунту, розміщенням післяжнивних решток та умовами початкового розвитку рослин. Внесення мінеральних добрив N30P30K30 позитивно вплинуло на продуктивність соняшнику за всіма способами обробітку ґрунту. За полицевого обробітку середня урожайність підвищилася до 2,51 т/га, за чизельного – до 2,53 т/га, а за плоскорізного – до 2,57 т/га. Отже, на фоні помірного удобрення мінімальні способи обробітку вже не поступалися оранці, а в окремих варіантах навіть забезпечували дещо вищий результат. Отримані дані свідчать, що урожайність соняшнику найбільше зростала при поєднанні мінімального обробітку ґрунту з достатнім мінеральним живленням. Без добрив мінімальні способи обробітку дещо поступалися полицевому, однак при внесенні N30P30K30 і особливо N60P30K30 їх ефективність підвищувалася. Найкращий середній показник урожайності – 2,72 т/га – отримано за плоскорізного обробітку на фоні N60P30K30.

Таким чином, можна зробити висновок, що основний обробіток ґрунту в поєднанні із системою удобрення дозволяють сформувати найвищу врожайність соняшнику.

Пропонована технологія вирощування соняшнику передбачає використання мінімізованої системи обробітку ґрунту після попередника кукурудзи. Після збирання кукурудзи виконується дискування на глибину 14–16 см, що дає змогу подрібнити післяжнивні рештки, частково загорнути їх у ґрунт і створити умови для кращого накопичення вологи. Навесні проводиться ранньовесняне боронування, яке сприяє закриттю вологи та вирівнюванню поверхні поля.

Перед сівбою виконується культивація на глибину загортання насіння. Це дозволяє сформувати якісне насіннєве ложе, знищити проростки бур'янів і

забезпечити рівномірне розміщення насіння в ґрунті. Сівба проводиться просапною сівалкою точного висіву на 16 рядків із одночасним внесенням комплексного добрива Planita 7:12:25 нормою 100 кг/га. Такий підхід дає змогу забезпечити рослини поживними речовинами на початкових етапах росту.

Система догляду за посівами включає внесення ґрунтових і страхових гербіцидів, а також позакореневі підживлення. До появи сходів застосовують гербіциди Гезагард і Харнес. Позакореневе підживлення карбамідом, сульфатом магнію та борними добривами спрямоване на покращення живлення соняшнику в критичні фази розвитку.

Перед збиранням передбачено проведення десикації препаратом Реглон Ейр. Це дає змогу вирівняти досягання рослин, зменшити вологість кошиків і стебел та полегшити роботу комбайна. Збирання урожаю виконується зернозбиральним комбайном із соняшnikовою жаткою на 8 рядків. Очікувана урожайність за наведеною схемою становить близько 2,25 т/га.

Для виконання сівби соняшнику приймаємо машинно-тракторний агрегат у складі трактора Case IH MX270 та сівалки точного висіву John Deere 7200. Площа сівби становить 270 га, змінна продуктивність агрегату – 44,8 га/зміну [16-18], а питома витрата пального – 3,8 кг/га [16-18]. Розрахунки показників виконуємо за методикою, яка передбачає визначення годинної продуктивності, потреби у нормо-змінах, загальної витрати пального та затрат праці [15].

Годинну продуктивність агрегату визначаємо за формулою [15]:

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

де $W_{год}$ – продуктивність агрегату за годину, га/год;

$W_{зм}$ – продуктивність агрегату за зміну, га/зм;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год.

Приймаємо тривалість зміни 7 год:

$$W_{год} = \frac{44,8}{7} = 6,42 \text{ га / год}$$

Отже, агрегат Case IH MX270 + John Deere 7200 за одну годину роботи може засіяти приблизно 6,4 га.

Виробіток за добу визначаємо за виразом:

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

де $W_{\text{доб}}$ – добовий виробіток МТА, га/добу; $T_{\text{доб}}$ – добова тривалість роботи МТА, год.

Для сівби соняшника отримаємо:

$$W_{\text{доб}} = 6,4 \cdot 14 = 89,6 \text{ га} / \text{доб}$$

Кількість МТА для проведення операції визначаємо за виразом:

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

де n – кількість МТА, од;

Q – обсяг мехробіт (графа 5), т, га;

D_p – тривалість операції, діб.

Для операції сівби соняшнику на площі 270 га, з врахуванням добової продуктивності 89,6 га та тривалості виконання 6 діб, кількість МТА становитиме:

$$n = \frac{270}{89,6 \cdot 6} = 0,51$$

Обираємо 1 агрегат для сівби.

Загальний обсяг пального визначаємо, з врахування норми витрати на одиницю роботи та всього обсягу робіт за формулою:

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

де G – зальна витрата палива, кг.

Підставивши відомі дані, отримуємо:

$$G = 3,8 \cdot 270 = 1026 \text{ кг}$$

Витрати праці (питомі) розраховуємо за формулою:

$$z_n = \frac{m_{\text{мех}} + m_{\text{дон}}}{W_{\text{год}}} \quad (2.5)$$

де $m_{\text{мех}}, m_{\text{доп}}$ – кількість основних та додаткових працівників, чол.

$$Z_n = \frac{1+1}{6,4} = 0,31 \text{ люд-год} / \text{га}$$

Загальні затрати праці становитимуть:

$$Z_n = 0,31 \cdot 270 = 84,4 \text{ люд-год.}$$

Кількість нормо-змін визначаємо за виразом:

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

Для сівби соняшнику агрегатом Case IH MX270 + John Deere 7200, маємо:

$$H_{\text{зм}} = \frac{270}{44,8} = 6,03 \text{ нормо-змін}$$

Таким чином, для сівби соняшнику агрегатом Case IH MX270 + John Deere 7200 на площі 270 га необхідно близько 6,03 нормо-зміни, загальна витрата пального становитиме 1026 кг, а затрати праці – приблизно 42,1 люд.-год.

Отримані результати вносимо до додатку А. Всі розрахунки для інших операцій виконуємо за представленою методикою.

Висновки до розділу.

У даному розділі було розглянуто основні технології вирощування соняшнику, які застосовуються в Україні, зокрема класичну, мінімальну, no-till та strip-till. Встановлено, що кожна з них має свої переваги та обмеження, а вибір конкретної системи залежить від ґрунтово-кліматичних умов, рівня зволоження, забур'яненості поля, наявності техніки та запланованої врожайності. Для умов дефіциту вологи та необхідності зниження виробничих витрат найбільш доцільною є мінімальна технологія, оскільки вона дозволяє скоротити кількість проходів техніки, зменшити витрати пального та краще зберегти вологу в ґрунті.

На основі аналізу наукових досліджень встановлено, що врожайність соняшнику значною мірою залежить від поєднання способу основного обробітку ґрунту та системи удобрення. Встановлено, що мінімальні способи обробітку ґрунту на удобреному фоні не поступалися традиційній оранці, а в окремих

випадках забезпечували навіть вищу врожайність. Це підтверджує доцільність використання мінімізованої системи обробітку при вирощуванні соняшнику.

Для проекрованої технології вирощування соняшнику обрано мінімальну систему обробітку ґрунту після попередника кукурудзи. Вона передбачає дискування, ранньовесняне боронування, передпосівну культивуацію, сівбу з одночасним внесенням добрив, систему хімічного захисту, позакореневі підживлення, десикацію та збирання врожаю. Така технологія спрямована на збереження ґрунтової вологи, якісну підготовку насіннєвого ложа, зменшення енергетичних витрат і забезпечення стабільного розвитку рослин.

Розроблено план механізованих робіт вирощування соняшнику за мінімальною технологією. За результатами розрахунків встановлено, що питомі витрати пального становлять 33,2 кг/га. Загальна потреба в дизельному пальному для вирощування соняшнику на площі 270 га складає 8096,1 кг. При цьому, загальні питомі затрати праці становлять 2,27 люд.-год/га.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СІВАЛКИ JOHN DEERE 7200

3.1 Огляд особливостей конструкцій прикочуючих коліс

Прикочуючі колеса є одним із завершальних робочих органів висівної секції сівалки точного висіву. Після розміщення насіння сошником саме ці колеса закривають борозну, частково ущільнюють ґрунт і забезпечують контакт насіння з вологим шаром. Для соняшнику це має особливе значення, оскільки культура чутлива до нерівномірної глибини загортання, пересихання посівного шару та утворення щільної кірки над рядком.

Конструкція прикочувального колеса повинна відповідати умовам роботи. На легких і добре підготовлених ґрунтах достатньо стандартних гумових коліс, тоді як за мінімальної обробки, великої кількості рослинних решток або ущільнених бокових стінок борозни більш ефективними можуть бути пальчикові, шиповані або зубчасті колеса [19]. Тому для обґрунтування модернізації сівалки John Deere 7200 доцільно розглянути основні типи таких конструкцій.

