

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 використання техніки при вирощуванні гірчиці з розроб-
кою операційної технології сівби**

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-2-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Плешивенко Данило Дмитрович

Керівники: _____ Деркач Олексій Дмитрович
_____ Горобець Володимир Леонідович

Рецензент: _____

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ЕМТП

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Деркач О.Д.

(підпис)

прізвище, ініціали

«05» травня 2026 р

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

Плєшивенко Данило Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення використання техніки при вирощуванні гірчиці з розробкою операційної технології сівби

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 гірчиці в Україні та вплив технології сівби на формування її врожайності. 2. Розробка плану механізованих робіт виробництва гірчиці. 3. Удосконалення конструкції посівної секції пневматичної сівалки. 4. Розробка операційно-технологічної карти сівби. 5. Охорона праці та захист навколишнього середовища 6. Техніко-економічні показники удосконаленого посівного комплексу. Висновки та пропозиції. Література.

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

1. Аналіз вирощування гірчиці (А1) 2. План механізованих робіт вирощування гірчиці (А1) 3. Пневматична сівалка (вид загальний) (А1). 4. Посівна секція. Складальне креслення (А1). 5. Висівний башмак (А2) 6. Сповільнювач (А3) 7. Прикочувальне колесо (А3). 8. Операційно-технологічна карта сівби (А1) 9. 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 гірчиці	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

_____ Підшивенко Д. Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

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

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

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Плєшивенко Д. Д. Удосконалення використання техніки при вирощуванні гірчиці з розробкою операційної технології сівби / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

Метою роботи є удосконалення використання техніки при вирощуванні гірчиці шляхом розробки операційної технології сівби, яка забезпечить підвищення ефективності виконання технологічного процесу, покращення якості висіву насіння та зниження експлуатаційних витрат.

У роботі розглянуто сучасний стан вирощування гірчиці в Україні та проаналізовано вплив технології сівби на формування її врожайності. Обґрунтовано комплекс основних технологічних операцій при вирощуванні культури та розроблено план механізованих робіт із використанням сучасних машинно-тракторних агрегатів. Проведено аналіз конструкції посівної секції пневматичної сівалки John Deere 1890 та визначено основні фактори, що впливають на якість висіву дрібнонасінневих культур.

У роботі удосконалено конструкцію системи подачі насіння шляхом розробки сповільнювача та заспокоювача насіння. Виконано аналітичні дослідження руху насіння після виходу з висівного башмака та обґрунтовано раціональні конструктивно-технологічні параметри удосконалених елементів висівної секції. Розроблено операційно-технологічну карту сівби гірчиці, визначено продуктивність агрегату, витрати палива, затрати праці та техніко-економічні показники впровадження удосконаленого посівного комплексу. Запропоновані технічні рішення забезпечують підвищення рівномірності висіву, зменшення енерговитрат і покращення якості сівби гірчиці.

Ключові слова: гірчиця, сівба, посівний комплекс, пневматична сівалка, John Deere 1890, висівна секція, сповільнювач насіння, заспокоювач насіння, технологія вирощування, механізовані роботи, урожайність, точність висіву.

Зміст

ВСТУП.....	7
1 СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОЩУВАННЯ ГІРЧИЦІ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ СІВБИ НА ФОРМУВАННЯ ЇЇ ВРОЖАЙНОСТІ	9
1.1 Народногосподарське значення гірчиці	9
1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності гірчиці	13
1.3 Особливості впливу технологій сівби на формування врожайності гірчиці	16
1.4 Особливості агротехнічних умов проведення сівби гірчиці	21
1.5 Сучасні конструкції посівних комплексів.....	25
1.4 Висновки з розділу	30
2 РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА ГІРЧИЦІ.....	32
2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при виращуванні гірчиці	32
2.2 Обґрунтування та розрахунок елементів технології виращування гірчиці.....	35
2.3 Висновки з розділу	39
3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПОСІВНОЇ СЕКЦІЇ ПНЕВМАТИЧНОЇ СІВАЛКИ.....	41
3.1 Конструктивно-технологічна характеристика об'єкта удосконалення	41
3.2 Визначення конструктивно-геометричних параметрів сповільнювача насіння пневматичної сівалки.....	45
3.3 Обґрунтування конструкції та параметрів заспокоювача насіння	49
3.4 Висновки з розділу	54
4 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ СІВБИ.....	55
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	59
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ УДОСКОНАЛЕНОГО ПОСІВНОГО КОМПЛЕКСУ	62
ВИСНОВКИ	65
БІБЛІОГРАФІЯ	67
ДОДАТКИ	72

ВСТУП

Сучасний розвиток аграрного сектору України потребує впровадження ефективних технологій вирощування сільськогосподарських культур, спрямованих на підвищення урожайності, зниження енергетичних і матеріальних витрат та забезпечення стабільної якості продукції. Однією з перспективних олійних культур є гірчиця, яка характеризується високою рентабельністю, коротким вегетаційним періодом, стійкістю до посушливих умов та широким спектром використання у харчовій, фармацевтичній і технічній галузях. У зв'язку зі зростанням попиту на насіння гірчиці як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках, особливого значення набуває удосконалення технологій її вирощування.

Важливим етапом технологічного процесу вирощування гірчиці є сівба, від якості виконання якої значною мірою залежать польова схожість насіння, рівномірність розміщення рослин, розвиток культури та формування врожаю. Недостатня точність висіву, нерівномірна глибина загортання насіння, порушення агротехнічних вимог і нераціональне використання машинно-тракторних агрегатів призводять до зниження ефективності виробництва та збільшення витрат ресурсів.

У сучасних умовах особливу увагу приділяють удосконаленню використання техніки при виконанні технологічних операцій, зокрема підвищенню продуктивності посівних агрегатів, оптимізації режимів їх роботи, забезпеченню енергозбереження та покращенню якості виконання сівби. Застосування сучасних сівалок, адаптованих до умов вирощування гірчиці, дозволяє забезпечити рівномірний розподіл насіння по площі, дотримання заданої норми висіву та глибини загортання, що є важливими чинниками отримання високого врожаю.

Метою роботи є удосконалення використання техніки при вирощуванні гірчиці шляхом розробки операційної технології сівби, яка забезпечить підвищення ефективності виконання технологічного процесу, покращення якості висіву насіння та зниження експлуатаційних витрат.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз сучасного стану вирощування гірчиці та впливу технології сівби на формування її врожайності;
- обґрунтувати комплекс технологічних операцій і розробити план механізованих робіт при вирощуванні гірчиці;
- виконати аналіз конструкції посівної секції пневматичної сівалки John Deere 1890 та визначити напрями її удосконалення;
- обґрунтувати конструктивно-технологічні параметри сповільнювача і заспокоювача насіння для підвищення якості сівби;
- розробити операційно-технологічну карту сівби та визначити техніко-економічну ефективність удосконаленого посівного комплексу.

Об'єктом дослідження є технологічний процес сівби гірчиці.

Предметом дослідження є удосконалення використання посівної техніки та параметрів роботи машинно-тракторного агрегату при виконанні сівби гірчиці.

Практичне значення роботи полягає у розробці операційної технології сівби гірчиці, яка сприятиме підвищенню продуктивності посівних агрегатів, покращенню якості виконання технологічної операції та зниженню виробничих витрат у господарствах аграрного сектору.

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

1.1 Народногосподарське значення гірчиці

В сучасних умовах розвитку агропромислового комплексу України все більшого значення набуває вирощування нішевих олійних культур, серед яких особливе місце займає гірчиця. Підвищення попиту на продукцію її переробки, стабільна ринкова вартість насіння та широкий спектр використання сприяють збільшенню посівних площ цієї культури. Ґрунтово-кліматичні умови України є сприятливими для вирощування гірчиці практично в усіх природно-кліматичних зонах, що забезпечує можливість ефективного ведення виробництва.

Найбільш поширеними у виробництві є гірчиця сиза (сарептська), гірчиця біла та гірчиця чорна. Кожен із видів має свої біологічні особливості та напрями використання. Гірчиця сиза характеризується високою посухостійкістю і добре пристосована до умов степової зони. Гірчиця біла краще реагує на достатнє зволоження та формує високі врожаї в умовах Лісостепу і Полісся. Останнім часом також збільшується інтерес до вирощування чорної гірчиці, яка широко використовується у харчовій та переробній промисловості.

Одним із головних напрямів використання гірчиці є виробництво рослинної олії. Насіння культури містить значну кількість жиру та білка, завдяки чому гірчична олія має високі харчові та технологічні властивості. За якістю вона не поступається соняшниковій олії, а в окремих випадках перевершує її за вмістом біологічно активних речовин. Гірчичну олію використовують у харчовій промисловості для виробництва консервів, соусів, маринадів, хлібобулочних і кондитерських виробів. Також вона знаходить широке застосування у виробництві майонезів, спецій та різноманітних харчових добавок.

Окрім харчової галузі, гірчична олія використовується в технічній промисловості. Її застосовують для виготовлення мастильних матеріалів, біопалива,

лакофарбової продукції, мила та косметичних засобів. Завдяки високій стійкості до окиснення гірчична олія є цінною сировиною для окремих галузей хімічної промисловості.

Важливе значення має також макуха та шрот, які залишаються після переробки насіння. Вони містять значну кількість білкових речовин і використовуються як високопоживний корм для сільськогосподарських тварин. У кормовиробництві гірчиця цінується за високий вміст перетравного білка та хорошу поживність зеленої маси. Зелену масу гірчиці використовують для годівлі великої рогатої худоби, овець та інших тварин як у свіжому вигляді, так і для заготівлі силосу чи зеленої підкормки.

Гірчиця біла характеризується швидким ростом і формуванням значної кількості зеленої маси. Завдяки короткому вегетаційному періоду її широко використовують як проміжну та післязнівну культуру. Це дозволяє ефективно використовувати орні землі протягом усього вегетаційного сезону та отримувати додаткову кормову продукцію без значних матеріальних витрат.

Особливо важливе значення гірчиця має як сидеральна культура. У сучасному землеробстві сидерація є одним із найбільш економічно вигідних способів підвищення родючості ґрунту. Після заорювання зеленої маси ґрунт збагачується органічною речовиною, поліпшується його структура, збільшується вміст доступних поживних елементів. Коренева система гірчиці добре розпушує ґрунт, покращує його аерацію та водопроникність.

Важливою особливістю культури є її здатність пригнічувати розвиток збудників багатьох хвороб та шкідників. Після вирощування гірчиці зменшується поширення корневих гнилей, фітофторозу та інших грибкових захворювань. Завдяки фітосанітарним властивостям культуру часто використовують у сівоzmінах для оздоровлення ґрунту. Виділення кореневої системи та рослинних решток пригнічують розвиток патогенних мікроорганізмів і нематод, що позитивно впливає на врожайність наступних культур.

Гірчиця також є цінним попередником для зернових культур. Після її вирощування покращується агрофізичний стан ґрунту, знижується рівень

забур'яненості та підвищується ефективність використання поживних речовин. Дослідження свідчать, що розміщення зернових культур після гірчиці сприяє підвищенню їх урожайності. Це робить культуру важливим елементом сучасних сівозмін.

Значне народногосподарське значення гірчиці пов'язане також із її використанням у бджільництві. Гірчиця є однією з кращих медоносних культур. Під час цвітіння вона утворює велику кількість нектару, що забезпечує високий медозбір. Мед із гірчиці характеризується хорошими смаковими якостями та цінними лікувальними властивостями. Використання культури у сівозмінах сприяє розвитку бджільництва та покращує запилення інших ентомофільних культур.

Широке застосування гірчиця має й у медичній та фармацевтичній галузях. З насіння виробляють гірчичний порошок, який використовується для виготовлення медичних гірчичників та інших лікувальних засобів. Ефірні олії, що містяться у насінні, мають антисептичні, протизапальні та подразнювальні властивості. У медицині препарати на основі гірчиці застосовують при застудних захворюваннях, бронхітах, м'язових болях та порушеннях кровообігу.

У харчовій промисловості гірчиця широко використовується як пряність. Насіння є сировиною для виготовлення столової гірчиці, приправ, соусів та маринадів. Гірчичний порошок застосовують у консервній промисловості, ковбасному виробництві та кулінарії. Завдяки специфічним смаковим властивостям продукція з гірчиці користується стабільним попитом на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Вирощування гірчиці має також важливе економічне значення для аграрних підприємств. Культура характеризується порівняно невисокими витратами на вирощування, добре переносить посушливі умови та може забезпечувати стабільний прибуток навіть у роки з несприятливими погодними умовами. Завдяки короткому вегетаційному періоду гірчиця є зручною культурою для включення у різні системи землеробства.



Рисунок 1.1 – Напрями застосування гірчиці

Суттєвим чинником зростання популярності гірчиці є її експортний потенціал. Україна входить до числа країн, що активно постачають насіння гірчиці на зовнішні ринки. Найбільший попит на українську продукцію спостерігається у країнах Європейського Союзу, зокрема в Німеччині, Франції, Польщі та інших державах, де гірчиця широко використовується у харчовій промисловості. Крім європейського ринку, українська гірчиця експортується до країн Азії та Північної Америки.

Отже, гірчиця є багатофункціональною культурою, яка має важливе значення для харчової, кормової, медичної, технічної та переробної галузей. Її вирощування сприяє підвищенню ефективності землеробства, покращенню родючості ґрунтів, розвитку тваринництва та бджільництва, а також забезпечує стабільні економічні результати для аграрних підприємств. Широкий спектр використання культури та високий попит на продукцію її переробки визначають перспективність подальшого розширення площ вирощування гірчиці в Україні.

1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності гірчиці

Гірчиця належить до перспективних нішевих олійних культур, значення яких у сучасному аграрному виробництві України постійно зростає. Підвищений попит на продукцію переробки гірчиці, її висока експортна орієнтованість, а також здатність формувати стабільні врожаї за різних ґрунтово-кліматичних умов сприяють розширенню площ її вирощування. Важливим чинником популяризації культури є також її багатофункціональність, оскільки гірчицю використовують у харчовій, технічній, кормовій, фармацевтичній та агротехнічній галузях.

В Україні найбільш поширеними є три види гірчиці: біла, сарептська та чорна. Кожен із них має власні біологічні та господарські особливості. Гірчиця сарептська характеризується високою посухостійкістю та адаптивністю до умов південних регіонів. Біла гірчиця краще реалізує свій потенціал урожайності в умовах достатнього зволоження, а чорна гірчиця переважно використовується у харчовій промисловості як сировина для виготовлення спецій та приправ.

Особливого значення гірчиця набуває в умовах сучасних змін клімату. У зв'язку зі збільшенням посушливості в окремих регіонах України традиційні культури, такі як соняшник і ріпак, дедалі частіше не забезпечують стабільної врожайності. Гірчиця ж характеризується порівняно невисокими вимогами до умов вирощування та може формувати задовільні врожаї навіть за дефіциту вологи. Саме тому ця культура є перспективною для впровадження у сівозміни, особливо в південних і центральних областях України.

Однією з головних переваг гірчиці є її агротехнічна цінність. Культура є добрим попередником для зернових та інших польових культур, оскільки сприяє покращенню структури ґрунту, зменшенню забур'яненості та пригніченню розвитку збудників хвороб. Коренева система гірчиці добре розпушує ґрунт, підвищує його аерацію та водопроникність. Завдяки короткому вегетаційному періоду культуру можна використовувати як проміжну або страхову після загибелі озимих посівів.

Важливим напрямом використання гірчиці є виробництво рослинної олії. Насіння містить значну кількість жиру, білка та біологічно активних речовин. Гірничну олію застосовують у харчовій промисловості, а також у косметології, фармацевтиці, текстильній і миловарній галузях. Макуха та шрот, що залишаються після переробки насіння, є цінним високобілковим кормом для сільськогосподарських тварин. Крім того, гірчицю використовують як сидеральну культуру та як сировину для виготовлення гірничного порошку і приправ.

Значний інтерес до культури пояснюється також її експортним потенціалом. Українська гірчиця користується попитом у країнах Європейського Союзу та Азії. Висока вартість насіння на світовому ринку забезпечує економічну привабливість вирощування культури. При цьому витрати на її виробництво часто є нижчими порівняно з традиційними олійними культурами. Це дозволяє аграрним підприємствам отримувати стабільний прибуток навіть за нестабільних погодних умов.

Важливим чинником розвитку галузі є селекційна робота та формування сортових ресурсів гірчиці. Станом на перше півріччя 2025 року в Державному реєстрі сортів рослин України було зареєстровано 42 сорти гірчиці, з яких 19 сортів гірчиці білої, 17 сортів гірчиці сарептської ярої та 6 сортів гірчиці сарептської озимої. Значна частина сортів створена установами системи НААН України, зокрема Інститутом олійних культур НААН.

Інститут олійних культур НААН є одним із провідних центрів селекції гірчиці в Україні. Науковцями установи створено низку високопродуктивних сортів, адаптованих до різних ґрунтово-кліматичних умов. Основними напрямками селекції є підвищення врожайності, стійкості до вилягання та обсіпання, поліпшення якості олії, а також підвищення стійкості рослин до хвороб і несприятливих факторів середовища.

Аналіз динаміки виробництва гірчиці в Україні свідчить про значні коливання посівних площ та валового збору культури. Упродовж 2015–2019 років площі посіву становили від 39 до 59 тис. га, що свідчило про стабільний інтерес виробників до культури. У 2020–2022 роках відбулося скорочення площ до 18–

23 тис. га, що було зумовлено економічними чинниками та зміною структури посівів. Проте вже у 2023 році спостерігалось різке збільшення площ до 86 тис. га, що стало наслідком високого попиту на зовнішніх ринках.

Валовий збір гірчиці також характеризувався значною нестабільністю. Найнижчі показники були зафіксовані у 2020–2022 роках, коли валове виробництво становило близько 14–20 тис. тонн. У 2023 році було отримано рекордний урожай – майже 77 тис. тонн, що пояснюється збільшенням площ та відносно високою врожайністю культури. Урожайність гірчиці в середньому коливалася в межах 0,6–0,97 т/га залежно від погодних умов та технології вирощування.

