

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проекту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення вирощування ріпаку озимого з розробкою операційної
технології прямого посіву**

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-1-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Булгаков Віктор Віталійович

Керівники: _____ Деркач Олексій Дмитрович
_____ Горобець Володимир Леонідович

Рецензент: _____ Лисенко Олександр Анатолійович

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ЕМТП

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Деркач О.Д.

(підпис)

прізвище, ініціали

«05» травня 2026 р

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

Булгакову Віктору Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення вирощування ріпаку озимого з розробкою операційної технології прямого посіву

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

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

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

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

2. Строк подання студентом проєкту 12.06.2026 р.

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

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

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

1. Аналіз вирощування ріпаку (А1) 2. План механізованих робіт вирощування ріпаку (А1) 3. Сівалка прямого посіву (Кресленик загального вигляду) (А1). 4. Сошник. Складальне креслення (А1). 5. Лапа (А3) 6. Наральник (А4) 7. Стійка (А3). 8. Кронштейн (А4). 9. Пружина (А4). 10. Втулка (А4). 11. Операційно-технологічна карта сівби (А1) 12. Техніко-економічні показники (А1).

6. Консультанти розділів проєкту

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

7. Дата видачі завдання: 05.05.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

_____ Булгаков В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

_____ Деркач О.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ Горобець В.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Булгаков В.В. Удосконалення вирощування ріпаку озимого з розробкою операційної технології прямого посіву / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У роботі розглянуто питання удосконалення технології вирощування озимого ріпаку із застосуванням сівалки прямого висіву в умовах сучасного ресурсозберігаючого землеробства. Проведено аналіз сучасного стану вирощування озимого ріпаку в Україні, досліджено динаміку посівних площ, рівень урожайності та особливості впливу технології сівби на формування продуктивності культури. Проаналізовано агротехнічні умови проведення сівби озимого ріпаку та сучасні конструкції сівалок прямого посіву. Встановлено основні переваги та недоліки дискових, анкерних, лапових і комбінованих сошникових систем, обґрунтовано доцільність удосконалення конструкції сошника сівалки прямого висіву. Розроблено план механізованих робіт вирощування озимого ріпаку за технологією No-Till, виконано обґрунтування та розрахунок основних елементів технології вирощування культури. Запропоновано удосконалену конструкцію сошника сівалки прямого висіву, яка забезпечує покращення якості формування насіннєвого ложа, стабільну глибину загортання насіння та зниження тягового опору агрегату. Виконано конструктивні та міцнісні розрахунки елементів удосконаленої конструкції, розроблено операційно-технологічну карту сівби озимого ріпаку. У роботі також розглянуто питання охорони праці та захисту навколишнього середовища під час виконання технологічних операцій. Проведене техніко-економічне обґрунтування підтвердило ефективність впровадження удосконаленої сівалки прямого посіву. Використання розробленої конструкції дозволяє підвищити продуктивність агрегату, зменшити витрати пального та забезпечити приріст урожайності озимого ріпаку.

Ключові слова: озимий ріпак, прямий посів, No-Till, сівалка прямого висіву, сошник, посівний агрегат, технологія сівби, механізовані роботи, урожайність, ресурсозбереження, насіннєве ложе, продуктивність агрегату, енерговитрати, техніко-економічна ефективність.

Зміст

ВСТУП.....	7
1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО РІПАКУ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ СІВБИ НА ФОРМУВАННЯ ЇЇ ВРОЖАЙНОСТІ	9
1.1 Народногосподарське значення озимого ріпаку	9
1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності ріпаку озимого	12
1.3 Особливості впливу технологій сівби на формування врожайності ріпаку озимого.....	15
1.4 Особливості агротехнічних умов проведення сівби ріпаку озимого.....	18
1.5 Сучасні конструкції сівалок прямого посіву	22
1.4 Висновки з розділу	27
2. РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА ОЗИМОГО РІПАКУ	29
2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при виращуванні озимого ріпаку.....	29
2.2 Обґрунтування та розрахунок елементів технології виращування озимого ріпаку	32
2.3 Висновки з розділу	36
3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СІВАЛКИ ПРЯМОГО ВИСІВУ	38
3.1 Розробка та обґрунтування конструкції	38
3.2 Конструктивні розрахунки	40
3.4 Висновки з розділу	44
4. РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ СІВБИ	46
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	51
6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ УДОСКОНАЛЕНОЇ СІВАЛКИ ПРЯМОГО ПОСІВУ	54
ВИСНОВКИ	58
БІБЛІОГРАФІЯ	61
ДОДАТКИ	65

ВСТУП

Ріпак озимий є однією з найважливіших олійних культур сучасного аграрного виробництва, що має вагоме продовольче, кормове та енергетичне значення. Високий попит на ріпакову олію, продукти її переробки та біопаливо сприяє постійному розширенню площ вирощування цієї культури як у світі, так і в Україні. Завдяки високому рівню рентабельності виробництва ріпак озимий займає провідне місце у структурі посівних площ сільськогосподарських підприємств. Водночас ефективність його вирощування значною мірою залежить від застосування сучасних технологій обробітку ґрунту, сівби та догляду за посівами.

Сучасні умови ведення сільського господарства характеризуються необхідністю зниження енергетичних витрат, збереження родючості ґрунтів та мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище. У зв'язку з цим особливої актуальності набувають ґрунтозахисні та ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур, серед яких важливе місце займає технологія прямого посіву (No-Till). Дана технологія передбачає висів насіння без попереднього механічного обробітку ґрунту, що дозволяє зменшити витрати пального, скоротити кількість технологічних операцій, знизити ерозійні процеси та забезпечити збереження вологи у ґрунті.

Для вирощування ріпаку озимого технологія прямого посіву є перспективною, оскільки культура потребує оптимальних умов для формування дружних сходів та розвитку кореневої системи в осінній період. Разом із тим впровадження прямого посіву потребує удосконалення операційної технології, обґрунтування параметрів виконання технологічних операцій, підбору сучасної техніки та забезпечення високої якості сівби. Особливого значення набувають питання рівномірного розподілу насіння, дотримання оптимальної глибини загортання та створення сприятливих умов для проростання насіння в умовах мінімального порушення ґрунтового покриву.

Актуальність теми полягає у необхідності підвищення ефективності вирощування ріпаку озимого шляхом удосконалення операційної технології прямого посіву, що дозволить забезпечити стабільне отримання високих урожаїв при одночасному зменшенні енергетичних і матеріальних витрат. Використання сучасних технологічних рішень та удосконалених технічних засобів сприятиме підвищенню продуктивності машинно-тракторних агрегатів, покращенню агротехнічних показників виконання сівби та підвищенню економічної ефективності виробництва.

Метою роботи є удосконалення технології вирощування ріпаку озимого з розробкою операційної технології прямого посіву, спрямованої на підвищення якості виконання технологічних процесів та ефективності виробництва.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз сучасних технологій вирощування ріпаку озимого;
- дослідити особливості застосування технології прямого посіву;
- обґрунтувати параметри операційної технології сівби ріпаку озимого;
- здійснити підбір машинно-тракторного агрегату для виконання технологічного процесу;
- визначити техніко-економічні показники запропонованої технології;
- оцінити ефективність удосконаленої технології вирощування ріпаку озимого.

Об'єктом дослідження є технологічний процес вирощування ріпаку озимого за технологією прямого посіву.

Предметом дослідження є операційна технологія прямого посіву ріпаку озимого та параметри її виконання.

Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження удосконаленої операційної технології прямого посіву ріпаку озимого у виробничих умовах сільськогосподарських підприємств з метою зниження витрат ресурсів, підвищення урожайності культури та покращення економічних показників виробництва.

1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО РІПАКУ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ СІВБИ НА ФОРМУВАННЯ ЇЇ ВРОЖАЙНОСТІ

1.1 Народногосподарське значення озимого ріпаку

Озимий ріпак є однією з найцінніших і найбільш перспективних олійних культур сучасного сільського господарства. Його народногосподарське значення визначається високою економічною ефективністю вирощування, універсальністю використання продукції та важливою роллю у забезпеченні продовольчої, кормової та енергетичної безпеки держави. В останні десятиліття площі посіву ріпаку в Україні та світі постійно зростають, що пов'язано з підвищеним попитом на рослинні олії, кормовий білок і сировину для виробництва біопалива.

Ріпак озимий належить до родини капустяних і характеризується високим вмістом олії в насінні, який становить 40–50 %, а також значною кількістю білка – до 25 %. Завдяки цьому культура має широкий спектр використання в різних галузях народного господарства. Основним продуктом переробки ріпаку є ріпакова олія, яка застосовується у харчовій промисловості для виготовлення маргарину, майонезу, консервів, кулінарних жирів та інших продуктів харчування. Сучасні безерукові сорти ріпаку забезпечують отримання високоякісної харчової олії, яка за своїми властивостями наближається до оливкової та характеризується високим вмістом ненасичених жирних кислот.

Важливе значення ріпак має у кормовиробництві. Макуха та шрот, що залишаються після вилучення олії, є цінним високобілковим кормом для тварин. Вміст білка у ріпаковому шроті досягає 35–38 %, що дозволяє використовувати його у раціонах великої рогатої худоби, свиней та птиці. Крім того, зелена маса ріпаку може використовуватись як кормова культура для заготівлі силосу та зеленої підгодівлі.

Особливого значення ріпак набув у зв'язку з розвитком альтернативної енергетики. Ріпакова олія є основною сировиною для виробництва біодизельного

палива. Використання біопалива сприяє зменшенню залежності від традиційних нафтопродуктів, скороченню викидів шкідливих речовин в атмосферу та покращенню екологічного стану навколишнього середовища. Саме тому багато країн світу активно підтримують вирощування ріпаку як стратегічної енергетичної культури.

В Україні ріпак озимий є важливою експортно орієнтованою культурою. Значна частина вирощеного насіння експортується до країн Європейського Союзу, де використовується для виробництва олії та біодизелю. Високий попит на світовому ринку забезпечує стабільну рентабельність вирощування ріпаку та сприяє залученню інвестицій у розвиток аграрного сектору. Завдяки цьому культура займає важливе місце у структурі посівних площ багатьох сільськогосподарських підприємств.

Окрім економічного значення, ріпак має важливу агротехнічну цінність. Він є добрим попередником для зернових культур, оскільки сприяє покращенню структури ґрунту, зменшенню забур'яненості полів та накопиченню органічної речовини. Потужна коренева система ріпаку розпушує ґрунт, покращує його водно-повітряний режим та сприяє підвищенню родючості. Крім того, ранні строки збирання ріпаку дозволяють своєчасно підготувати ґрунт для наступних культур у сівозміні.

Вирощування озимого ріпаку також має велике значення для підвищення ефективності використання земельних ресурсів. Культура добре використовує осінньо-зимові запаси вологи та забезпечує високий рівень продуктивності навіть у посушливих умовах за умови дотримання технології вирощування. Озимий ріпак характеризується високою потенційною врожайністю, яка в сучасних умовах може перевищувати 4–5 т/га.

Разом із тим отримання високих і стабільних урожаїв ріпаку потребує впровадження сучасних технологій вирощування та використання високопродуктивної техніки. Одним із перспективних напрямів є застосування ресурсозберігаючих технологій, зокрема прямого посіву. Використання технології No-Till дозволяє скоротити витрати пального, зменшити кількість

проходів техніки по полю, знизити ущільнення ґрунту та підвищити ефективність використання води. Для ріпаку це особливо важливо, оскільки дружність сходів і розвиток рослин у початковий період значною мірою залежать від наявності продуктивної води у верхньому шарі ґрунту.

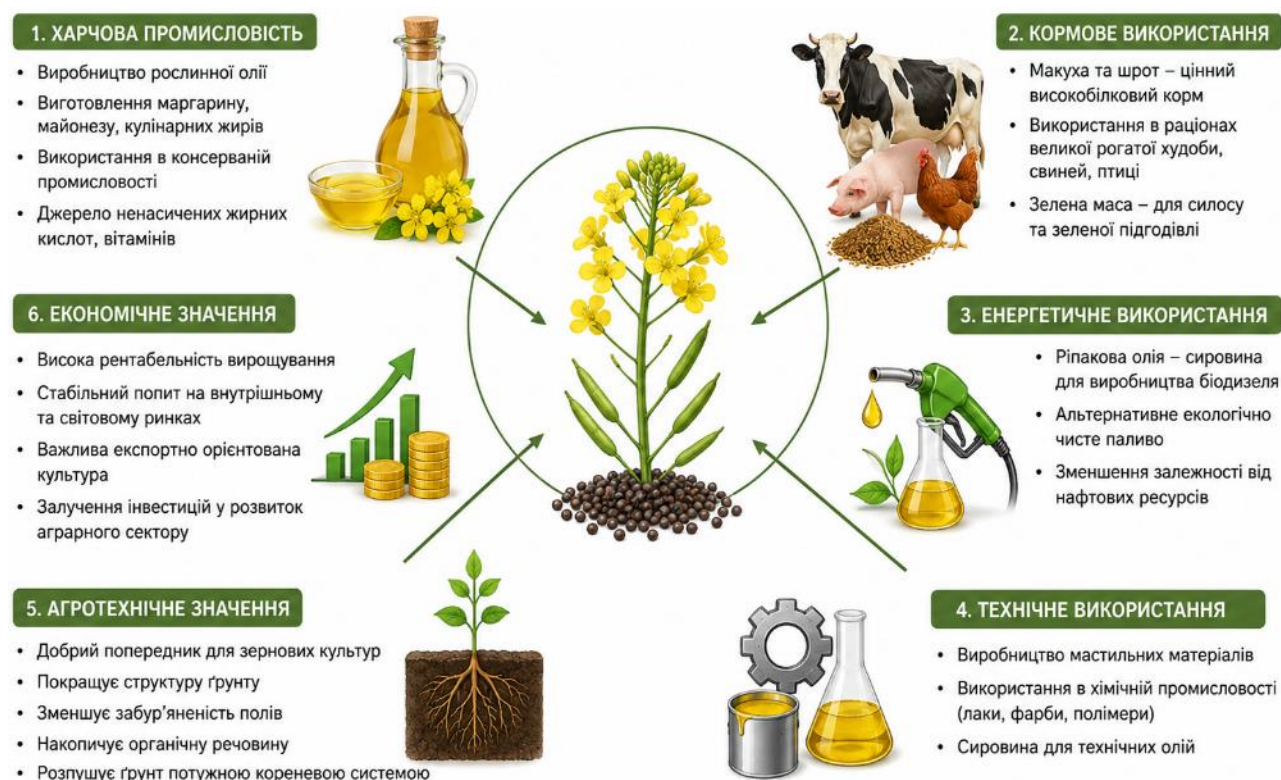


Рисунок 1.1 – Напрями застосування озимого ріпаку

Сучасні посівні агрегати для прямого посіву забезпечують високу точність висіву, рівномірне загортання насіння та оптимальне формування посівного ложа. Використання удосконалених сошникових систем, систем дозування та контролю висіву дозволяє підвищити якість технологічного процесу і забезпечити оптимальні умови для росту та розвитку рослин.

Таким чином, озимий ріпак є стратегічно важливою культурою для агропромислового комплексу України. Його значення визначається не лише високою економічною ефективністю, але й важливою роллю у забезпеченні продовольчої, кормової та енергетичної безпеки. Подальше вдосконалення технологій вирощування ріпаку, зокрема впровадження технології прямого

посіву та сучасних посівних агрегатів, є важливим напрямом підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.

1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності ріпаку озимого

Озимий ріпак є однією з провідних технічних культур України, площі вирощування якої протягом останніх років залишаються стабільно високими. Значний попит на ріпак на внутрішньому та зовнішньому ринках, висока рентабельність виробництва та широкий спектр використання продукції сприяють постійному розвитку галузі ріпаківництва. Особливо важливе значення ріпак має для експорту, оскільки Україна входить до числа найбільших постачальників ріпаку на європейський ринок.

Водночас на динаміку посівних площ і врожайності культури суттєво впливають природно-кліматичні умови, економічна ситуація, рівень технічного забезпечення господарств та впровадження сучасних технологій вирощування. У період 2022–2025 років розвиток галузі відбувався в складних умовах воєнного стану, що призвело до певного скорочення площ вирощування та зміни структури посівів.

За даними Державної служби статистики України та галузевих аналітичних ресурсів, у 2022 році площа посівів ріпаку озимого та ярого в Україні становила близько 1,4 млн га. Незважаючи на складні економічні умови, культура залишалась однією з найбільш прибуткових серед олійних культур. Середня врожайність ріпаку у 2022 році перебувала на рівні 2,5–2,7 т/га, а валовий збір становив понад 3 млн тонн.

У 2023 році спостерігалось збільшення виробництва ріпаку завдяки покращенню погодних умов та розширенню площ посіву в окремих регіонах України. Загальна площа збирання ріпаку досягла близько 1,396 млн га, а валовий збір перевищив 4 млн тонн. Середня врожайність культури становила приблизно 2,8 т/га, що є одним із найкращих показників за останні роки.

У 2024 році внаслідок складних погодних умов, часткового скорочення площ посіву та негативного впливу воєнних дій площа збирання ріпаку зменшилась до 1,266 млн га. Валовий збір культури становив 3 млн 457 тис. тонн, а середня врожайність перебувала на рівні 2,7 т/га. Незважаючи на певне зниження показників порівняно з 2023 роком, ріпак залишився однією з найбільш економічно ефективних культур в аграрному виробництві України.