Найпростішими та найбільш поширеними є гладкі гумові прикочувальні колеса (рис. 3.1). Вони мають суцільну або напів пневматичну гумову робочу поверхню і встановлюються парою під кутом до насінневої борозни. Такі колеса зсувають ґрунт з обох боків до центру рядка і ущільнюють його над насінням. Їх перевагами є простота, невисока вартість, довговічність і добра робота на якісно підготовленому полі. Недоліком є те, що у вологих умовах вони можуть замазувати борозну, а на важких ґрунтах – створювати надмірне ущільнення над насінням [19].

V-подібні парні колеса є типовою схемою для багатьох просапних сівалок. Вони працюють не вертикально зверху, а під певним кутом, тому ґрунт подається до центру борозни з двох боків. Завдяки цьому насіннева борозна краще закривається, а насіння отримує щільніший контакт із ґрунтом. Ефективність

такої конструкції значною мірою залежить від регулювання кута встановлення коліс і притискного зусилля. Якщо тиск занадто великий, можливе надмірне ущільнення; якщо малий – борозна може залишатися відкритою.



Рисунок 3.1 – Приклад гладкого гумового прикочуючого колеса на секції сівалки John Deere

Джерело: [19]

Пневматичні прикочувальні колеса мають еластичнішу робочу поверхню і краще копіюють мікрорельєф поля. Вони менше ущільнюють поверхневий шар і можуть бути корисними на нерівному фоні або в умовах, коли потрібно м'якше закриття рядка. Проте такі колеса потребують контролю тиску повітря, а їх конструкція складніша за звичайні гумові колеса.

Шиповані та пальчикові прикочувальні колеса відрізняються наявністю виступів, пальців або зубців по зовнішньому діаметру (рис. 3.2). Під час руху пальці входять у ґрунт, руйнують бокові стінки борозни, розпушують ущільнений шар і переміщують ґрунт до центру рядка. На відміну від гладких коліс, вони не тільки притискають ґрунт, а й активно його кришать. Це особливо

корисно за мінімального або нульового обробітку, коли після проходу сошника можуть залишатися щільні бокові стінки борозни.



Рисунок 3.2 – Комбінований варіант: гумове та шиповане прикочуюче колесо на секції сівалки John Deere

Сталеві зубчасті колеса характеризуються високою міцністю та агресивнішою дією на ґрунт. Вони краще руйнують ущільнення і можуть ефективно працювати на важких або пересушених ґрунтах. Однак за надмірного притискного зусилля такі колеса можуть пошкоджувати структуру рядка або формувати нерівномірне закриття. Тому для них важливо правильно підібрати тиск і положення відносно борозни.

Полімерні пальчикові колеса є легшими й менш агресивними. Вони часто краще працюють на середніх за механічним складом ґрунтах, менше налипають і зменшують ризик надмірного ущільнення. Їх недоліком може бути нижча міцність порівняно зі сталевими конструкціями, особливо за роботи на кам'янистих або дуже твердих ґрунтах.

На практиці також застосовують комбіновані схеми, коли з одного боку борозни встановлюють гумове колесо, а з іншого – пальчикове або шиповане.

Такий варіант поєднує ущільнювальну дію гумового колеса з активним руйнуванням бокової стінки борозни іншим колесом. Комбінована схема може бути корисною у перехідних умовах, коли господарство працює за мінімальною технологією, але поле ще не має стабільної структури, характерної для довготривалих ґрунтозахисних систем. Для порівняння основні особливості різних типів прикочуючих коліс наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Таблиця 3.1 – Особливості основних конструкцій прикочувальних коліс

Тип колеса	Особливості конструкції	Переваги	Недоліки	Доцільність використання
Гумове гладке	Еластична гладка робоча поверхня, парне V-подібне розміщення	Простота, доступність, добра робота на підготовленому ґрунті	Можливе замазування борозни та ущільнення рядка	Класична технологія, легкі та середні ґрунти
Пневматичне	Колесо з повітряною камерою або еластичною оболонкою	М'яка дія, добре копіювання рельєфу	Потребує контролю тиску, складніше в обслуговуванні	Нерівні поля, потреба в м'якому прикочуванні
Пальчикове	Робочі пальці по зовнішньому діаметру	Руйнує бокові стінки, краще закриває борозну	Потребує правильного регулювання притиску	Мінімальний обробіток, рослинні рештки
Сталеве зубчасте	Жорсткі зубці або шипи на ободі	Висока міцність, активне кришення ґрунту	Може бути надто агресивним на легких ґрунтах	Важкі та ущільнені ґрунти
Комбіноване	Одна сторона гумова, інша – шипована або пальчикова	Поєднання ущільнення і руйнування бокової стінки	Потребує точного налаштування	Перехідні умови, мінімальна технологія

Отже, для сівби соняшнику за мінімальною технологією найбільш доцільним є використання пальчикового або комбінованого прикочувального

колеса. Така конструкція краще працює за наявності рослинних решток, зменшує ризик відкритої борозни і покращує контакт насіння з ґрунтом без надмірного ущільнення поверхні рядка.

3.2 Обґрунтування конструкції прикочуючого колеса

Для удосконалення конструкції сівалки John Deere 7200 пропонується замінити стандартні гладкі прикочувальні колеса на пальчикові або використати комбіновану схему, у якій одне колесо залишається гумовим, а друге виконується пальчиковим. Найбільш доцільним для умов мінімальної технології є варіант із пальчиковим колесом, оскільки воно не тільки ущільнює ґрунт, а й частково руйнує бокові стінки насінневої борозни.

Пальчикове прикочувальне колесо складається з маточини, підшипникового вузла, основи колеса та робочих пальців, розміщених по колу (рис. 3.3). Під час руху сівалки пальці входять у ґрунт, розпушують бокову частину борозни і переміщують частинки ґрунту до насіння. У результаті насіннева борозна закривається більш рівномірно, а над насінням не формується надто щільний шар.

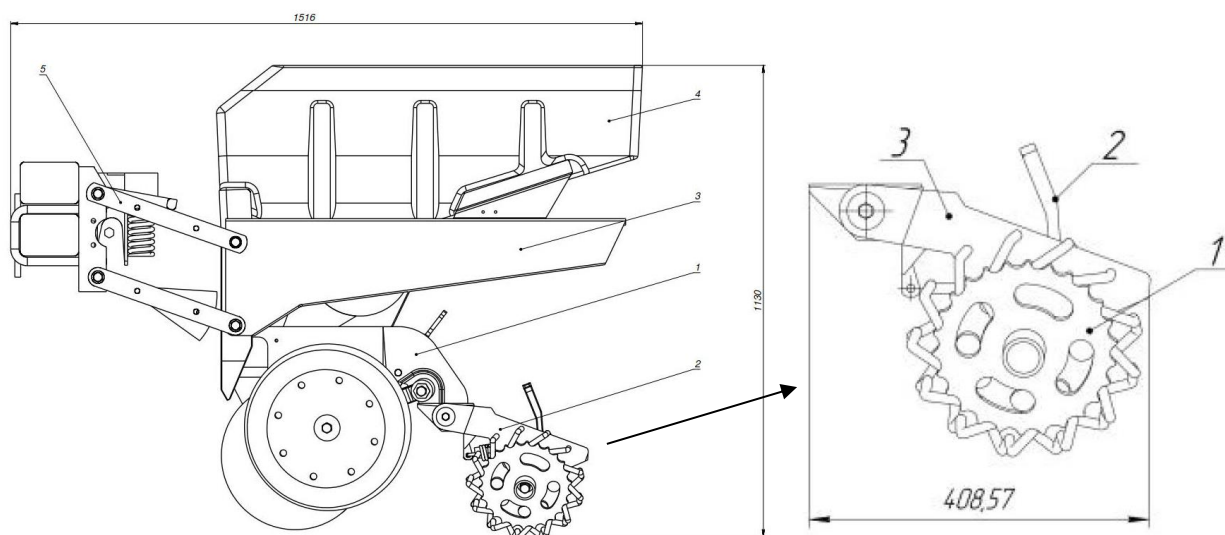


Рисунок 3.3 – Загальний вигляд секції сівалки з пальчиковим прикочувальним колесом

Запропоноване рішення є важливим саме для сівби соняшнику. Насіння цієї культури потребує стабільної глибини загортання та доброго контакту з вологим ґрунтом. Якщо борозна погано закрита, насіння може пересихати або проростати нерівномірно. Якщо ж ґрунт надмірно ущільнений, молодим сходам важче вийти на поверхню. Пальчикове колесо дозволяє частково усунути обидві проблеми: воно покращує закриття борозни і водночас зменшує надмірне ущільнення.

Конструктивною перевагою такого рішення є можливість встановлення пальчикового колеса на штатне місце прикочувального колеса сівалки John Deere 7200. Для цього потрібно забезпечити відповідність посадочного діаметра підшипника, ширини маточини та кріплення до важеля прикочувального механізму. Це спрощує модернізацію, оскільки не потребує повної зміни висівної секції.

Основними перевагами пальчикового прикочувального колеса є: краща робота на мінімально обробленому ґрунті, ефективніше руйнування бокових стінок борозни, зменшення замазування ґрунту, покращення контакту насіння з вологим шаром, зниження ризику утворення ґрунтової кірки та підвищення рівномірності сходів. Крім того, така конструкція краще працює на полях з рослинними рештками, що є характерним для мінімальної технології вирощування соняшнику.