До 2022 року основними регіонами вирощування гірчиці були південні області України, зокрема Херсонська, Запорізька, Миколаївська та Одеська області. У деякі роки частка південного регіону у загальній структурі посівів перевищувала 50 %. Проте воєнні дії та окупація частини територій спричинили суттєве скорочення площ у цих регіонах. У результаті відбулося зміщення виробництва гірчиці до центральних і північних областей України.

На сьогодні основними регіонами вирощування культури є Одеська, Сумська, Полтавська, Миколаївська, Харківська та Чернігівська області. Однією з причин такого перерозподілу є дефіцит вологи в південних регіонах, який негативно впливає на формування врожаю. Для отримання стабільної продуктивності рослинам гірчиці необхідна достатня кількість опадів протягом вегетаційного періоду.

Попри значні переваги вирощування гірчиці, агровиробники стикаються з низкою проблем та ризиків. Одними з основних є нестача вологи у період сходів, високі температури під час цвітіння, поширення шкідників і хвороб, а також нестабільність цін на світовому ринку. Виробництво культури значною мірою залежить від експортної кон'юнктури, оскільки внутрішній ринок споживання залишається обмеженим.

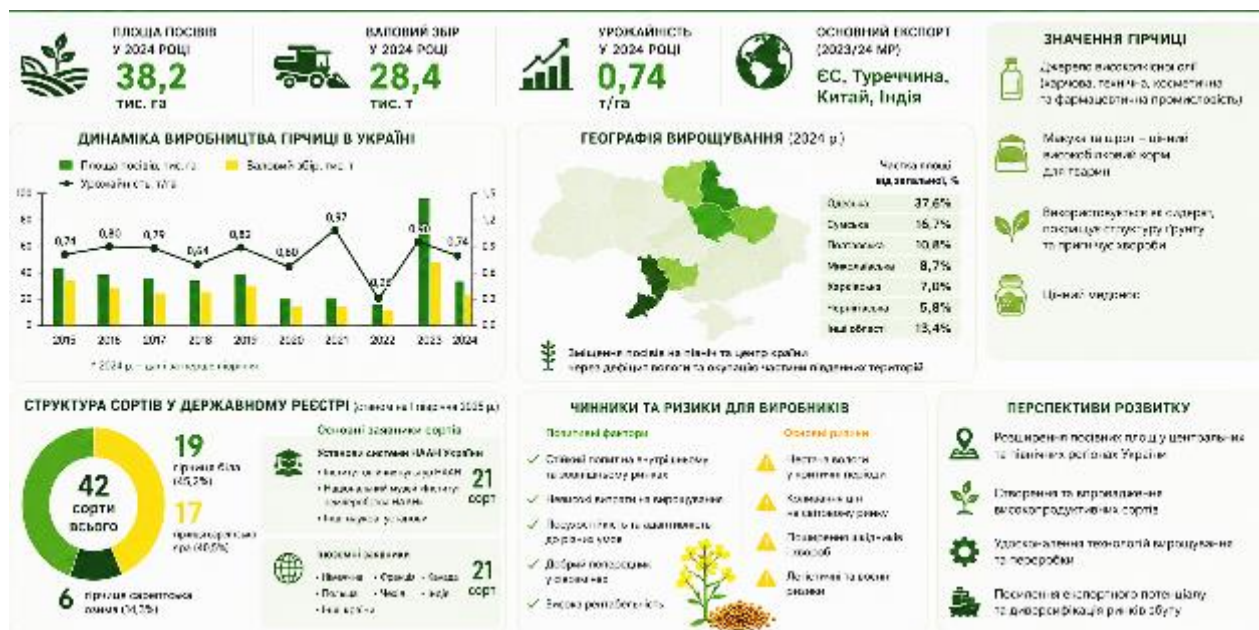


Рисунок 1.2 – Стан виробництва гірчиці в аграрному секторі України

Додатковими негативними чинниками є воєнні ризики та проблеми логістики. Порушення транспортної інфраструктури та ускладнення експорту через морські порти суттєво впливають на реалізацію продукції. Проте навіть за таких умов гірчиця залишається перспективною культурою для українського аграрного сектору завдяки своїй рентабельності та високому попиту на світовому ринку.

Отже, сучасний стан виробництва гірчиці в Україні характеризується нестабільністю посівних площ та обсягів виробництва, проте культура має значний потенціал подальшого розвитку. Широкі напрями використання, високий експортний попит, агротехнічна цінність та адаптивність до несприятливих умов роблять гірчицю перспективною культурою для сучасного землеробства. Подальше розширення її виробництва потребує удосконалення технологій вирощування, впровадження сучасних сортів та підвищення ефективності використання технічних засобів під час виконання технологічних операцій.

1.3 Особливості впливу технологій сівби на формування врожайності гірчиці

Ефективність вирощування гірчиці в Україні значною мірою залежить від рівня дотримання агротехнічних вимог та застосування сучасних елементів технології. Незважаючи на перспективність культури та її високу рентабельність, середня врожайність гірчиці в багатьох господарствах залишається недостатньо високою. Основними причинами цього є недосконале ведення агротехніки, недостатнє врахування кліматичних особливостей регіонів, обмежене використання високопродуктивних сортів, а також нестача матеріально-технічних ресурсів для придбання добрив і сучасних засобів захисту рослин.

Разом із тим гірчиця є культурою, яка дозволяє отримувати прибуток у короткі строки завдяки невеликій тривалості вегетаційного періоду, що становить у середньому 80–90 діб. Враховуючи її високу холодостійкість, сівбу можна проводити вже на початку весни, а збирання врожаю здійснювати в середині літа.

Гірчиця належить до холодостійких культур. Проростання насіння починається вже за температури $+1...+3\text{ }^{\circ}\text{C}$. За оптимальних умов сходи з'являються через 4–5 днів після висіву при температурі ґрунту $+5...+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ і достатньому забезпеченні вологою. Молоді рослини здатні переносити короткочасні заморозки до $-4...-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, що дозволяє висівати культуру у ранні строки. Найсприятливішою температурою для росту вегетативної маси є $+10...+15\text{ }^{\circ}\text{C}$, а для формування генеративних органів – $+15...+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. У період цвітіння та досягання насіння оптимальною вважається температура $+22...+25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для проходження повного циклу розвитку рослини потребують сумарної кількості активних температур у межах 1700–2100 $^{\circ}\text{C}$. Водночас для формування високого врожаю гірчиця потребує не менше 450 мм опадів протягом вегетації. За недостатнього зволоження, особливо у фазу сходів та бутонізації, урожайність культури суттєво знижується.

До ґрунтових умов гірчиця порівняно невибаглива, проте найкраще росте на родючих структурних ґрунтах із нейтральною реакцією середовища. Непридатними для вирощування є важкі запливаючі та засолені ґрунти. На малородючих землях і за низького рівня агротехніки рослини формують слабку кореневу систему, що негативно впливає на посухостійкість та рівень урожайності.

Для одержання стабільних урожаїв високої якості важливе значення має своєчасне проведення комплексу заходів із захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників. За загущених посівів та в умовах посухи рослини швидше переходять до фази стеблуння, що негативно впливає на продуктивність.

Кращими попередниками для гірчиці є чистий пар, зернові колосові, зернобобові та просапні культури. Особливу цінність гірчиця має як попередник для озимих зернових, оскільки сприяє зменшенню ураження кореневими гнилями, знижує чисельність шкідників та позитивно впливає на родючість ґрунту. Розміщення гірчиці між двома посівами озимої пшениці дозволяє покращити фітосанітарний стан поля та підвищити врожайність наступної культури.

Важливим елементом технології є якісний основний обробіток ґрунту. У зоні південного Степу ефективним вважається застосування системи поліпшеного зябу. Після збирання попередника проводять лушення стерні, а основну оранку виконують наприкінці вересня або на початку жовтня на глибину 23–25 см. Для збереження вологи та створення вирівняної поверхні ґрунту зяб восени вирівнюють і боронують.

Передпосівний обробіток здійснюють після досягнення ґрунтом фізичної стиглості. Для створення якісного насінневого ложа проводять культивуацію на глибину 4–5 см упоперек або під кутом до основного обробітку. Перед сівбою доцільно виконати коткування, що сприяє рівномірному загортанню насіння та кращому збереженню вологи.

Гірчиця досить вимоглива до забезпечення елементами живлення. Для формування однієї тонни насіння рослини використовують у середньому 55–60 кг азоту, 20–30 кг фосфору та 35–60 кг калію. Тому система удобрення повинна враховувати рівень родючості ґрунту та заплановану врожайність.

Одним із найважливіших елементів технології вирощування є вибір оптимального строку сівби. У південному Степу України найвищу продуктивність забезпечують максимально ранні строки сівби, які збігаються з початком висіву ранніх ярих зернових культур. Запізнення із сівбою навіть на 10–15 днів призводить до істотного зниження врожайності, що може становити 20–40 %.

Перед сівбою обов'язково проводять протруювання очищеного та відкаліброваного насіння. Цей захід дозволяє захистити рослини від комплексу грибкових захворювань, зокрема альтернаріозу, пероноспорозу та пліснявіння, а також від ґрунтових і післясходових шкідників.

Найбільш ефективним способом сівби є звичайний рядковий із шириною міжрядь 15 см. Оптимальна норма висіву становить 1,5–2,0 млн схожих насінин на гектар. За таких параметрів створюються найкращі умови для росту та розвитку рослин, що забезпечує формування високого врожаю.

Глибина загортання насіння залежить від вологості ґрунту і зазвичай становить 2–3 см. У разі пересихання верхнього шару ґрунту її збільшують до 4–5 см. При цьому норму висіву рекомендується підвищувати на 5–10 %. За недостатньої вологості перед сівбою проводять коткування, а після висіву – післяпосівне прикочування для забезпечення дружних сходів.

Догляд за посівами передбачає проведення комплексу агротехнічних і захисних заходів, спрямованих на створення оптимальних умов для росту рослин. У період бутонізації посіви обробляють інсектицидами проти прихованохоботників, квіткогризів, ріпакового пильщика та інших шкідників. У фазу цвітіння та формування стручків необхідно контролювати появу капустяної попелиці та своєчасно проводити захисні обробки.

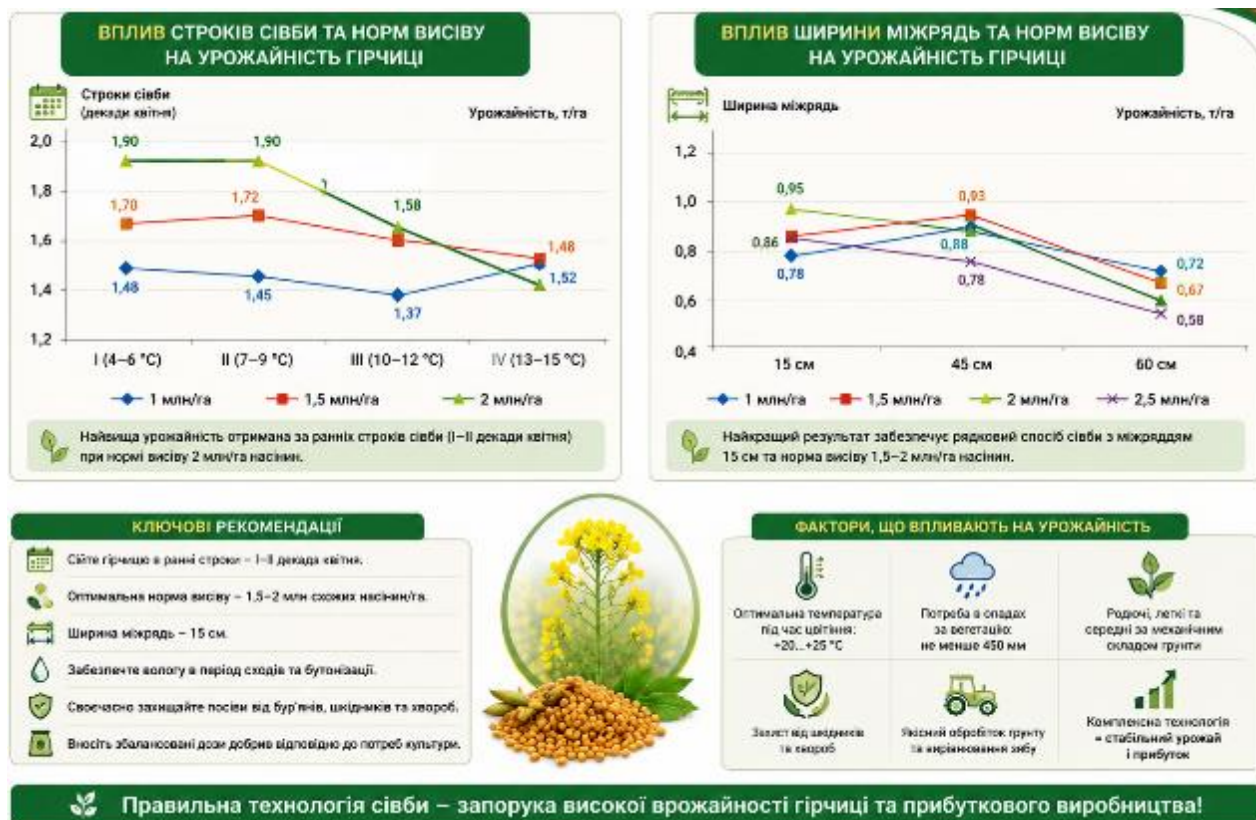


Рисунок 1.3 – Особливості впливу технологій сівби на формування врожайності гірчиці

Збирання врожаю гірчиці здійснюють прямим комбайнуванням або роздільним способом. Двофазне збирання застосовують переважно на забур'яненних або нерівномірних посівах. Пряме комбайнування проводять за вологості насіння 12–15 % на чистих від бур'янів площах. За підвищеної вологості насіння досушують методом активного вентилявання.

Отримання високих урожаїв гірчиці можливе лише за умови комплексного дотримання всіх елементів технології вирощування та використання сучасних високопродуктивних сортів. Інтенсивна технологія забезпечує підвищення врожайності на 30–40 % і сприяє покращенню якості продукції.

Важливим є також післядія гірчиці у сівозміні. Завдяки добре розвиненій кореневій системі культура покращує структуру ґрунту, підвищує його водопроникність та аерацію. Рослинні рештки швидко розкладаються ґрунтовими мікроорганізмами, утворюючи доступні поживні речовини для наступних культур. У

результаті гірчиця є одним із найкращих попередників для зернових колосових культур та сприяє підвищенню ефективності землеробства загалом.

1.4 Особливості агротехнічних умов проведення сівби гірчиці

Сівба гірчиці є однією з найважливіших технологічних операцій, від якості виконання якої значною мірою залежать польова схожість насіння, густина стояння рослин, рівномірність розвитку посівів та рівень майбутнього врожаю. Для забезпечення дружних сходів і формування високопродуктивних агроценозів необхідно враховувати комплекс агротехнічних умов, що впливають на ефективність проведення посівних робіт.

Однією з основних умов успішної сівби є правильний вибір попередника. Найкращими попередниками для гірчиці є зернові колосові, зернобобові, просапні культури та чистий пар. Розміщення гірчиці після культур, які рано звільняють поле, дає можливість якісно підготувати ґрунт та накопичити достатню кількість вологи. Не рекомендується висівати гірчицю після інших культур родини капустяних, оскільки це сприяє накопиченню спільних хвороб і шкідників у ґрунті.

Важливою агротехнічною умовою є стан ґрунту перед проведенням сівби. Для отримання дружних сходів необхідно створити вирівняне та дрібногрудочкувате насінневе ложе з достатнім запасом продуктивної вологи. Гірчиця найкраще росте на родючих легких і середніх за механічним складом ґрунтах із нейтральною або слабокислою реакцією середовища. Важкі запливаючі, кислі та засолені ґрунти є малопридатними для вирощування культури.

Особливе значення має система основного та передпосівного обробітку ґрунту. Основний обробіток повинен забезпечувати накопичення та збереження вологи, знищення бур'янів і створення оптимальних умов для розвитку кореневої системи рослин. У степових районах ефективним є застосування поліпшеного зябу з проведенням лущення стерні після попередника та оранки на глибину 23–25 см. Передпосівний обробіток здійснюють після настання фізичної стиглості

грунту. Для формування якісного посівного шару проводять культивацію на глибину загортання насіння з одночасним вирівнюванням поверхні поля.

Одним із головних факторів, що впливають на ефективність сівби гірчиці, є вологозабезпечення ґрунту. Насіння культури для проростання потребує достатньої кількості вологи, тому сівбу необхідно проводити у ранні строки, коли в ґрунті ще зберігаються запаси зимово-весняної вологи. У разі пересихання верхнього шару ґрунту сходи з'являються нерівномірно, а рослини відстають у рості та розвитку.

Гірчиця належить до холодостійких культур, тому її висівають у ранньовесняний період. Насіння починає проростати вже при температурі $+1...+3\text{ }^{\circ}\text{C}$, а сходи здатні переносити короточасні приморозки до $-4...-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Оптимальною температурою ґрунту для отримання дружних сходів є $+5...+8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ранні строки сівби дозволяють рослинам краще використовувати запаси ґрунтової вологи, уникати негативного впливу високих температур і формувати вищий урожай.

Вибір строків сівби має надзвичайно важливе значення. Запізнення із проведенням посіву призводить до зниження польової схожості, погіршення розвитку рослин та зменшення врожайності. У південних регіонах України найкращі результати забезпечує сівба одночасно з ранніми ярими зерновими культурами. За пізніх строків сівби рослини швидше переходять до стеблування, гірше розвивають кореневу систему та сильніше страждають від дефіциту вологи.

Важливим агротехнічним чинником є вибір способу сівби та норми висіву. Найбільш поширеним і ефективним є звичайний рядковий спосіб сівби з шириною міжрядь 15 см. Такий спосіб забезпечує рівномірне розміщення рослин на площі, краще використання вологи та поживних речовин, а також створює сприятливі умови для формування врожаю.