Аналіз статистичних даних свідчить, що основні площі вирощування ріпаку зосереджені у західних, центральних та північних областях України. Найбільшими виробниками ріпаку є Хмельницька, Тернопільська, Львівська, Вінницька, Одеська та Черкаська області. У цих регіонах природно-кліматичні умови є найбільш сприятливими для формування високої врожайності культури.

За даними обласних управлінь статистики, у 2024 році в Хмельницькій області площі посіву ріпаку становили понад 119 тис. га, в Одеській області – понад 111 тис. га, а в окремих регіонах західної України ріпак займав значну частку у структурі технічних культур.

У 2025 році спостерігається тенденція до стабілізації посівних площ ріпаку. За оперативними даними Держстату, аграрії продовжують активно використовувати культуру у сівозмінах завдяки її високій рентабельності та стабільному попиту на зовнішньому ринку. У ряді областей площі під ріпаком залишились на рівні попереднього року або дещо збільшились. Наприклад, у Харківській області площа посіву ріпаку озимого та ярого у 2025 році становила понад 8 тис. га.

Важливим показником ефективності вирощування ріпаку є рівень урожайності. Аналіз даних свідчить, що середня врожайність культури в Україні протягом 2022–2025 років коливалась у межах 2,5–2,9 т/га залежно від регіону та погодних умов. У провідних господарствах, де застосовуються сучасні інтенсивні технології вирощування, врожайність ріпаку досягає 4,0–5,0 т/га.

На рівень урожайності значний вплив мають строки сівби, якість підготовки ґрунту, забезпеченість вологою, система удобрення та використання сучасних високопродуктивних гібридів. Одним із важливих напрямів

підвищення ефективності вирощування ріпаку є впровадження ресурсозберігаючих технологій, зокрема технології прямого посіву (No-Till). Така технологія дозволяє зберігати продуктивну вологу у ґрунті, зменшувати кількість технологічних операцій та скорочувати витрати пального.

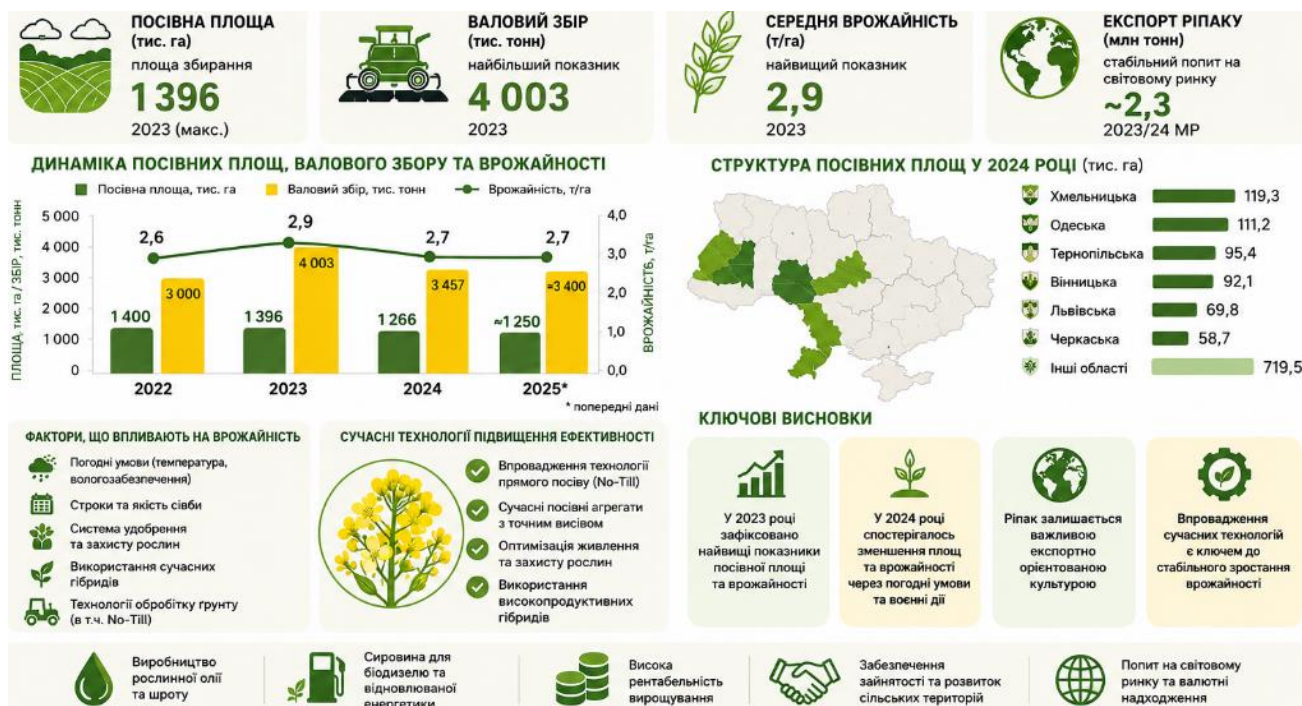


Рисунок 1.2 – Стан виробництва ріпаку озимого в аграрному секторі України

Суттєве значення для підвищення врожайності ріпаку має також застосування сучасних посівних агрегатів, які забезпечують точне дотримання норми висіву, рівномірне розміщення насіння та стабільну глибину загортання. Використання удосконалених сошникових систем сприяє формуванню дружних сходів і створює оптимальні умови для розвитку рослин у початковий період вегетації.

Таким чином, аналіз посівних площ та рівня врожайності ріпаку озимого свідчить про важливе значення цієї культури для агропромислового комплексу України. Незважаючи на складні економічні та воєнні умови, ріпак залишається однією з найбільш прибуткових і перспективних культур. Подальше підвищення ефективності його вирощування можливе за рахунок удосконалення технологій

сівби, використання сучасної техніки та впровадження ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту.

1.3 Особливості впливу технологій сівби на формування врожайності ріпаку озимого

Технологія сівби є одним із найважливіших елементів системи вирощування ріпаку озимого, оскільки саме від якості виконання посівних робіт значною мірою залежить формування густоти стояння рослин, розвиток кореневої системи, перезимівля та рівень майбутньої врожайності. Озимий ріпак належить до культур, які дуже чутливо реагують на порушення агротехнічних вимог під час сівби. Навіть незначні відхилення від оптимальних параметрів можуть призводити до зниження польової схожості, нерівномірності сходів та втрат урожаю.

У сучасному землеробстві застосовуються різні технології сівби ріпаку озимого: традиційна, мінімальна та технологія прямого посіву (No-Till). Кожна з них має свої особливості, переваги та недоліки, що впливають на формування врожайності культури.

Традиційна технологія передбачає проведення оранки, передпосівного обробітку ґрунту та сівби за підготовленим посівним ложем. Дана технологія забезпечує добрі умови для проростання насіння, однак характеризується високими енергетичними витратами. Витрати пального при традиційній системі обробітку можуть становити 45–60 л/га, що значно підвищує собівартість продукції. Разом із тим за сприятливих умов традиційна технологія забезпечує врожайність ріпаку на рівні 3,0–4,0 т/га.

Мінімальна технологія обробітку ґрунту передбачає зменшення кількості технологічних операцій та скорочення глибини обробітку. За даними наукових досліджень, застосування мінімального обробітку дозволяє знизити витрати пального на 20–30 % порівняно з традиційною технологією. При цьому

врожайність ріпаку зазвичай перебуває у межах 2,8–3,8 т/га залежно від погодних умов та рівня забезпечення вологою.

Особливого поширення останніми роками набуває технологія прямого посіву (No-Till), яка передбачає висів насіння без попереднього механічного обробітку ґрунту. Основною перевагою цієї технології є збереження вологи у верхньому шарі ґрунту, зменшення ерозійних процесів та значне скорочення витрат паливно-мастильних матеріалів. За технології No-Till витрати пального можуть становити лише 18–25 л/га, що майже удвічі менше порівняно з традиційним обробітком.

Важливим фактором формування врожайності ріпаку є дотримання оптимальних строків сівби. Для більшості регіонів України оптимальні строки висіву озимого ріпаку знаходяться у межах від 10 серпня до 5 вересня. За ранньої сівби рослини можуть переростати, що погіршує їх зимостійкість. При запізненні зі строками сівби рослини не встигають сформувати достатню листову розетку та кореневу систему перед входом у зиму.

Дослідження показують, що оптимальна густина стояння рослин ріпаку озимого перед збиранням повинна становити 40–60 рослин на 1 м². Для досягнення такої густоти норма висіву зазвичай перебуває у межах 3,5–5,0 кг/га залежно від маси 1000 насінин та польової схожості. При надмірному загущенні посівів рослини конкурують між собою за світло, вологу та поживні речовини, що призводить до зниження продуктивності. У зріджених посівах спостерігається нерівномірне досягання та зниження загальної врожайності.

Одним із найважливіших показників якості сівби є рівномірність загортання насіння. Оптимальна глибина загортання насіння ріпаку становить 2–4 см. За надто глибокого висіву знижується енергія проростання та затримується поява сходів. При мілкому загортанні насіння може пересихати у верхньому шарі ґрунту. За даними польових досліджень, відхилення глибини загортання навіть на 1–2 см може призводити до зниження польової схожості на 10–15 %.

Велике значення має також якість роботи висівного апарата та сошникової системи. Сучасні посівні агрегати оснащуються анкерними або дисковими

сошниками, які забезпечують стабільну глибину висіву та якісне формування насіннєвого ложа. Особливо ефективними при прямому посіві є сошники зі збільшеним тиском на ґрунт, який може досягати 150–250 кг на один сошник. Це дозволяє якісно прорізати рослинні рештки та забезпечувати надійний контакт насіння з ґрунтом.

На формування врожайності значно впливає ширина міжрядь. Для ріпаку озимого оптимальною вважається ширина міжрядь 12,5–25 см. При вузькорядному способі сівби забезпечується більш рівномірне розміщення рослин на площі живлення та ефективніше використання води й елементів живлення. У результаті врожайність може підвищуватись на 0,2–0,4 т/га порівняно із широкорядними посівами.



Рисунок 1.3 – Особливості впливу технологій сівби на формування врожайності ріпаку озимого

Важливим напрямом удосконалення технологій сівби є використання сучасних систем точного землеробства. Застосування GPS-навігації, автоматичного контролю норми висіву та електронних систем моніторингу дозволяє зменшити перекриття та пропуски під час сівби, підвищити

рівномірність висіву та знизити витрати насіння на 5–10 %. Використання сучасних посівних комплексів забезпечує підвищення продуктивності агрегатів до 4–6 га/год.

За результатами досліджень наукових установ України встановлено, що впровадження сучасних технологій сівби та використання високоточних посівних агрегатів дозволяє підвищити врожайність ріпаку озимого на 10–20 %. У господарствах, де застосовуються інтенсивні технології вирощування та сучасна техніка, урожайність культури досягає 4,5–5,5 т/га.

Таким чином, технологія сівби має вирішальний вплив на формування врожайності ріпаку озимого. Дотримання оптимальних строків сівби, забезпечення рівномірного висіву насіння, використання сучасних сошникових систем та впровадження ресурсозберігаючих технологій є основними умовами отримання високих і стабільних урожаїв культури. Перспективним напрямом розвитку сучасного ріпаківництва є застосування технології прямого посіву та високопродуктивних посівних агрегатів, що забезпечують підвищення ефективності виробництва та зниження енергетичних витрат.

1.4 Особливості агротехнічних умов проведення сівби ріпаку озимого

Сівба ріпаку озимого є однією з найвідповідальніших технологічних операцій у системі вирощування культури, оскільки саме у початковий період розвитку закладаються основи майбутньої врожайності. Від правильного вибору агротехнічних умов проведення сівби залежить польова схожість насіння, інтенсивність росту рослин, розвиток кореневої системи, стійкість до несприятливих погодних умов та успішна перезимівля посівів.

Ріпак озимий характеризується підвищеними вимогами до умов вирощування, особливо у період проростання насіння та формування сходів. Для отримання високих урожаїв необхідно забезпечити оптимальний стан ґрунту, достатнє зволоження посівного шару, якісну підготовку поля та точне дотримання параметрів сівби.

Однією з основних умов успішного вирощування ріпаку є правильний вибір попередника. Найкращими попередниками для озимого ріпаку є озимі та ярі зернові культури, зернобобові, рання картопля та багаторічні трави. Не рекомендується висівати ріпак після культур родини капустяних через спільні хвороби та шкідників. Повертати ріпак на попереднє поле доцільно не раніше ніж через 4–5 років.

Важливе значення має стан ґрунту перед сівбою. Найкращими для вирощування ріпаку є чорноземи, темно-сірі та сірі лісові ґрунти з нейтральною або слабнокислою реакцією середовища. Оптимальний показник кислотності ґрунту становить рН 6,0–7,0. За підвищеної кислотності погіршується засвоєння поживних речовин та пригнічується розвиток кореневої системи.

Ріпак озимий має високі вимоги до забезпечення вологою у період проростання насіння. Для отримання дружних сходів вологість посівного шару ґрунту повинна становити не менше 18–20 %. За недостатньої вологості сходи з'являються нерівномірно, а частина насіння може зовсім не прорости. Саме тому в сучасних умовах все більшого значення набувають технології мінімального та нульового обробітку ґрунту, які дозволяють зберігати продуктивну вологу.

Одним із головних агротехнічних факторів є дотримання оптимальних строків сівби. Для більшості регіонів України оптимальний період сівби ріпаку озимого становить від 10 серпня до 5 вересня. У південних областях строки можуть зміщуватись до 10–15 вересня, а у північних і західних регіонах — до 20–30 серпня.

До настання зимового періоду рослини повинні сформувати 6–8 справжніх листків, кореневу шийку діаметром 8–12 мм та добре розвинену кореневу систему з глибиною проникнення головного кореня до 20–25 см. За таких умов рослини краще переносять зимові морози та забезпечують високу продуктивність у наступному році.

Суттєвий вплив на формування врожайності має якість підготовки насінневого ложа. Посівний шар повинен бути дрібногрудочкуватим,

вирівняним та ущільненим у нижній частині для забезпечення доброго контакту насіння з ґрунтом. Наявність великих грудок або надмірне розпушення ґрунту призводить до нерівномірного загортання насіння та зниження польової схожості.

Оптимальна глибина загортання насіння ріпаку становить 2–4 см. На легких ґрунтах допускається загортання до 4 см, а на важких — не більше 2–3 см. Відхилення від рекомендованої глибини негативно впливає на дружність сходів. При надмірному заглибленні насіння затримується поява сходів, а при мілкому загортанні існує ризик пересихання насіння у верхньому шарі ґрунту.

Важливим показником є норма висіву насіння. Для сучасних гібридів ріпаку оптимальна густина рослин перед входом у зиму становить 50–70 рослин на 1 м², а перед збиранням — 40–60 рослин на 1 м². Залежно від маси 1000 насінин та польової схожості норма висіву зазвичай становить 3,5–5,0 кг/га.

Надмірне загущення посівів призводить до витягування рослин, підвищення ризику вилягання та ураження хворобами. Зріджені посіви, навпаки, характеризуються нерівномірним розвитком та недостатнім використанням площі живлення. Оптимальне розміщення рослин забезпечує ефективне використання вологи, сонячної енергії та поживних речовин.

Однією з важливих агротехнічних умов є забезпечення рослин елементами живлення. Для формування 1 т насіння ріпак виносить із ґрунту близько 50–60 кг азоту, 20–25 кг фосфору та 40–50 кг калію. Особливе значення для ріпаку мають сірка та бор. За нестачі сірки сповільнюється синтез білків та знижується олійність насіння. Бор сприяє розвитку кореневої системи та підвищує зимостійкість рослин.

Сучасні технології вирощування передбачають локальне внесення мінеральних добрив одночасно із сівбою. Це дозволяє підвищити коефіцієнт використання поживних речовин та забезпечити інтенсивний початковий ріст рослин.

Важливу роль у забезпеченні якісної сівби відіграє технічний стан посівного агрегату. Сівалка повинна забезпечувати рівномірне дозування

насіння, стабільну глибину загортання та однакову ширину міжрядь. Для технології прямого посіву використовують спеціальні сошники з підвищеним тиском на ґрунт, який може досягати 150–250 кг на один сошник. Це забезпечує якісне прорізання рослинних решток та формування насіннєвого ложа навіть у необробленому ґрунті.