3.3 Інженерно-технічні розрахунки

Для надійної роботи пальчикового прикочувального колеса необхідно обґрунтувати вибір підшипникового вузла. Підшипник сприймає радіальні навантаження від притискного механізму, маси робочого органу та динамічних впливів, які виникають під час руху сівалки по нерівностях поля. Такий тип колеса працює активніше, ніж гладке гумове: робочі пальці входять у ґрунт, руйнують ущільнені бокові стінки насінневої борозни та спрямовують ґрунт до зони розміщення насіння. Тому під час підбору підшипника необхідно

враховувати не лише вертикальне притискне навантаження, а й додаткову дотичну складову від взаємодії пальців із ґрунтом. Крім того, вузол працює в умовах підвищеної запиленості, тому доцільно застосовувати закритий підшипник із ущільненнями.

На розрахунковій схемі (рис. 3.4) прийнято такі сили: F_v – вертикальне навантаження від притискного механізму секції; F_t – дотична складова, що виникає через опір перекочуванню та взаємодію пальців колеса з ґрунтом; R – рівнодійна сила, яка передається на маточину; P – еквівалентне розрахункове навантаження на підшипниковий вузол з урахуванням динамічності роботи.

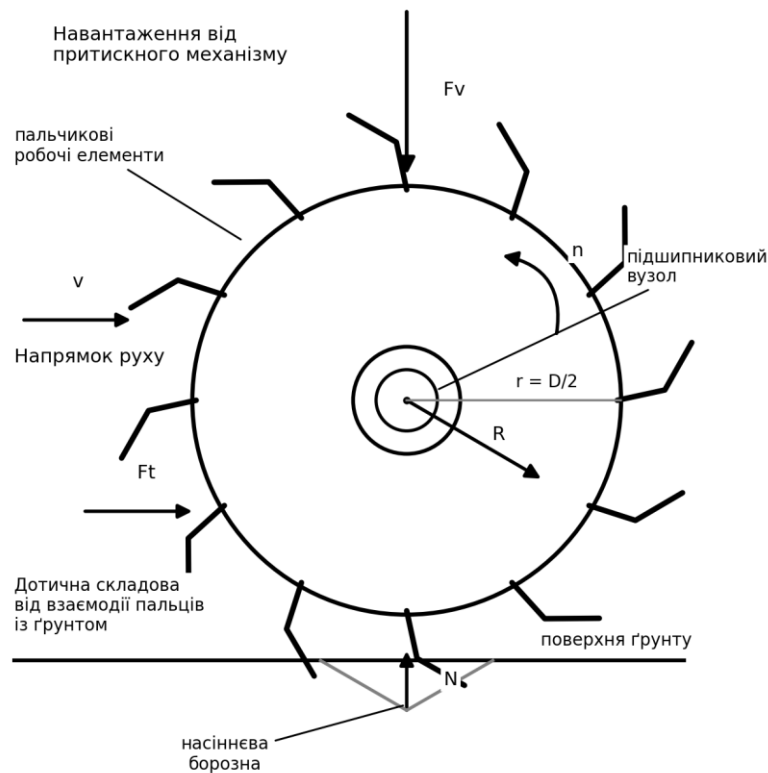


Рисунок 3.4 – Розрахункова схема пальчикового прикочувального колеса

Навантаження на одне колесо визначаємо за формулою:

$$F_v = F_{\text{заг}} / 2$$

де F_v – вертикальне навантаження на одне прикочувальне колесо, Н; $F_{\text{заг}}$ – загальне навантаження на пару прикочувальних коліс, Н.

$$F_v = 1000 / 2 = 500 \text{ Н}$$

Отже, на одне прикочувальне колесо діє вертикальне навантаження 500 Н.

Під час руху пальчикове прикочувальне колесо не лише котиться по поверхні ґрунту, а й взаємодіє з ним своїми робочими пальцями. У результаті виникає дотична складова навантаження, яку визначаємо так:

$$F_t = \mu \cdot F_v$$

де F_t – дотична складова навантаження, Н; μ – коефіцієнт опору взаємодії пальців колеса з ґрунтом; F_v – вертикальне навантаження на колесо, Н.

Для польових умов приймаємо $\mu = 0,35$.

$$F_t = 0,35 \cdot 500 = 175 \text{ Н}$$

Отже, дотична складова навантаження становить 175 Н.

Результуюче навантаження на колесо визначаємо як геометричну суму вертикальної та дотичної складових:

$$R = \sqrt{(F_v^2 + F_t^2)}$$

$$R = \sqrt{(500^2 + 175^2)} = \sqrt{(250000 + 30625)} = \sqrt{280625} = 529,7 \text{ Н}$$

Отже, результуюче навантаження на одне прикочувальне колесо становить приблизно $R \approx 530 \text{ Н}$.

Оскільки сівалка працює в польових умовах, колесо сприймає не лише статичне, а й короткочасні удари при русі по грудках, нерівностях та пожнивних рештках. Тому вводимо коефіцієнт динамічності $k_d = 1,5$.

Розрахункове навантаження на одне прикочувальне колесо визначаємо за формулою:

$$P = k_d \cdot R$$

$$P = 1,5 \cdot 529,7 = 794,6 \text{ Н}$$

$$\text{Приймаємо } P = 795 \text{ Н.}$$

З урахуванням динамічних навантажень на одне пальчикове прикочувальне колесо сівалки John Deere 7200 діє розрахункове навантаження приблизно 795 Н.

Отже, підшипник повинен надійно сприймати навантаження не менше 795 Н. Для пальчикового прикочувального колеса приймаємо закритий радіальний кульковий підшипник типу 5203-2RS або сумісний аналог [20]. Такий

підшипник має просту конструкцію, достатню вантажопідйомність і двостороннє ущільнення, які захищають внутрішню частину від пилу та вологи.

Динамічну вантажопідйомність підшипника приймаємо $C = 13200 \text{ Н}$ [20]. Коефіцієнт запасу за вантажопідйомністю визначаємо за формулою:

$$K_3 = C / P = 9500 / 795 = 16,6.$$

Отримане значення свідчить, що підшипник має достатній запас вантажопідйомності для роботи у вузлі пальчикового прикочувального колеса.

Далі визначимо частоту обертання колеса. Приймаємо робочу швидкість сівалки $v = 8 \text{ км/год} = 2,22 \text{ м/с}$, а діаметр прикочувального колеса $D = 0,33 \text{ м}$. Довжина кола колеса становить:

$$L = \pi \cdot D = 3,14 \cdot 0,33 = 1,04 \text{ м}.$$

Частоту обертання визначаємо за формулою:

$$n = v / L \cdot 60 = 2,22 / 1,04 \cdot 60 = 128 \text{ об/хв}.$$

Отже, під час сівби колесо обертається з частотою близько 128 об/хв. Для радіального кулькового підшипника 6203-2RS така частота є невеликою, тому за швидкісним режимом він відповідає умовам роботи.

Розрахункову довговічність підшипника визначаємо за формулою [21]:

$$L_{10} = (C / P)^3 \cdot 10^6.$$

Підставивши значення, отримаємо:

$$L_{10} = (13200 / 795)^3 \cdot 10^6 = 4575 \cdot 10^6 \text{ обертів}.$$

Ресурс у годинах визначаємо за виразом [20]:

$$L_h = L_{10} / (60 \cdot n) = 1706 \cdot 10^6 / (60 \cdot 128) = 595914 \text{ год}.$$

Отримане значення є досить великим, оскільки частота обертання колеса невисока, а запас вантажопідйомності підшипника значний. У реальних умовах експлуатації фактичний ресурс вузла буде залежати не лише від втомної міцності підшипника, а й від забруднення, стану ущільнень, якості монтажу, ударних навантажень і своєчасності технічного обслуговування.

Таким чином, для пальчикового прикочувального колеса сівалки John Deere 7200 доцільно прийняти закритий кульковий підшипник 5203-2RS або сумісний підшипник прикочувального колеса. Він має достатню

вантажопідйомність, працює при допустимій частоті обертання і краще захищений від пилу та вологи. Запропонована модернізація дозволяє підвищити якість закриття насінневої борозни та покращити умови проростання насіння соняшнику за мінімальної технології вирощування.

Висновки до розділу. Для удосконалення сівалки John Deere 7200 запропоновано використати пальчикове прикочувальне колесо. Таке технічне рішення дозволяє покращити якість закриття насінневої борозни, зменшити ризик утворення ґрунтової кірки, забезпечити кращий контакт насіння з вологим шаром ґрунту та підвищити рівномірність появи сходів. Особливо доцільним це рішення є при вирощуванні соняшнику за мінімальною технологією, коли на полі можуть залишатися рослинні рештки, а структура ґрунту є менш однорідною. Саме ця технологія обрана та розроблена в дипломному проєкті.