Норма висіву залежить від сорту, ґрунтово-кліматичних умов та рівня вологозабезпечення. Для більшості сортів гірчиці оптимальною є норма висіву 1,5–2,0 млн схожих насінин на гектар. За надмірного загущення рослини конкурують між собою за світло, вологу та поживні речовини, що негативно впливає на

продуктивність. Недостатня густина посівів, навпаки, сприяє забур'яненню площ та нерівномірному розвитку рослин.

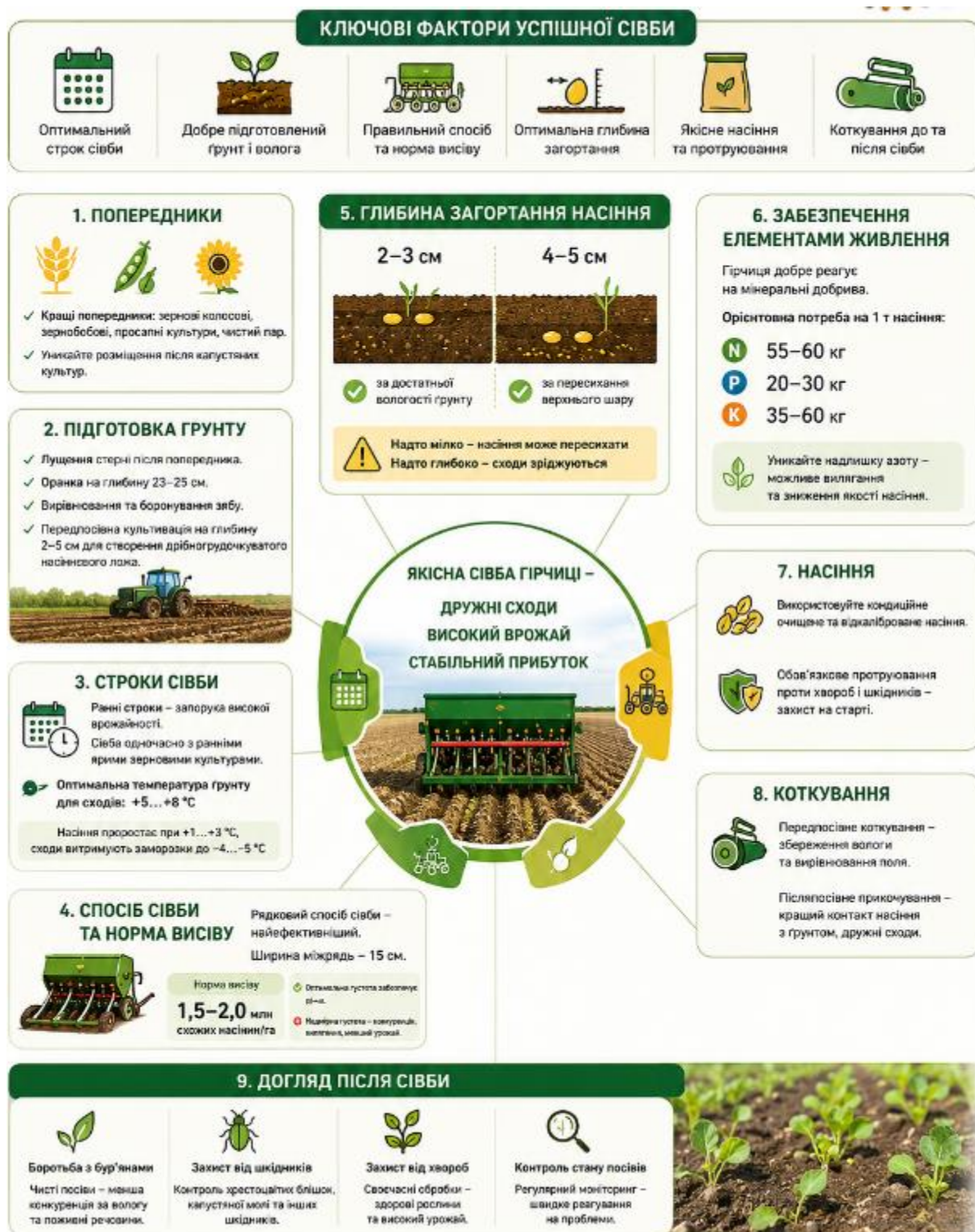


Рисунок 1.4 – Особливості агротехнічних умов проведення сівби гірчиці

Глибина заготання насіння є ще одним важливим елементом агротехніки сівби. За достатньої вологості ґрунту насіння заготують на глибину 2–3 см. У

разі пересихання верхнього шару глибину загортання збільшують до 4–5 см. Надто мілке загортання може призвести до пересихання насіння, а надто глибоке – до зрідження сходів та ослаблення рослин.

Для забезпечення дружних сходів важливим є проведення коткування ґрунту до та після сівби. Передпосівне коткування сприяє ущільненню верхнього шару ґрунту та покращенню контакту насіння з вологою. Післяпосівне прикочування забезпечує більш рівномірне проростання насіння та зменшує втрати вологи.

Суттєвий вплив на якість проведення сівби має рівень забезпечення рослин елементами живлення. Гірчиця добре реагує на внесення мінеральних добрив, особливо азотних і фосфорних. Водночас надлишкове внесення азоту може спричинити надмірний розвиток вегетативної маси та зниження стійкості рослин до вилягання. Система удобрення повинна враховувати агрохімічний стан ґрунту та запланований рівень урожайності.

Важливою умовою отримання якісних сходів є використання кондиційного насіння. Насіння повинно бути очищеним, відкаліброваним та обробленим протруйниками проти комплексу хвороб і шкідників. Передпосівна обробка насіння дозволяє підвищити енергію проростання та забезпечити надійний захист рослин на початкових етапах розвитку.

На ефективність проведення сівби значно впливають технічний стан посівної техніки та правильне налаштування сівалки. Для забезпечення рівномірної глибини загортання насіння, точного дотримання норми висіву та ширини міжрядь необхідно проводити ретельне регулювання робочих органів посівного агрегату. Відхилення від заданих параметрів призводить до нерівномірності сходів і зниження врожайності.

Після сівби важливе значення має своєчасний догляд за посівами. Він включає заходи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами, а також контроль стану рослин у період сходів і формування генеративних органів. Особливу небезпеку для молодих рослин гірчиці становлять хрестоцвіті блішки, капустяна міль та інші шкідники, які можуть суттєво пошкоджувати сходи.

Таким чином, агротехнічні умови проведення сівби гірчиці є важливим фактором формування високого врожаю культури. Дотримання оптимальних строків сівби, правильний вибір способу посіву, забезпечення належного стану ґрунту, використання якісного насіння та сучасної посівної техніки створюють сприятливі умови для росту й розвитку рослин та забезпечують високу ефективність технології вирощування гірчиці.

1.5 Сучасні конструкції посівних комплексів

Однією з ключових технологічних операцій у системі вирощування сільськогосподарських культур є сівба, оскільки саме від якості її виконання значною мірою залежить рівень польової схожості, рівномірність розвитку рослин та формування врожаю. У зв'язку з цим особливого значення набуває правильний вибір посівної техніки. Використання сучасних посівних комплексів дозволяє забезпечити точне дотримання агротехнічних вимог, скоротити витрати ресурсів і підвищити продуктивність виконання польових робіт.

Сучасні посівні комплекси повинні відповідати підвищеним вимогам щодо точності висіву насіння, рівномірності загортання на задану глибину, якісного внесення мінеральних добрив та збереження ґрунтової вологи. Важливим завданням є забезпечення надійного контакту насіння з ґрунтом, що створює сприятливі умови для появи дружних сходів. Крім того, сучасні агрегати ефективно працюють за мінімального та нульового обробітку ґрунту, що сприяє зменшенню ерозійних процесів та збереженню родючості ґрунтів.

Однією з основних переваг використання посівних комплексів є економічна ефективність. Виконання декількох технологічних операцій за один прохід значно знижує витрати пального, скорочує потребу в додатковій техніці та зменшує кількість обслуговуючого персоналу. Це дозволяє знизити собівартість вирощування сільськогосподарських культур і підвищити ефективність виробництва.

Суттєвими є також агрономічні переваги сучасних посівних комплексів. Використання мінімального обробітку ґрунту сприяє накопиченню органічної речовини, активізації діяльності ґрунтових мікроорганізмів та покращенню структури ґрунту. Завдяки збереженню рослинних решток на поверхні поля зменшується випаровування вологи, що особливо важливо в умовах недостатнього зволоження.

Сучасні посівні комплекси мають універсальне призначення та можуть використовуватися для висіву зернових, технічних і бобових культур, а також для одночасного внесення мінеральних добрив. Більшість агрегатів оснащується пневматичними системами висіву, автоматичними системами контролю норми висіву та електронними системами управління, що забезпечує високу точність виконання технологічного процесу.

Конструкція сучасних посівних комплексів характеризується високою міцністю та надійністю. Рами виготовляються із високоміцних сталей, а робочі органи мають значний запас міцності для роботи у складних польових умовах. Особлива увага приділяється забезпеченню безперебійної роботи агрегатів на полях із великою кількістю рослинних решток. Пружинні стійки та робочі органи спроектовані таким чином, щоб запобігати забиванню соломою та пожнивними залишками.

Одним із провідних виробників сучасних посівних комплексів є компанія LEMKEN, яка представила універсальний посівний комплекс Solitair DT. Даний агрегат поєднує функції передпосівного обробітку ґрунту, висіву насіння, внесення добрив і прикочування посівів за один прохід. У конструкції використовується коротка дискова борона Heliodor із напівсферичними або хвилястими дисками, що дозволяє адаптувати агрегат до різних технологій обробітку ґрунту.

Особливістю Solitair DT є наявність здвоєного бункера великої місткості та системи окремого дозування насіння і добрив. Висівний комплекс оснащений дводисковими сошниками OptiDisc, які забезпечують стабільну глибину загортання насіння навіть за високих робочих швидкостей та нерівного рельєфу поля.

Автоматична система регулювання тиску на сошники дозволяє підтримувати задану глибину посіву незалежно від типу ґрунту та його вологості.

Широке застосування у сучасному землеробстві мають також посівні комплекси HORSCH серії Pronto SW. Конструктивною особливістю цих агрегатів є роздільне розташування бункера та висівної секції. Така схема дозволяє використовувати бункери великого об'єму та підтримувати стабільну глибину висіву незалежно від ступеня завантаження.

Посівні комплекси Pronto SW забезпечують високу продуктивність роботи завдяки можливості руху зі швидкістю до 20 км/год. Агрегати оснащуються дводисковими сошниками TurboDisc, які забезпечують якісний висів навіть за роботи на високих швидкостях. Використання багатокамерних бункерів дозволяє одночасно висівати декілька компонентів або локально вносити мінеральні добрива.

Інноваційними конструктивними рішеннями відзначаються зернові сівалки OMEGA компанії BEDNAR. Дані агрегати можуть працювати як за традиційною технологією, так і в умовах мінімального або нульового обробітку ґрунту. Важливою перевагою є універсальність використання та можливість адаптації до різних ґрунтово-кліматичних умов.

Сівалки OMEGA оснащуються двокамерними бункерами, які забезпечують одночасний висів насіння та внесення добрив. Дводискові сошники кріпляться на паралелограмній підвісці, що дозволяє точно копіювати рельєф поля та забезпечувати рівномірну глибину загортання насіння. Х-подібне розміщення дискових секцій усуває бічне зміщення агрегата під час роботи, що позитивно впливає на точність сівби.

Для умов великотоварного виробництва ефективним рішенням є посівний комплекс KUHN ESPRO RT 12000 RC. Цей агрегат створений спеціально для роботи в умовах України та характеризується великою шириною захвату, високою продуктивністю та значним об'ємом бункера. Посівний комплекс обладнаний системою CROSSFLEX, яка забезпечує стабільне копіювання рельєфу поля та підтримання заданої глибини висіву.

Сошники комплексу KUHN ESPRO RT 12000 RC мають дводискову конструкцію зі зміщенням, що гарантує якісне відкриття борозни навіть за значної кількості рослинних решток. Система ISOBUS забезпечує автоматизоване управління робочими процесами та інтеграцію з технологіями точного землеробства.

Окрему увагу серед сучасних технологій заслуговують посівні комплекси MZURI Pro-Til, які реалізують принцип смугового обробітку ґрунту. Дана технологія спрямована на мінімізацію механічного впливу на ґрунт і збереження вологи. Посівні комплекси MZURI виконують одночасно глибоке розпушування ґрунту, внесення добрив та висів насіння.

Особливістю технології MZURI Pro-Til є обробіток лише прикореневої зони рослини, що дозволяє зменшити витрати пального та запобігти руйнуванню структури ґрунту. Комплекси забезпечують накопичення та збереження вологи, зменшують ризик ерозії та сприяють відновленню біологічної активності ґрунту.

В Україні найбільш поширеними є моделі MZURI Pro-Til Select із робочою шириною 3, 4 та 6 м.

Головною перевагою посівних комплексів MZURI є можливість виконання кількох технологічних операцій за один прохід, що значно скорочує витрати часу, пального та трудових ресурсів. Крім того, використання технології strip-till дозволяє зменшити ущільнення ґрунту та забезпечити ефективне використання вологи.

Посівний комплекс John Deere 1890 є одним із найпоширеніших агрегатів для виконання високопродуктивної сівби за мінімальної та нульової технологій обробітку ґрунту. Даний комплекс призначений для точного висіву зернових, зернобобових та технічних культур у ґрунт із великою кількістю пожнивних решток. Завдяки високій надійності та універсальності John Deere 1890 широко використовується у великих аграрних підприємствах України та світу.

Конструкція посівного комплексу базується на використанні дводискових сошників, які забезпечують стабільне відкриття посівної борозни навіть у складних польових умовах. Сошники оснащені індивідуальною підвіскою, що дозволяє точно копіювати рельєф поля та підтримувати однакову глибину загортання

насіння по всій ширині захвату. Це сприяє отриманню рівномірних і дружних сходів.

Однією з головних переваг John Deere 1890 є ефективна робота за технологією No-Till та Mini-Till. Агрегат здатний виконувати сівбу без попереднього інтенсивного обробітку ґрунту, що дозволяє суттєво зменшити втрати вологи, скоротити витрати пального та знизити рівень ущільнення ґрунту. Завдяки цьому посівний комплекс є особливо ефективним у регіонах із недостатнім зволоженням.

Посівний комплекс може комплектуватися бункерами великої місткості для насіння та добрив, що дозволяє значно збільшити продуктивність роботи та скоротити кількість зупинок для завантаження. Система пневматичного висіву забезпечує рівномірне дозування та транспортування насіння до сошників незалежно від робочої швидкості агрегату.

Важливою особливістю John Deere 1890 є наявність сучасних електронних систем контролю висіву. Використання технологій точного землеробства дозволяє контролювати норму висіву, відключати окремі секції, вести облік виконаних робіт та зменшувати перекриття під час сівби. Це сприяє економії насіння та підвищенню ефективності використання посівного матеріалу.

Робоча ширина посівного комплексу залежно від модифікації може становити від 6 до 18 м, що забезпечує високу продуктивність під час виконання посівних робіт. Робоча швидкість агрегату досягає 10–15 км/год, а продуктивність – понад 100 га за добу, що особливо важливо у період оптимальних строків сівби.

Отже, сучасні конструкції посівних комплексів характеризуються високим рівнем автоматизації, універсальністю та здатністю забезпечувати якісне виконання технологічного процесу сівби. Використання таких агрегатів дозволяє підвищити продуктивність посівних робіт, зменшити витрати ресурсів і створити оптимальні умови для формування високого врожаю сільськогосподарських культур.