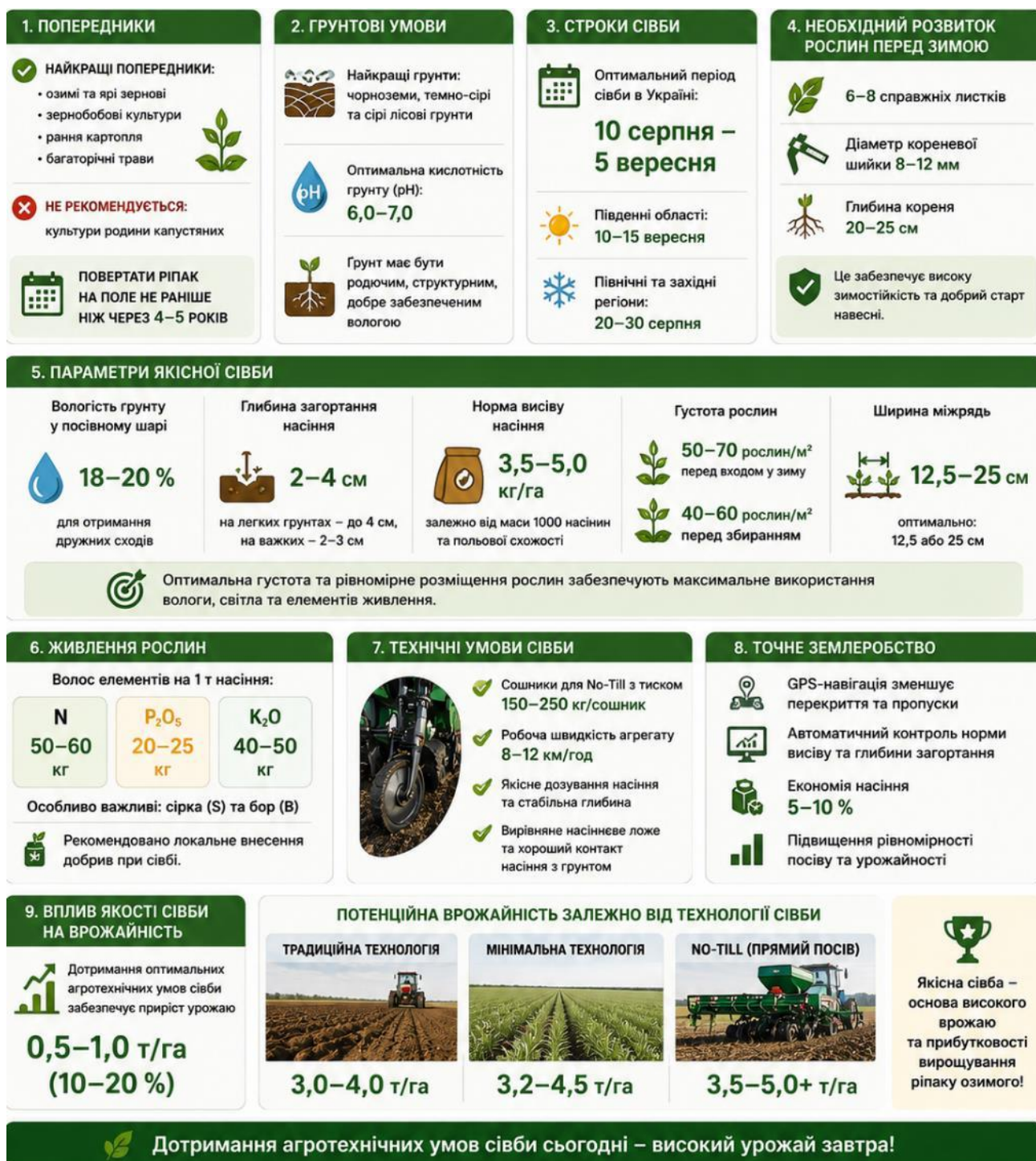


Рисунок 1.4 – Особливості агротехнічних умов проведення ріпаку озимого

Робоча швидкість посівних агрегатів при сівбі ріпаку зазвичай становить 8–12 км/год. Перевищення рекомендованої швидкості може призводити до нерівномірного розподілу насіння та погіршення якості сівби.

Сучасні системи точного землеробства дозволяють автоматично контролювати норму висіву, глибину загортання та роботу висівних апаратів. Використання GPS-навігації зменшує перекриття та пропуски, що дозволяє економити до 5–10 % насіння та підвищувати рівномірність посіву.

Таким чином, агротехнічні умови проведення сівби ріпаку озимого мають вирішальне значення для формування високої врожайності культури. Дотримання оптимальних строків сівби, забезпечення належного стану ґрунту, використання сучасних посівних агрегатів та впровадження ресурсозберігаючих технологій є основою ефективного вирощування ріпаку озимого в сучасних умовах сільськогосподарського виробництва.

1.5 Сучасні конструкції сівалок прямого посіву

Технологія прямого посіву (No-Till) у сучасному сільськогосподарському виробництві набуває все більшого поширення завдяки здатності забезпечувати збереження ґрунтової вологи, зменшення ерозійних процесів та скорочення енергетичних витрат. На відміну від традиційних систем землеробства, метод прямого посіву передбачає висів насіння без попереднього механічного обробітку ґрунту. За таких умов основне навантаження під час виконання технологічного процесу припадає на посівну техніку, а головним робочим органом, який безпосередньо взаємодіє з ґрунтом, є сошник.

Саме конструкція сошника визначає якість утворення посівної борозни, рівномірність загортання насіння, ступінь порушення структури ґрунту та умови формування насіннєвого ложа. При прямому посіві робочі органи повинні забезпечувати розрізання пожнивних решток, стабільне заглиблення у щільний ґрунт, якісне укладання насіння та мінімальне порушення поверхневого шару.

Тому до сучасних сівалок прямого посіву ставляться високі агротехнічні та експлуатаційні вимоги.

Сучасні посівні комплекси для технології No-Till залежно від конструкції оснащуються дисковими, лаповими, анкерними або комбінованими сошниками. Кожен тип має свої особливості, переваги та недоліки, а вибір конструкції залежить від ґрунтово-кліматичних умов, кількості рослинних решток, типу ґрунту та агротехнології вирощування культури.

Найбільшого поширення у сучасних сівалках прямого посіву набули дискові сошники. Вони забезпечують утворення вузької V-подібної борозни при мінімальному порушенні структури ґрунту. Дискові сошники можуть бути однодисковими, дводисковими та тридисковими. Основною перевагою таких робочих органів є зменшення тягового опору за рахунок переходу частини сил тертя ковзання у тертя кочення під час обертання дисків. Крім того, обертання дисків забезпечує їх самоочищення від налипання ґрунту та рослинних решток, що особливо важливо в умовах підвищеної вологості.

Однодискові сошники мають просту конструкцію та добре працюють на полях із великою кількістю мульчі. Диск, встановлений під кутом 3–7° до напрямку руху, розрізає рослинні рештки та відкриває вузьку борозну для укладання насіння. Основними перевагами таких сошників є невелика маса, простота конструкції та низькі витрати на технічне обслуговування. Недоліком є виникнення одностороннього навантаження, що може призводити до нерівномірного заглиблення робочого органа.

Найбільш поширеними у сучасних зернових сівалках є дводискові сошники. Вони складаються з двох дисків, які сходяться під певним кутом і утворюють V-подібну посівну борозну. Такі робочі органи забезпечують якісне проникнення у ґрунт навіть при значній кількості пожнивних решток. Глибина загортання насіння при використанні дводискових сошників може досягати 8–9 см.

Сучасні моделі дводискових сошників оснащуються системами контролю глибини, прикочувальними колесами та напрямними елементами для стабілізації

руху насіння. Наприклад, у посівних комплексах AMAZONE використовуються сошники з гідравлічним регулюванням тиску в межах 0–100 кг на один сошник. Робочі диски мають діаметр близько 380 мм і встановлюються під кутом 10°, що забезпечує якісне прорізання рослинних решток.

Перевагами дводискових сошників є універсальність застосування, висока якість роботи на важких ґрунтах та добрі показники стабільності глибини посіву. Однак вони мають і певні недоліки. При роботі на вологих ґрунтах між дисками може накопичуватись ґрунт, що погіршує якість сівби. Крім того, у деяких випадках частина насіння може потрапляти на рослинні рештки, а не на дно борозни, що знижує польову схожість.

Для підвищення ефективності роботи дводискових сошників у сучасних конструкціях застосовують додаткові турбодиски або третій диск, який попередньо розрізає рослинні рештки. Такі рішення дозволяють зменшити ризик забивання та покращити формування посівного ложа.

Дискові сошники використовуються у багатьох сучасних посівних комплексах, серед яких John Deere 1895, Bourgault 5725, Morris Never Pin, Horsch Pronto, Great Plains, Kuhn SD3000P, Gaspardo Gigante, Amazone Citan та інші. Питома металоємність таких сівалок зазвичай становить 700–1300 кг на 1 м ширини захвату, що пояснюється необхідністю створення значного тиску для заглиблення дисків у щільний ґрунт.

Іншим типом робочих органів є лапові сошники. Вони широко використовуються у мінімальних технологіях обробітку ґрунту, а окремі модифікації – і при прямому посіві. Лапові сошники формують ущільнене насіннєве ложе та одночасно підрізають бур'яни у зоні роботи. Основною перевагою є якісне формування посівної борозни та хороший контакт насіння з ґрунтом.

Разом із тим лапові сошники мають значно ширшу зону деформації ґрунту порівняно з дисковими. Вони інтенсивніше розпушують верхній шар, що може призводити до втрат ґрунтової вологи. Саме тому їх використання у чистій технології No-Till є обмеженим. Для прямого посіву застосовують вузькі лапові

сошники типу «Stealth», які забезпечують мінімальне порушення поверхневого шару.

Лапові сошники використовуються у посівних комплексах Bourgault, Horsch ATD, Flexi Coil, John Deere 1820, Morris Maxim II, Кузбас, Агромастер та інших. Питома металоємність таких сівалок становить приблизно 650–900 кг на 1 м ширини захвату, що дещо менше порівняно з дисковими системами.

Широке застосування у сучасних посівних комплексах отримали анкерні сошники. Вони являють собою вузький робочий орган, який заглиблюється у ґрунт і формує U-подібну борозну. Насіння подається через трубку або канал усередині анкера. Такі сошники забезпечують формування добре ущільненого насіннєвого ложа та дозволяють одночасно вносити мінеральні добрива.

Основною перевагою анкерних сошників є менша потреба у вертикальному навантаженні порівняно з дисковими. Це дозволяє зменшити масу сівалки у 1,5–2 рази. Крім того, анкерні робочі органи забезпечують добрий контакт насіння з ґрунтом, що позитивно впливає на польову схожість.

Недоліками анкерних сошників є інтенсивніше розпушування ґрунту та підвищені втрати вологи. Також вони схильні до забивання ґрунтово-рослинною масою при великій кількості пожнивних решток. Робоча швидкість таких сівалок зазвичай не перевищує 6–9 км/год.

Анкерні сошники встановлюються на посівних комплексах Bourgault 8810, Morris Maxim III, Horsch ATD, Flexi Coil, Amazone Primera DMC, Агромастер, Кузбас та інших.

Перспективним напрямом розвитку посівної техніки є комбіновані дисково-анкерні сошники. Вони поєднують переваги дискових та анкерних робочих органів і формують перевернуту Т-подібну борозну. Найбільш відомою системою такого типу є Cross Slot®.

Конструкція Cross Slot включає вертикальний ріжучий диск та анкерне крило, яке формує дві горизонтальні полиці для роздільного розміщення насіння і добрив. Така система забезпечує стабільну глибину посіву, добрий контакт насіння з ґрунтом та мінімізує ризик пересихання.



Рисунок 1.5 – Сучасні конструкції сіялок прямого посіву

Важливе значення для ефективної роботи сівалок прямого посіву має матеріал робочих органів. В умовах No-Till сошники працюють у надзвичайно агресивному абразивному середовищі, тому до них ставляться високі вимоги щодо зносостійкості.

Для виготовлення сошників широко використовуються пружинні сталі 65Г, М76, сталь 45, а також сучасні боровані леговані сталі типу 28MnB5, Hardox 500 та Hardox 600. Твердість робочих поверхонь після термічної обробки може досягати 55–61 HRC.

Таким чином, сучасні конструкції сівалок прямого посіву характеризуються високим рівнем технічного розвитку та різноманітністю конструктивних рішень. Дискові, лапові, анкерні та комбіновані сошники мають свої переваги і недоліки, а вибір конкретного типу залежить від агротехнічних умов, стану ґрунту та технології вирощування культури. Найбільш перспективними є комбіновані системи, які поєднують переваги різних типів робочих органів і забезпечують якісне формування насінневого ложа при мінімальному порушенні структури ґрунту.

1.4 Висновки з розділу

У результаті проведеного аналізу встановлено, що озимий ріпак є однією з найважливіших олійних культур України, яка має значне продовольче, кормове та енергетичне значення. Висока рентабельність виробництва та стабільний попит на світовому ринку сприяють збільшенню площ його вирощування та впровадженню сучасних ресурсозберігаючих технологій.

Аналіз статистичних даних показав, що у 2022–2025 роках площі посіву ріпаку в Україні перебували на рівні 1,2–1,4 млн га, а середня врожайність становила 2,5–2,9 т/га. Незважаючи на складні кліматичні та економічні умови, культура залишається однією з найбільш прибуткових у структурі аграрного виробництва.

Встановлено, що технологія сівби має вирішальний вплив на формування врожайності ріпаку озимого. Дотримання оптимальних строків сівби, забезпечення

рівномірної глибини загортання насіння, оптимальної густоти рослин та якісного формування насіннєвого ложа створюють сприятливі умови для дружних сходів і успішної перезимівлі рослин.

Доведено, що перспективним напрямом розвитку сучасного ріпаківництва є застосування технології прямого посіву (No-Till), яка забезпечує збереження ґрунтової вологи, зменшення ерозійних процесів, скорочення витрат пального та підвищення ефективності виробництва.

Проведений аналіз сучасних конструкцій сівалок прямого посіву показав, що найбільшого поширення набули дискові, лапові, анкерні та комбіновані сошники. Кожен тип робочих органів має свої конструктивні особливості, переваги та недоліки, а їх ефективність залежить від ґрунтово-кліматичних умов і технології вирощування культури.

Встановлено, що найбільш перспективними є комбіновані сошникові системи, які забезпечують якісне формування насіннєвого ложа, стабільну глибину загортання насіння та мінімальне порушення структури ґрунту. Використання сучасних матеріалів і методів зміцнення робочих органів дозволяє суттєво підвищити довговічність та надійність посівної техніки.

Таким чином, удосконалення технології сівби та конструкцій посівних агрегатів є важливим напрямом підвищення врожайності ріпаку озимого та ефективності сучасного сільськогосподарського виробництва.

2. РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА ОЗИМОГО РІПАКУ

2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при вироснуванні озимого ріпаку

Сучасні умови розвитку аграрного виробництва вимагають впровадження ресурсозберігаючих технологій, які забезпечують зниження енергетичних витрат, збереження родючості ґрунту та стабільне формування врожаю. Однією з найбільш перспективних систем землеробства є технологія прямого посіву No-Till, яка передбачає вирощування сільськогосподарських культур без попереднього механічного обробітку ґрунту. При цьому рослинні рештки залишаються на поверхні поля, виконуючи функцію природного мульчувального шару.

Для озимого ріпаку технологія No-Till має особливе значення, оскільки культура є дуже чутливою до нестачі ґрунтової вологи в період проростання насіння та формування сходів. Використання прямого посіву дозволяє зменшити випаровування вологи, знизити ущільнення ґрунту та скоротити кількість технологічних операцій.

Комплекс технологічних операцій при вирощуванні озимого ріпаку за технологією No-Till включає: подрібнення та рівномірний розподіл пожнивних решток; хімічний контроль бур'янів; внесення мінеральних добрив; прямий посів; догляд за посівами; захист рослин; збирання врожаю.

Ефективність кожної операції значною мірою залежить від правильного вибору сучасної високопродуктивної техніки.

Подрібнення та розподіл пожнивних решток. Однією з головних умов ефективного застосування технології No-Till є рівномірний розподіл рослинних решток попередника по поверхні поля. Наявність нерівномірного шару соломи може призводити до забивання сошників сівалки, нерівномірної глибини висіву та погіршення польової схожості.

Для виконання цієї операції доцільно використовувати сучасні зернозбиральні комбайни з ефективними системами подрібнення соломи, наприклад: John Deere серії S770; CLAAS Lexion 7700; New Holland CR9.90.

Дані комбайни обладнані високопродуктивними подрібнювачами та системами рівномірного розкидання рослинних решток по всій ширині жатки. Ширина захвату таких машин може досягати 9–12 м, а продуктивність – понад 35–45 т/год.

Рівномірний розподіл мульчі дозволяє зменшити втрати вологи на 15–20 %, покращити захист ґрунту від ерозії та створити сприятливі умови для роботи сівалки прямого посіву.

Хімічний контроль бур'янів. Оскільки технологія No-Till не передбачає механічного обробітку ґрунту, основним способом боротьби з бур'янами є застосування гербіцидів суцільної дії. Для передпосівного обробітку найчастіше використовуються препарати на основі гліфосату.

Для внесення засобів захисту рослин доцільно використовувати сучасні самохідні обприскувачі: Horsch Leeb 6 GS; John Deere R4045; Case IH Patriot 4450.

Ширина захвату таких обприскувачів становить 24–42 м, а продуктивність – до 250–350 га за зміну. Використання GPS-навігації та автоматичного контролю секцій дозволяє зменшити перекриття та економити до 10 % робочого розчину.

Застосування сучасних систем точного землеробства забезпечує рівномірне внесення гербіцидів і підвищує ефективність контролю бур'янів.

Внесення мінеральних добрив. Ріпак озимий характеризується високою потребою в елементах живлення. Для формування 1 т насіння рослини споживають: азоту – 50–60 кг; фосфору – 20–25 кг; калію – 40–50 кг.

Особливо важливими для ріпаку є сірка та бор, які позитивно впливають на розвиток кореневої системи та зимостійкість рослин.

Для внесення мінеральних добрив використовуються: Amazone ZA-TS; Bogballe M35W; KUHN Axis 40.2.

Сучасні розкидачі забезпечують точність внесення добрив із відхиленням не більше ± 5 %. Робоча ширина становить 24–36 м, що дозволяє поєднувати внесення добрив із системами точного землеробства.

При технології No-Till ефективним є локальне внесення стартових добрив одночасно із сівбою. Це забезпечує швидкий розвиток кореневої системи та покращує польову схожість насіння.

Прямий посів озимого ріпаку. Основною технологічною операцією є прямий посів. Для її виконання необхідно використовувати спеціалізовані сівалки No-Till, які забезпечують: прорізання рослинних решток; стабільне заглиблення сошників; формування якісного насінневого ложа; рівномірне розміщення насіння; локальне внесення добрив.