Встановлено, що результуюче навантаження, з врахуванням дотичної сили, на колесо становить приблизно 530 Н. Після введення коефіцієнта динамічності 1,5 розрахункове навантаження на одне колесо прийнято на рівні 795 Н. На основі отриманого навантаження було виконано підбір підшипникового вузла та прийнято закритий радіальний кульковий підшипник 5203-2RS або його сумісний аналог. Коефіцієнт запасу за вантажопідйомністю становить 16,6, що підтверджує достатню міцність підшипника для роботи в польових умовах.

Отже, запропоноване удосконалення конструкції прикочувального механізму сівалки John Deere 7200 є технічно обґрунтованим. Використання пальчикового прикочувального колеса дозволяє підвищити якість сівби соняшнику, особливо в умовах мінімального обробітку ґрунту.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ РОБОТІ З СІВАЛКАМИ

Під час виконання посівних робіт важливо дотримуватися правил охорони праці, оскільки в цей період використовується трактор, сівалка, насіння, добрива, а іноді й протруєне насіння або засоби захисту рослин [22]. Основну небезпеку створюють рухомі частини машин, гідравлічна система, приводи, маркери, сошники, прикочувальні колеса та інші робочі органи. Також небезпечними можуть бути пил, шум, вібрація, контакт із добривами або протруйниками.

До роботи з посівними машинами допускаються тільки працівники, які пройшли інструктаж з охорони праці, знають будову агрегату та вміють безпечно виконувати основні операції [23]. Механізатор повинен добре розуміти порядок агрегування трактора із сівалкою, правила завантаження насіння і добрив, а також вимоги до регулювання робочих органів.

Під час роботи з посівними машинами на працівників можуть діяти різні небезпечні та шкідливі фактори. До основних належать рухомі частини машин, зокрема карданні вали, ланцюгові передачі, приводи висівних апаратів, маркери, сошники, прикочувальні колеса та інші елементи, які можуть спричинити травмування при необережному поводженні. Небезпеку також становлять гідравлічні системи, оскільки рідина під тиском може пошкоджувати шкіру або викликати несправності механізмів.

Окрему небезпеку створюють операції агрегування трактора із сівалкою, переведення сівалки із транспортного положення в робоче, складання та розкладання маркерів або секцій, а також завантаження бункерів насінням і добривами. Під час цих операцій можливе защемлення рук, падіння працівника з підніжки або платформи, перекидання тари, травмування від раптового опускання робочих органів.

Шкідливими факторами є пил від насіння, добрив і ґрунту, контакт із протруєним насінням, шум і вібрація від роботи трактора, дія вихлопних газів, а також несприятливі погодні умови. При роботі з протруєним насінням особливу

увагу потрібно приділяти засобам індивідуального захисту, оскільки пил і залишки протруйників можуть потрапляти на шкіру, в очі або органи дихання.

Перед початком роботи необхідно уважно оглянути трактор і сівалку. Потрібно перевірити справність зчіпки, гідравлічних рукавів, гальм, освітлення, захисних кожухів, висівних секцій, сошників, прикочувальних коліс і маркерів. Не можна працювати з машиною, якщо на приводах або ланцюгах відсутні захисні огороження. Усі регулювання, очищення та ремонт потрібно виконувати тільки після повної зупинки агрегату і вимкнення двигуна.

Під час завантаження насіння та добрив необхідно дотримуватися обережності. Не можна стояти під піднятими вантажами або між транспортним засобом і сівалкою. Якщо використовується протруєне насіння, працівники повинні користуватися рукавицями, захисним одягом, окулярами, а за потреби – респіратором. Під час роботи з таким насінням не можна їсти, пити або палити. Після завершення роботи потрібно вимити руки та обличчя.

Під час сівби забороняється перебувати на рамі, бункерах або підніжках сівалки, якщо вони не призначені для перевезення людей. Також не можна очищати сошники, висівні апарати або прикочувальні колеса під час руху агрегату. Якщо робочі органи забилися ґрунтом чи рослинними рештками, агрегат необхідно зупинити, вимкнути привід і лише після цього виконувати очищення.

Механізатор повинен дотримуватися безпечної швидкості руху, особливо на поворотах, схилах і нерівних ділянках поля. Під час розворотів потрібно стежити, щоб маркери, секції сівалки або інші елементи не становили небезпеки для людей і техніки. У темний час доби агрегат повинен мати справне освітлення та сигнальні пристрої.

Технічне обслуговування сівалки проводять на рівному майданчику. Перед ремонтом або регулюванням потрібно опустити робочі органи, зняти тиск у гідросистемі та зафіксувати агрегат від самовільного руху. Забороняється перебувати під піднятою сівалкою або її секціями без надійних упорів. Для

ремонту слід використовувати справний інструмент і не застосовувати випадкові предмети замість нього.

Окрему увагу слід приділяти гідравлічній системі. Якщо помічено підтікання масла або пошкодження рукавів, роботу потрібно зупинити. Перевіряти місце витоку руками не можна, оскільки рідина під тиском може травмувати шкіру. Такі несправності потрібно усувати тільки після зняття тиску в системі.

Під час посівних робіт необхідно дотримуватися і правил пожежної безпеки. Трактор та сівалка мають бути очищені від сухих рослинних решток, пилу, мастила і палива. Агрегат повинен бути укомплектований вогнегасником та аптечкою. Заправлення трактора виконують тільки при вимкненому двигуні, без відкритого вогню та паління поблизу.

Після завершення роботи сівалку очищають від ґрунту, пилу, залишків насіння і добрив. Робочі органи потрібно опустити, гідросистему розвантажити, а агрегат поставити на рівний майданчик. Усі виявлені несправності слід записати або повідомити відповідальній особі, щоб усунути їх до наступного виїзду в поле.

Отже, безпечна робота з посівними машинами залежить від справності агрегату, уважності механізатора та дотримання простих правил безпеки. Найважливіше – не виконувати регулювання чи очищення під час руху, користуватися засобами захисту при роботі з насінням і добривами та постійно контролювати технічний стан трактора і сівалки.

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

Запропоноване удосконалення сівалки John Deere 7200 передбачає встановлення пальчикових прикочувальних коліс. Таке рішення спрямоване на покращення закриття насіннєвої борозни, кращий контакт насіння з вологим шаром ґрунту та зменшення надмірного ущільнення в зоні рядка. За рахунок цього очікується підвищення рівномірності сходів соняшнику, що в подальшому може забезпечити приріст урожайності.

Економічну ефективність удосконалення доцільно оцінювати через додатковий валовий збір продукції та додатковий дохід, отриманий у результаті підвищення урожайності. У базовому варіанті використовується стандартний прикочувальний механізм, а в проєктному варіанті – модернізований механізм із пальчиковими прикочувальними колесами (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для розрахунку

Показник	Позначення	Значення
Площа посіву соняшнику	F	270 га
Базова урожайність	Уб	2,15 т/га
Урожайність після модернізації	Уп	2,25 т/га
Приріст урожайності	ΔU	0,10 т/га
Ціна реалізації соняшнику	Ц	16000 грн/т
Кількість висівних секцій	n	16 шт.
Кількість коліс на одну секцію	z	2 шт.
Вартість виготовлення одного колеса	Цк	3500 грн
Витрати на монтаж і кріплення	Вм	8000 грн

Приріст урожайності визначаємо як різницю між урожайністю після модернізації та базовою урожайністю:

$$\Delta U = U_{\text{п}} - U_{\text{б}}$$

$$\Delta Y = 2,25 - 2,15 = 0,10 \text{ т/га}$$

Валовий збір соняшнику в базовому варіанті визначаємо за формулою:

$$B_{3б} = F \cdot Y_b$$

$$B_{3б} = 270 \cdot 2,15 = 580,5 \text{ т}$$

Валовий збір після модернізації прикочувального механізму становитиме:

$$B_{3п} = F \cdot Y_{п}$$

$$B_{3п} = 270 \cdot 2,25 = 607,5 \text{ т}$$

Додатково отриману продукцію визначаємо як різницю між валовим збором після модернізації та базовим валовим збором:

$$\Delta B_3 = B_{3п} - B_{3б}$$

$$\Delta B_3 = 607,5 - 580,5 = 27,0 \text{ т}$$

Отже, за рахунок підвищення рівномірності сходів і приросту урожайності можна додатково отримати 27,0 т насіння соняшнику.