LEMKEN SOLITAIR DT

ОСОБЛИВОСТІ:

- Комбінація передпосівного обробітку, висіву насіння, внесення добрив і прикочування за один прохід
- Коротка дискова борона Helidog з напівсферичними або хвилястими дисками
- Здвоєний бункер великої місткості
- Дводискові сошники OptiDisc
- Автоматична система регулювання тиску на сошники

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА		
Показник	Solitaire DT 4	Solitaire DT 6
Робоча ширина, м	4	6
Транспортна ширина, м	3,0	3,0
Об'єм бункера, л	3 000 / 3 000	4 000 / 4 000
Кількість сошників, шт.	32	48
Міжряддя, см	12,5	12,5
Потужність трактора, к.с.	150 – 220	180 – 280
Робоча швидкість, км/год	8 – 15	8 – 15
Продуктивність, га/год	3,2 – 6,0	4,8 – 9,0

HORSCH PRONTO SW

ОСОБЛИВОСТІ:

- Роздільне розташування бункера та висівної секції
- Висока продуктивність – робоча швидкість до 20 км/год
- Дводискові сошники TurboDisc
- Можливість одночасного висіву насіння та внесення добрив
- Бункер великого об'єму

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА			
Показник	Pronto 8 SW	Pronto 9 SW	Pronto 12 SW
Робоча ширина, м	8	9	12
Транспортна ширина, м	3,0	3,0	3,0
Об'єм бункера, л	12 000	12 000	17 000
Кількість сошників, шт.	64	72	96
Міжряддя, см	12,5 / 16,7	12,5 / 16,7	12,5 / 16,7
Потужність трактора, к.с.	280 – 320	380 – 380	380 – 500
Робоча швидкість, км/год	10 – 20	10 – 20	10 – 20
Продуктивність, га/год	6 – 12	7 – 14	9 – 18

BEDNAR OMEGA OO_FL

ОСОБЛИВОСТІ:

- Універсальний посів за традиційною, мінімальною та нульовою технологією
- Двокамерний бункер для висіву насіння та внесення добрив
- Дводискові сошники на паралелограмній підвісці
- X-подібне розташування дискових секцій виключає бічний зсув

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА			
Показник	Omega OO 4000 FL	Omega OO 6000 FL	Omega OO 9000 FL
Робоча ширина, м	4	6	9
Транспортна ширина, м	3,0	3,0	3,0
Об'єм бункера, л	5 000	5 000	5 000
Кількість сошників, шт.	24	36	54
Міжряддя, см	12,5 / 16,7	12,5 / 16,7	12,5 / 16,7
Потужність трактора, к.с.	150 – 220	200 – 300	300 – 450
Робоча швидкість, км/год	8 – 15	8 – 15	8 – 15
Продуктивність, га/год	3 – 6	4 – 8	6 – 12

KUHN ESPRO RT 12000 RC

ОСОБЛИВОСТІ:

- Бункер великої місткості – 13 000 л
- Ширина захвату 12 м, 60 рядів
- Система CROSSFLEX забезпечує стабільне копіювання рельєфу
- Дводискові сошники зі зміщенням
- Система ISOBUS та технології точного землеробства

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА	
Показник	ESPRO RT 12000 RC
Робоча ширина, м	12
Транспортна ширина, м	3,0
Об'єм бункера, л	13 000
Кількість сошників, шт.	60
Міжряддя, см	20 / 40
Потужність трактора, к.с.	280 – 400
Робоча швидкість, км/год	10 – 15
Продуктивність, га/год	8 – 15

MZURI PRO-TIL SELECT

ОСОБЛИВОСТІ:

- Технологія смугового обробітку (strip-till)
- Розпушування на глибину до 25 см
- Внесення добрив у прикореневу зону
- Накопичення та збереження вологи
- Виконання кількох операцій за один прохід

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА			
Показник	Pro-Til 3T Select	Pro-Til 4T Select	Pro-Til 6T Select
Робоча ширина, м	3	4	6
Транспортна ширина, м	2,95	2,80	2,95
Розподіл бункера (нас./добриво), %	40 / 60	40 / 60	40 / 60
Ширина міжряддя, см	33,3 / 66,6	36,3 / 72,6	35 / 70
Кількість рядів	9 / 5	11 / 6	17 / 9
Потужність трактора, к.с.	200 / 150	300 / 220	450 / 350
Робоча швидкість, км/год	6 – 15	6 – 15	6 – 15
Добова продуктивність, га	50	60	100

JOHN DEERE 1890

ОСОБЛИВОСТІ:

- Висока продуктивність і точність висіву
- Великі бункери для насіння та добрив
- Сошники з подвійним диском та індивідуальним притиском
- Система точного дозування John Deere SeedStar™
- Повна сумісність з технологіями точного землеробства

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА			
Показник	1890 23 ряд.	1890 33 ряд.	1890 41 ряд.
Робоча ширина, м	7,0	10,1	12,5
Транспортна ширина, м	3,7	4,2	4,8
Об'єм бункера для насіння, л	6 100	6 100	6 700
Об'єм бункера для добрив, л	8 800	8 800	9 500
Кількість сошників, шт.	23	33	41
Міжряддя, см	76,2	30,5 / 38,1	30,5
Потужність трактора, к.с.	220 – 280	280 – 360	360 – 450
Робоча швидкість, км/год	8 – 12	8 – 12	8 – 12
Продуктивність, га/год	5 – 8	8 – 12	10 – 15

Рисунок 1.5 – Сучасні конструкції посівних комплексів та їх особливості

1.4 Висновки з розділу

Гірчиця є перспективною нішевою олійною культурою, яка має важливе на-
родногосподарське значення та характеризується високим експортним потенціалом.

Ґрунтово-кліматичні умови України є сприятливими для її вирощування, особливо в умовах недостатнього зволоження, де культура проявляє високу посухостійкість і стабільність формування врожаю.

Встановлено, що рівень урожайності гірчиці значною мірою залежить від дотримання елементів технології вирощування, насамперед строків сівби, норми висіву, способу посіву та якості виконання технологічної операції. Найвищу продуктивність забезпечують ранні строки сівби, оптимальна норма висіву 1,5–2,0 млн схожих насінин на гектар та рядковий спосіб сівби з шириною міжрядь 15 см.

Аналіз сучасних конструкцій посівних комплексів показав, що використання високопродуктивної техніки дозволяє забезпечити рівномірне загортання насіння, точне дозування посівного матеріалу та добрив, збереження ґрунтової вологи й підвищення ефективності посівних робіт. Сучасні посівні комплекси характеризуються високою продуктивністю, універсальністю та можливістю роботи за мінімального і нульового обробітку ґрунту.

Отже, удосконалення технології сівби та застосування сучасних посівних агрегатів є важливими умовами підвищення врожайності гірчиці, зниження виробничих витрат і забезпечення ефективного ведення сучасного землеробства.

2. РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА ГІРЧИЦІ

2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при вирощуванні гірчиці

Ефективність вирощування гірчиці значною мірою залежить від правильного підбору та своєчасного виконання комплексу технологічних операцій. В умовах сучасного агровиробництва особливого значення набуває використання високопродуктивної техніки, яка забезпечує якісне виконання польових робіт, зменшення витрат пального, скорочення трудових ресурсів та підвищення врожайності культури. Для вирощування гірчиці доцільно застосовувати інтенсивну технологію, що включає комплекс операцій з основного та передпосівного обробітку ґрунту, внесення добрив, сівби, догляду за посівами та збирання врожаю.

Першою технологічною операцією після збирання попередника є лущення стерні. Основним завданням цього заходу є знищення падалиці та бур'янів, збереження вологи у верхньому шарі ґрунту та створення сприятливих умов для наступного обробітку. Для виконання цієї операції доцільно використовувати сучасні дискові борони типу Lemken Rubin 10 або Horsch Joker. Дані агрегати забезпечують якісне подрібнення рослинних решток та рівномірне перемішування їх із ґрунтом.

Основний обробіток ґрунту під гірчицю проводять залежно від ґрунтово-кліматичних умов та технології вирощування. У традиційній системі землеробства застосовують оранку на глибину 23–25 см. Для цього ефективним є використання оборотних плугів Lemken Juwel або Kuhn Multi-Master, які забезпечують якісне перевертання скиби, загортання рослинних решток та вирівнювання поверхні поля.

У господарствах, де застосовують мінімальний обробіток ґрунту, замість оранки використовують глибоке рихлення чизельними агрегатами, такими як Horsch Tiger або Bednar Terraland. Такий обробіток сприяє збереженню вологи, покращенню структури ґрунту та зменшенню енергетичних витрат.

Передпосівний обробіток ґрунту спрямований на створення дрібногрудочкуватого посівного шару та вирівнювання поверхні поля. Для виконання цієї операції доцільно використовувати комбіновані ґрунтообробні агрегати типу Lemken Korund або компактори Horsch Cruiser. Вони забезпечують якісне розпушення верхнього шару ґрунту, знищення сходів бур'янів та формування оптимального насінневого ложа.

Важливим елементом технології вирощування гірчиці є внесення мінеральних добрив. Для підвищення врожайності культури та забезпечення рослин поживними речовинами застосовують фосфорно-калійні добрива під основний обробіток і азотні – перед сівбою або під час вегетації. Для внесення мінеральних добрив використовують сучасні розкидачі Amazone ZA-TS або Rauch Axis, які забезпечують високу рівномірність розподілу добрив по площі поля.

Однією з найвідповідальніших технологічних операцій є сівба. Від якості її проведення залежать польова схожість насіння, густота стояння рослин та рівномірність розвитку посівів. Для сівби гірчиці доцільно використовувати сучасний посівний комплекс John Deere 1890, який забезпечує високу точність висіву та ефективну роботу за мінімального і нульового обробітку ґрунту.

Посівний комплекс John Deere 1890 оснащений дводисковими сошниками з індивідуальним притискним зусиллям, що дозволяє забезпечувати стабільну глибину загортання насіння навіть на нерівних полях. Конструкція сошникової групи забезпечує якісне прорізання рослинних решток та формування рівномірної посівної борозни. Пневматична система висіву гарантує точне дозування насіння та рівномірний його розподіл по площі.

Важливою перевагою John Deere 1890 є можливість роботи за технологіями Mini-Till та No-Till. Це дозволяє зберігати вологу у ґрунті, зменшувати кількість проходів техніки по полю та скорочувати витрати пального. Робоча швидкість посівного комплексу становить 8–12 км/год, а ширина захвату залежно від модифікації може досягати 12 м, що забезпечує високу продуктивність посівних робіт.

Оптимальними параметрами сівби гірчиці є рядковий спосіб із шириною міжрядь 15–19 см, норма висіву 1,5–2,0 млн схожих насінин на гектар та глибина загортання насіння 2–3 см. За недостатнього зволоження глибину висіву допускається збільшувати до 4–5 см.

Після сівби важливе значення має догляд за посівами. Для боротьби з бур'янами застосовують сучасні обприскувачі, зокрема John Deere R4045 або Horsch Leeb. Вони забезпечують рівномірне внесення гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів із високою точністю дозування робочого розчину.

Особливу увагу під час вирощування гірчиці приділяють захисту рослин від шкідників, серед яких найбільш небезпечними є хрестоцвіті блішки, прихovanохоботники та попелиці. Для проведення захисних заходів використовують сучасні самохідні або причіпні обприскувачі з автоматичними системами контролю норми внесення препаратів.

Заключною технологічною операцією є збирання врожаю. Гірчицю збирають прямим комбайнуванням або роздільним способом залежно від стану посівів. Для збирання доцільно використовувати сучасні зернозбиральні комбайни John Deere S760, Claas Lexion або New Holland CR, обладнані ріпаковими столами та боковими ножами для зменшення втрат насіння.

Після збирання насіння очищають та за необхідності досушують до кондиційної вологості. Для цього використовують зерноочисні машини та зерносушильні комплекси, що забезпечують збереження посівних і товарних якостей продукції.

Таким чином, використання сучасного комплексу машин при вирощуванні гірчиці дозволяє забезпечити високу якість виконання технологічних операцій, підвищити продуктивність праці, зменшити витрати матеріально-технічних ресурсів та створити оптимальні умови для формування високого врожаю культури. Особливо важливе значення має застосування сучасного посівного комплексу John Deere 1890, який забезпечує точний висів насіння та ефективну роботу в умовах ресурсозберігаючих технологій землеробства.

2.2 Обґрунтування та розрахунок елементів технології вирощування гірчиці

Ефективність вирощування гірчиці значною мірою залежить від правильного обґрунтування елементів технології, раціонального підбору машинно-тракторних агрегатів та оптимізації технологічних операцій. У сучасних умовах сільськогосподарського виробництва особливе значення має використання високопродуктивної техніки, яка дозволяє скоротити строки виконання польових робіт, зменшити витрати пального, затрати праці та забезпечити високу якість виконання технологічного процесу.

Для вирощування гірчиці доцільно застосовувати інтенсивну технологію, яка передбачає виконання комплексу механізованих операцій: лушення стерні, основного обробітку ґрунту, передпосівного обробітку, внесення мінеральних добрив, сівби, догляду за посівами та збирання врожаю. При цьому важливим завданням є мінімізація кількості проходів техніки по полю з метою збереження вологи та зменшення ущільнення ґрунту.

Для виконання основних технологічних операцій доцільно використовувати два трактори різного тягового класу. Для важких енергоємних робіт, зокрема основного обробітку ґрунту та сівби, приймаємо трактор John Deere 8335R потужністю 335 к.с. Для менш енергоємних операцій – внесення засобів захисту рослин та транспортних робіт – використовуємо трактор John Deere 6155M потужністю 155 к.с.

Після збирання попередника проводиться лушення стерні дисковою бороною Horsch Joker 6 RT. Робоча ширина агрегату становить 6 м, а робоча швидкість – 12 км/год. Теоретичну продуктивність агрегату визначають за формулою:

$$W_{\tau} = \frac{B \cdot V}{10}$$

де B – ширина захвату агрегату, м; V – робоча швидкість, км/год.

Підставляючи значення, отримуємо:

$$W_{\tau} = \frac{6 \cdot 12}{10} = 7,2 \text{ га/год}$$

З урахуванням коефіцієнта використання часу зміни (0,8), експлуатаційна продуктивність становить:

$$W_e = 7,2 \cdot 0,8 = 5,76 \text{ га/год}$$

Витрата палива під час лушення стерні становить у середньому 7,5 л/га.

Основний обробіток ґрунту виконується оборотним плугом Lemken Juwel 8 у агрегаті з трактором John Deere 8335R. Робоча ширина захвату плуга становить 4 м, а робоча швидкість – 8 км/год. Теоретична продуктивність агрегату:

$$W_T = \frac{4 \cdot 8}{10} = 3,2 \text{ га/год}$$

Експлуатаційна продуктивність за коефіцієнта використання часу 0,75 становить:

$$W_e = 3,2 \cdot 0,75 = 2,4 \text{ га/год}$$

Питома витрата палива під час оранки складає 21,0 л/га.

Передпосівний обробіток ґрунту проводять компактором Lemken Korund 8 із робочою шириною 8 м. Робоча швидкість агрегату становить 10 км/год. Теоретична продуктивність:

$$W_T = \frac{8 \cdot 10}{10} = 8,0 \text{ га/год}$$

Експлуатаційна продуктивність:

$$W_e = 8,0 \cdot 0,8 = 6,4 \text{ га/год}$$

Витрати пального при виконанні передпосівного обробітку становлять 5,8 л/га.

Однією з найважливіших технологічних операцій є сівба гірчиці. Для виконання цієї операції обрано сучасний посівний комплекс John Deere 1890 із робочою шириною 10,1 м. Посівний агрегат працює у складі з трактором John Deere 8335R. Робоча швидкість під час сівби становить 10 км/год.

Теоретична продуктивність посівного агрегату:

$$W_T = \frac{10,1 \cdot 10}{10} = 10,1 \text{ га/год}$$

З урахуванням коефіцієнта використання часу зміни 0,75 експлуатаційна продуктивність становить:

$$W_e = 10,1 \cdot 0,75 = 7,58 \text{ га/год}$$

Витрата пального під час сівби складає 8,5 л/га.

Для забезпечення оптимальної густоти стояння рослин приймається норма висіву 1,8 млн схожих насінин на гектар. За маси 1000 насінин 5,5 г норма висіву у ваговому вираженні становить:

$$N = \frac{1,8 \cdot 5,5}{1000} = 9,9 \text{ кг/га}$$

Глибина загортання насіння приймається 2,5–3,0 см, що забезпечує дружні сходи та рівномірний розвиток рослин.

Для внесення засобів захисту рослин використовується самохідний обприскувач John Deere R4045 із шириною захвату 36 м. Робоча швидкість агрегату становить 14 км/год.

Теоретична продуктивність обприскувача:

$$W_T = \frac{36 \cdot 14}{10} = 50,4 \text{ га/год}$$

Експлуатаційна продуктивність:

$$W_e = 50,4 \cdot 0,7 = 35,28 \text{ га/год}$$

Витрата пального під час внесення засобів захисту рослин становить 1,8 л/га.

Збирання врожаю проводиться зернозбиральним комбайном John Deere S760 із ріпаковим столом. Ширина захвату жатки становить 7,6 м, а робоча швидкість – 6 км/год.

Теоретична продуктивність комбайна:

$$W_T = \frac{7,6 \cdot 6}{10} = 4,56 \text{ га/год}$$

Експлуатаційна продуктивність:

$$W_e = 4,56 \cdot 0,75 = 3,42 \text{ га/год}$$

Витрати пального під час збирання врожаю становлять 12,5 л/га.

Затрати праці визначаються залежно від продуктивності агрегатів та кількості обслуговуючого персоналу. Для більшості технологічних операцій достатньо одного механізатора. Затрати праці на 1 га визначають за формулою:

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

де n – кількість працівників; W_e – експлуатаційна продуктивність агрегату, га/год.

Для посівного агрегату John Deere 1890 затрати праці становлять:

$$T = \frac{1}{7,58} = 0,13 \text{ люд.-год/га}$$

Загальні витрати пального на вирощування гірчиці визначають шляхом сумування витрат за окремими операціями:

- лущення стерні – 7,5 л/га;
- оранка – 21,0 л/га;
- передпосівний обробіток – 5,8 л/га;
- сівба – 8,5 л/га;
- обприскування – 1,8 л/га;
- збирання врожаю – 12,5 л/га.

Загальна витрата пального становить:

$$Q = 7,5 + 21,0 + 5,8 + 8,5 + 1,8 + 12,5 = 57,1 \text{ л/га}$$

Отже, застосування сучасної технології вирощування гірчиці із використанням високопродуктивних машинно-тракторних агрегатів дозволяє забезпечити своєчасне та якісне виконання всіх технологічних операцій, знизити витрати ресурсів та створити оптимальні умови для формування високого врожаю культури.

№	ТЕХНОЛОГІЧНА ОПЕРАЦІЯ	АГРЕГАТ (трактор + знаряддя)		ПРОДУКТИВНІСТЬ, га/год	ВИТРАТА ПАЛИВА, л/га	ЗАТРАТИ ПРАЦІ, люд.-год/га
1	 ЛУЩЕННЯ СТЕРНІ Подрібнення рослинних решток, знищення падалиці та бур'янів, збереження вологи у ґрунті		John Deere 8335R + Horsch Joker 6 RT	5,76 	7,5 	0,17 
2	 ОРАНКА Основний обробіток ґрунту на глибину 23–25 см, загортання рослинних решток		John Deere 8335R + Lemken Juwel 8	2,40 	21,0 	0,42 
3	 ПЕРЕДПОСІВНИЙ ОБРОБІТОК Розпушення ґрунту, вирівнювання поверхні, створення дрібногрудкуватого посівного шару		John Deere 8335R + Lemken Korund 8	6,40 	5,8 	0,16 
4	 СІВБА Точний висів насіння гірчиці з одночасним прикошуванням ґрунту		John Deere 8335R + John Deere 1890	7,58 	8,5 	0,13 
 Ширина захвату: 10,1 м  Робоча швидкість: 10 км/год  Норми висіву: 1,8 млн схожих насінин/га (9,9 кг/га)						
5	 ОБПРИСКУВАННЯ Внесення засобів захисту рослин (гербіциди, фунгіциди, інсектициди)		John Deere 6155M + John Deere R4045	35,28 	1,8 	0,03 
6	 ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ Пряме комбайнування насіння гірчиці		John Deere S760 (ріпаковий стіл)	3,42 	12,5 	0,29 
ПІДСУМКОВІ ПОКАЗНИКИ  Загальна витрата палива 57,1 л/га  Загальні затрати праці 1,20 люд.-год/га  Кількість основних тракторів 2 шт. ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОЇ ТЕХНІКИ  СВОЕЧАСНЕ ВИКОНАННЯ РОБІТ  ЕКОНОМІЯ ПАЛИВА  ЗБЕРЕЖЕННЯ ВОЛОГИ ТА РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ  СТАБІЛЬНЕ ФОРМУВАННЯ ВИСОКОГО ВРОЖАЮ						

Рисунок 2.1 – План механізованих робіт вирощування гірчиці

Разом: загальна витрата пального – 57,1 л/га; загальні затрати праці – 1,20 люд.-год/га. Особливе значення у структурі технології має використання важкої дискової борони, яка є ключовим елементом підготовки ґрунту та обґрунтовує доцільність її подальшого конструктивного удосконалення.