Для вирощування озимого ріпаку доцільно використовувати сучасні посівні комплекси: John Deere 1895 No-Till; Horsch Avatar 6.16 SD; Amazone Primera DMC; Bourgault 3320 ParaLink Hoe Drill; Great Plains NTA3010.

Особливо ефективною для посіву ріпаку є сівалка Horsch Avatar, оснащена однодисковими сошниками SingleDisc. Тиск на сошник може досягати 350 кг, що забезпечує стабільне заглиблення навіть у щільний ґрунт. Робоча швидкість агрегату становить 10–15 км/год, а продуктивність – до 5–7 га/год.

Сівалка John Deere 1895 обладнана дводисковими сошниками з незалежною підвіскою, що дозволяє забезпечувати рівномірну глибину загортання насіння при великій кількості рослинних решток.

Для агрегування таких сівалок доцільно використовувати трактори потужністю 250–400 к.с.: John Deere 8R 340; Case IH Magnum 340; Fendt 936 Vario.

Використання сучасних посівних комплексів забезпечує: економію пального до 40–50 %; зменшення ущільнення ґрунту; підвищення рівномірності сходів; збереження ґрунтової вологи; підвищення врожайності на 10–15 %.

Догляд за посівами та захист рослин. Після появи сходів важливе значення має система захисту рослин від бур'янів, шкідників та хвороб. Для

цього використовуються сучасні висококліренсні обприскувачі з автоматичними системами керування нормою внесення.

Особливу увагу приділяють: осінньому внесенню фунгіцидів-ретардантів; контролю ріпакового прихованохоботника; захисту від хрестоцвітих блішок; весняному азотному підживленню.

Використання автоматизованих систем контролю дозволяє зменшити витрати препаратів на 8–12 % та підвищити екологічну безпеку виробництва.

Збирання врожаю. Для збирання ріпаку використовують сучасні зернозбиральні комбайни з ріпаковими столами: CLAAS Lexion; John Deere X9; New Holland CR Revelation.

Застосування ріпаків столів дозволяє зменшити втрати насіння до 2–3%. Продуктивність сучасних комбайнів становить 30–50 т/год.

Отже, ефективне вирощування озимого ріпаку за технологією No-Till можливе лише за умови комплексного застосування сучасної високопродуктивної техніки. Використання спеціалізованих сівалок прямого посіву, сучасних тракторів, обприскувачів і комбайнів дозволяє забезпечити високу якість виконання технологічних операцій, знизити витрати пального, підвищити продуктивність праці та стабільність урожайності культури.

Застосування технології No-Till сприяє збереженню родючості ґрунту, накопиченню продуктивної вологи та підвищенню економічної ефективності виробництва озимого ріпаку в сучасних умовах господарювання.

2.2 Обґрунтування та розрахунок елементів технології вирощування озимого ріпаку

Вирощування озимого ріпаку за технологією прямого посіву (No-Till) потребує ретельного обґрунтування всіх елементів технологічного процесу, оскільки ефективність виробництва значною мірою залежить від правильного вибору параметрів сівби, норм внесення добрив, системи захисту рослин та технічного забезпечення виробництва. Основною метою технології є створення

оптимальних умов для отримання дружних сходів, формування потужної кореневої системи та забезпечення високої врожайності культури при мінімальних витратах ресурсів.

Обґрунтування попередника та строків сівби. Однією з найважливіших умов успішного вирощування озимого ріпаку є правильний вибір попередника. Найкращими попередниками є озима пшениця, ярий ячмінь, зернобобові культури та багаторічні трави. Вони забезпечують раннє звільнення поля та створюють сприятливі умови для накопичення продуктивної вологи.

При технології No-Till особливе значення має рівномірний розподіл поживних решток попередника. Для цього використовуються сучасні зернозбиральні комбайни з подрібнювачами соломи.

Оптимальні строки сівби озимого ріпаку для умов центральної України знаходяться у межах 10 серпня – 5 вересня. При сівбі у цей період рослини встигають сформувати: 6–8 справжніх листків; кореневу шийку діаметром 8–12 мм; кореневу систему глибиною до 20–25 см.

Запізнення із сівбою на 10–15 діб може знижувати врожайність на 0,4–0,8 т/га.

Розрахунок норми висіву. Для сучасних гібридів ріпаку оптимальна густина стояння рослин перед збиранням повинна становити 45–60 рослин/м².

Норму висіву визначають за формулою:

$$N = \frac{K \cdot m}{P \cdot G}$$

де N – норма висіву, кг/га; K – бажана кількість рослин, шт./м²; m – маса 1000 насінин, г; P – польова схожість, %; G – господарська придатність насіння, %.

Приймаємо: кількість рослин – 55 шт./м²; маса 1000 насінин – 5,2 г; польова схожість – 90 %; господарська придатність – 95 %.

Тоді: $N = 55 \cdot 5,2 / (90 \cdot 95) \cdot 100 = 3,3$ кг/га. Отже, рекомендована норма висіву становить 3,3 кг/га.

Обґрунтування ширини міжрядь та глибини сівби. Для технології прямого посіву оптимальна ширина міжрядь становить 15–19 см. Така схема забезпечує:

- рівномірне розміщення рослин;
- ефективне використання площі живлення;
- зменшення забур'яненості;
- покращення збереження вологи.

Глибина загортання насіння повинна становити: на важких ґрунтах – 2–3 см; на легких ґрунтах – 3–4 см.

При збільшенні глибини до 5–6 см польова схожість може знижуватись на 10–15 %.

Обґрунтування системи удобрення. Для формування врожаю ріпаку 4,0 т/га необхідно: азоту – 200–220 кг/га; фосфору – 80–90 кг/га; калію – 160–180 кг/га.

Рекомендована система удобрення: перед сівбою – N30P60K60; ранньовесняне підживлення – N80; друге підживлення – N60.

Також обов'язковим є внесення: сірки – 25–35 кг/га; бору – 1,5–2,0 кг/га.

Для локального внесення добрив використовується сівалка Horsch Avatar 6.16 SD, яка забезпечує одночасний висів насіння та стартового добрива.

Обґрунтування вибору машинно-тракторних агрегатів. Для виконання технологічних операцій приймаємо наступні агрегати.

Таблиця 2.1 – Відповідність машини технологічні операції

Технологічна операція	Машина	Трактор
Внесення гербіцидів	Horsch Leeb 6 GS	John Deere 8R 340
Внесення добрив	Amazone ZA-TS 3200	Case IH Puma 240
Прямий посів	Horsch Avatar 6.16 SD	John Deere 8R 340
Обприскування посівів	John Deere R4045	Самохідний
Збирання врожаю	CLAAS Lexion 7700	—

Вибір техніки обґрунтовується високою продуктивністю, точністю виконання операцій та можливістю роботи в умовах великої кількості пожнивних решток.

Розрахунок продуктивності агрегатів. Продуктивність агрегату визначається за формулою:

$$W = \frac{B \cdot V \cdot K}{10}$$

де W – продуктивність, га/год; B – ширина захвату, м; V – робоча швидкість, км/год; K – коефіцієнт використання часу.

Для сівалки Horsch Avatar: ширина захвату – 6,0 м; швидкість – 10 км/год; коефіцієнт використання часу – 0,75.

Тоді: $W = 6,0 \cdot 10 \cdot 0,75 / 10 = 4,5$ га/год. Отже, продуктивність посівного агрегату становить 4,5 га/год.

Розрахунок витрат палива. Для технології No-Till витрати пального значно менші порівняно з традиційною системою.

Середні витрати пального: внесення гербіцидів – 1,5 л/га; внесення добрив – 2,0 л/га; прямий посів – 8,5 л/га; обприскування – 1,7 л/га; збирання врожаю – 14,0 л/га.

Сумарні витрати становлять: $Q = 1,5 + 2,0 + 8,5 + 1,7 + 14,0 = 27,7$ л/га.

Для традиційної технології аналогічний показник становить 50–60 л/га, тому економія пального при No-Till досягає 45–50 %.

Розрахунок трудових витрат. Трудові витрати визначаються за формулою:

$$T = \frac{1}{W}$$

Для сівби: $T = 1/4,5 = 0,22$ люд.-год/га.

Сумарні трудові витрати на вирощування ріпаку за технологією No-Till становлять близько 1,8–2,1 люд.-год/га, що на 35–40 % менше порівняно з традиційною технологією.

Загальні показники технології

- Сумарні витрати пального – 45,4 л/га.
- Загальні трудові витрати – 0,78 люд.-год/га.
- Очікувана врожайність – 4,0–4,5 т/га.
- Робоча швидкість посіву – 10 км/год.
- Норма висіву – 3,3 кг/га.
- Глибина загортання насіння – 2–4 см.

– Ширина міжрядь — 15–19 см.

Таблиця 2.2 – План механізованих робіт вирощування озимого ріпаку за технологією No-Till

№	Технологічна операція	Агрегат	Ширина захвату, м	Робоча швидкість, км/год	Продуктивність, га/год	Витрати палива, л/га	Трудові витрати, люд.-год/га
1	Подрібнення та розподіл рослинних решток	CLAAS Lexion 7700	9,0	7,0	5,0	14,0	0,20
2	Внесення гербіциду	Horsch Leeb 6 GS	36,0	14,0	37,8	1,5	0,03
3	Внесення мінеральних добрив	Amazone ZA-TS 3200	24,0	12,0	23,0	2,0	0,04
4	Прямий посів ріпаку	Horsch Avatar 6.16 SD	6,0	10,0	4,5	8,5	0,22
5	Осіньне обприскування	John Deere R4045	36,0	16,0	46,0	1,7	0,02
6	Весняне підживлення	Amazone ZA-TS 3200	24,0	12,0	23,0	2,0	0,04
7	Весняне обприскування	John Deere R4045	36,0	16,0	46,0	1,7	0,02
8	Збирання врожаю	CLAAS Lexion 7700	9,0	6,5	4,8	14,0	0,21

2.3 Висновки з розділу

У результаті розробки плану механізованих робіт виробництва озимого ріпаку за технологією No-Till встановлено, що ефективність вирощування культури значною мірою залежить від правильного підбору машинно-тракторних агрегатів, узгодження технологічних операцій та оптимізації режимів роботи техніки.

Проведене обґрунтування показало, що застосування сучасних високопродуктивних агрегатів забезпечує якісне виконання всіх технологічних операцій – від підготовки поля та внесення добрив до прямого посіву і збирання врожаю. Використання сучасних посівних комплексів прямого посіву дозволяє забезпечити стабільну глибину загортання насіння, рівномірний розподіл насіння у рядку та формування якісного насінневого ложа.

Встановлено, що застосування технології No-Till сприяє суттєвому скороченню витрат паливно-мастильних матеріалів та трудових ресурсів. Сумарні витрати пального при вирощуванні озимого ріпаку становлять близько 45,4 л/га, що на 40–50 % менше порівняно з традиційною технологією обробітку ґрунту. Загальні трудові витрати знижуються до 0,78 люд.-год/га, що забезпечує підвищення продуктивності праці та зменшення собівартості виробництва.

Розрахунки показали, що використання сучасних широкозахватних агрегатів дозволяє досягати високої продуктивності технологічних операцій. Продуктивність посівного агрегату становить 4,5 га/год, а обприскувачів – до 46 га/год. Це забезпечує виконання польових робіт у оптимальні агротехнічні строки та сприяє формуванню високої врожайності культури.

Встановлено, що впровадження сучасної системи механізованих робіт при вирощуванні озимого ріпаку дозволяє отримувати прогнозовану врожайність на рівні 4,0–4,5 т/га при одночасному збереженні родючості ґрунту, зменшенні ерозійних процесів та підвищенні ефективності використання природних ресурсів.

Таким чином, розроблений план механізованих робіт забезпечує комплексну механізацію технологічного процесу вирощування озимого ріпаку, підвищує економічну ефективність виробництва та створює передумови для стабільного отримання високих урожаїв культури в умовах сучасного ресурсозберігаючого землеробства.

3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СІВАЛКИ ПРЯМОГО ВИСІВУ

3.1 Розробка та обґрунтування конструкції

При використанні ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, зокрема технології прямого посіву No-Till, пожнивні рештки та солома попередньої культури залишаються на поверхні поля або у верхньому шарі ґрунту. Така особливість технології значно ускладнює роботу посівних агрегатів і висуває підвищені вимоги до конструкції сошникових систем. За наявності великої кількості рослинних залишків насіння може потрапляти не безпосередньо на дно посівної борозни, а залишатися на шарі соломи, що погіршує контакт насіння з ґрунтом і негативно впливає на польову схожість. Крім того, ґрунт, насичений пожнивними рештками, характеризується гіршим ущільненням у зоні висіву, що ускладнює формування якісного насінневого ложа.

У зв'язку з цим при виборі посівних комплексів для технології прямого посіву особливу увагу необхідно приділяти здатності сівалки забезпечувати якісне прорізання рослинних решток, стабільне заглиблення сошника, формування ущільненого насінневого ложа та ефективне прикочування посівного матеріалу навіть за значної кількості мульчі на поверхні поля. Багато існуючих конструкцій посівних агрегатів, обладнаних спрощеними анкерними, дисковими або комбінованими сошниками, не забезпечують належної якості роботи в складних польових умовах. Недостатня прохідність робочих органів та їх схильність до забивання рослинними рештками призводять до нерівномірного розміщення насіння, зрідженості сходів і, як наслідок, до зниження врожайності культури.

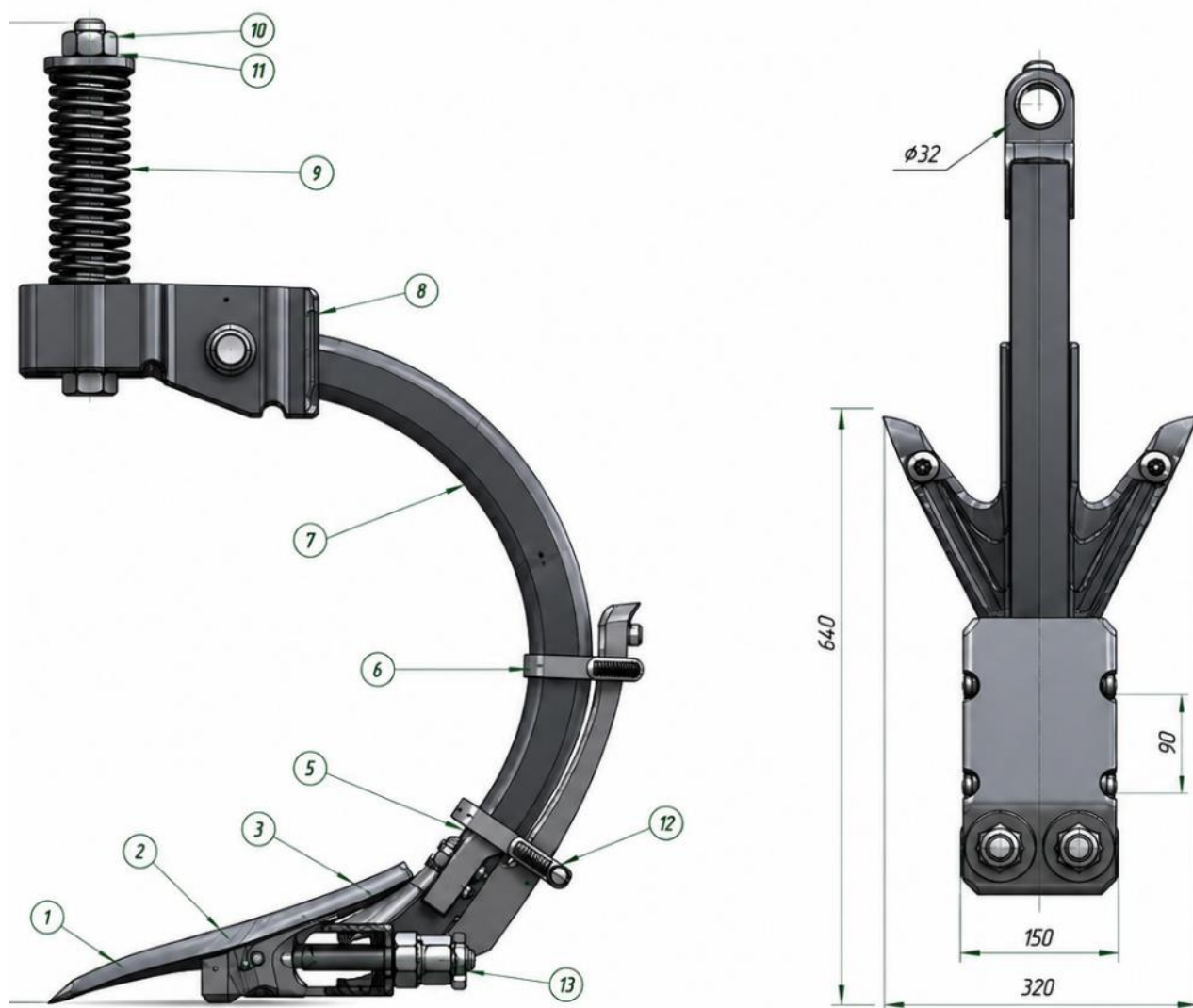
Саме тому виникає необхідність удосконалення конструкції сошника посівного агрегату для забезпечення стабільної роботи при прямому посіві в умовах підвищеної кількості пожнивних решток.

Запропонований модернізований робочий орган посівного агрегату включає стійку, наральник, стакан, стержень змінного перерізу та розпушувальну лапу. До наральника жорстко приєднаний стакан, у внутрішній порожнині якого розташовуються задня частина стержня та пружина з нелінійною характеристикою жорсткості. Розпушувальна лапа встановлюється на стержні змінного перерізу з можливістю повороту відносно його осі та фіксується від осевого зміщення за допомогою болтового з'єднання. Пружний елемент ресорного типу закріплюється шпильками та гайками, а величина попереднього стискання пружини регулюється корончатою гайкою, яка додатково фіксується шплінтом. Одночасно така конструкція забезпечує надійну фіксацію пружного елемента відносно втулки.