Додатковий дохід від приросту урожайності визначаємо за формулою:

$$D_d = \Delta B_3 \cdot Ц$$

$$D_d = 27,0 \cdot 16000 = 432000 \text{ грн}$$

Загальна кількість прикочувальних коліс для 16-секційної сівалки визначається так:

$$N = n \cdot z$$

$$N = 16 \cdot 2 = 32 \text{ шт.}$$

Вартість виготовлення прикочувальних коліс становитиме:

$$B_k = N \cdot Ц_k$$

$$B_k = 32 \cdot 3500 = 112000 \text{ грн}$$

Загальні витрати на модернізацію з урахуванням монтажу та кріплення визначаємо за формулою:

$$B_{заг} = B_k + B_m$$

$$B_{заг} = 112000 + 8000 = 120000 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект визначаємо, як різницю між додатковим доходом і загальними витратами на модернізацію:

$$E_p = D_d - B_{заг}$$

$$E_p = 432000 - 120000 = 312000 \text{ грн}$$

Строк окупності модернізації визначаємо за формулою:

$$T_o = B_{\text{заг}} / Дд$$

$$T_o = 120000 / 432000 = 0,28 \text{ року}$$

Витрати на модернізацію в розрахунку на 1 га становлять:

$$B_{\text{га}} = B_{\text{заг}} / F$$

$$B_{\text{га}} = 120000 / 270 = 444,4 \text{ грн/га}$$

Додатковий дохід на 1 га визначаємо за формулою:

$$Д_{\text{га}} = \Delta Y \cdot Ц$$

$$Д_{\text{га}} = 0,10 \cdot 16000 = 1600 \text{ грн/га}$$

Чистий економічний ефект у розрахунку на 1 га становить:

$$E_{\text{га}} = Д_{\text{га}} - B_{\text{га}}$$

$$E_{\text{га}} = 1600 - 444,4 = 1155,6 \text{ грн/га}$$

Загальні результати щодо визначення економічної ефективності наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Результати визначення економічного ефекту

Показник	Значення
Площа посіву	270 га
Базова урожайність	2,15 т/га
Урожайність після модернізації	2,25 т/га
Додатковий валовий збір	27,0 т
Додатковий дохід	432000 грн
Кількість прикочувальних коліс	32 шт.
Вартість коліс	112000 грн
Монтаж і кріплення	8000 грн
Загальні витрати на модернізацію	120000 грн
Річний економічний ефект	312000 грн
Строк окупності	0,28 року

Висновки. Таким чином, модернізація прикочувального механізму сівалки John Deere 7200 є економічно доцільною. За рахунок підвищення урожайності з 2,15 до 2,25 т/га додатковий валовий збір на площі 270 га становить 27,0 т. Це забезпечує додатковий дохід у розмірі 432000 грн. Після врахування витрат на виготовлення, монтаж і кріплення пальчикових коліс очікуваний економічний ефект становить 312000 грн, а строк окупності складає близько 0,28 року. Отже, запропоноване удосконалення може окупитися протягом першого сезону використання та забезпечити додатковий прибуток за рахунок кращої рівномірності сходів і підвищення урожайності соняшнику.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що у світі площа посівів збільшилася з 23,074 млн га у 2010 р. до 29,532 млн га у 2021 р., тобто приріст становив близько 28%. У Європі збільшення посівних площ було ще більш помітним: з 14,302 млн га у 2010 р. до 21,293 млн га у 2021 р. Приріст становив близько 49%, тобто майже половину початкового рівня. В Україні площі під соняшником також мали виражену тенденцію до зростання. У 2010 р. вони становили 4,526 млн га, а у 2021 р. досягли 6,665 млн га. Отже, за одинадцять років площі збільшилися приблизно в 1,5 рази. Найбільш помітне розширення відбулося після 2015 р., коли площі стабільно перевищували 6 млн га. У 2022 р. вона становила близько 5,30 млн га, у 2023 р. скоротилася до 5,20 млн га, у 2024 р. – до 5,00 млн га, а у 2025 р. орієнтовно становила 4,65 млн га. У структурі експорту насіння соняшнику та його продуктів переробки, переважає сира соняшникова олія. У 2020 році її було експортовано 6,206 млн т, у 2022 році - 5,229 млн т, у 2023 році - 5,183 млн т, у 2024 році - 5,369 млн т. Встановлено, що соняшник дуже чутливо реагує на глибину загортання насіння. Механізм прикочування є важливою частиною сівалки, яка безпосередньо впливає на якість сівби соняшнику. Неправильна робота такого механізму, зокрема за умови наявності пожнивних решток або підвищеної вологості ґрунту призводить до неякісного загортання, внаслідок чого спостерігається зниження врожайності.

В дипломному проєкті обрано основною мінімальну технологію, яка є актуальною в зоні із незначною кількістю опадів. Вона передбачає дискування, ранньовесняне боронування, передпосівну культивуацію, сівбу з одночасним внесенням добрив, систему хімічного захисту, позакореневі підживлення, десикацію та збирання врожаю. Розроблено план механізованих робіт вирощування соняшнику за мінімальною технологією. За результатами розрахунків встановлено, що питомі витрати пального становлять 33,2 кг/га. Загальна потреба в дизельному пальному для вирощування соняшнику на площі

270 га складає 8096,1 кг. При цьому, загальні питомі затрати праці становлять 2,27 люд.-год/га.

Для удосконалення сівалки John Deere 7200 запропоновано використати пальчикове прикочувальне колесо власної конструкції. Встановлено, що результуюче навантаження, з врахуванням дотичної сили, на колесо становить приблизно 530 Н. Після введення коефіцієнта динамічності 1,5 розрахункове навантаження на одне колесо прийнято на рівні 795 Н. На основі отриманого навантаження було виконано підбір підшипникового вузла та прийнято закритий радіальний кульковий підшипник 5203-2RS або його сумісний аналог. Коефіцієнт запасу за вантажопідйомністю становить 16,6, що підтверджує достатню міцність підшипника для роботи в польових умовах.

Розглянуто основні вимоги безпеки при виконанні робіт з сівалками, їх обслуговуванні, а також висвітлено шкідливі та небезпечні фактори, що можуть діяти на обслуговуючий персонал.

За рахунок підвищення урожайності з 2,15 до 2,25 т/га додатковий валовий збір на площі 270 га становить 27,0 т. Це забезпечує додатковий дохід у розмірі 432000 грн. Після врахування витрат на виготовлення, монтаж і кріплення пальчикових коліс очікуваний економічний ефект становить 312000 грн, а строк окупності складає близько 0,28 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Food and Agriculture Organization. <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
2. Сидякіна О.В., Гамаюнова В.В. Сучасний стан та перспективи виробництва насіння соняшнику. Таврійський науковий вісник. № 131. С. 196-204. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.25>
3. Державна служба статистики України. <https://statzvit.ukrstat.gov.ua/logkey>
4. Обсяг виробництва соняшнику в 2023 році сягнув 12,8 млн тон. <https://agrotimes.ua/agronomiya/obsyag-vyrobnychtva-sonyashnyku-v-2023-roczy-syagnuv-128-mln-tonn/>
5. Урожай соняшнику в Україні за 2024 рік по областях. <https://superagronom.com/multimedia/infographics/95-urojay-sonyashnyku-v-ukrayini-za-2024-rik-po-oblastyah>
6. Agricultural production in Ukraine in 2025: season results and analysis with the EU. <https://uga.ua/en/news/agricultural-production-in-ukraine-in-2025-season-results-and-analysis-with-the-eu/>
7. Exclusive: Ukraine raises projection for winter wheat area, boosting export prospects. <https://www.reuters.com/markets/commodities/ukraine-raises-projection-winter-wheat-area-boosting-export-prospects-2025-10-01/>
8. USDA forecasts that sunflower seeds production in Ukraine will grow by 11%. <https://ukragroconsult.com/en/news/usda-forecasts-that-sunflower-seeds-production-in-ukraine-will-grow-by-11/>
9. World Integrated Trade Solution. https://tradedatamonitor.com/?gbraid=0AAAAABZq0N08ES_K_5IM7naljDF_onvpq&gad_source=1&gad_campaignid=19556349769
10. USDA Foreign Agricultural Service. World Agricultural Production. https://www.aradc.org/advocacy?gad_source.
11. Шинкарук Л.В., Кондратьєв Ю.В. Сучасний стан розвитку ринку олійних культур в Україні: основні тенденції та фактори впливу. Актуальні

проблеми економіки. № 2. 2024. С. 83-90. <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2024-2-282-83-90>

12. Аналіз ринку соняшникової олії в Україні. <https://inventure.com.ua/uk/analytics/investments/analiz-rinku-sonyashnikovoyi-oliyi-v-ukrayini>

13. Лябах С. В. Вплив способу обробітку ґрунту та системи удобрення на врожайність соняшнику (*Helianthus L.*) за вирощування в умовах Центрального Полісся України. Агроекологічний журнал. 2022. № 4. С. 130–135. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2022.273259>.

14. Циліурік О. І., Горбатенко А. І., Судак В. М., Шапка В. П. Вплив мінімального обробітку ґрунту та удобрення на урожайність і олійність насіння соняшнику в умовах Північного Степу. Вісник Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2015. С. 11-14. <https://institut-zerna.com/library/pdf9/4.pdf>

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

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

17. І. М. Демчак, Л. В. Кукса, В. М. Івченко, В.С. Пивовар та ін. Методичні положення та норми продуктивності і витрат палива на сівбі, садінні та догляді за посівами. Укр. НДІ продуктивності агропром. комплексу. Київ: НДІ «Украгропромпродуктивність». 2019. 103 с.

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

19. John Deere. Planter Parts & Attachments. https://www.deere.com/en/parts-and-service/parts/ag-parts/planter/?utm_source.