2.3 Висновки з розділу

У результаті розробки плану механізованих робіт при вирощуванні гірчиці було обґрунтовано комплекс технологічних операцій та підібрано сучасні високопродуктивні машинно-тракторні агрегати для їх виконання. Встановлено, що

застосування сучасної техніки дозволяє забезпечити своєчасне та якісне виконання всіх польових робіт, зменшити витрати матеріально-технічних ресурсів і створити оптимальні умови для формування високого врожаю культури.

Для виконання основних технологічних операцій доцільно використовувати трактори John Deere 8335R та John Deere 6155M, які забезпечують достатню потужність, надійність та високу продуктивність роботи. Особливе значення у технологічному процесі має застосування посівного комплексу John Deere 1890, який забезпечує точне дотримання норми висіву, рівномірне загортання насіння та ефективну роботу в умовах мінімального і нульового обробітку ґрунту.

Проведені розрахунки показали, що використання сучасних машинно-тракторних агрегатів дозволяє досягти високої продуктивності праці при відносно невеликих затратах пального та трудових ресурсів. Загальна витрата палива при вирощуванні гірчиці становить 57,1 л/га, а затрати праці — 1,20 люд.-год/га, що свідчить про достатньо високий рівень механізації технологічного процесу.

Застосування ресурсозберігаючих технологій і сучасної посівної техніки сприяє зменшенню кількості проходів агрегатів по полю, збереженню ґрунтової вологи, покращенню структури ґрунту та зниженню рівня його ущільнення. Це особливо важливо в умовах недостатнього зволоження та необхідності підвищення ефективності використання земельних ресурсів.

Отже, впровадження раціонально обґрунтованого плану механізованих робіт із використанням сучасної техніки забезпечує підвищення ефективності виробництва гірчиці, скорочення виробничих витрат та створює передумови для отримання стабільно високих урожаїв культури.

3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПОСІВНОЇ СЕКЦІЇ ПНЕВМАТИЧНОЇ СІВАЛКИ

3.1 Конструктивно-технологічна характеристика об'єкта удосконалення

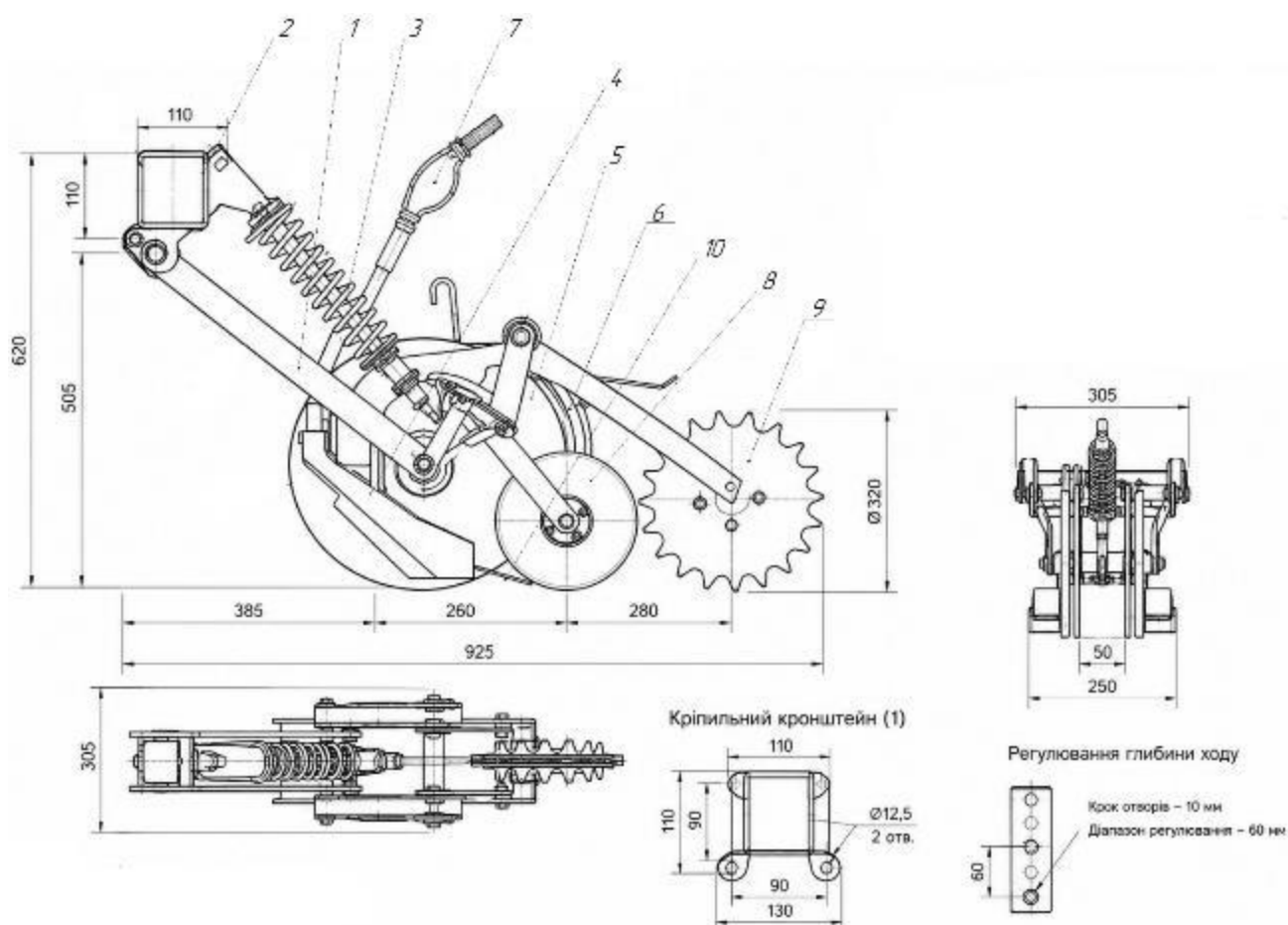
У сучасному землеробстві особливого значення набуває застосування високопродуктивних посівних комплексів, здатних забезпечувати точне виконання технологічного процесу сівби за різних ґрунтово-кліматичних умов. Одним із найефективніших напрямків розвитку посівної техніки є удосконалення конструкцій пневматичних сівалок точного висіву, які використовуються за технологіями Mini-Till, Strip-Till та No-Till. Застосування таких технологій дозволяє зменшити кількість проходів техніки по полю, скоротити витрати пального, зберегти вологу у ґрунті та знизити рівень його ущільнення.

Об'єктом удосконалення є висівна секція пневматичної сівалки John Deere 90 Series, яка широко використовується у сучасному агровиробництві завдяки високій продуктивності, надійності та можливості роботи по великій кількості пожнивних решток. Конструкція сівалки забезпечує одночасне виконання декількох технологічних операцій: формування посівної борозни, подачу насіння, укладання його на задану глибину, ущільнення та закриття посівного ложа.

Основним робочим органом висівної секції є дводисковий сошник, який виконує прорізання рослинних решток та формування посівної борозни. Сошник складається з двох дисків, розташованих під певним кутом один до одного, що забезпечує утворення V-подібної борозни. Така конструкція дозволяє якісно працювати навіть на ущільнених ґрунтах та в умовах значної кількості рослинних залишків.

Диски сошника виготовляються із високоміцної сталі та працюють в умовах значного абразивного навантаження. Під час експлуатації їх ріжуча кромка поступово зношується, а діаметр зменшується, що негативно впливає на якість відкриття посівної борозни. У зв'язку з цим одним із напрямків удосконалення є

підвищення твердості матеріалу дисків шляхом термічної обробки або нанесення зміцнювальних покриттів.



1 – рама; 2 – кронштейн; 3 – пружина; 4 – висівний башмак; 5 – диск; 6 – колесо вимірювача; 7 – сповільнювач; 8 – зміцнююче колесо; 10 – прикочувальне колесо; 11 – заспокоювач

Рисунок 3.1 – Конструктивно-технологічна схема посівної секції

Важливим конструктивним елементом є вузол кріплення сошника до рами секції. Він включає штифти, втулки та шарнірні з'єднання, які забезпечують рухомість сошника та його копіювання рельєфу поля. Під час роботи у шарнірних з'єднаннях виникають значні навантаження, що призводять до поступового зношування втулок та появи люфтів. Це викликає зміну кута атаки сошника і погіршення стабільності глибини висіву.

Для зменшення зношування конструкцією передбачено використання змінних втулок, однак практика показує, що стандартні металеві втулки мають недостатній ресурс роботи. Тому перспективним рішенням є застосування полімерних композиційних втулок, які характеризуються високою зносостійкістю, низьким коефіцієнтом тертя та не потребують постійного змащування.

Система регулювання глибини висіву включає опорні колеса, важелі глибини та механізм регулювання положення сошника. Опорні колеса розташовані безпосередньо біля дводискового сошника та забезпечують стабільне копіювання поверхні ґрунту. Від правильності їх роботи залежить рівномірність заготання насіння.

У процесі експлуатації спостерігається зношування осей, шпинделів та посадкових поверхонь опорних коліс, що призводить до появи додаткових люфтів і порушення стабільності глибини висіву. Для підвищення довговічності конструкції доцільним є використання зносостійких сталей та встановлення ущільнених підшипникових вузлів закритого типу.

Особливе місце у конструкції висівної секції займає система подачі насіння. Вона включає пневматичний насіннєпровід, висівний башмак, сповільнювач насіння та заспокоювач потоку. Саме ця система безпосередньо впливає на точність укладання насіння у посівне ложе.

Пневматична система транспортує насіння повітряним потоком від центрального бункера до висівного башмака. За сучасних умов експлуатації, особливо при використанні широкозахватних посівних комплексів і високих робочих швидкостей, швидкість повітряного потоку значно зростає. Це призводить до того, що насіння після виходу із насіннєпроводу може вилітати із посівної борозни.

Особливо гостро дана проблема проявляється при висіві дрібнонасінневих культур, таких як гірчиця, ріпак або просо. Мала маса насіння у поєднанні з високою швидкістю повітряного потоку викликає його відскок від дна посівної борозни та нерівномірне розміщення по довжині рядка.

Для усунення цього недоліку у конструкції використовують сповільнювач насіння (Seed Brake). Він являє собою спеціальний елемент, розташований між насіннєпроводом та висівним башмаком, який змінює напрямок руху повітряного потоку та зменшує його швидкість. Конструктивно сповільнювач може мати різну форму – прямолінійну, вигнуту або ступінчасту.

Основною вимогою до конструкції сповільнювача є забезпечення плавного гальмування потоку без створення зон накопичення насіння. При недосконалій конструкції можливе утворення заторів, нерівномірна подача насіння та його травмування. Тому важливим напрямком удосконалення є оптимізація геометричної форми внутрішніх каналів та вибір матеріалів із низьким коефіцієнтом тертя.

Після проходження сповільнювача насіння потрапляє у висівний башмак (Seed Boot), який спрямовує його безпосередньо у посівну борозну. Башмак працює у складних умовах абразивного зношування, оскільки контактує із ґрунтом, пилом та мінеральними частинками. У нижній частині башмака з часом утворюється значне спрацювання, що змінює форму вихідного отвору.

Зміна геометрії вихідного каналу призводить до порушення траєкторії руху насіння та погіршення рівномірності висіву. Для підвищення ресурсу роботи башмака доцільним є застосування змінних зносостійких накладок або виготовлення нижньої частини із загартованої сталі чи полімерних композитів.

Важливим конструктивним елементом є заспокоювач насіння (Bonilla Seed Tab), який встановлюється у задній частині висівного башмака. Його основне призначення полягає у стабілізації руху насіння та утриманні його у посівному ложі. Конструкція заспокоювача повинна забезпечувати плавне укладання насіння без його відскоку.

Практичні випробування показують, що збільшення довжини та жорсткості заспокоювача позитивно впливає на рівномірність розміщення насіння. Однак використання недостатньо міцних матеріалів призводить до швидкого руйнування елемента під дією вібрацій та абразивного навантаження. У зв'язку з

чим актуальним є застосування еластичних полімерних матеріалів із високою стійкістю до стирання.

Після укладання насіння у борозну його необхідно притиснути до вологого шару ґрунту та закрити посівне ложе. Для цього у конструкції використовуються ущільнювальні та прикочувальні колеса. Ущільнювальне колесо виконує функцію притискання насіння до дна борозни, забезпечуючи хороший контакт із ґрунтом та покращуючи умови проростання. Прикочувальні колеса закривають посівну борозну та формують поверхневий шар ґрунту. У традиційних конструкціях використовуються литі колеса, однак у вологих умовах та за великої кількості рослинних решток вони не завжди забезпечують якісне закриття борозни. Тому перспективним є використання коліс із зубчастим або хвилястим профілем. Конструкція висівної секції також включає систему пружинного навантаження, яка створює необхідний тиск на сошник. Від величини цього тиску залежить стабільність роботи секції та глибина загортання насіння. У процесі тривалої експлуатації пружини поступово втрачають пружні властивості, що призводить до зменшення притискного зусилля.

Таким чином, аналіз конструктивно-технологічних особливостей висівної секції сівалки John Deere 90 Series показує, що найбільш навантаженими та відповідальними елементами є система подачі насіння, дводисковий сошник, висівний башмак, сповільнювач насіння та прикочувальні колеса. Саме удосконалення цих вузлів дозволить підвищити точність висіву, покращити рівномірність розміщення насіння та збільшити ресурс роботи посівного агрегату в умовах сучасних ресурсозберігаючих технологій землеробства.

3.2 Визначення конструктивно-геометричних параметрів сповільнювача насіння пневматичної сівалки

Метою дослідження є підвищення ефективності роботи сповільнювача насіння пневматичної сівалки John Deere шляхом обґрунтування його

конструктивних параметрів та режимів роботи, які забезпечують зменшення швидкості повітряного потоку і стабілізацію руху насіння в насіннепроводі.

Під час роботи пневматичних сівалок при висіві дрібнонасінневих культур, зокрема гірчиці, виникає проблема надмірної швидкості руху насіння у висівному башмаку. Це призводить до відскоку насіння від дна посівної борозни, нерівномірного його розміщення та погіршення якості сівби. Для усунення цього недоліку використовується сповільнювач насіння, конструкція якого повинна забезпечувати зменшення швидкості повітряного потоку без утворення заторів у системі подачі.

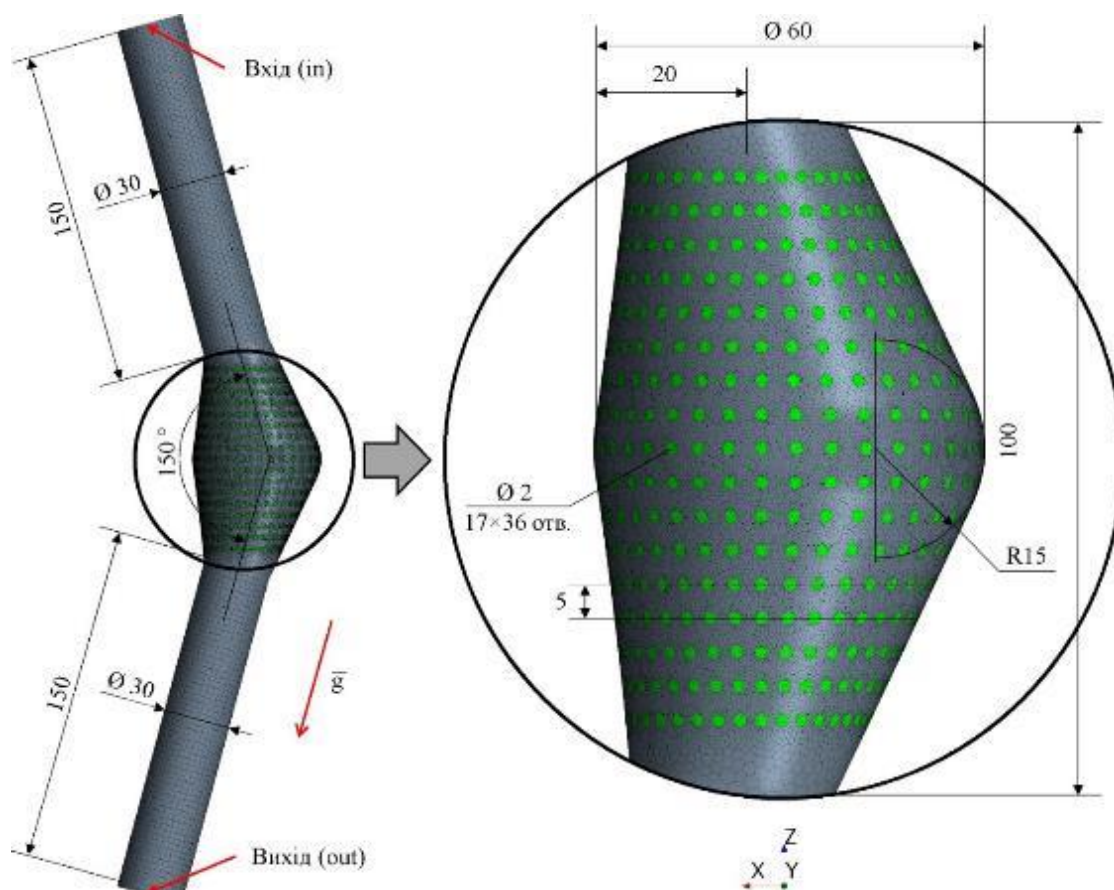


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема сповільнювача насіння

У якості основного параметра дослідження приймаємо відношення сумарної площі випускних отворів сповільнювача до площі вхідного каналу:

$$\varepsilon = \frac{S_h \cdot N_h}{S_{in}}$$

де S_h – площа одного випускного отвору, м^2 ; N_h – кількість випускних отворів;
 S_{in} – площа вхідного отвору сповільнювача, м^2 .