Принцип роботи удосконаленого сошника полягає у тому, що під час руху посівного агрегату внаслідок неоднорідності ґрунту, зміни його щільності, вологості та коливання швидкісного режиму виникають складні автоколивання робочого органа. Ці коливання складаються з поздовжніх переміщень уздовж напрямку руху сівалки та коливань за кутом повороту сошника відносно стійки. У результаті цього покращується процес кришення ґрунтового шару, ефективніше підрізаються та руйнуються рослинні рештки, зменшується забивання робочих органів і забезпечується стабільне формування посівної борозни.

Додатково виникаючі автоколивання сприяють зменшенню тягового опору посівного агрегату, що дозволяє знизити енергетичні витрати під час сівби. Завдяки цьому удосконалений сошник має розширений діапазон ефективного використання та може працювати на ґрунтах різної щільності, вологості й механічного складу.

Використання запропонованої конструкції робочого органа не чинить негативного впливу на навколишнє середовище, оскільки в процесі роботи на поверхні поля формується вітро- та водостійкий шар ґрунту, який сприяє зменшенню ерозійних процесів, збереженню продуктивної вологи та покращенню умов відтворення родючості ґрунту.



1 – наральник, 2 – лапа, 3 – стержень змінного перерізу, 4 – стакан, 5 – стійка, 6 – насіннєпровід, 7 – стійка дугоподібна, 8 – кронштейн, 9 – пружина, 10 – болт спеціальний, 11 – гайка, 12 – стержень, 13 – пружина ресорного типу

Рисунок 3.1 – Конструктивно-технологічна схема сошнику

3.2 Конструктивні розрахунки

Для переведення запропонованої сільськогосподарської машини у транспортне положення задній силовий гідроциліндр повинен створювати необхідне зусилля, достатнє для подолання сили ваги агрегату, який навішується на передню навіску трактора. Величина цього зусилля повинна перевищувати момент сили тяжіння машини відносно осі підвісу. При цьому максимальна

вантажопідйомність центру мас машини, розташованого на відстані 580 мм від осі підвісу, не повинна перевищувати 1000 кг.

Піднімання машини у транспортне положення буде можливим за умови виконання нерівності:

$$P_{Г1} \cdot l_2 > P_M \cdot l_1$$

де P_M – сила тяжіння машини, Н; $P_{Г1}$ – вертикальна складова зусилля на штоку гідроциліндра, Н; l_1 – відстань від центру мас машини до осі підвісу, м; l_2 – проекція довжини підйомного важеля на горизонтальну площину, м.

Оскільки сила тяжіння машини визначається залежністю:

$$P_M = m \cdot g$$

а вертикальна складова сили на штоку гідроциліндра:

$$P_{Г1} = P_{Г} \cdot \cos \alpha$$

де m – маса машини, кг; g – прискорення вільного падіння, м/с²; α – кут нахилу гідроциліндра відносно вертикальної площини під час піднімання машини,

то умова піднімання машини набуде вигляду:

$$m \cdot g \cdot l_1 = P_{Г} \cdot l_2 \cdot \cos \alpha$$

Звідси визначаємо необхідне зусилля на штоку гідроциліндра:

$$P_{Г} = m \cdot g \cdot l_1 / l_2 \cdot \cos \alpha$$

Підставляючи вихідні дані: $m=1000$ кг; $g=9,8$ м/с²; $l_1=0,58$ м; $l_2=0,28$ м; $\alpha=30^\circ$, одержуємо: $P_{Г} = (9,8 \cdot 1000 \cdot 0,58) / (0,28 \cdot \cos 30) = 23714$ Н.

Отже, для забезпечення піднімання машини у транспортне положення гідроциліндр повинен розвивати зусилля приблизно 23714 Н.

Знаючи величину необхідного зусилля та робочий тиск масла у гідросистемі трактора, визначаємо необхідний діаметр поршня гідроциліндра за формулою:

$$P_{Г} = \pi d^2 / 4 \cdot p$$

де $P_{Г}$ – сила на штоку гідроциліндра, Н; p – тиск у гідросистемі трактора, МПа; d – діаметр поршня гідроциліндра, м.

Звідси діаметр поршня:

$$d = \sqrt{\frac{4P_r}{\pi p}}$$

Підставляючи значення: $P_r=23714$ Н; $p=14 \cdot 10^6$ Па, одержуємо:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 23714}{3,14 \cdot 14 \cdot 10^6}} \approx 0,0467 \text{ м}$$

або $d = 46,7$ мм.

На основі отриманих результатів вибираємо гідроциліндр типу Ц50 з діаметром поршня 50 мм та ходом штока 200 мм.

Під час піднімання та опускання машини пальці гідроциліндра працюють під дією напружень зрізу та зминання. Перевірка пальця на зріз здійснюється за формулою:

$$\tau = \frac{4P_r}{\pi d^2}$$

де τ – допустиме напруження зрізу; d – діаметр пальця, мм.

Допустиме напруження зрізу визначається як:

$$[\tau]_{зр} = (0,2 \div 0,3)[\sigma]_T$$

Для сталі 35: 320) МПа, тоді $\tau_{зр}=64 \dots 96$ МПа.

Визначаємо необхідний діаметр пальця:

$$d = \sqrt{\frac{4P_r}{\pi [\tau]_{зр}}}$$

Після підстановки значень отримуємо: $d = 19,4$ мм.

Оскільки отримане значення менше прийнятого конструктивного діаметра 24 мм, умова міцності за зрізом виконується.

Перевірку пальця на зминання проводимо за залежністю:

$$\sigma_{зм} = \frac{P_r}{d \cdot h}$$

де h – ширина поверхні зминання, мм.

Допустиме напруження зминання:

$$[\sigma]_{зм} = 0,4[\sigma]_T$$

Для сталі 35: 128 МПа.

Розрахунок показує, що необхідний діаметр пальця за умовою зминання становить: $d = 9,2$ мм.

Отже, прийнятий діаметр 24 мм повністю забезпечує міцність конструкції.

Підйомний важіль з'єднується з нижніми тягами через розкоси, які складаються з гвинтів і вилок, з'єднаних різьбовими з'єднаннями. Дані елементи також перевіряються на зріз і зминання.

Оскільки навіска обладнана двома розкосами, навантаження на один гвинт становить: $P = P_r/2 = 11857 \text{ Н}$.

Після виконання розрахунків встановлено, що необхідний внутрішній діаметр різі за умовою зрізу становить: $d_1 = 5,9 \text{ мм}$, а за умовою зминання: $d_1 = 3,07 \text{ мм}$.

Оскільки обидва значення менші від прийнятого конструктивного діаметра різі 26 мм, умови міцності виконуються.

Далі проводиться розрахунок пружини культиваторної лапи. Основними геометричними параметрами пружини є: діаметр дроту d ; середній діаметр пружини D ; зовнішній діаметр D_z ; крок витків h ; число робочих витків i ; довжина пружини H_0 .

Для пружини приймаємо допустиме напруження: 900 МПа, що відповідає вимогам ДСТУ 13764-68.

Індекс пружини визначається як: $C = D/d = 32/4 = 8$.

Для зменшення податливості приймаємо: $C = 7$.

Коефіцієнт впливу кривизни витків: $K = 1 + 1,4/C$.

Після розрахунку: $K = 1,175$.

Необхідний діаметр дроту пружини:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{8FCCK}{\pi[\tau]}}$$

При силі: $F = 2000 \text{ Н}$, одержуємо: $d = 6,8 \text{ мм}$.

Тому остаточно приймаємо діаметр дроту 7 мм.

Жорсткість одного витка пружини: $C_1 = 204 \text{ Н/мм}$.

Жорсткість усієї пружини: $C_2 = F/h = 16,7 \text{ Н/мм}$.

Кількість робочих витків: $i = C_1/C_2 = 12$

Повне число витків: $i_0 = i + 2 = 14$

Максимальна деформація пружини: $\lambda = 204$ мм.

Крок витків пружини: $h = 10$ мм.

Довжина пружини у стиснутому стані: $H_{\text{гр}} = 94,5$ мм.

Довжина дроту для виготовлення пружини: $L = 1500$ мм.

Проведені розрахунки підтверджують працездатність та міцність запропонованої конструкції сошника. Використання модернізованого робочого органа дозволяє забезпечити стабільне формування насінневого ложа, зменшити тяговий опір агрегату, підвищити якість підрізання рослинних решток і покращити умови проростання насіння.

Запропонована конструкція дозволяє виконувати за один прохід декілька технологічних операцій: первинний та передпосівний обробіток ґрунту, знищення бур'янів, формування насінневого ложа, локальне внесення добрив, висів насіння, прикочування та боронування смуги посіву. Завдяки цьому забезпечується підвищення врожайності на 20–25 %, а витрати дизельного пального не перевищують 5 л/га.

Крім того, встановлення удосконаленого сошника дозволяє підвищити робочу швидкість агрегату з 10 до 12 км/год, що збільшує продуктивність посівного комплексу з 3,6 до 4,0 га/год.

3.4 Висновки з розділу

У результаті проведених досліджень встановлено, що існуючі сівалки прямого висіву не завжди забезпечують якісну роботу в умовах великої кількості рослинних решток та підвищеної щільності ґрунту. Основними недоліками традиційних сошників є нестабільна глибина загортання насіння, забивання робочих органів та підвищений тяговий опір.

Для усунення зазначених недоліків було запропоновано удосконалену конструкцію сошника, яка включає пружний елемент та стержень змінного перерізу. Конструкція забезпечує виникнення автоколивань робочого органа, що

покращує кришення ґрунту, підрізання рослинних решток і формування насіннєвого ложа.

Проведені конструктивні та міцнісні розрахунки підтвердили працездатність і надійність запропонованої конструкції. Визначено параметри гідроциліндра, перевірено міцність пальців, різьбових з'єднань та розраховано основні параметри пружини.

Установлено, що застосування удосконаленого сошника дозволяє збільшити робочу швидкість агрегату з 10 до 12 км/год та підвищити продуктивність роботи з 3,6 до 4,0 га/год. При цьому витрати пального не перевищують 5 л/га.

Запропонована конструкція забезпечує якісне виконання технологічного процесу прямого посіву, зменшує кількість проходів техніки по полю, сприяє збереженню вологи та дозволяє підвищити врожайність озимого ріпаку на 20–25%.

4. РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ СІВБИ

Операційно-технологічна карта є основним документом, який визначає послідовність виконання технологічних операцій, склад машинно-тракторних агрегатів, режими роботи техніки, витрати пального та трудові ресурси під час виконання польових робіт. Розробка операційно-технологічної карти сівби озимого ріпаку дозволяє забезпечити якісне виконання технологічного процесу, оптимізувати використання технічних засобів та підвищити ефективність виробництва.

Для виконання сівби озимого ріпаку за технологією прямого висіву використовується удосконалена сівалка прямого посіву з модернізованими сошниками пружно-коливального типу. Використання даної конструкції забезпечує стабільне заглиблення сошників, ефективне підрізання рослинних решток та якісне формування насінневого ложа навіть за значної кількості мульчі на поверхні поля.

Агротехнічні вимоги до виконання сівби. Основними агротехнічними вимогами до виконання сівби озимого ріпаку є: дотримання оптимальних строків сівби; забезпечення рівномірної глибини загортання насіння; рівномірний розподіл насіння по площі; формування ущільненого насінневого ложа; мінімальне порушення структури ґрунту; збереження рослинних решток на поверхні поля.

Для умов центральної частини України оптимальні строки сівби ріпаку озимого знаходяться в межах 10 серпня – 5 вересня. Глибина загортання насіння повинна становити 2–4 см, а ширина міжрядь – 15–19 см.

Оптимальна норма висіву сучасних гібридів ріпаку становить 3,0–4,0 кг/га, що забезпечує густоту стояння рослин 45–60 шт./м² перед збиранням урожаю.

Обґрунтування складу машинно-тракторного агрегату. Для виконання технологічного процесу сівби приймаємо машинно-тракторний агрегат у складі: трактор John Deere 8R 340; удосконалена сівалка прямого висіву шириною захвату 6 м.

Вибір трактора обґрунтовується його високими тяговими характеристиками та достатньою потужністю для роботи в умовах технології No-Till. Потужність двигуна трактора становить 340 к.с., що забезпечує стабільну роботу агрегату при робочій швидкості 10–12 км/год.

Удосконалена сівалка оснащена: пружно-коливальними сошниками; прикочувальними котками; системою локального внесення добрив; механізмом стабілізації глибини висіву.

Завдяки використанню модернізованих сошників забезпечується якісне прорізання пожнивних решток та зменшення тягового опору агрегату.

Розрахунок продуктивності агрегату. Теоретична продуктивність агрегату визначається за формулою:

$$W_T = \frac{B \cdot V}{10}$$

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

При: $B = 6$ м; $V = 12$ км/год, отримуємо: $W_T = 6 \cdot 12 / 10 = 7,2$ га/год.

Експлуатаційна продуктивність визначається з урахуванням коефіцієнта використання часу зміни:

$$W_e = W_T \cdot K_{\text{ч}}$$

де $K_{\text{ч}}$ – коефіцієнт використання часу зміни.

Приймаємо: $K_{\text{ч}} = 0,75$. Тоді: $W_e = 7,2 \cdot 0,75 = 5,4$ га/год.

Отже, експлуатаційна продуктивність агрегату становить 5,4 га/год.

Розрахунок витрат пального. Питомі витрати пального при роботі агрегату визначаються за формулою:

$$Q = \frac{G}{W_e}$$

де Q – витрати пального, л/га; G – годинна витрата пального, л/год.

Для трактора John Deere 8R 340 годинна витрата пального при роботі із сівалкою становить приблизно 28 л/год.

Тоді: $Q = 28 / 5,4 = 5,2$ л/га. Отже, витрати дизельного пального при виконанні сівби становлять 5,2 л/га.

Розрахунок трудових витрат. Трудові витрати визначаються за залежністю:

$$T = \frac{n}{W_e}$$

де T – трудові витрати, люд.-год/га; n – кількість працівників, зайнятих на агрегаті.

Оскільки агрегат обслуговує один механізатор: $T = 1/5,4 = 0,19$ люд.-год/га.

Розрахунок тривалості виконання роботи. При площі посіву 300 га тривалість виконання сівби визначається за формулою:

$$t = \frac{S}{W_e}$$

де S – площа посіву, га.

Тоді: $t = 300/5,4 = 55,6$ год.

При тривалості зміни 10 год тривалість виконання робіт становитиме: $n = 55,6/10 = 5,6$ змін.

Отже, для виконання сівби на площі 300 га необхідно близько 6 робочих змін.

Технологічний процес роботи агрегату

Перед початком роботи проводиться: перевірка технічного стану агрегату; налаштування норми висіву; регулювання глибини загортання насіння; перевірка роботи висівних апаратів; налаштування прикочувальних котків.

Під час руху агрегату модернізовані сошники прорізають рослинні рештки та формують посівну борозну. Насіння і стартові добрива подаються у зону висіву через насіннєпроводи. Після укладання насіння прикочувальні котки ущільнюють ґрунт у зоні висіву, забезпечуючи добрий контакт насіння з ґрунтом.

Завдяки виникненню автоколивальних робочих органів покращується кришення ґрунту та зменшується забивання сошників пожнивними рештками.

Організація роботи агрегату в полі. Рух агрегату здійснюється човниковим способом. Ширина поворотної смуги приймається рівною 12 м. Заправка насінням та добривами проводиться на краю поля за допомогою перевантажувального шнека.

1. УМОВИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ		2. АГРЕГАТУВАННЯ		3. АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ	
Культура	Озимий ріпак	 Трактор John Deere 8R 340 Потужність – 340 к.с. Сівалка прямого висіву ширина захвату – 6 м		Норма висіву	3,0–4,0 кг/га
Попередник	Пшениця озима			Глибина загортання насіння	2–4 см
Технологія	Прямий висів (No-Till)			Ширина міжрядь	15–19 см
Строки сівби	10 серпня – 5 вересня			Рівномірність висіву	±10 %
Вологість ґрунту	14–22 %			Необхідна густина стояння	45–60 шт./м²
Твердість ґрунту	до 3,5 МПа			Якість загортання насіння	100 %
Рельєф поля	Рівний, ухил до 3°			Ущільнення ґрунту в зоні висіву	Забезпечити
Засміченість поля	Допустима			Збереження рослинних решток	Не менше 60 %
4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС		5. РОЗРАХУНКИ ПОКАЗНИКІВ			
 1. Прорізання рослинних решток Сошник прорізає м'яльчу та формує посівну борозну	 2. Висів насіння та внесення добрив Насіння і добрива подаються в зону висіву	 3. Прикочування Ущільнення ґрунту в зоні висіву	 4. Боронування Вирівнювання поверхні поля, розподіл соломи	Ширина захвату, В	6 м
				Робоча швидкість, V	12 км/год
				Теоретична продуктивність, $W_t = \frac{B \cdot V}{10}$	7,2 га/год
				Коефіцієнт використання часу змін, K_u	0,75
				Експлуатаційна продуктивність, $W_e = W_t \cdot K_u$	5,4 га/год
		Годинна витрата пального, G	28 л/год		
		Питомі витрати пального, $Q = \frac{G}{W_e}$	5,2 л/га		
		Кількість працівників, n	1 чол.		
		Трудові витрати, $T = \frac{n}{W_e}$	0,19 люд.-год/га		
		Площа посіву, S	300 га		
		Тривалість робіт, $t = \frac{S}{W_e}$	55,6 год		
		Тривалість змін	10 год		
		Кількість змін, $n_z = \frac{t}{10}$	5,6 ≈ 6 змін		
7. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ		8. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ РОБОТИ		9. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ	
	Насіння	3,0–4,0 кг/га		• До роботи допускаються особи, які пройшли інструктаж з охорони праці	
	Добрива (стартові)	30–50 кг/га		• Забороняється працювати при несправностях агрегату	
	Паливо	5,2 л/га		• Під час заправки насінням і добривами дотримуватись правил безпеки	
	Технічне обслуговування	Згідно інструкції з експлуатації		• Не перебувати в зоні повороту агрегату	
				• Дотримуватись правил пожежної безпеки	

Рисунок 4.1 – Схема виконання технологічної операції – сівба

Для зменшення непродуктивних втрат часу використовуються: GPS-навігація; автоматичне водіння; системи контролю висіву; моніторинг роботи сошників.