20. SKF rating life. https://www.skf.com/hr/products/rolling-bearings/principles-of-rolling-bearing-selection/bearing-selection-process/bearing-size/size-selection-based-on-rating-life/skf-rating-life?utm_source

21. Herschel Parts. JD Planter Bearing – Closing Wheel. https://www.herschelparts.com/JD-CLOSING-WHEEL-BRG-KIT-FITS-7200-7300-.669-BORE?srsltid=AfmBOooxzBWsDXBywOOIod0jeW7DVhMNI4TwnQP8C-0jA_nEtZcXa_2&utm_source

22. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві, затверджені наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 № 1240.

23. НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затверджене наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 № 15.

ДОДАТКИ

Додаток А – План мехробіт на вирощування 270 га насіння соняшнику

Попередник - кукурудза на зерно																						врожайність насіння-2,25 т/га
Тип ґрунту-II																						
Гр. господарств-II																						
Операції	Агротехнічні вимоги	Одиниці виміру	Обсяг роботи	Строки виконання		Тривалість днів	Тривалість роботи за дні	Склад агрегату			Кількість с.-г. машин	Виробіток			Потрібно для виконання			Витрати палива, кг		Затрати праці, люд.-год/га		Кількість нормо-змін
				Календарні				трактор	зіплка	с.-г. машина		за годину	за зміну	за добу	агрегатів	трактористів	допоміжних працівників	За нормою	На весь обсяг	На одиницю роботи	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	Дискування	14-16 см	га	270	10-30.10	5	14	Case IH MX270		БДВП-7,2	1	7,50	52,5	105	1	2		6,3	1701	0,13	36,0	3,70
2	Ранньовесняне боронування	4-5 см	га	270	20-30.03	3	14	ХТЗ-17221		БВП-24	1	17,2	120,4	240,8	1	2		1,4	378	0,06	15,7	2,24
3	Навантаження насіння норма 3,5 кг/га	0,1035 т/га	т	27,94	20.04-15.05	6	14	МТЗ-82.1		КУН-1800Б	1	20,71	145,0	290,0	1	2		0,22	6,1468	0,05	1,3	0,19
4	Перевезення насіння та добрив	6 км	т	27,94	20.04-15.05	6	14	КамаЗ-5511		ПЗС-30М	1	8,91	62,4	124,8	1	2		0,91	25,4254	0,11	3,1	0,45
5	Передпосівна культивация	6-8 см	га	270	20.04-15.05	6	14	ХТЗ-17221		КПС-8	1	6,09	42,6	85,2	1	2		2,6	702	0,16	44,4	6,34
6	Сівба	55-60 тис. шт.	га	270	20.04-15.05	6	14	Case IH MX270		John Deere 7200	1	6,40	44,8	89,6	1	2	2	3,8	1026	0,31	84,4	6,03
7	Перевезення води і гербіциду Харнес	0,13 т/га	т	35,10	15-30.05	5	12	КамаЗ-5511		Ємність 3 м³	1	9,171	64,2	110,1	1	2		0,9	31,59	0,11	3,8	0,55
8	Внесення гербіциду Харнес+Гезагард	0,13 т/га	га	270	15-30.05	5	12	МТЗ-82.1		Титан 3000-24	1	9,8	58,8	117,6	1	2		1,25	337,5	0,10	27,6	3,94
9	Перевезення води і добрив	0,12 т/га	т	32,40	20.05-30.05	5	12	КамаЗ-5511		Ємність 3 м³	1	9,171	64,2	110,1	1	2		0,9	29,16	0,11	3,5	0,50
10	Позакоренеve підживлення карбамід 5 кг/га; Астрол (6-12) 2 л/га; сульфат магнію 4 кг/га; Ріверм 1 л/га	0,12 т/га	га	270	20.05-30.05	5	12	МТЗ-82.1		Титан 3000-24	1	9,8	58,8	117,6	1	2		1,2	324	0,10	27,6	3,94
11	Перевезення води і добрив	0,12 т/га	т	32,40	10-20.06	5	12	КамаЗ-5511		Ємність 3 м³	1	9,171	64,2	110,1	1	2		0,9	29,16	0,11	3,5	0,50
12	Позакоренеve підживлення карбамід 5 кг/га; Бор 1 л/га	0,12 т/га	га	270	10-20.06	5	12	МТЗ-82.1		Титан 3000-24	1	9,8	58,8	117,6	1	2		1,2	324	0,10	27,6	3,94
13	Перевезення води і фунгіциду	0,12 т/га	т	32,4	25.06-03.07	5	12	КамаЗ-5511		Ємність 3 м³	1	3,75	22,5	45,0	1	2		0,9	29,16	0,27	8,6	1,23
14	Внесення фунгіциду	0,12 т/га	га	270	25.06-03.07	5	12	МТЗ-82.1		Титан 3000-24	1	9,8	58,8	117,6	1	2		1,2	324	0,10	27,6	3,94
15	Десикація (Реглон Ейр 2,5 л/га)	10 л/га	га	270	01-15.09		12	Комп'ютер XAG P100 Pro Kite				9,0	54,0	108,0						0,11	30,0	4,29
16	Збирання насіння соняшнику	2,25 т/га	га	270	03-18.09	10	10	Claas Lexion 440			1	4,80	33,6	48,0	1	2		8,7	2349	0,21	56,3	8,04
17	Перевезення насіння	6 км	т	607,5	03-18.09	10	10	MAN TGM 18.250			1	8,34	58,4	83,4	1	2		0,79	479,9	0,12	72,8	10,40
	Всього																	33,2	8096,1	2,27	473,7	60,2

Додаток Б – Графічна частина до дипломного проєкту

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

**Ефективність використання техніки при вирощуванні
соняшнику з удосконаленням конструкції сівалки**

Демонстраційний матеріал до дипломного проєкту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АІ-4-22

Ситнік Антон Ігорович

Керівник: к. т. н., доцент

Макаренко Дмитро Олександрович

ДНІПРО 2026

Продовження додатку Б

Метою дипломного проєкту є удосконалення конструкції механізму прикочування сівалки для забезпечення високої якості його роботи.

В дипломному проєкті виконували такі завдання:

1. Проаналізувати динаміку вирощування соняшнику в світі, Європі та Україні. Розглянути обсяги експорту соняшникової олії за її видами.
2. Виконати проектування процесів вирощування насіння соняшнику.
3. Розглянути особливості конструкцій прикочувальних коліс та їх сфери застосування. Запропонувати до впровадження прикочувальне пальчикове колесо. Виконати інженерні розрахунки.
4. Розглянуто основні вимоги безпеки при виконанні робіт з сівалками.
5. Виконати економічне обґрунтування запропонованого удосконалення.

Продовження додатку Б

48ДП.035.000.000 ГР

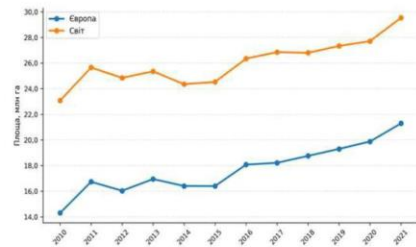


Рис. 1 – Значч посівних площ соняшнику в Європі та світі протягом 2010–2021 рр.

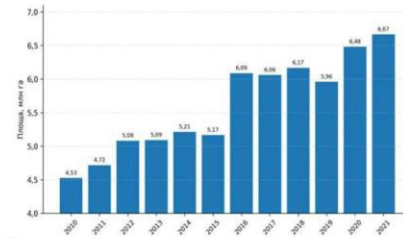


Рис. 2 – Динаміка посівних площ соняшнику в Україні за 2010–2021 рр.

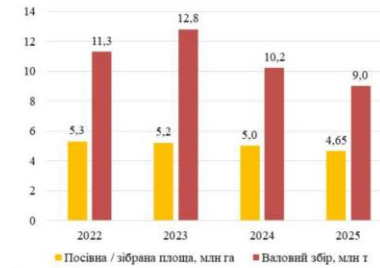


Рис. 3 – Площі посівів та валовий збір соняшнику в Україні за 2022–2025 рр.

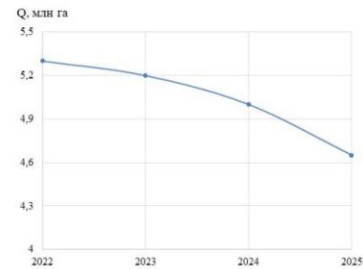


Рис. 4 – Середня урожайність соняшнику в Україні у 2022–2025 рр.

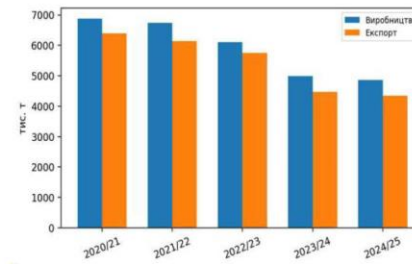


Рис. 5 – Виробництво та експорт соняшника в Україні

48ДП.035.000.000 ГР									
Дир. Аген.	М. Влас	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.
Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.
Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.
Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.
Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.
Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.
Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.
Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.
Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.	Дир. Аген.