Для конструкції сповільнювача приймаємо діаметр вхідного патрубку 30 мм. Площа входу визначається за формулою:

$$S_{in} = \frac{\pi d^2}{4}$$

Підставляючи значення ($d = 0,03$) м, отримаємо:

$$S_{in} = \frac{3,14 \cdot 0,03^2}{4} = 0,000706 \text{ м}^2$$

У конструкції сповільнювача передбачено отвори діаметром 2 мм для часткового виходу повітряного потоку. Площа одного отвору:

$$S_h = \frac{\pi d_h^2}{4}$$

де $d_h = 0,002$ м.

Після підстановки значень:

$$S_h = \frac{3,14 \cdot 0,002^2}{4} = 0,00000314 \text{ м}^2$$

Для забезпечення ефективного зниження швидкості повітряного потоку приймаємо кількість отворів $N_h = 400$ шт.

Тоді сумарна площа отворів:

$$S_{\Sigma} = 0,00000314 \cdot 400 = 0,001256 \text{ м}^2$$

Відношення площ:

$$\epsilon = \frac{0,001256}{0,000706} = 1,78$$

Отримане значення свідчить про достатню площу виходу повітря для зниження швидкості потоку без значного накопичення насіння у корпусі сповільнювача.

Для оцінки швидкості повітряного потоку на виході використаємо спрощену залежність:

$$V_{out} = V_{in}(1 - 0,3\epsilon)$$

де V_{in} – швидкість повітряного потоку на вході, м/с; V_{out} – швидкість повітряного потоку на виході, м/с.

Приймаємо швидкість повітряного потоку на вході: $V_{in} = 20$ м/с.

Тоді:

$$V_{out} = 20(1 - 0,3 \cdot 1,78)$$

$$V_{out} = 20(1 - 0,534)$$

$$V_{out} = 20 \cdot 0,466 = 9,32 \text{ м/с}$$

Отже, використання сповільнювача дозволяє зменшити швидкість повітряного потоку більш ніж у 2 рази.

Для оцінки швидкості руху насіння на виході використаємо спрощену залежність:

$$V_p = 0,45V_{out}$$

Після підстановки:

$$V_p = 0,45 \cdot 9,32 = 4,19 \text{ м/с}$$

Зменшення швидкості насіння до 4–5 м/с дозволяє уникнути його відскоку від дна посівної борозни та забезпечити рівномірніше розміщення у рядку.

Для визначення продуктивності потоку насіння приймаємо норму висіву гірчиці 10 кг/га, ширину захвату сівалки 10,1 м та робочу швидкість руху 10 км/год.

Площа, що засівається за секунду:

$$F = \frac{10,1 \cdot 10}{36} = 2,81 \text{ м}^2/\text{с}$$

Кількість насіння, що подається за секунду:

$$q = \frac{10 \cdot 2,81}{10000}$$

$$q = 0,00281 \text{ кг/с}$$

Таким чином, конструкція сповільнювача повинна забезпечувати стабільне проходження не менше 0,003 кг/с насіння без утворення заторів.

Для оцінки довговічності конструкції визначимо орієнтовну товщину стінки корпусу сповільнювача. Приймаючи максимальний робочий тиск повітряного потоку

2500 Па та допустиме напруження для полімерного матеріалу 18 МПа, мінімальна товщина стінки визначається за спрощеною формулою:

$$\delta = \frac{P \cdot D}{2[\sigma]}$$

де P – тиск, Па; D – діаметр корпусу, м; σ – допустиме напруження матеріалу, Па.

Після підстановки:

$$\delta = \frac{2500 \cdot 0,03}{2 \cdot 18 \cdot 10^6}$$

$$\delta = 0,0000021 \text{ м}$$

З урахуванням вібраційних навантажень та абразивного зношування приймаємо конструктивну товщину стінки: $\delta = 3 \text{ мм}$.

Для виготовлення сповільнювача доцільно використовувати поліамід або поліуретан, які характеризуються високою зносостійкістю, низьким коефіцієнтом тертя та достатньою еластичністю. Отже, проведені розрахунки показують, що застосування сповільнювача насіння із відношенням площ випускних отворів до площі входу $\varepsilon = 1,78$ дозволяє суттєво знизити швидкість повітряного потоку та швидкість руху насіння, що сприяє покращенню рівномірності висіву гірчиці. Оптимальними параметрами конструкції є діаметр вхідного патрубку 30 мм, отвори діаметром 2 мм у кількості 400 шт та товщина стінки корпусу 3 мм.

3.3 Обґрунтування конструкції та параметрів заспокоювача насіння

Заспокоювач насіння (рис. 3.1) призначений для стабілізації траєкторії руху насінини після її виходу з висівного башмака та контакту з дном посівної борозни. Основним завданням даного елемента є зменшення ймовірності вильоту насіння за межі посівного ложа, що особливо актуально під час роботи пневматичних сівалок на підвищених швидкостях руху. Для обґрунтування геометричної форми та раціональних параметрів заспокоювача проведемо аналітичне дослідження кінематики руху насінини після її виходу з висівної системи.

Для проведення досліджень складено розрахункову схему руху насінини (рис. 3.3). Під час моделювання процесу прийнято ряд припущень: насінини розглядається як матеріальна точка; рух аналізується у двовимірній площині; аеродинамічним опором повітря нехтуємо; удар насінини об поверхню ґрунту та за-
 спокоювача вважається пружним із урахуванням коефіцієнта відновлення швидкості.

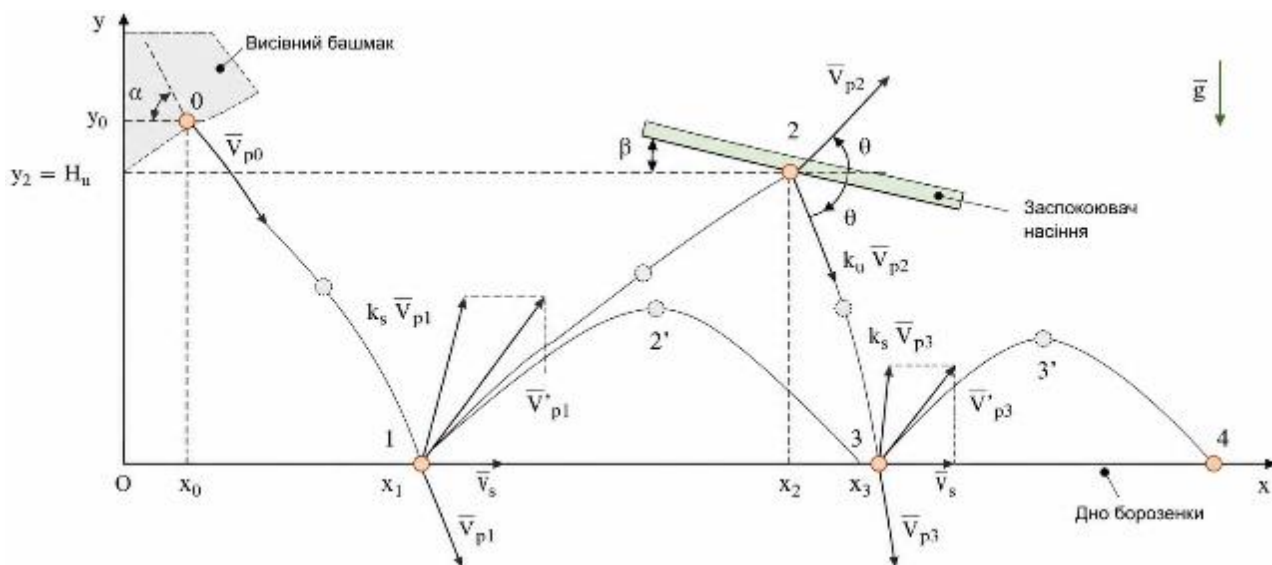


Рисунок 3.3 – Траєкторія руху насіння

Траєкторію руху насінини умовно поділено на декілька характерних ділянок:

- ділянка 0–1 – виліт насінини з висівного башмака із початковою швидкістю (V_{p0}), під кутом (α) до горизонту;
- ділянка 1–2 – відбиття насінини від поверхні дна борозни із врахуванням коефіцієнта відновлення швидкості (k_s);
- ділянка 2–3 – взаємодія насінини із поверхнею заспокоювача, що характеризується коефіцієнтом відновлення (k_u), висотою встановлення (H_u) та кутом нахилу (β);
- ділянка 3–4 – повторне падіння та відбиття насінини від поверхні борозни.

Для першої ділянки руху насінини використовуються класичні рівняння руху матеріальної точки у полі сили тяжіння:

$$x = x_0 + V_{p0} \cos \alpha \cdot t$$

$$y = y_0 + V_{p0} \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

де (x_0) , (y_0) – початкові координати насінини; (V_{p0}) – початкова швидкість її руху; (α) – кут вильоту; (g) – прискорення вільного падіння.

Після удару насінини об поверхню дна борозни її швидкість змінюється відповідно до коефіцієнта відновлення:

$$V'_{px} = k_s V_{px} + V_s$$

$$V'_{py} = -k_s V_{py}$$

де (V_s) – горизонтальна швидкість переміщення поверхні ґрунту відносно сошника; (k_s) – коефіцієнт відновлення швидкості після удару об ґрунт.

Подальший рух насінини до заспокоювача також описується рівняннями параболічного польоту. У разі досягнення поверхні заспокоювача відбувається повторна зміна напрямку та величини швидкості. При цьому швидкість після удару визначається з урахуванням кута нахилу поверхні заспокоювача:

$$V'_p = k_u V_p$$

де (k_u) – коефіцієнт відновлення швидкості при взаємодії насінини з поверхнею заспокоювача.

Проведені розрахунки показали, що траєкторія руху насінини суттєво залежить від:

- початкової швидкості її вильоту з висівного башмака;
- кута вильоту;
- висоти встановлення заспокоювача;
- кута нахилу його робочої поверхні.

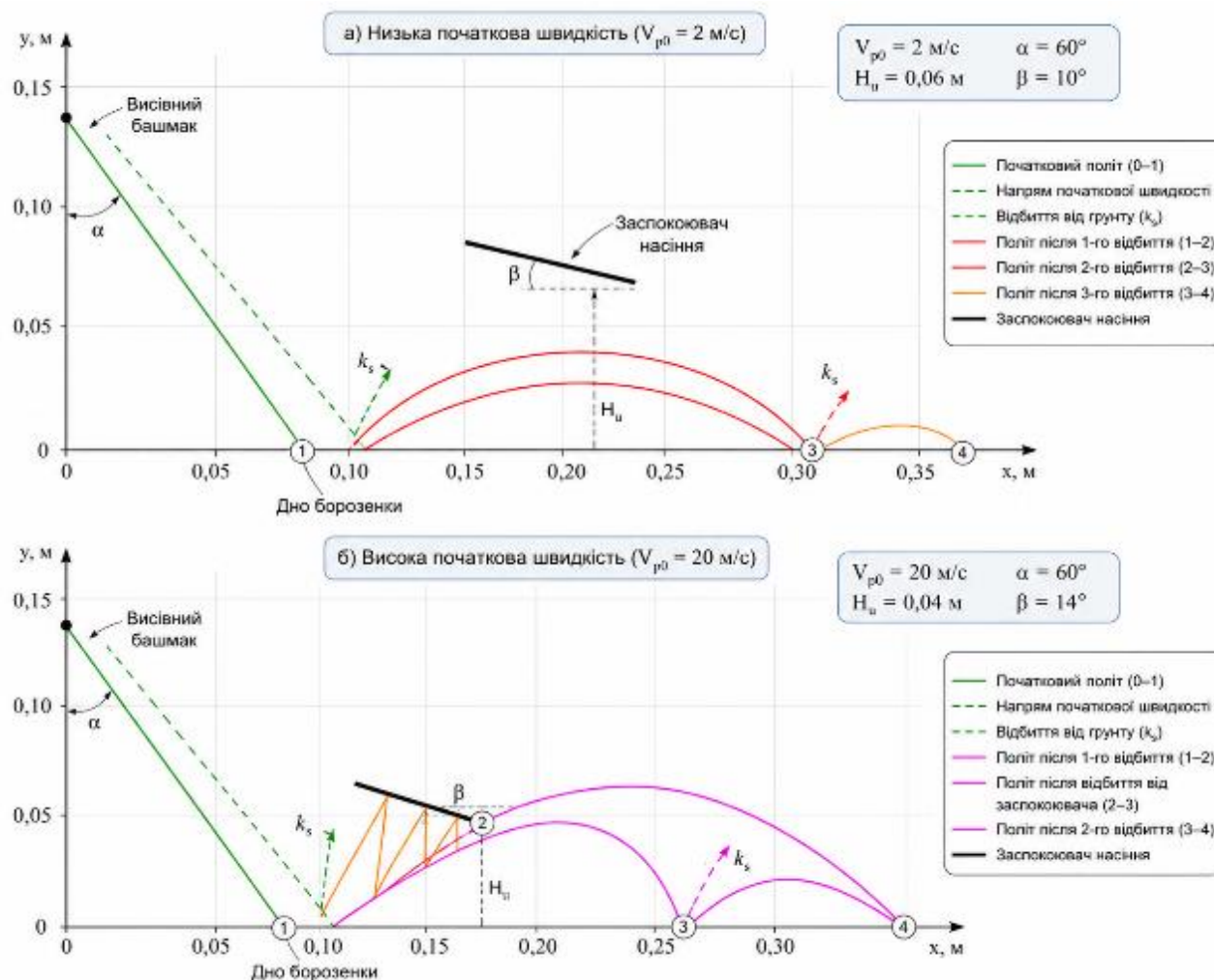


Рисунок 3.4 – Результати розрахунку

У процесі варіювання параметрів встановлено, що зі збільшенням швидкості руху насінини та кута її вильоту значно підвищується ймовірність виходу насіння за межі посівної борозни. Аналогічний вплив має і збільшення висоти розміщення заспокоювача (H_u). Тому для забезпечення стабільного укладання насіння в посівне ложе необхідно обмежувати висоту встановлення заспокоювача та зменшувати кут нахилу його робочої поверхні.

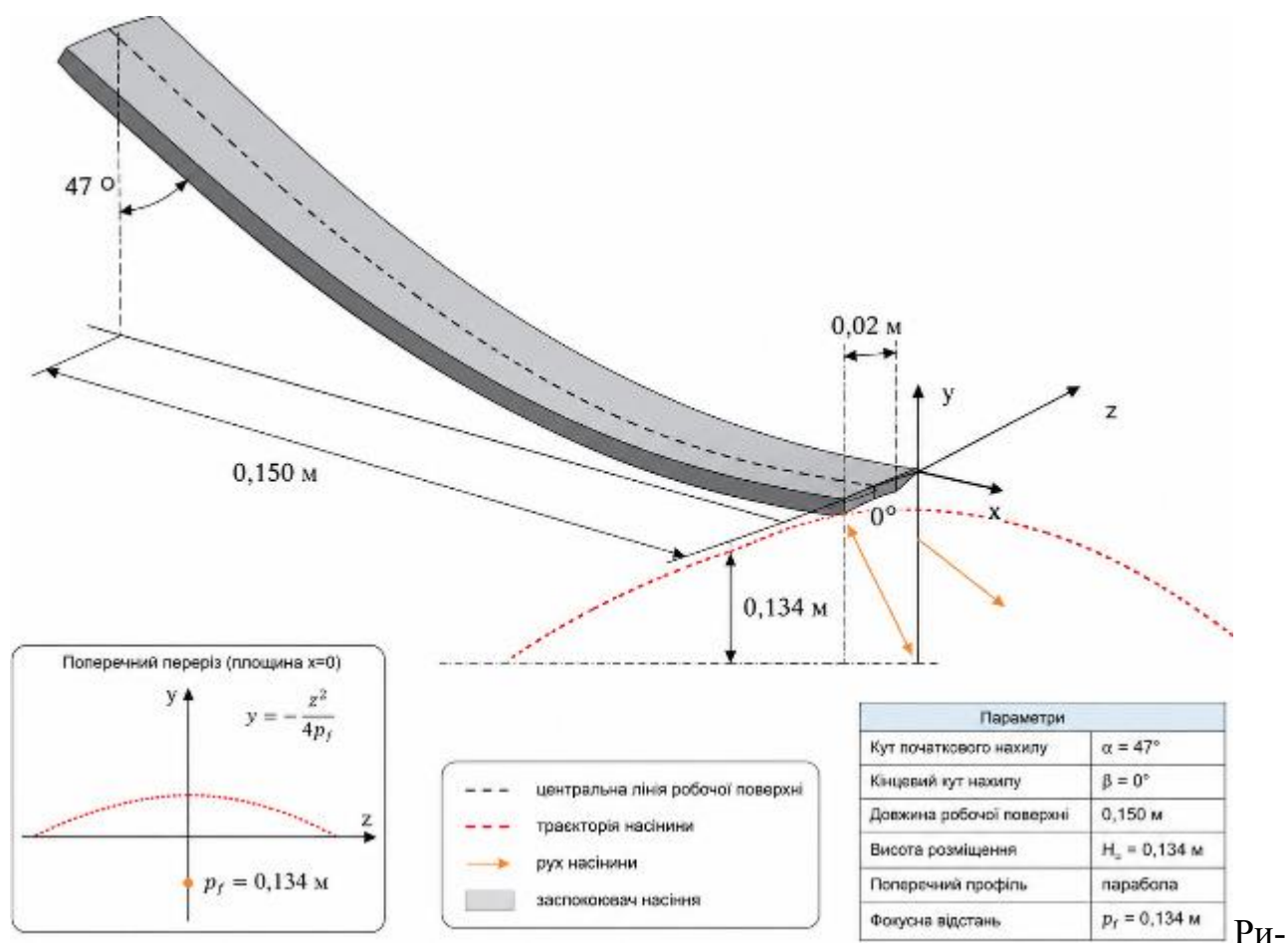
У результаті аналітичних досліджень встановлено, що раціональними параметрами заспокоювача є:

- кут нахилу робочої поверхні ($\beta = 0^\circ$);
- висота розміщення ($H_u = 0,134 \text{ м}$);
- довжина робочої поверхні близько 150 мм.