Використання сучасних систем точного землеробства дозволяє: зменшити перекриття; підвищити рівномірність висіву; скоротити витрати насіння; підвищити продуктивність агрегату.

У результаті розробки операційно-технологічної карти сівби озимого ріпаку встановлено, що використання удосконаленої сівалки прямого висіву забезпечує якісне виконання технологічного процесу в умовах технології No-Till. Проведені розрахунки підтвердили високу ефективність запропонованого агрегату.

Використання модернізованих сошників дозволяє підвищити робочу швидкість до 12 км/год, забезпечити продуктивність 5,4 га/год та знизити витрати пального до 5,2 л/га. Запропонована конструкція забезпечує стабільну глибину загортання насіння, якісне формування насіннєвого ложа та покращує умови проростання озимого ріпаку.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Під час вирощування озимого ріпаку із застосуванням технології прямого висіву особливу увагу необхідно приділяти питанням охорони праці, виробничій безпеки та захисту навколишнього середовища. Використання сучасних високопродуктивних машинно-тракторних агрегатів, мінеральних добрив, засобів захисту рослин і паливно-мастильних матеріалів пов'язане з виникненням небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть негативно впливати на працівників і довкілля.

Основними небезпечними виробничими факторами під час виконання технологічних операцій є рухомі частини машин та механізмів, підвищений рівень шуму і вібрації, запиленість повітря робочої зони, можливість контакту з пестицидами, а також небезпека травмування при технічному обслуговуванні та ремонті техніки.

До роботи на машинно-тракторних агрегатах допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання та інструктаж з охорони праці, мають посвідчення тракториста-машиніста відповідної категорії та ознайомлені з правилами безпечної експлуатації техніки. Перед початком польових робіт необхідно проводити вступний, первинний та повторний інструктажі з охорони праці.

Перед виїздом у поле механізатор повинен перевірити технічний стан трактора і сівалки, справність гальмівної системи, рульового керування, освітлення, гідросистеми та робочих органів. Особливу увагу необхідно приділяти перевірці надійності кріплення сошників, стану гідравлічних шлангів та герметичності паливної системи. Забороняється експлуатація машин при наявності несправностей, що можуть призвести до аварійної ситуації або травмування працівників.

Під час агрегування трактора із сівалкою необхідно дотримуватись вимог безпеки при виконанні навішування та зчеплення машин. Зчіпку агрегату дозволяється виконувати лише при вимкненому двигуні трактора. Під час

приєднання гідравлічних рукавів забороняється перебувати між трактором та машиною. Після агрегування необхідно перевірити надійність фіксації з'єднань та працездатність гідросистеми.

Під час роботи посівного агрегату механізатор повинен постійно контролювати роботу висівних апаратів, сошників і прикочувальних котків. Забороняється очищати робочі органи, регулювати або ремонтувати сівалку під час руху агрегату чи при ввімкненому двигуні трактора. У разі забивання сошників рослинними рештками очищення дозволяється проводити лише після повної зупинки агрегату та вимкнення двигуна.

Особливу небезпеку під час сівби становлять роботи із завантаження насіння та мінеральних добрив. Завантаження бункерів необхідно проводити із застосуванням засобів індивідуального захисту: рукавиць, захисних окулярів та респіраторів. Під час роботи з протруєним насінням забороняється приймати їжу, палити або торкатися відкритих ділянок тіла руками без засобів захисту. Після завершення робіт необхідно ретельно вимити руки та обличчя теплою водою з милом.

Для зменшення впливу шуму та вібрації на механізатора сучасні трактори обладнуються герметичними кабінами із системами кондиціонування повітря, шумо- та віброізоляцією. Рівень шуму в кабіні не повинен перевищувати допустимих санітарних норм. Робоче місце механізатора повинно бути обладнане справними приладами контролю, дзеркалами заднього виду та засобами пожежогасіння.

Під час проведення технічного обслуговування та ремонту машин необхідно дотримуватись вимог пожежної безпеки. Забороняється використовувати відкритий вогонь поблизу паливно-мастильних матеріалів. Місця заправки техніки повинні бути обладнані вогнегасниками, ящиками з піском та іншими первинними засобами пожежогасіння. Паливно-мастильні матеріали повинні зберігатися у спеціально відведених місцях відповідно до вимог пожежної безпеки.

Важливим елементом сучасних технологій вирощування озимого ріпаку є захист навколишнього середовища. Технологія прямого висіву No-Till має значні екологічні переваги порівняно з традиційними системами обробітку ґрунту. Відмова від оранки сприяє зменшенню водної та вітрової ерозії, збереженню структури ґрунту та накопиченню органічної речовини у верхньому шарі.

Залишення рослинних решток на поверхні поля забезпечує захист ґрунту від перегрівання та пересихання, покращує водно-повітряний режим і сприяє накопиченню продуктивної вологи. Крім того, мульчування поверхні поля рослинними залишками сприяє зменшенню ущільнення ґрунту та підвищенню його біологічної активності.

Важливим заходом захисту навколишнього середовища є раціональне використання мінеральних добрив і засобів захисту рослин. Внесення добрив повинно проводитися відповідно до агрохімічного аналізу ґрунту та потреб культури. Надлишкове внесення азотних добрив може призводити до забруднення ґрунтових вод нітратами та негативно впливати на екологічний стан агроландшафтів.

Під час застосування пестицидів необхідно суворо дотримуватися регламентів їх використання, норм витрати та строків очікування. Обприскування посівів слід проводити у безвітряну погоду або при швидкості вітру не більше 3–4 м/с, щоб уникнути знесення препаратів за межі поля. Забороняється проводити обробку поблизу водойм, пасік та населених пунктів без дотримання санітарно-захисних зон.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці та заходів захисту навколишнього середовища під час вирощування озимого ріпаку забезпечує безпечні умови праці для працівників, знижує ризик виробничого травматизму, сприяє збереженню природних ресурсів та підвищує екологічну безпеку сучасного аграрного виробництва.

6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ УДОСКОНАЛЕНОЇ СІВАЛКИ ПРЯМОГО ПОСІВУ

Ефективність застосування сучасних технологій вирощування озимого ріпаку значною мірою залежить від рівня технічного забезпечення виробництва та використання високопродуктивних посівних агрегатів. В умовах технології No-Till особливо важливим є забезпечення якісного висіву насіння за наявності значної кількості рослинних решток, мінімізація енергетичних витрат і зниження собівартості виконання технологічних операцій.

Для оцінки ефективності запропонованої конструкції проведено техніко-економічне порівняння розробленої сівалки прямого посіву з існуючими аналогами типу John Deere 750A та Horsch Avatar 6.16 SD. Встановлено, що вартість сучасних серійних сівалок прямого висіву шириною захвату 6 м на ринку України становить від 4,0 до 7,0 млн грн залежно від року випуску та комплектації.

У розрахунках приймаємо: вартість серійної сівалки-аналога – 4 000 000 грн; вартість розробленої сівалки – 4 350 000 грн.

Таким чином, удосконалена конструкція є дорожчою приблизно на 8,8 %, однак забезпечує кращі технологічні показники, зниження енерговитрат та підвищення продуктивності роботи.

Розрахунок економічної ефективності проводився для господарства із площею посіву озимого ріпаку 1000 га. Технологічні показники прийнято відповідно до розробленої операційно-технологічної карти сівби.

Для серійної сівалки-аналога приймаємо: робочу швидкість – 10 км/год; продуктивність – 3,6 га/год; витрати пального – 7,2 л/га.

Для розробленої сівалки: робоча швидкість – 12 км/год; продуктивність – 5,4 га/год; витрати пального – 5,2 л/га.

Вартість дизельного пального станом на 2026 рік приймаємо на рівні 62 грн/л.

Річні витрати пального для серійної сівалки визначаються за формулою:

$$Q_1 = S \cdot q_1$$

де S – площа посіву, га; q_1 – витрати пального на 1 га.

$$\text{Тоді: } Q_1 = 1000 \cdot 7,2 = 7200 \text{ л}$$

$$\text{Вартість пального для серійної сівалки: } C_1 = 7200 \cdot 62 = 446400 \text{ грн}$$

$$\text{Для розробленої сівалки: } Q_2 = 1000 \cdot 5,2 = 5200 \text{ л}$$

$$\text{Вартість пального: } C_2 = 5200 \cdot 62 = 322400 \text{ грн}$$

Отже, річна економія паливно-мастильних матеріалів становить:
 $E_{\text{п}} = 446400 - 322400 = 124000 \text{ грн}$

Важливим показником ефективності є трудові витрати на виконання технологічної операції сівби.

Трудові витрати визначаються за формулою:

$$T = S / W$$

$$\text{Для серійної сівалки: } T_1 = 1000 / 3,6 = 278 \text{ люд.-год}$$

$$\text{Для розробленої конструкції: } T_2 = 1000 / 5,4 = 185 \text{ люд.-год}$$

$$\text{Економія трудових витрат становить: } \Delta T = 278 - 185 = 93 \text{ люд.-год}$$

При середній оплаті праці механізатора 250 грн/год річна економія заробітної плати становить: $E_3 = 93 \cdot 250 = 23250 \text{ грн}$

Наступною складовою витрат є амортизаційні відрахування. Норму амортизації для сільськогосподарської техніки приймаємо 10 % від балансової вартості.

Для серійної сівалки річні амортизаційні відрахування становлять:
 $A_1 = 0,1 \cdot 4000000 = 400000 \text{ грн}$

$$\text{Для розробленої сівалки: } A_2 = 0,1 \cdot 4350000 = 435000 \text{ грн}$$

Витрати на технічне обслуговування і ремонт приймаються на рівні 8 % від вартості машини.

$$\text{Для серійної сівалки: } R_1 = 0,08 \cdot 4000000 = 320000 \text{ грн}$$

$$\text{Для удосконаленої конструкції: } R_2 = 0,08 \cdot 4350000 = 348000 \text{ грн}$$

Незважаючи на дещо вищі витрати на амортизацію та технічне обслуговування, розроблена сівалка забезпечує суттєве зниження

експлуатаційних витрат завдяки економії пального та підвищенню продуктивності.

Загальні річні експлуатаційні витрати становлять:

Для серійної сівалки: $Z_1 = 446400 + 69500 + 400000 + 320000 = 1235900$ грн

Для розробленої конструкції:
 $Z_2 = 322400 + 46250 + 435000 + 348000 = 1151650$ грн

Отже, загальна річна економія експлуатаційних витрат становить:
 $E = 1235900 - 1151650 = 84250$ грн

Додатково необхідно врахувати приріст урожайності озимого ріпаку завдяки підвищенню якості сівби та кращому формуванню насінневого ложа. За результатами досліджень урожайність підвищується на 0,25–0,35 т/га. Приймаємо приріст урожайності 0,3 т/га.

При середній ціні реалізації ріпаку 22 000 грн/т додатковий прибуток становитиме: $P = 1000 \cdot 0,3 \cdot 22000 = 6600000$ грн

Тоді загальний річний економічний ефект від використання розробленої сівалки становить: $E_p = 6600000 + 84250 = 6684250$ грн

Додаткові капіталовкладення на придбання удосконаленої конструкції складають: $K = 4350000 - 4000000 = 350000$ грн

Строк окупності визначається за формулою:

$$T = K / E_p$$

Тоді: $T = 350000 / 6684250 = 0,1$ року

Отже, строк окупності удосконаленої сівалки становить близько 0,1 року, або менше одного виробничого сезону.

Проведені техніко-економічні розрахунки підтверджують доцільність впровадження розробленої сівалки прямого висіву у виробництво озимого ріпаку. Незважаючи на дещо більшу вартість конструкції, удосконалена сівалка забезпечує зниження енерговитрат, скорочення витрат пального, підвищення продуктивності праці та формування більш високої врожайності культури.

Таблиця 6.1 – Порівняльна техніко-економічна таблиця

Показник	Серійна сівалка	Розроблена сівалка
Вартість машини, грн	4 000 000	4 350 000
Робоча швидкість, км/год	10	12
Продуктивність, га/год	3,6	5,4
Витрати пального, л/га	7,2	5,2
Річні витрати пального, грн	446 400	322 400
Трудові витрати, люд.-год	278	185
Витрати на оплату праці, грн	69 500	46 250
Амортизаційні відрахування, грн	400 000	435 000
Технічне обслуговування і ремонт, грн	320 000	348 000
Загальні експлуатаційні витрати, грн	1 235 900	1 151 650
Приріст урожайності, т/га	–	0,3
Додатковий прибуток, грн	–	6 600 000
Річний економічний ефект, грн	–	6 684 250
Строк окупності, років	–	0,1

ВИСНОВКИ

1. У результаті проведеного аналізу встановлено, що озимий ріпак є однією з провідних олійних культур України, яка має важливе продовольче, кормове та енергетичне значення. Висока рентабельність виробництва та стабільний попит сприяють розширенню площ його вирощування та впровадженню сучасних ресурсозберігаючих технологій. Аналіз статистичних даних показав, що у 2022–2025 роках площі посіву ріпаку в Україні становили 1,2–1,4 млн га, а середня врожайність — 2,5–2,9 т/га. Встановлено, що технологія сівби суттєво впливає на формування врожайності культури, а дотримання оптимальних параметрів сівби забезпечує дружні сходи та успішну перезимівлю рослин. Доведено перспективність технології прямого посіву (No-Till), яка сприяє збереженню ґрунтової вологи, зменшенню ерозії та скороченню витрат пального. Аналіз сучасних сівалок показав, що найбільш ефективними є комбіновані сошникові системи, які забезпечують якісне формування насінневого ложа, стабільну глибину загортання насіння та мінімальне порушення структури ґрунту. Таким чином, удосконалення технології сівби та конструкції посівних агрегатів є важливим напрямом підвищення врожайності озимого ріпаку та ефективності сучасного аграрного виробництва.

2. У результаті розробки плану механізованих робіт встановлено, що ефективність вирощування озимого ріпаку за технологією No-Till значною мірою залежить від правильного підбору машинно-тракторних агрегатів та оптимізації технологічних операцій. Застосування сучасних посівних комплексів забезпечує стабільну глибину загортання насіння, рівномірний висів та якісне формування насінневого ложа. Використання технології No-Till дозволяє скоротити витрати пального до 45,4 л/га, що на 40–50 % менше порівняно з традиційною технологією, а трудові витрати знижуються до 0,78 люд.-год/га. Розрахунки показали високу продуктивність сучасних агрегатів: продуктивність посівного комплексу становить 4,5 га/год, а обприскувачів – до 46 га/год, що забезпечує своєчасне виконання польових робіт та формування врожайності на рівні 4,0–4,5 т/га. Таким чином,

розроблений план механізованих робіт забезпечує ефективне виконання технологічного процесу вирощування озимого ріпаку, знижує енерговитрати та підвищує економічну ефективність виробництва.

3. У результаті досліджень встановлено, що існуючі сівалки прямого висіву не завжди забезпечують якісну роботу за великої кількості рослинних решток та підвищеної щільності ґрунту. Основними недоліками традиційних сошників є нестабільна глибина загортання насіння, забивання робочих органів і підвищений тяговий опір. Для усунення цих недоліків запропоновано удосконалену конструкцію сошника з пружним елементом і стержнем змінного перерізу, що забезпечує автоколивання робочого органа та покращує кришення ґрунту і формування насінневого ложа. Проведені розрахунки підтвердили працездатність і надійність конструкції. Встановлено, що застосування удосконаленого сошника дозволяє підвищити робочу швидкість агрегату з 10 до 12 км/год та збільшити продуктивність з 3,6 до 4,0 га/год при витратах пального до 5 л/га. Запропонована конструкція забезпечує якісне виконання прямого посіву, зменшує кількість проходів техніки по полю та сприяє підвищенню врожайності озимого ріпаку на 20–25 %.

4. У результаті розробки операційно-технологічної карти сівби озимого ріпаку встановлено, що використання удосконаленої сівалки прямого висіву забезпечує якісне виконання технологічного процесу в умовах технології No-Till. Проведені розрахунки підтвердили високу ефективність запропонованого агрегату. Використання модернізованих сошників дозволяє підвищити робочу швидкість до 12 км/год, забезпечити продуктивність 5,4 га/год та знизити витрати пального до 5,2 л/га. Запропонована конструкція забезпечує стабільну глибину загортання насіння, якісне формування насінневого ложа та покращує умови проростання озимого ріпаку.