Продовження додатку Б

ХТ 0000005010789

План механізованих робіт при вирощуванні соняшника на площі 270 га																						
Попередник - кукурудза на зерно																			врожайність насіння-2,25 т/га			
Тип ґрунту-II																						
Гр. господарств-II																						
Операції	Агротехнічні норми	Одиниці виміру	Обсяг роботи	Строки виконання		Тривалість днів	Тривалість роботи за д.	Склад агрегату			Кількість с.-г.машин	Виробіток			Потрібно для виконання		Витрати палива, кг		Затрати праці, люд.-год/га		Кількість нормо-змін	
				Календарні				трактор	зірка	с.-г. машина		за годину	за зміну	за добу	агрегатів	трактористів	допоможних працівників	За нормою	На весь обсяг	На одиницю роботи		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	Дискування	14-16 см	га	270	10-30.10	5	14	Case IH MX270	БДВП-7,2	1	7,50	52,5	105	1	2	6,3	1701	0,13	36,0	3,70		
2	Ранньовесняне боронування	4-5 см	га	270	20-30.03	3	14	ХТЗ-17221	БВП-24	1	17,2	120,4	240,8	1	2	1,4	378	0,06	15,7	2,24		
3	Навантаження насіння норма 3,5 кг/га	0,1035 т/га	т	27,94	20.04-15.05	6	14	МТЗ-82.1	КУН-1800Б	1	20,71	145,0	290,0	1	2	0,22	6,1468	0,05	1,3	0,19		
4	Перевезення насіння та добрив	6 км	т	27,94	20.04-15.05	6	14	КамАЗ-5511	ПЗС-30М	1	8,91	62,4	124,8	1	2	0,91	25,4254	0,11	3,1	0,45		
5	Передпосівна культивация	6-8 см	га	270	20.04-15.05	6	14	ХТЗ-17221	КПС-8	1	6,09	42,6	85,2	1	2	2,6	702	0,16	44,4	6,34		
6	Сівба	55-60 тис. шт.	га	270	20.04-15.05	6	14	Case IH MX270	John Deere 7200	1	6,40	44,8	89,6	1	2	3,8	1026	0,31	84,4	6,03		
7	Перевезення води і гербіциду Харнес	0,13 т/га	т	35,10	15-30.05	5	12	КамАЗ-5511	Ємність 3 м³	1	9,171	64,2	110,1	1	2	0,9	31,59	0,11	3,8	0,55		
8	Внесення гербіциду Харнес+Гезагард	0,13 т/га	га	270	15-30.05	5	12	МТЗ-82.1	Титан 3000-24	1	9,8	58,8	117,6	1	2	1,25	337,5	0,10	27,6	3,94		
9	Перевезення води і добрив	0,12 т/га	т	32,40	20.05-30.05	5	12	КамАЗ-5511	Ємність 3 м³	1	9,171	64,2	110,1	1	2	0,9	29,16	0,11	3,5	0,50		
10	Позакореневе підживлення карбамід 5 кг/га, Астрол (6-12) 2 л/га, сульфат магнію 4 кг/га, Ріверм 1 л/га	0,12 т/га	га	270	20.05-30.05	5	12	МТЗ-82.1	Титан 3000-24	1	9,8	58,8	117,6	1	2	1,2	324	0,10	27,6	3,94		
11	Перевезення води і добрив	0,12 т/га	т	32,40	10-20.06	5	12	КамАЗ-5511	Ємність 3 м³	1	9,171	64,2	110,1	1	2	0,9	29,16	0,11	3,5	0,50		
12	Позакореневе підживлення карбамід 5 кг/га, Бор 1 л/га	0,12 т/га	га	270	10-20.06	5	12	МТЗ-82.1	Титан 3000-24	1	9,8	58,8	117,6	1	2	1,2	324	0,10	27,6	3,94		
13	Перевезення води і фунгіциду	0,12 т/га	т	32,4	25.06-03.07	5	12	КамАЗ-5511	Ємність 3 м³	1	3,75	22,5	45,0	1	2	0,9	29,16	0,27	8,6	1,23		
14	Внесення фунгіциду	0,12 т/га	га	270	25.06-03.07	5	12	МТЗ-82.1	Титан 3000-24	1	9,8	58,8	117,6	1	2	1,2	324	0,10	27,6	3,94		
15	Десикація (Реглон Епр 2,5 л/га)	10 л/га	га	270	01-15.09	12		Komtrax XAG P100 Pro Kite			9,0	54,0	108,0					0,11	30,0	4,29		
16	Збирання насіння соняшнику	2,25 т/га	га	270	03-18.09	10	10	Claas Lexion 440		1	4,80	33,6	48,0	1	2	8,7	2349	0,21	56,3	8,04		
17	Перевезення насіння	6 км	т	607,5	03-18.09	10	10	MAN TGM 18.250		1	8,34	58,4	83,4	1	2	0,79	479,9	0,12	72,8	10,40		
Всього																33,2	8096,1	2,27	473,7	60,2		