Для забезпечення стабільного повернення насінини до центральної частини посівного ложа поперечний профіль робочої поверхні заспокоювача доцільно виконувати у формі параболи:

$$y = -\frac{z^2}{4p_f}$$

де (p_f) – фокусна відстань параболи.



Ри-

сунок 3.4 – Результати розрахунку заспокоювача

Використання параболічної поверхні дозволяє змінювати траєкторію руху насінини таким чином, щоб після контакту із заспокоювачем вона спрямовувалась у центральну частину борозни. Це забезпечує рівномірність розміщення насіння за глибиною та зменшує нерівномірність сходів.

3.4 Висновки з розділу

У результаті проведених досліджень встановлено, що одним із головних чинників зниження якості сівби пневматичних сівалок є нестабільний рух насіння після його виходу з висівного башмака. Особливо це проявляється під час роботи на підвищених швидкостях, за мінімального та нульового обробітку ґрунту, а також при висіві дрібнонасіненних культур, зокрема гірчиці. Внаслідок високої швидкості повітряного потоку та удару об дно борозенки насіння може змінювати траєкторію руху і вилітати за межі посівного ложа, що призводить до нерівномірності розміщення насіння та погіршення польової схожості.

Проведений аналіз конструкції висівної секції пневматичної сівалки John Deere 90 Series дозволив визначити найбільш відповідальні елементи системи подачі насіння, які впливають на стабільність процесу висіву. Встановлено, що удосконалення потребують сповільнювач повітряного потоку та заспокоювач насіння.

На основі аналітичних досліджень руху насіння після виходу з висівного башмака розроблено розрахункову схему процесу її переміщення та отримано математичні залежності, які описують траєкторію польоту насіння з урахуванням ударів об поверхню ґрунту та робочу поверхню заспокоювача. Встановлено, що на характер руху насіння найбільше впливають початкова швидкість його вильоту, кут подачі, висота встановлення заспокоювача та кут нахилу його робочої поверхні.

У результаті розрахунків визначено раціональні конструктивно-технологічні параметри заспокоювача насіння: довжину робочої поверхні близько 150 мм, висоту встановлення не більше 0,134 м та параболічну форму профілю робочої поверхні. Запропонована конструкція забезпечує зміну траєкторії руху насіння у напрямку центральної частини посівної борозни та зменшує ймовірність його вильоту за межі посівного ложа.

4. РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ СІВБИ

Сівба гірчиці є однією з найбільш відповідальних технологічних операцій, від якості виконання якої значною мірою залежить рівномірність сходів, польова схожість насіння, формування густоти стояння рослин та рівень майбутньої врожайності культури. Для забезпечення високої якості виконання технологічного процесу необхідно правильно обґрунтувати склад машинно-тракторного агрегату, режим його роботи, продуктивність, витрати палива та організаційні параметри проведення посівних робіт.

Для виконання сівби гірчиці в роботі прийнято сучасний посівний агрегат у складі трактора John Deere 8R 340 та пневматичної зернової сівалки John Deere 1890. Даний посівний комплекс забезпечує точне дозування насіння, стабільну глибину загортання та високу рівномірність висіву навіть за мінімального або нульового обробітку ґрунту. Робоча ширина захвату сівалки становить 12,2 м, ширина міжрядь – 19 см, робоча швидкість – 10–12 км/год.

Основною особливістю удосконаленої висівної секції є застосування модернізованого заспокоювача насіння, який забезпечує стабілізацію траєкторії руху насінини після її виходу з висівного башмака та зменшує ймовірність її вильоту за межі посівного ложа. Проведені аналітичні дослідження показали, що раціональна довжина заспокоювача повинна становити 0,15 м, висота встановлення – не більше 0,134 м, а форма робочої поверхні повинна бути наближеною до параболічної. Це забезпечує більш рівномірне розміщення насіння по глибині та підвищує якість сівби дрібнонасінневих культур, зокрема гірчиці.

Технологічний процес сівби включає наступні операції: підготовку агрегату до роботи, завантаження насіння та мінеральних добрив, виконання посіву, контроль якості висіву та післяпосівне прикочування. Сівбу проводять у ранні строки за температури ґрунту 4–6 °С. Глибина загортання насіння становить 2–3 см, а норма висіву – 1,5–2,0 млн схожих насінин на гектар, що відповідає приблизно 8–10 кг/га.

Для розрахунку техніко-експлуатаційних показників посівного агрегату приймаємо:

- робоча ширина захвату $B=12,2$ м;
- робоча швидкість руху $V=10$ км/год;
- коефіцієнт використання часу зміни $\tau=0,80$.

Теоретична продуктивність агрегату визначається за формулою:

$$W_t = 0,1 \cdot B \cdot V$$

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

Підставляючи значення, отримуємо:

$$W_t = 0,1 \cdot 12,2 \cdot 10 = 12,2 \text{ га/год}$$

Експлуатаційна продуктивність агрегату:

$$W_e = W_t \cdot \tau$$

$$W_e = 12,2 \cdot 0,80 = 9,76 \text{ га/год}$$

Отже, за одну годину роботи агрегат здатний засіяти близько 9,8 га площі.

Тривалість роботи агрегату на площі 500 га становитиме:

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

$$t = \frac{500}{9,76} = 51,2 \text{ год}$$

За умови 10-годинного робочого дня посів буде виконано приблизно за 5–6 діб.

Витрати палива визначаються залежно від тягового навантаження та потужності трактора. Для агрегату John Deere 8R 340 із сівалкою John Deere 1890 питомі витрати дизельного палива становлять у середньому 6,5–7,5 л/га. Приймаємо середнє значення 7,0 л/га.

Загальні витрати палива на виконання посіву:

$$Q = 7,0 \cdot 500 = 3500 \text{ л}$$

Затрати праці визначаються кількістю обслуговуючого персоналу та тривалістю роботи агрегату. Оскільки посівний комплекс обслуговує один механізатор, затрати праці складуть:

$$T = 1 \cdot 51,2 = 51,2 \text{ люд.-год}$$

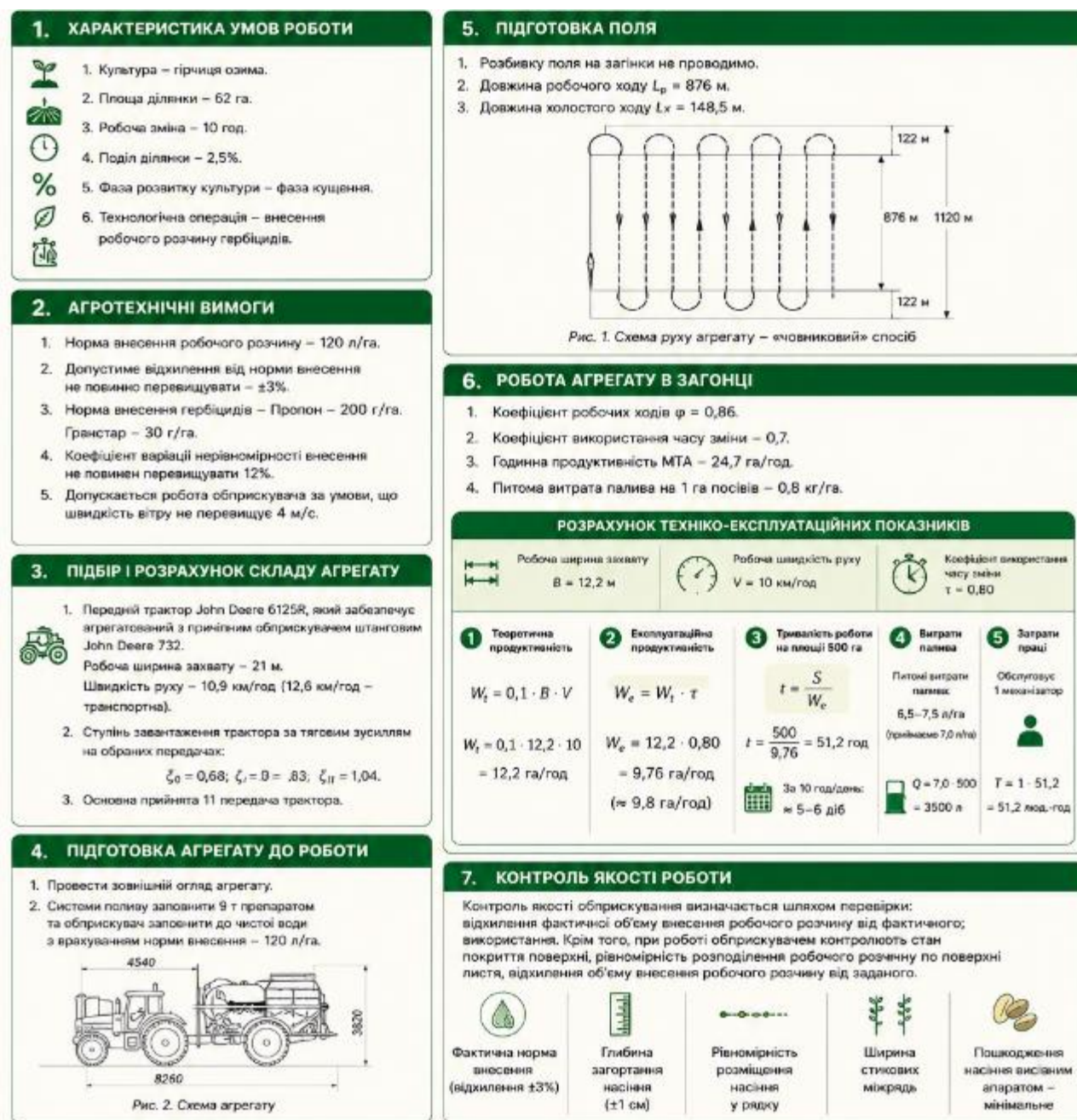


Рисунок 4.1 – Схема виконання технологічної операції – сівба

Для забезпечення високої якості виконання сівби необхідно дотримуватись встановлених агротехнічних вимог. Відхилення фактичної норми висіву від заданої не повинно перевищувати $\pm 3\%$, нерівномірність загортання насіння по глибині – не більше ± 1 см, а пошкодження насіння висівним апаратом повинно

бути мінімальним. Контроль якості роботи агрегату здійснюють шляхом перевірки фактичної глибини загортання насіння, рівномірності розміщення насіння у рядку та дотримання ширини стикових міжрядь.

Використання сучасного посівного комплексу John Deere 1890 із удосконаленими елементами системи подачі насіння дозволяє забезпечити стабільне формування посівного ложа, рівномірне укладання насіння та зменшення втрат вологи в зоні сівби. Це створює сприятливі умови для дружних сходів гірчиці та підвищення її врожайності.

На основі проведених розрахунків сформовано операційно-технологічну карту сівби гірчиці, яка включає обґрунтовані параметри агрегату, режими роботи, продуктивність, витрати палива та затрати праці. Запропонована технологія забезпечує ефективне використання машинно-тракторного агрегату, зниження енерговитрат та підвищення якості виконання посівних робіт.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Під час виконання технологічної операції сівби гірчиці особливу увагу необхідно приділяти питанням охорони праці, техніки безпеки та захисту навколишнього середовища. Використання сучасних високопродуктивних машинно-тракторних агрегатів, зокрема трактора John Deere 8R 340 та пневматичної зернової сівалки John Deere 1890, пов'язане з дією небезпечних виробничих факторів: рухомих механізмів, підвищеного рівня шуму і вібрації, пилу, мастильних матеріалів, а також ризиком травмування під час обслуговування агрегату. Тому виконання посівних робіт повинно здійснюватися відповідно до чинних вимог охорони праці та екологічної безпеки.

До виконання посівних робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, інструктаж з охорони праці, пожежної безпеки та мають посвідчення на право керування трактором відповідної категорії. Механізатор повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту: спецодягом, захисним взуттям, рукавицями, окулярами та респіратором при роботі з протруєним насінням і мінеральними добривами.

Перед початком роботи необхідно провести технічний огляд машинно-тракторного агрегату. Особливу увагу приділяють справності гідравлічної системи, ходової частини, гальмівної системи, освітлення, системи контролю висіву та надійності кріплення робочих органів сівалки. Забороняється експлуатація агрегату при наявності підтікання пального, несправності карданних передач, пошкодженні насіннєпроводів або відсутності захисних кожухів.

Під час агрегування трактора із сівалкою необхідно дотримуватись вимог безпеки при зчіплюванні машин. Зчіпку виконують лише на рівному майданчику при заглушеному двигуні трактора. Забороняється перебування людей між трактором і сівалкою під час подачі трактора назад. Після з'єднання агрегату перевіряють справність гідравлічних та електричних комунікацій, а також надійність фіксації причіпного пристрою.

Завантаження насіння та добрив у бункер сівалки необхідно проводити механізованим способом або із застосуванням спеціальних пристроїв. Під час роботи з протруєним насінням слід уникати потрапляння пилу в органи дихання та на відкриті ділянки шкіри. Забороняється використовувати для посіву насіння без відповідного маркування та сертифікації. Після завершення робіт механізатор повинен вимити руки та обличчя теплою водою з милом, а при роботі з протруєним матеріалом – прийняти душ.

Під час руху агрегату в полі забороняється:

- перебування сторонніх осіб у зоні роботи сівалки;
- очищення сошників, котків або насіннєпроводів під час руху;
- виконання регулювань робочих органів при увімкненому двигуні;
- перевезення людей на сівалці або причіпному обладнанні.

Швидкість руху агрегату повинна відповідати агротехнічним вимогам та умовам поля. На поворотних смугах необхідно знижувати швидкість і уникати різких маневрів, що можуть призвести до перекидання або пошкодження посівного комплексу. Під час транспортування дорогами загального користування слід дотримуватись правил дорожнього руху та використовувати світлову сигналізацію.

Важливим елементом є забезпечення пожежної безпеки під час проведення посівних робіт. Трактор і сівалка повинні бути обладнані вогнегасниками та справними іскрогасниками. Не допускається накопичення рослинних решток на гарячих елементах двигуна та вихлопної системи. Забороняється паління поблизу місць зберігання пального, мастил та насіння.

Особливе значення під час сівби гірчиці має дотримання вимог захисту навколишнього середовища. Сучасні посівні комплекси John Deere 1890 забезпечують можливість виконання сівби за мінімальної або нульової технології обробітку ґрунту, що сприяє зменшенню ерозійних процесів, збереженню вологи та структури ґрунту. Використання удосконаленого заспокоювача насіння сприяє більш точному розміщенню насіння у посівному ложі, що дозволяє зменшити

перевитрати посівного матеріалу та підвищити ефективність використання ресурсів.

Під час виконання сівби необхідно запобігати забрудненню ґрунту та водойм паливно-мастильними матеріалами. Заправлення техніки слід проводити лише у спеціально відведених місцях із використанням справного обладнання. Забороняється зливати залишки пального, мастил або промивних рідин на поверхню ґрунту. Усі відходи технічного обслуговування повинні збиратися у спеціальні ємності та утилізуватися відповідно до екологічних вимог.

З метою зменшення ущільнення ґрунту слід дотримуватись постійної технологічної колії руху агрегату. Рациональне використання широкозахватних посівних комплексів дозволяє скоротити кількість проходів техніки по полю, знизити витрати пального та зменшити викиди шкідливих речовин у атмосферу.

Отже, дотримання вимог охорони праці та екологічної безпеки під час сівби гірчиці забезпечує безпечні умови праці механізатора, зменшує ризик виробничого травматизму, підвищує надійність роботи машинно-тракторного агрегату та сприяє збереженню родючості ґрунтів і навколишнього природного середовища.

6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ УДОСКОНАЛЕНОГО ПОСІВНОГО КОМПЛЕКСУ

Ефективність функціонування сучасних посівних комплексів визначається не лише якістю виконання технологічного процесу, але й рівнем енерговитрат, продуктивністю агрегату, витратами на технічне обслуговування та кінцевим економічним результатом від використання машини. У зв'язку з цим проведено техніко-економічне обґрунтування впровадження удосконаленого посівного комплексу John Deere 1890, обладнаного модернізованим сповільнювачем та заспокоювачем насіння, у порівнянні із базовою конструкцією сівалки.

Основною перевагою удосконаленого посівного комплексу є підвищення рівномірності розміщення насіння у посівному ложі, зменшення його вильоту за межі борозенки та покращення стабільності глибини загортання. Це забезпечує більш дружні сходи гірчиці, зниження втрат насіння та підвищення врожайності культури. Одночасно удосконалена конструкція дозволяє знизити енерговитрати під час сівби за рахунок стабілізації повітряного потоку та зменшення перевантаження висівної системи.

Для проведення економічних розрахунків прийнято наступні вихідні дані: ресурс сівалки до технічного обслуговування – 6000 га; коефіцієнт амортизаційних відрахувань – 0,25; коефіцієнт відрахувань на ремонт і технічне обслуговування – 0,25; балансова вартість додаткового обладнання – 72000 грн; вартість сівалки John Deere 1890 – 8000000 грн. Середню ринкову ціну дизельного палива прийнято на рівні 88,9 грн/л відповідно до актуальних даних паливного ринку України станом на 2026 рік.

Річне навантаження на посівний комплекс приймаємо 5000 га. При цьому базова конструкція сівалки має середні витрати палива 7,0 л/га, тоді як удосконалена конструкція забезпечує зниження питомих витрат до 6,4 л/га за рахунок стабілізації технологічного процесу та зменшення буксування агрегату.

Річні витрати палива для базової конструкції становлять: $Q_1 = 7,0 \times 5000 = 35000$ л.

