

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 208 Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

агроінжинірингу

_____ Шуляк М.Л.

“10” вересня 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Мохні Владиславу Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Обґрунтування складу машинного агрегату для посіву соняшнику з удосконаленням конструкції висівного апарату в умовах ФГ «Здольщина» Конотопського району Сумської області

керівник роботи: ст. викладач Сировицький К.Г.,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “10” 10 2024 року № 3483/ос

2. Строк подання здобувачем роботи: “01” 06 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Нормативно-технічна документація по розробці механізованих технологічних процесів у рослинництві. 2. Науково-технічна література. 3. Літературні джерела інформації та Інтернет ресурси

4. Методичні рекомендації до виконання проекту (роботи)

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ. 1. Аналіз господарської діяльності ФГ «Здольщина» Конотопського району Сумської області. 2. Технологічна частина. 3. Технологічні розрахунки машино-тракторного агрегату для посіву соняшника. 4. Удосконалення конструкції пневмомеханічного висівного апарату. 5. Охорона праці. 5 Економічна частина. Загальні висновки. Список використаних джерел.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: 1. Характеристика діяльності господарства (А1). 2. Технологічна карта вирощування (А1). 3 Операційна карта посіву (А1). 4. Висівний апарат (А1). 5. Збірне креслення та деталювання (А1)

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Економічна частина			

7. Дата видачі завдання: “ ___ ” _____ 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Обрання теми	04.09.2024-10.09.2024	
2.	Збір інформації про діяльність господарства	11.09.2024-30.09.2024	
3.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	02.10.2024-02.12.2024	
4.	Складання плану роботи	04.12.2024-09.12.2024	
5.	Написання вступу	11.12.2024-18.12.2024	
6.	Підготовка розділу «Аналіз господарської діяльності господарства»	19.12.2024-09.01.2025	
7.	Підготовка розділів «Технологічна частина»,	10.01.2025-21.02.2025	
8.	Підготовка розділу «Удосконалення конструкції пневмомеханічного висівного апарата»	22.02.2025-10.04.2025	
9.	Підготовка розділу «Охорона праці»	11.04.2025-17.04.2025	
10.	Підготовка розділу «Економічна частина»	18.04.2025-30.04.2025	
11.	Написання загальних висновків	01.05.2025-09.05.2025	
12.	Подання роботи на перевірку унікальності	до 10.05.2025	
13.	Подання роботи до експертної ради факультету	до 13.05.2025	
14.	Подання роботи на рецензування	до 20.05.2025	
15.	Подання до попереднього захисту	до 27.05.2025	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Мохня В.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник
кваліфікаційної роботи _____
(підпис)

Сировицький К.Г.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Мохня В.В. **Обґрунтування складу машинного агрегату для посіву соняшнику з удосконаленням конструкції висівного апарату в умовах ФГ «Здольщина» Конотопського району Сумської області.** Кваліфікаційна (бакалаврська) робота на здобуття ступеня бакалавра за спеціальністю 208 Агроінженерія. – СНАУ. - Суми.- 2025, 44 с.

Кваліфікаційна (бакалаврська) робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 26 найменування та додатків. Загальний обсяг роботи становить 44 сторінки, на яких представлено 5 таблиць, 10 рисунків, 3 додатки та 5 аркушів графічної частини формату А1.

Кваліфікаційна робота присвячена актуальній проблемі підвищення ефективності виробництва соняшнику шляхом оптимізації та модернізації технологічного процесу його посіву. В умовах сучасного аграрного виробництва, де кожен фактор впливає на кінцеву рентабельність, забезпечення високої якості посіву є ключовим для формування високих та стабільних врожаїв. У роботі проведено всебічний аналіз господарської діяльності ФГ «Здольщина». Проаналізовано структуру землекористування, посівні площі та наявний склад машино-тракторного парку, що дозволило визначити поточні можливості та існуючі вузькі місця в технологічному процесі. Вивчено технологічні особливості вирощування соняшнику, що є основою для розуміння вимог до посівного агрегату. Розглянуто принципи комплектування машинного агрегату для посіву соняшнику, включаючи вибір трактора, сівалки та додаткового обладнання, а також аспекти підготовки агрегату до роботи з урахуванням специфіки культури та польових умов. Виконано технологічні розрахунки машино-тракторного агрегату для посіву соняшнику. Ці розрахунки є критично важливими для обґрунтування оптимального складу агрегату, визначення його продуктивності, енергоємності та відповідності агротехнічним вимогам. Обґрунтовано принципи та напрямки модернізації апарату, які включають оптимізацію системи подачі насіння, покращення системи регулювання глибини висіву та вдосконалення системи управління. Проведені конструкторські розрахунки параметрів модернізованого апарату дозволили значно оптимізувати

його характеристики, зокрема знизити металомісткість, енергоємність та собівартість виготовлення. Обґрунтовано, що вдосконалення конструкції сприятиме зниженню енерговитрат та економії ресурсів за рахунок зменшення втрат під час посіву та оптимізації розподілу ресурсів на полі. Проведено економічну оцінку запропонованої модернізації, яка підтверджує важливість проведеного вдосконалення та можливість його впровадження у виробництво

Ключові слова: соняшник, посівний агрегат, висівний апарат, пневмомеханічний, дозуючий диск, прокладка зі змінною шириною прорізів

ABSTRACT

Mokhnia V.V. Justification of the Composition of a Machine Unit for Sunflower Sowing with Improvement of the Seeding Unit Design in the Conditions of "Zdolshchyna" Farm in Konotop District, Sumy Region. Qualification (Bachelor's) Thesis for the Bachelor's degree in Specialty 208 Agroengineering. – SNAU. - Sumy. - 2025, 44 p.