5. Проведене техніко-економічне порівняння показало, що розроблена сівалка прямого посіву забезпечує кращі експлуатаційні та економічні показники порівняно із серійним аналогом. Установлено, що використання удосконаленої конструкції дозволяє підвищити робочу швидкість з 10 до 12 км/год та збільшити

продуктивність роботи з 3,6 до 5,4 га/год. При цьому витрати пального зменшуються з 7,2 до 5,2 л/га, що забезпечує суттєве зниження експлуатаційних витрат. Завдяки якіснішому формуванню насіннєвого ложа забезпечується приріст урожайності озимого ріпаку на рівні 0,3 т/га. Річний економічний ефект від впровадження розробленої сівалки становить 6 684 250 грн, а строк окупності не перевищує 0,1 року. Таким чином, використання розробленої сівалки прямого посіву є економічно доцільним та ефективним для технології вирощування озимого ріпаку No-Till.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Алієв Е. Б. Обґрунтування складу техніко-технологічного забезпечення процесів переробки нішевих олійних культур / Е. Б. Алієв // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2025. – № 39. – С. 199–215. DOI: 10.36710/ІОС-2025-39-17.
2. Алієв Е. Б., Безверхній П. Є. Дослідження чинників погіршення точності висіву пневматичними сівалками / Е. Б. Алієв, П. Є. Безверхній // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2023. – № 2 (121). – С. 51–61. DOI: 10.37128/2520-6168-2023-2-6.
3. Алієв Е. Б., Безверхній П. Є. Перспективні напрями розвитку машин для АПК / Е. Б. Алієв, П. Є. Безверхній // Шляхи інноваційного розвитку агровиробництва в Україні : матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. – Рівне, 2022. – С. 88–89.
4. Алієв Е. Б., Безверхній П. Є. Чисельне моделювання сповільнювача насіння пневматичної сівалки точного висіву / Е. Б. Алієв, П. Є. Безверхній // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – № 52. – С. 86–98. DOI: 10.32515/2414-3820.2022.52.86-98.
5. Алієв Е. Б., Безверхній П. Є. Шляхи підвищення ефективності пневматичних сівалок точного висіву / Е. Б. Алієв, П. Є. Безверхній // Наукові аспекти формування сучасних агротехнологій – інновації молодих вчених для забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої Дню науки (20 травня 2022 р., м. Херсон). – Херсон : ІЗЗ НААН, 2022. – С. 158–159.
6. Алієв Е. Б., Безверхній П. Є., Алієва О. Ю. Випробування удосконаленої системи подачі насіння пневматичної сівалки точного висіву / Е. Б. Алієв, П. Є. Безверхній, О. Ю. Алієва // Науково-технічний бюлетень

Інституту олійних культур НААН. – 2024. – № 37. – С. 127–138. DOI: 10.36710/ІОС-2024-37-13.

7. Алієв Е. Б., Безверхній П. Є., Алієва О. Ю. Результати аналітичних досліджень заспокоювача насіння удосконаленої висівної секції пневматичної сівалки / Е. Б. Алієв, П. Є. Безверхній, О. Ю. Алієва // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2024. – № 1 (124). – С. 73–81. DOI: 10.37128/2520-6168-2024-1-8.

8. Алієв Е. Б., Дудін В. Ю., Безверхній П. Є. Патент на корисну модель України 157302, МПК А01С 7/20 (2006.01). Висівна секція пневматичної зернової сівалки / Е. Б. Алієв, В. Ю. Дудін, П. Є. Безверхній ; заявник та патентовласник: Алієв Е. Б., Дудін В. Ю., Безверхній П. Є. – № u202401647 ; заявл. 02.04.2024 ; опубл. 25.09.2024, Бюл. № 39.

9. Алієв Е. Б., Дудін В. Ю., Безверхній П. Є., Шаповал О. М. Обґрунтування конструктивних параметрів заспокоювача насіння висівної секції пневматичної сівалки / Е. Б. Алієв, В. Ю. Дудін, П. Є. Безверхній, О. М. Шаповал // Вібрації в техніці та технологіях. – 2024. – № 2 (113). – С. 43–54. DOI: 10.37128/2306-8744-2024-2-5.

10. Алієв, Е. Б., Безверхній, П. Є., & Алієва, О. Ю. (2024). Випробування удосконаленої системи подачі насіння пневматичної сівалки точного висіву. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 37, 139-147. <https://doi.org/10.36710/ІОС-2024-37-13>

11. Глухова, Н. А., & Єгоров, Д. К. (2023). Форми ріпаку озимого (*Brassica napus* L.), схильні до апоміксису: біологічні та господарські особливості. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 35, 6-18.

12. Журавель В. М., Ведмедєва К. В., Буділка Г. І. Успадкування ознак забарвлення листка та квітки у *Brassica juncea* L. / В. М. Журавель, К. В. Ведмедєва, Г. І. Буділка // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2024. – № 37. – С. 43–52. DOI: 10.36710/ІОС-2024-37-05.

13. Калінова, М. Г., & Таранець, Т. О. (2024). Порівняльна оцінка теплостійкості сортів і гібридів ріпаку озимого на мікрогаметофітному рівні.

Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 37, 6-13.
<https://doi.org/10.36710/IOC-2024-37-01>

14. Калінова, М. Г., & Таранець, Т. О. (2025). Вплив кліматичних умов вегетації на біохімічні та морфологічні показники гібридів ріпаку озимого. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 39, 65-73.
<https://doi.org/10.36710/IOC-2025-39-06>

15. Калінова, М. Г., & Таранець, Т. О. (2026). Кореляція між кількісними та якісними ознаками озимого ріпаку. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 40, 20-30. <https://doi.org/10.36710/IOC-2026-40-02>

16. Калінова, М. Г., Сенік, Р. В., & Таранець, Т. О. (2023). Вплив добору холодостійких генотипів ріпаку озимого на ранніх стадіях онтогенезу на кількісні та якісні ознаки рослин. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 35, 29-39.

17. Кузьменко О., Белка О., Гайдаш Є. Науково-технічна діяльність Інституту олійних культур НААН щодо забезпечення інноваційного розвитку аграрного сектору України / О. Кузьменко, О. Белка, Є. Гайдаш // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2021. – № 31. – С. 160–168.

18. Курач, О. В., Першута, В. В., & Андрощук, О. О. (2024). Удосконалення елементів технології вирощування ріпаку озимого в умовах Західного Полісся. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 36, 105-116. <https://doi.org/10.36710/IOC-2024-36-09>

19. Слісарчук, М. В. (2026). Оцінка ріпаку озимого на завершальних етапах селекційного процесу. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 40, 59-70. <https://doi.org/10.36710/IOC-2026-40-05>

20. Чехова І. Соціально-економічне значення продукції олійних культур / І. Чехова // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2021. – № 30. – С. 146–157.

21. Юрчук, С. С. (2025). Фотосинтетичний потенціал посівів ріпаку озимого в залежності від агротехнологічних прийомів. Науково-технічний

бюлетень Інституту олійних культур НААН, 38, 126-138.
<https://doi.org/10.36710/IOC-2025-38-12>

22. Юрчук, С. С. (2026). Використання аналізу комбінаційної здатності для оптимізації селекції ріпаку озимого. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 40, 45-57. <https://doi.org/10.36710/IOC-2026-40-04>

ДОДАТКИ

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

Удосконалення вирощування ріпаку озимого з розробкою операційної технології прямого посіву

Демонстраційний матеріал до дипломного проекту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-1-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»
Булгаков Віктор Віталійович

Керівники: к.т.н., доц.

Деркач Олексій Дмитрович

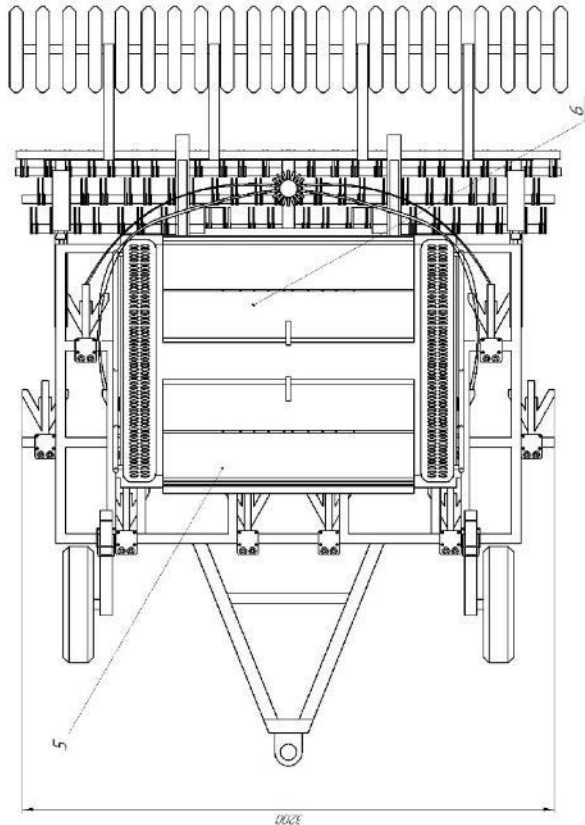
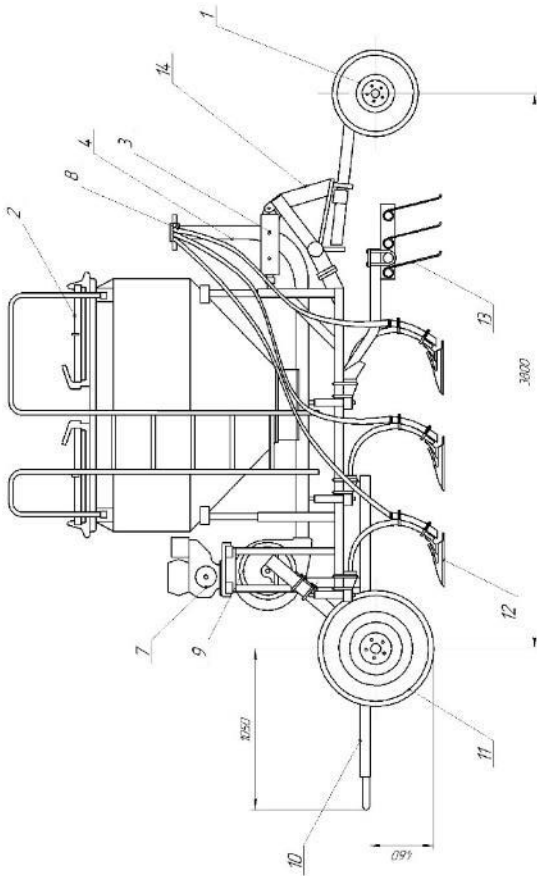
д.т.н., доц.

Горобець Володимир Леонідович

Дніпро, 2026

4.8.07.02.30.00.00.00.B3

№ п/п	Обозначение	Наименование	Единица измерения	Количество
1	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
2	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
3	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
4	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
5	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
6	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
7	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
8	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
9	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
10	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
11	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
12	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
13	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
14	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
15	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
16	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
17	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
18	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
19	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
20	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
21	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
22	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
23	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
24	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
25	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
26	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
27	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
28	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
29	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
30	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
31	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
32	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
33	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
34	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
35	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
36	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
37	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
38	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
39	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
40	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
41	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
42	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
43	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
44	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
45	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
46	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
47	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
48	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
49	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
50	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
51	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
52	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
53	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
54	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
55	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
56	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
57	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
58	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
59	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
60	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
61	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
62	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
63	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
64	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
65	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
66	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
67	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
68	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
69	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
70	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
71	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
72	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
73	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
74	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
75	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
76	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
77	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
78	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
79	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
80	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
81	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
82	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
83	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
84	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
85	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
86	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
87	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
88	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
89	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
90	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
91	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
92	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
93	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
94	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
95	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
96	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
97	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
98	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
99	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1
100	4.8.07.02.30.00.00.00.B3	Двигатель	шт.	1



Технічні характеристики

Ширина захвату – 3,6 м
Продуктивність – 2,7-3,2 га/год
Маса – 1620 кг
Робоча швидкість – 10-12 км/год
Кількість дискових бункерів – 2 шт
Місткість одного бункера – 114 л
Агрегатується з трактором класу – 14-2

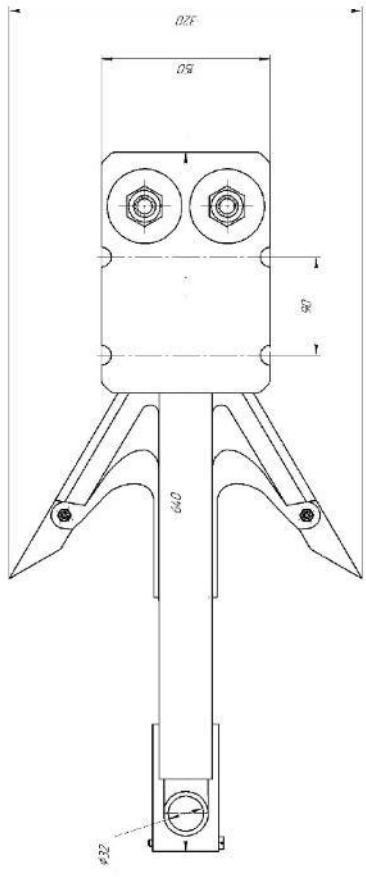
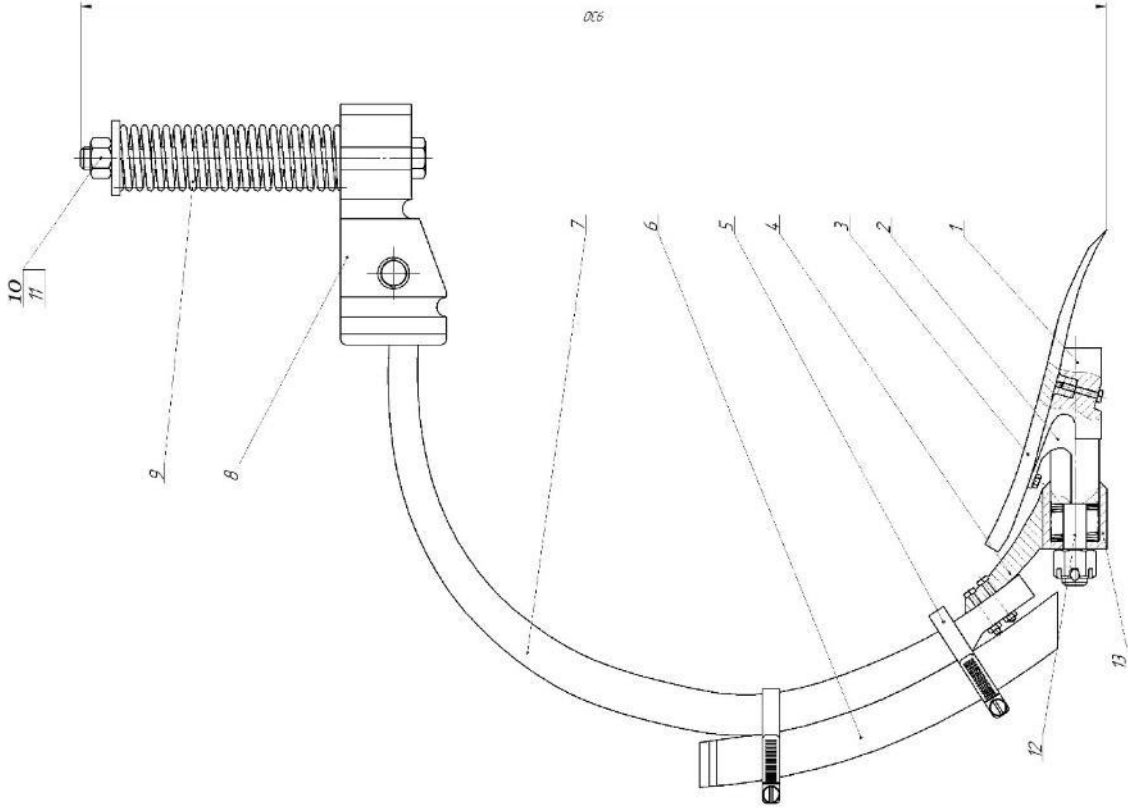
Додаткові технічні вимоги

1. Якість дисків повинна відповідати агрономічним вимогам для вирощування відповідної культури.
2. Вел. різьбів з'єднання повинні бути заточені.
3. Після складання передньої надійності кріплення та проведених дискового агрегату.
4. Антикорозійне покриття виконати згідно вимог експлуатації.