Для удосконаленого комплексу: $Q_2 = 6,4 \times 5000 = 32000$ л.

Економія дизельного палива становить: $\Delta Q = 35000 - 32000 = 3000$ л.

У грошовому еквіваленті річна економія пального дорівнює: $E_{\text{п}} = 3000 \times 88,9 = 266700$ грн.

З урахуванням коефіцієнта вартості мастильних матеріалів 1,3 загальна економія паливно-мастильних матеріалів становить: $E_{\text{пм}} = 266700 \times 1,3 = 346710$ грн.

Завдяки підвищенню рівномірності висіву та покращенню польової схожості насіння забезпечується приріст урожайності гірчиці в середньому на 0,08 т/га. За середньої врожайності 2,0 т/га та площі посіву 5000 га додатковий валовий збір становить: $\Delta Y = 0,08 \times 5000 = 400$ т.

Середню ринкову ціну насіння гірчиці приймаємо на рівні 20500 грн/т. Тоді вартість додаткової продукції складе: $V_{\text{д}} = 400 \times 20500 = 8200000$ грн.

З урахуванням коефіцієнта чистої продукції 0,8 річний додатковий прибуток становить: $\Pi_{\text{д}} = 8200000 \times 0,8 = 6560000$ грн.

Трудові витрати на виконання посівних робіт визначалися виходячи з експлуатаційної продуктивності агрегату. Для базового варіанту продуктивність становить 9,8 га/год, а для удосконаленого – 10,6 га/год за рахунок стабільнішої роботи висівної системи та зменшення часу на регулювання і очищення сошників.

Трудові витрати базового агрегату: $T_1 = 5000 / 9,8 = 510,2$ люд.-год.

Для удосконаленого комплексу: $T_2 = 5000 / 10,6 = 471,7$ люд.-год.

Економія затрат праці становить: $\Delta T = 510,2 - 471,7 = 38,5$ люд.-год.

За погодинної ставки механізатора 180 грн/год економія фонду оплати праці становить: $E_{\text{зп}} = 38,5 \times 180 = 6930$ грн.

Амортизаційні відрахування на додаткове обладнання визначаються за формулою: $A = 72000 \times 0,25 = 18000$ грн/рік.

Витрати на ремонт і технічне обслуговування: $P = 72000 \times 0,25 = 18000$ грн/рік.

Загальні експлуатаційні витрати на додаткове обладнання складають: $C_e = 18000 + 18000 = 36000$ грн/рік.

Сумарний річний економічний ефект від впровадження удосконаленого посівного комплексу визначається як різниця між додатковим прибутком та експлуатаційними витратами: $E_p = 6560000 + 346710 + 6930 - 36000 = 6877640$ грн.

Строк окупності додаткових капіталовкладень становить: $T_{ок} = 72000 / 6877640 = 0,1$ року, тобто менше одного місяця виробничої експлуатації.

Таблиця 6.1 – Порівняльна економічна ефективність посівних комплексів

Показник	Базова сівалка John Deere 1890	Удосконалений посівний комплекс
Робоча швидкість, км/год	10,0	11,0
Експлуатаційна продуктивність, га/год	9,8	10,6
Витрати палива, л/га	7,0	6,4
Загальні витрати палива на 5000 га, л	35000	32000
Трудові витрати, люд.-год	510,2	471,7
Додатковий приріст урожайності, т/га	—	0,08
Додатковий валовий збір, т	—	400
Вартість додаткової продукції, грн	—	8200000
Амортизаційні відрахування, грн	—	18000
Витрати на ремонт і ТО, грн	—	18000
Річний економічний ефект, грн	—	6877640
Строк окупності, років	—	0,1

Отримані результати свідчать про високу економічну ефективність впровадження удосконаленого посівного комплексу John Deere 1890. Незважаючи на дещо більшу вартість модернізованої конструкції, її використання дозволяє суттєво підвищити якість сівби, знизити витрати пального, скоротити трудові витрати та забезпечити стабільне підвищення врожайності гірчиці. Особливо ефективним застосування модернізованої системи подачі насіння є при роботі на високих швидкостях і за технологіями мінімального або нульового обробітку ґрунту.

ВИСНОВКИ

1. Гірчиця є перспективною олійною культурою з високим експортним потенціалом, добре пристосованою до ґрунтово-кліматичних умов України. Встановлено, що врожайність культури значною мірою залежить від строків сівби, норми висіву та способу посіву. Найкращі результати забезпечують ранні строки сівби, норма висіву 1,5–2,0 млн схожих насінин на гектар і рядковий спосіб сівби з міжряддям 15 см. Використання сучасних посівних комплексів дозволяє підвищити точність висіву, рівномірність загортання насіння та ефективність посівних робіт, що сприяє зростанню врожайності й зниженню виробничих витрат.

2. У результаті розробки плану механізованих робіт обґрунтовано комплекс технологічних операцій і підібрано сучасні машинно-тракторні агрегати для вирощування гірчиці. Встановлено, що використання тракторів John Deere 8335R, John Deere 6155M та посівного комплексу John Deere 1890 забезпечує високу продуктивність, точність сівби та ефективну роботу за мінімального обробітку ґрунту. Розрахунки показали, що загальні витрати палива становлять 57,1 л/га, а затрати праці – 1,20 люд.-год/га. Застосування сучасної ресурсозберігаючої техніки сприяє зниженню виробничих витрат, збереженню ґрунтової вологи та створює умови для отримання стабільно високих урожаїв гірчиці.

3. У результаті досліджень встановлено, що основною причиною погіршення якості сівби пневматичних сівалок є нестабільний рух насіння після виходу з висівного башмака, особливо при високих швидкостях і висіві дрібнонасінневих культур. Аналіз конструкції сівалки John Deere 90 Series показав необхідність удосконалення сповільнювача повітряного потоку та заспокоювача насіння. На основі аналітичних досліджень обґрунтовано раціональні параметри заспокоювача: довжина робочої поверхні – 150 мм, висота встановлення – не більше 0,134 м, форма профілю – параболічна. Запропонована конструкція забезпечує стабілізацію траєкторії руху насіння та підвищує рівномірність його розміщення у посівному ложі.

4. На основі проведених розрахунків сформовано операційно-технологічну карту сівби гірчиці, яка включає обґрунтовані параметри агрегату, режими роботи,

продуктивність, витрати палива та затрати праці. Запропонована технологія забезпечує ефективне використання машинно-тракторного агрегату, зниження енерговитрат та підвищення якості виконання посівних робіт.

5. Результати техніко-економічного розрахунку свідчать про високу економічну ефективність впровадження удосконаленого посівного комплексу John Deere 1890. Незважаючи на дещо більшу вартість модернізованої конструкції, її використання дозволяє суттєво підвищити якість сівби, знизити витрати пального, скоротити трудові витрати та забезпечити стабільне підвищення врожайності гірчиці. Особливо ефективним застосування модернізованої системи подачі насіння є при роботі на високих швидкостях і за технологіями мінімального або нульового обробітку ґрунту.

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. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.

8. Алієв Е. Б., Безверхній П. Є. Перспективні напрями розвитку машин для АПК / Е. Б. Алієв, П. Є. Безверхній // Шляхи інноваційного розвитку агропробництва в Україні : матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. – Рівне, 2022. – С. 88–89.

9. 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.

10. Блащук М., Тетерещенко Н. Вплив елементів технології на продуктивність гірчиці білої сорту Запоріжанка за умов нестійкого зволоження / М. Блащук, Н. Тетерещенко // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2017. – № 24. – С. 146–155.

11. Блащук М., Тетерещенко Н. Вплив строків сівби та доз мінеральних добрив на продуктивність гірчиці білої / М. Блащук, Н. Тетерещенко // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2014. – № 21. – С. 65–74.

12. Буділка Г., Журавель В. Оцінка зразків гірчиці сизої озимої за комплексом господарсько цінних ознак / Г. Буділка, В. Журавель // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2019. – № 28. – С. 55–62.

13. Велкова Н. Використання вихідного матеріалу в селекції гірчиці білої на вміст жиру у насінні / Н. Велкова // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2009. – № 14. – С. 103–108.

14. Жернова Н. Вплив елементів технології на продуктивність гірчиці сарептської сорту Світлана / Н. Жернова // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2009. – № 14. – С. 143–149.

15. Журавель В. Використання морфологічних мутантів при створенні нових сортів гірчиці сизої / В. Журавель // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2014. – № 20. – С. 107–111.
16. Журавель В. Селекційна цінність зразків гірчиці білої, створених методом хімічного мутагенезу / В. Журавель // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2009. – № 14. – С. 114–119.
17. Журавель В., Буділка Г. Ефективність використання добору при створенні сортів гірчиці білої / В. Журавель, Г. Буділка // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2016. – № 23. – С. 51–55.
18. Журавель В., Комарова І., Буділка Г. Перспективи створення сортів озимої гірчиці різних напрямів використання / В. Журавель, І. Комарова, Г. Буділка // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2014. – № 21. – С. 46–50.
19. Журавель В. М., Ведмедева К. В., Буділка Г. І. Успадкування ознак забарвлення листка та квітки у *Brassica juncea* L. / В. М. Журавель, К. В. Ведмедева, Г. І. Буділка // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2024. – № 37. – С. 43–52. DOI: 10.36710/IOC-2024-37-05.
20. Кириченко М. О. Урожайність насіння гірчиці сарептської за різних варіантів сполучення норми висіву насіння та ширини міжрядь / М. О. Кириченко // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2024. – № 36. – С. 93–104. DOI: 10.36710/IOC-2024-36-08.
21. Кириченко М. О., Рожков А. О. Динаміка формування вегетативної маси гірчиці сарептської за різних варіантів поєднання норми висіву та ширини міжрядь / М. О. Кириченко, А. О. Рожков // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2023. – № 35. – С. 75–88.
22. Коваленко С. Вплив добрив та рістрегулюючих препаратів на продуктивність гірчиці сарептської / С. Коваленко // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2009. – № 14. – С. 150–156.
23. Козаченко О., Алієв Е., Бакум М., Михайлов А., Крекот М. Обґрунтування ефективності використання віброфрикційного сепаратора при

підготовці насіннєвого матеріалу гірчиці / О. Козаченко, Е. Алієв, М. Бакум, А. Михайлов, М. Крекот // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2021. – № 31. – С. 142–151.

24. 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.

25. Кузьменко О. Р., Гайдаш Є. В., Белка О. В. Сортові ресурси та виробництво гірчиці в Україні / О. Р. Кузьменко, Є. В. Гайдаш, О. В. Белка // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2025. – № 39. – С. 230–240. DOI: 10.36710/IOC-2025-39-19.

26. Наумкін В., Велкова Н. Видовий склад комах на посівах гірчиці білої / В. Наумкін, Н. Велкова // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2009. – № 14. – С. 188–195.

27. Поляков О., Вахненко С., Нікітенко О., Вендель В. Особливості формування продуктивності гірчиці ярої під впливом мінеральних добрив за різних норм висіву / О. Поляков, С. Вахненко, О. Нікітенко, В. Вендель // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2016. – № 23. – С. 155–161.

28. Поляков О., Нікітенко О., Вендель В. Особливості формування продуктивності гірчиці ярої під впливом стимуляторів росту за різних способів сівби / О. Поляков, О. Нікітенко, В. Вендель // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2017. – № 24. – С. 181–187.

29. Чехов А., Жернова Н. Технологічні аспекти вирощування гірчиці білої в умовах південного Степу України / А. Чехов, Н. Жернова // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – 2009. – № 14. – С. 238–247.

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

ДОДАТКИ

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

Удосконалення використання техніки при вирощуванні гірчиці з розробкою операційної технології сівби

Демонстраційний матеріал до дипломного проекту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-2-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»
Плешивенко Данило Дмитрович

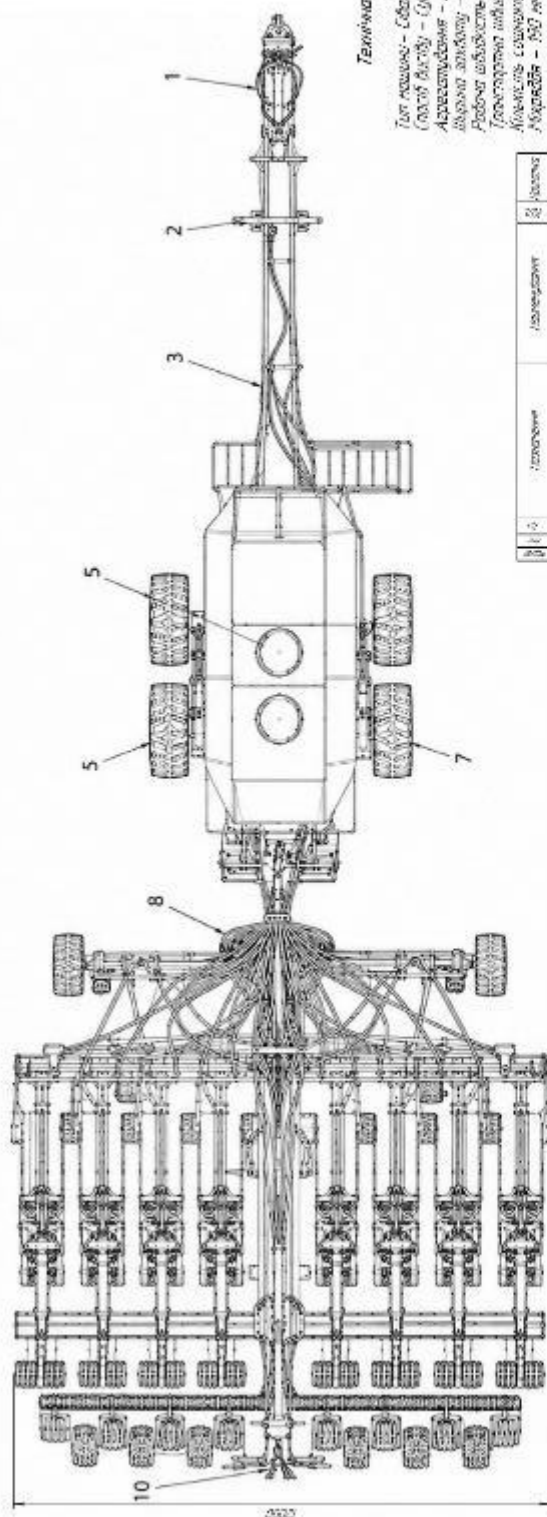
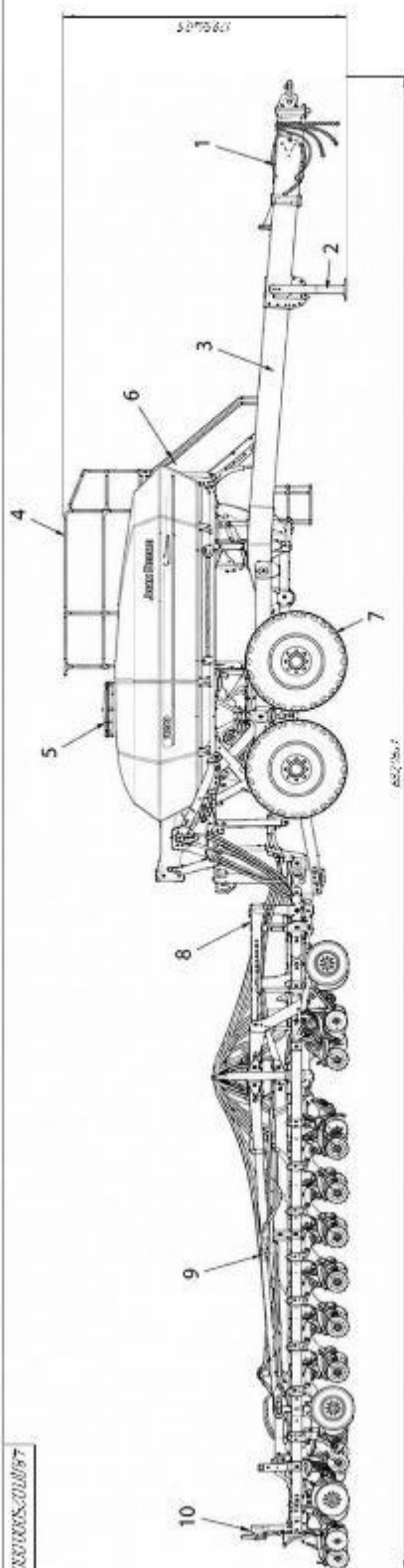
Керівники: к.т.н., доц.

Деркач Олексій Дмитрович

Д.т.н., доц.

Горобець Володимир Леонідович

Дніпро, 2026



Техническое задание на разработку

উপস্থাপনা - উদ্ভিদে জলীয় পদার্থের
গতির ধারা - (উদ্ভিদ) গবেষণা

המחלקה לבריאות הציבור – רמת גן

www.elsevier.com/locate/jmb

$$N^{\text{eff}} = f_{\text{eff}} N^{\text{eff}}_{\text{eff}} + f_{\text{eff}} N^{\text{eff}}_{\text{eff}}$$

6888/6889 - 6890/6891
 6892/6893 - 6894/6895

[illegible]

FINANCIALS CONTINUED - 60-57

1997-1998

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

ТАШКЕНТ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ - 22-

Содержание: 1. Введение. 2. Описание системы. 3. Анализ требований. 4. Проектирование. 5. Реализация. 6. Тестирование. 7. Заключение. 8. Литература.

0000-0000-0000-0000

7/20/2007 10:08 AM

7-20-2000

[illegible]

המחיר הנמוך ביותר של המוצר הוא 10 שקלים, והמחיר הגבוה ביותר הוא 150 שקלים.

Sl. No.	NAME	ADDRESS	DATE	REMARKS
1	450/1028/10/10/2			
2	450/1028/10/10/2			
3	450/1028/10/10/2			
4	450/1028/10/10/2			
5	450/1028/10/10/2			
6	450/1028/10/10/2			
7	450/1028/10/10/2			
8	450/1028/10/10/2			
9	450/1028/10/10/2			
10	450/1028/10/10/2			

[illegible]