48ДП035.000.000 ТК

Зм. Арх. № докум. Підп. Дата

Розроб. Стор. 4.1

Варіант. Поправки 0.0

Група

Нормат. Поправки 0.0

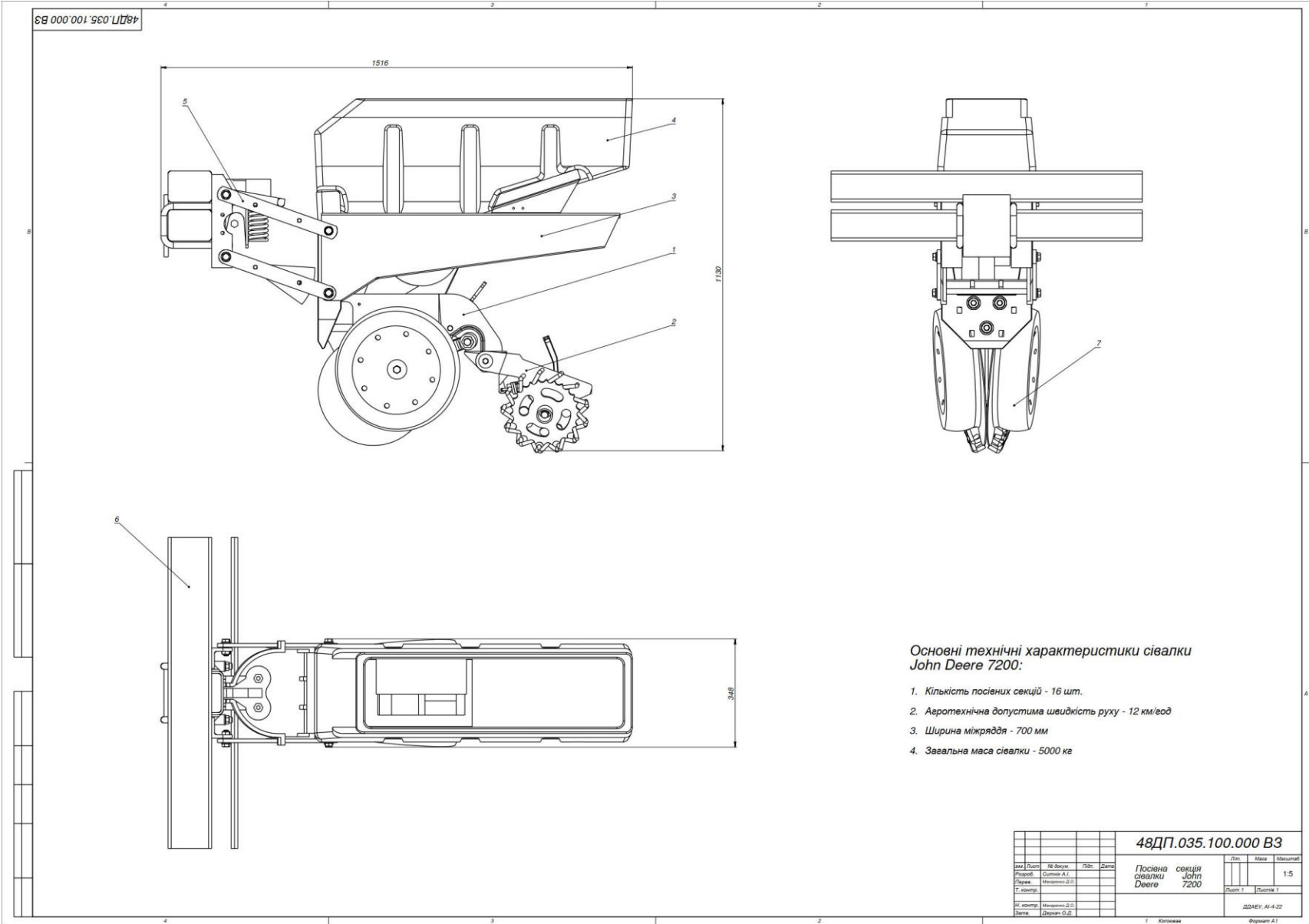
Додат. Додат. 0.0

План механізації вирощування соняшнику

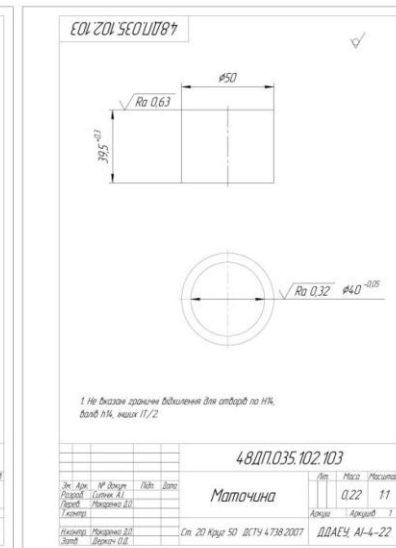
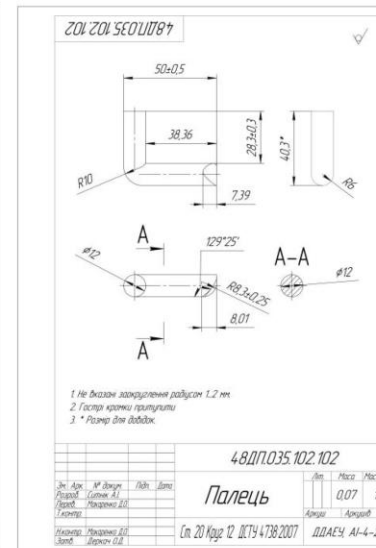
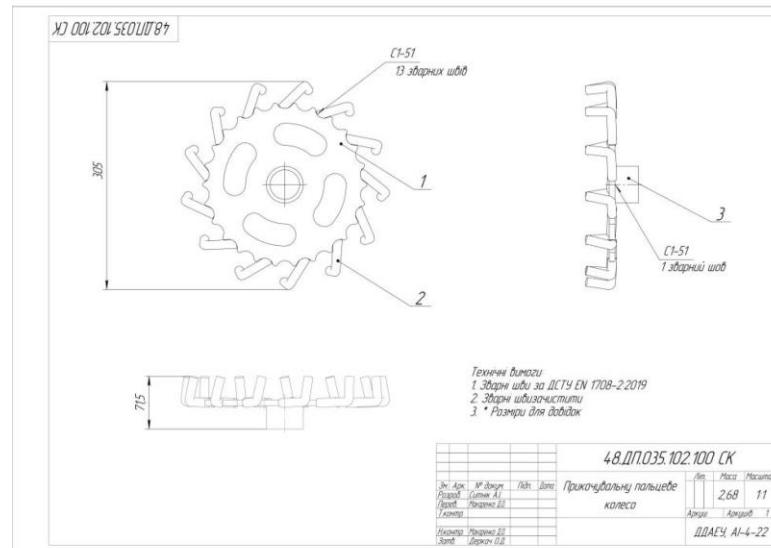
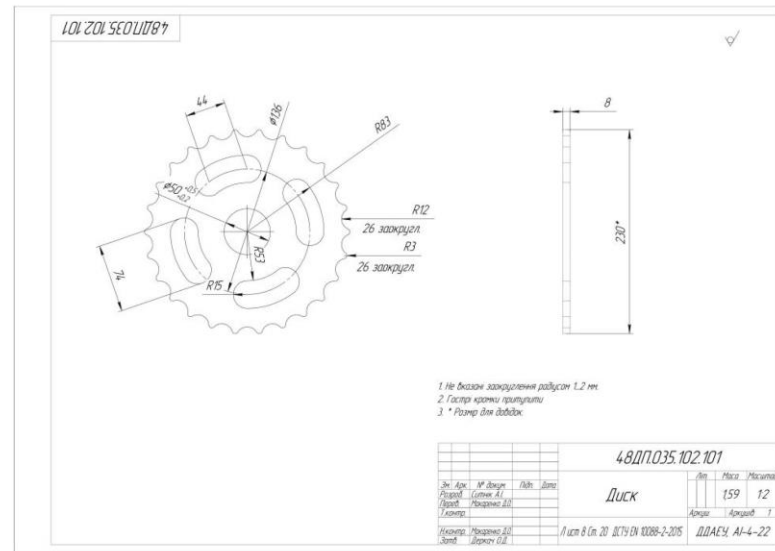
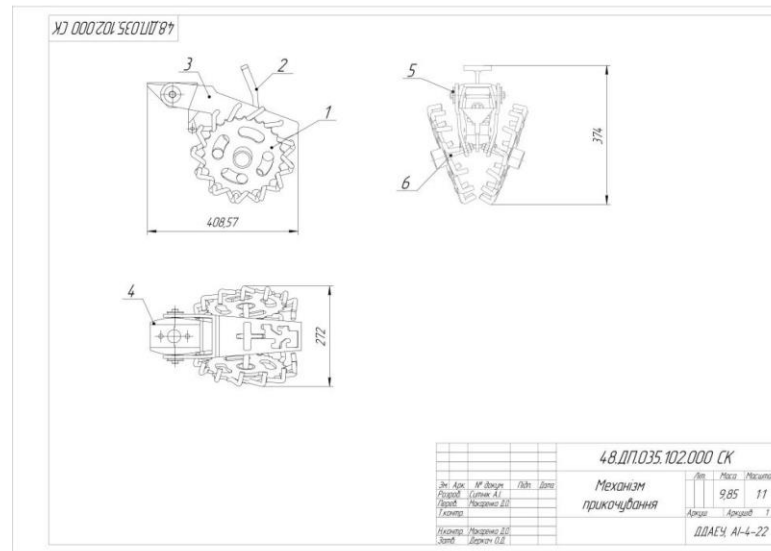
Алгоритм. Алгоритм. Т

ДДАСУ. АІ-4-22

Продовження додатку Б



Продовження додатку Б



Продовження додатку Б

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що у світі площа посівів збільшилася з 23,074 млн га у 2010 р. до 29,532 млн га у 2021 р., тобто приріст становив близько 28%. У Європі збільшення посівних площ було ще більш помітним: з 14,302 млн га у 2010 р. до 21,293 млн га у 2021 р. Приріст становив близько 49%, тобто майже половину початкового рівня. В Україні площі під соняшником також мали виражену тенденцію до зростання. У 2010 р. вони становили 4,526 млн га, а у 2021 р. досягли 6,665 млн га. Отже, за одинадцять років площі збільшилися приблизно в 1,5 рази. Найбільш помітне розширення відбулося після 2015 р., коли площі стабільно перевищували 6 млн га. У 2022 р. вона становила близько 5,30 млн га, у 2023 р. скоротилася до 5,20 млн га, у 2024 р. – до 5,00 млн га, а у 2025 р. орієнтовно становила 4,65 млн га. У структурі експорту насіння соняшнику та його продуктів переробки, переважає сира соняшникова олія. У 2020 році її було експортовано 6,206 млн т, у 2022 році - 5,229 млн т, у 2023 році - 5,183 млн т, у 2024 році - 5,369 млн т. Встановлено, що соняшник дуже чутливо реагує на глибину загортання насіння. Механізм прикочування є важливою частиною сівалки, яка безпосередньо впливає на якість сівби соняшнику. Неправильна робота такого механізму, зокрема за умови наявності пожнивних решток або підвищеної вологості ґрунту призводить до неякісного загортання, внаслідок чого спостерігається зниження врожайності.
2. В дипломному проєкті обрано основною мінімальну технологію, яка є актуальною в зоні із незначною кількістю опадів. Вона передбачає дискування, ранньовесняне боронування, передпосівну культивування, сівбу з одночасним внесенням добрив, систему хімічного захисту, позакореневі підживлення, десикацію та збирання врожаю. Розроблено план механізованих робіт вирощування соняшнику за мінімальною технологією. За результатами розрахунків встановлено, що питомі витрати пального становлять 33,2 кг/га. Загальна потреба в дизельному пальному для вирощування соняшнику на площі 270 га складає 8096,1 кг. При цьому, загальні питомі затрати праці становлять 2,27 люд.-год/га.
3. Для удосконалення сівалки John Deere 7200 запропоновано використати пальчикове прикочувальне колесо власної конструкції. Встановлено, що результуюче навантаження, з врахуванням дотичної сили, на колесо становить приблизно 530 Н. Після введення коефіцієнта динамічності 1,5 розрахункове навантаження на одне колесо прийнято на рівні 795 Н. На основі отриманого навантаження було виконано підбір підшипникового вузла та прийнято закритий радіальний кульковий підшипник 5203-2RS або його сумісний аналог. Коефіцієнт запасу за вантажопідйомністю становить 16,6, що підтверджує достатню міцність підшипника для роботи в польових умовах.
4. Розглянуто основні вимоги безпеки при виконанні робіт з сівалками, їх обслуговуванні, а також висвітлено шкідливі та небезпечні фактори, що можуть діяти на обслуговуючий персонал.
5. За рахунок підвищення урожайності з 2,15 до 2,25 т/га додатковий валовий збір на площі 270 га становить 27,0 т. Це забезпечує додатковий дохід у розмірі 432000 грн. Після врахування витрат на виготовлення, монтаж і кріплення пальчикових коліс очікуваний економічний ефект становить 312000 грн, а строк окупності складає близько 0,28 року.