4.8.07.02.30.00.00.00.B3	
Вид	Модель
Сфера застосування	14.2
Агрегат	ДПАСУ

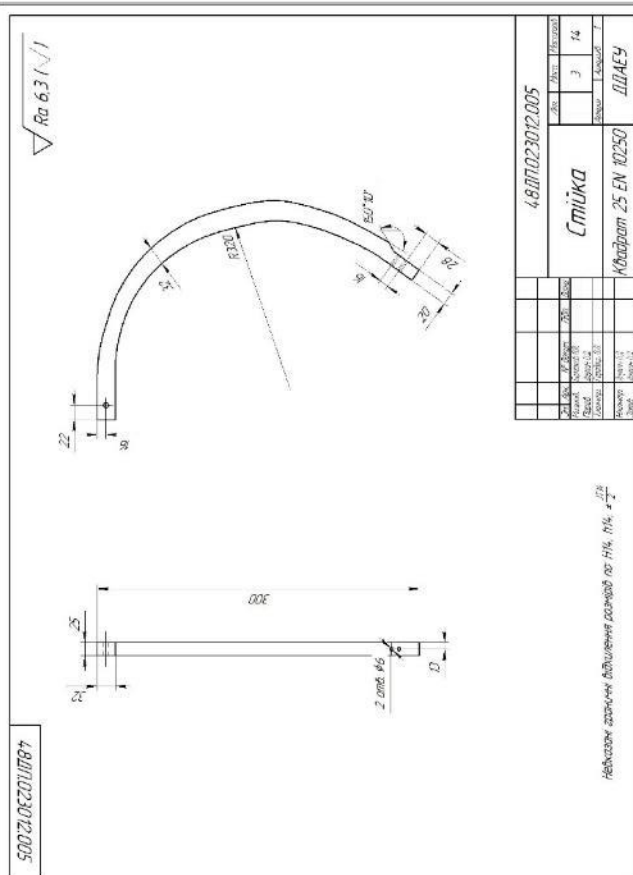
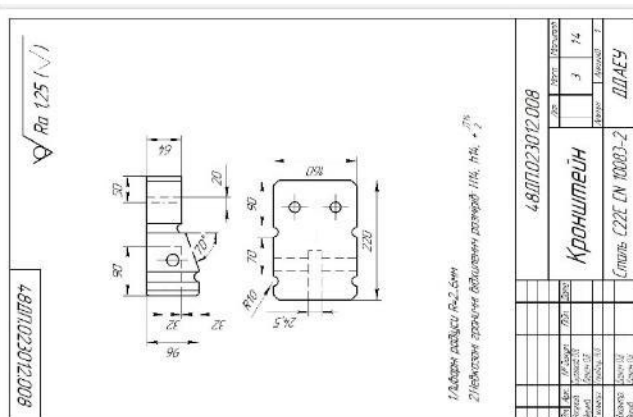
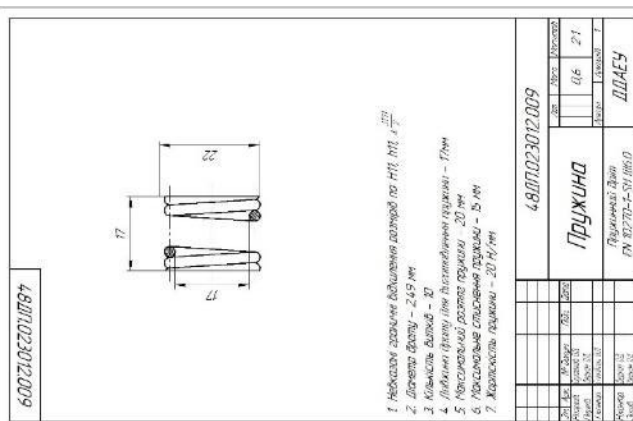
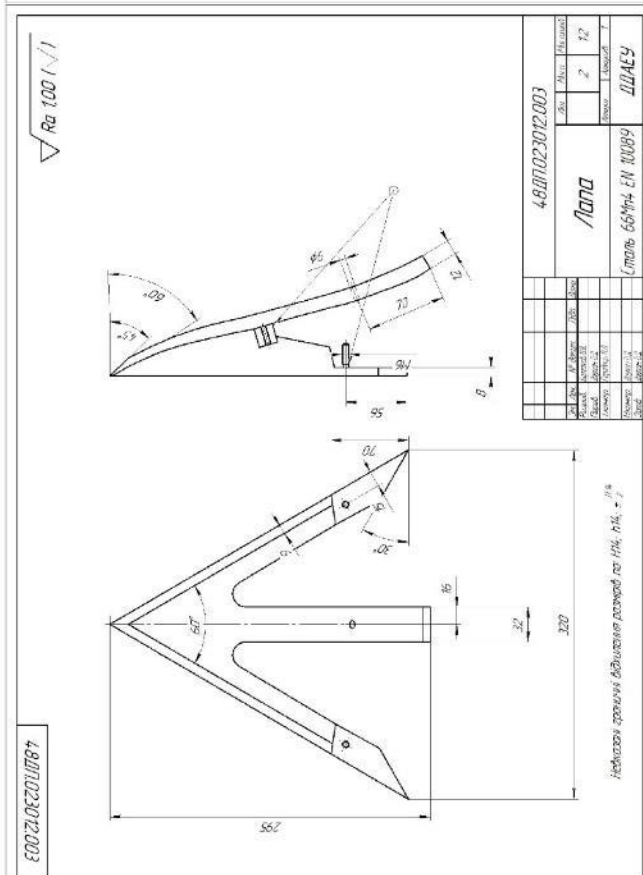
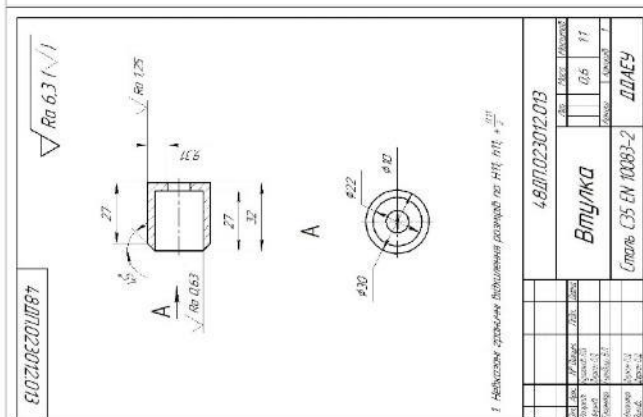
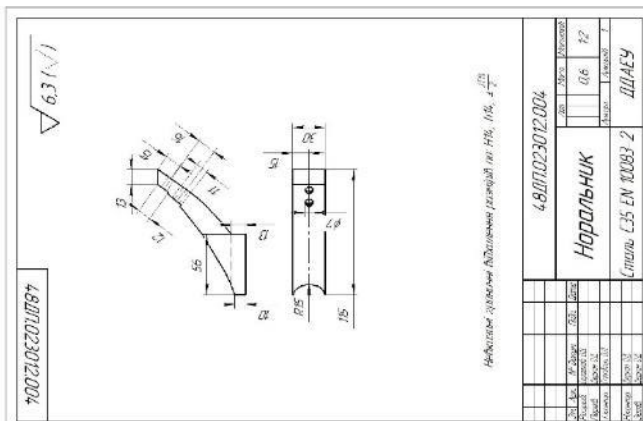
Поз	Пояснение	Назва	Разм
1	4.8.ПТ02.3012.001	Горизонтальная планка	
2	4.8.ПТ02.3012.002	Соединительная планка	
3	4.8.ПТ02.3012.003	Лента	
4	4.8.ПТ02.3012.004	Навесная	
5	4.8.ПТ02.3012.005	Стойка	
6	4.8.ПТ02.3012.006	Навесная планка	
7	4.8.ПТ02.3012.007	Стойка	
8	4.8.ПТ02.3012.008	Кронштейн	
9	4.8.ПТ02.3012.009	Пружина	
10	4.8.ПТ02.3012.010	Валок (пружина)	
11	4.8.ПТ02.3012.011	Гайка М20	
12	4.8.ПТ02.3012.012	Стержень	
13	4.8.ПТ02.3012.013	Втулка	

4.8.ПТ02.3012.000.СК



80 диаметр для втулки

4.8.ПТ02.3012.000.СК			
СОШНИК			
№	Изм.	Исполн.	Провер.
1	1	1	1
Складовые крепления			
ДЛЯ СУ			



ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА
СІВБИ ОЗИМОГО РІПАКУ РОЗРОБЛЕНОЮ СІВАЛКОЮ ПРЯМОГО ВИСІВУ

1. УМОВИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Культура	Озимий ріпак
Попередник	Пшениця озима
Технологія	Прямий висів (No-Till)
Строки сіви	10 серпня – 5 вересня
Вологість ґрунту	14–22 %
Твердість ґрунту	до 3,5 МПа
Рельєф поля	Рівний, ухил до 3°
Засміченість поля	Допустима

2. АГРЕГУВАННЯ



Трактор John Deere 8R 340
Потужність – 340 к.с.

Сівалка прямого висіву
ширина захвату – 6 м

3. АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

Норма висіву	3,0–4,0 кг/га
Глибина загортання насіння	2–4 см
Ширина міжрядь	15–19 см
Рівномірність висіву	±10 %
Необхідна густина стояння	45–60 шт./м²
Якість загортання насіння	100 %
Ущільнення ґрунту в зоні висіву	Забезпечити
Збереження рослинних решток	Не менше 60 %

4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС



1. Прорізання рослинних решток
Сошник прорізає mulчу та формує посівну борозну



2. Висів насіння та висесення добрив
Насіння і добрива подаються в зону висіву



3. Прикочування
Ущільнення ґрунту в зоні висіву

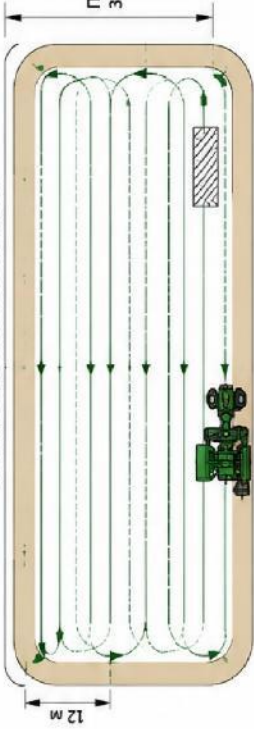


4. Борошування
Вирівнювання поверхні поля, розподіл соломи

5. РОЗРАХУНКИ ПОКАЗНИКІВ

Ширина захвату, В	6 м
Робоча швидкість, V	12 км/год
Теоретична продуктивність, $W_t = \frac{B \cdot V}{10}$	7,2 га/год
Коефіцієнт використання часу зміни, K_u	0,75
Експлуатаційна продуктивність, $W_e = W_t \cdot K_u$	5,4 га/год
Година витрати пального, G	28 л/год
Питомі витрати пального, $Q = \frac{G}{W_e}$	5,2 л/га
Кількість працівників, n	1 чол.
Трудові витрати, $T = \frac{n}{W_e}$	0,19 люд.-год/га
Площа посіву, S	300 га
Тривалість роботи, $t = \frac{S}{W_e}$	55,6 год
Тривалість зміни	10 год
Кількість змін, $n_z = \frac{t}{10}$	5,6 ≈ 6 змін

6. СХЕМА РУХУ АГРЕГАТУ ПО ПОЛЮ



12 м
300 м
Поле

7. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ

	Насіння	3,0–4,0 кг/га
	Добрива (стартові)	30–50 кг/га
	Паливо	5,2 л/га
	Технічне обслуговування	Згідно інструкції з експлуатації

8. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ РОБОТИ

- Перевірка норми висіву – на початку роботи та кожні 2–3 год
- Контроль глибини загортання насіння – кожні 20 га
- Рівномірність висіву – візуально та за системою моніторингу
- Контроль тиску в шинах опорно-привідних коліс
- Контроль роботи сошників – відсутність забивання

9. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

- До роботи допускаються особи, які пройшли інструктаж з охорони праці
- Забороняється працювати при несправностях агрегату
- Під час заправки насінням і добривами дотримуватись правил безпеки
- Не перебувати в зоні повороту агрегату
- Дотримуватись правил пожежної безпеки

[illegible]

4807023000.0007E

Порівняльна економічна ефективність посівних комплексів

Показник	Серійна сівалка	Розроблена сівалка
Вартість машин, грн	4 000 000	4 350 000
Робоча швидкість, км/год	10	12
Продуктивність, га/год	3,6	5,4
Витрати пального, л/га	7,2	5,2
Річні витрати пального, грн	446 400	322 400
Трудові витрати, люд.-год	278	185
Витрати на оплату праці, грн	69 500	46 250
Амортизаційні відрахування, грн	400 000	435 000
Технічне обслуговування і ремонт, грн	320 000	348 000
Загальні експлуатаційні витрати, грн	1 235 900	1 151 650
Приріст урожайності, т/га	–	0,3
Додатковий прибуток, грн	–	6 600 000
Річний економічний ефект, грн	–	6 684 250
Строк окупності, років	–	0,1

4807023000.0007E			
№	№	№	№
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100
101	102	103	104
105	106	107	108
109	110	111	112
113	114	115	116
117	118	119	120
121	122	123	124
125	126	127	128
129	130	131	132
133	134	135	136
137	138	139	140
141	142	143	144
145	146	147	148
149	150	151	152
153	154	155	156
157	158	159	160
161	162	163	164
165	166	167	168
169	170	171	172
173	174	175	176
177	178	179	180
181	182	183	184
185	186	187	188
189	190	191	192
193	194	195	196
197	198	199	200
201	202	203	204
205	206	207	208
209	210	211	212
213	214	215	216
217	218	219	220
221	222	223	224
225	226	227	228
229	230	231	232
233	234	235	236
237	238	239	240
241	242	243	244
245	246	247	248
249	250	251	252
253	254	255	256
257	258	259	260
261	262	263	264
265	266	267	268
269	270	271	272
273	274	275	276
277	278	279	280
281	282	283	284
285	286	287	288
289	290	291	292
293	294	295	296
297	298	299	300
301	302	303	304
305	306	307	308
309	310	311	312
313	314	315	316
317	318	319	320
321	322	323	324
325	326	327	328
329	330	331	332
333	334	335	336
337	338	339	340
341	342	343	344
345	346	347	348
349	350	351	352
353	354	355	356
357	358	359	360
361	362	363	364
365	366	367	368
369	370	371	372
373	374	375	376
377	378	379	380
381	382	383	384
385	386	387	388
389	390	391	392
393	394	395	396
397	398	399	400
401	402	403	404
405	406	407	408
409	410	411	412
413	414	415	416
417	418	419	420
421	422	423	424
425	426	427	428
429	430	431	432
433	434	435	436
437	438	439	440
441	442	443	444
445	446	447	448
449	450	451	452
453	454	455	456
457	458	459	460
461	462	463	464
465	466	467	468
469	470	471	472
473	474	475	476
477	478	479	480
481	482	483	484
485	486	487	488
489	490	491	492
493	494	495	496
497	498	499	500
501	502	503	504
505	506	507	508
509	510	511	512
513	514	515	516
517	518	519	520
521	522	523	524
525	526	527	528
529	530	531	532
533	534	535	536
537	538	539	540
541	542	543	544
545	546	547	548
549	550	551	552
553	554	555	556
557	558	559	560
561	562	563	564
565	566	567	568
569	570	571	572
573	574	575	576
577	578	579	580
581	582	583	584
585	586	587	588
589	590	591	592
593	594	595	596
597	598	599	600
601	602	603	604
605	606	607	608
609	610	611	612
613	614	615	616
617	618	619	620
621	622	623	624
625	626	627	628
629	630	631	632
633	634	635	636
637	638	639	640
641	642	643	644
645	646	647	648
649	650	651	652
653	654	655	656
657	658	659	660
661	662	663	664
665	666	667	668
669	670	671	672
673	674	675	676
677	678	679	680
681	682	683	684
685	686	687	688
689	690	691	692
693	694	695	696
697	698	699	700
701	702	703	704
705	706	707	708
709	710	711	712
713	714	715	716
717	718	719	720
721	722	723	724
725	726	727	728
729	730	731	732
733	734	735	736
737	738	739	740
741	742	743	744
745	746	747	748
749	750	751	752
753	754	755	756
757	758	759	760
761	762	763	764
765	766	767	768
769	770	771	772
773	774	775	776
777	778	779	780
781	782	783	784
785	786	787	788
789	790	791	792
793	794	795	796
797	798	799	800
801	802	803	804
805	806	807	808
809	810	811	812
813	814	815	816
817	818	819	820
821	822	823	824
825	826	827	828
829	830	831	832
833	834	835	836
837	838	839	840
841	842	843	844
845	846	847	848
849	850	851	852
853	854	855	856
857	858	859	860
861	862	863	864
865	866	867	868
869	870	871	872
873	874	875	876
877	878	879	880
881	882	883	884
885	886	887	888
889	890	891	892
893	894	895	896
897	898	899	900
901	902	903	904
905	906	907	908
909	910	911	912
913	914	915	916
917	918	919	920
921	922	923	924
925	926	927	928
929	930	931	932
933	934	935	936
937	938	939	940
941	942	943	944
945	946	947	948
949	950	951	952
953	954	955	956
957	958	959	960
961	962	963	964
965	966	967	968
969	970	971	972
973	974	975	976
977	978	979	980
981	982	983	984
985	986	987	988
989	990	991	992
993	994	995	996
997	998	999	1000
1001	1002	1003	1004
1005	1006	1007	1008
1009	1010	1011	1012
1013	1014	1015	1016
1017	1018	1019	1020
1021	1022	1023	1024
1025	1026	1027	1028
1029	1030	1031	1032
1033	1034	1035	1036
1037	1038	1039	1040
1041	1042	1043	1044
1045	1046	1047	1048
1049	1050	1051	1052
1053	1054	1055	1056
1057	1058	1059	1060
1061	1062	1063	1064
1065	1066	1067	1068
1069	1070	1071	1072
1073	1074	1075	1076
1077	1078	1079	1080
1081	1082	1083	1084
1085	1086	1087	1088
1089	1090	1091	1092
1093	1094	1095	1096
1097	1098	1099	1100
1101	1102	1103	1104
1105	1106	1107	1108
1109	1110	1111	1112
1113	1114	1115	1116
1117	1118	1119	1120
1121	1122	1123	1124
1125	1126	1127	1128
1129	1130	1131	1132
1133	1134	1135	1136
1137	1138	1139	1140
1141	1142	1143	1144
1145	1146	1147	1148
1149	1150	1151	1152
1153	1154	1155	1156
1157	1158	1159	1160
1161	1162	1163	1164
1165	1166	1167	1168
1169	1170	1171	1172
1173	1174	1175	1176
1177	1178	1179	1180
1181	1182	1183	1184
1185	1186	1187	1188
1189	1190	1191	1192
1193	1194	1195	1196
1197	1198	1199	1200</