The qualification (Bachelor's) thesis consists of an introduction, five chapters, general conclusions, a list of 26 references, and appendices. The total volume of the work is 44 pages, which include 5 table, 10 figures, 3 appendices and 5 sheets of A1 graphic part.

The qualification thesis is devoted to the relevant issue of improving the efficiency of sunflower production through the optimization and modernization of the technological sowing process. In the context of modern agricultural production, where every factor affects final profitability, ensuring high-quality sowing is crucial for achieving high and stable yields.

The study presents a comprehensive analysis of the economic activity of the private farm "Zdolshchyna". The structure of land use, sown areas, and the available machine and tractor fleet are analyzed, allowing for the identification of current capabilities and existing bottlenecks in the technological process.

The technological features of sunflower cultivation are examined, providing a basis for understanding the requirements for the sowing unit. The principles of

assembling a machine unit for sunflower sowing are considered, including the selection of the tractor, seeder, and additional equipment, as well as aspects of preparing the unit for operation, taking into account the specific characteristics of the crop and field conditions.

Technological calculations for the machine and tractor unit used for sunflower sowing have been carried out. These calculations are critical for justifying the optimal composition of the unit, determining its productivity, energy consumption, and compliance with agrotechnical requirements.

The principles and directions for the modernization of the seeding apparatus have been substantiated. These include optimizing the seed feeding system, improving the seeding depth regulation system, and enhancing the control system. The design calculations of the parameters of the modernized apparatus have significantly optimized its characteristics, particularly reducing its metal consumption, energy intensity, and manufacturing cost.

It has been substantiated that the improved design will contribute to reduced energy consumption and resource savings by minimizing losses during sowing and optimizing resource distribution in the field. An economic assessment of the proposed modernization has been conducted, confirming the importance of the improvements and the feasibility of implementing them in production.

Keywords: sunflower, sowing unit, seeding mechanism, pneumo-mechanical, metering disk, gasket with variable slot width

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз господарської діяльності ФГ «Здольщина» Конотопського району Сумської області	8
1.1 Розташування та природно-кліматичні умови господарства ...	8
1.2 Землекористування, структура посівних площ та склад машино-тракторного парку.....	9
1.3 Задачі кваліфікаційної роботи.....	12
2 Технологічна частина.....	14
2.1 Технологічні особливості вирощування соняшнику.....	14
2.2 Комплектування і підготовка агрегату до роботи	17
2.3 Технологічні розрахунки машино-тракторного агрегату для посіву соняшника.....	20
3 Удосконалення конструкції пневмомеханічного висівного апарата.....	27
3.1 Обґрунтування конструкції пневмомеханічного висівного апарата.....	27
3.2 Переваги удосконалення пневмомеханічного висівного апарату	30
3.3 Обґрунтування актуальності удосконаленої конструкції пневмомеханічного висівного апарату	31
4 Охорона праці.....	36
4.1 Загальні вимоги безпеки.....	36
4.2 Охорона праці під час експлуатації.....	36
4.3 Охорона праці оцінка проекту при обслуговуванні та ремонті..	37
5 Економічна частина.....	38
Загальний висновок.....	40
Список літературних джерел.....	42
Додатки	

ВСТУП

Агропромисловий комплекс України є однією з ключових галузей економіки, а вирощування олійних культур, зокрема соняшнику, займає в ньому провідне місце. Соняшник є стратегічно важливою культурою, яка забезпечує значну частку експортного потенціалу країни та є сировинною базою для харчової промисловості. Збільшення обсягів виробництва соняшнику та підвищення його рентабельності є постійним завданням для аграріїв. Однак досягнення високих і стабільних врожаїв цієї культури значною мірою залежить від суворого дотримання технології вирощування, ключовим елементом якої є якість посіву.

Якість посіву, що включає точність висіву насіння, рівномірність його розподілу в рядку та оптимальну глибину загортання, безпосередньо впливає на формування оптимальної густоти стояння рослин, їхній подальший розвиток та, зрештою, на кінцеву врожайність. Недоліки в посівному процесі призводять до нерівномірних сходів, конкуренції між рослинами за ресурси та значних втрат врожаю. У зв'язку з цим, обґрунтування оптимального складу машинного агрегату та вдосконалення конструкції його ключових робочих органів набуває особливої актуальності.

Фермерське господарство «Здольщина» Конотопського району Сумської області, як і більшість сільськогосподарських підприємств України, прагне до підвищення ефективності виробництва. Аналіз господарської діяльності ФГ «Здольщина» показав, що оптимізація посівного процесу соняшнику є одним з перспективних напрямків для збільшення прибутковості.

Метою даної кваліфікаційної роботи є обґрунтування оптимального складу машинного агрегату для посіву соняшнику та удосконалення конструкції пневмомеханічного висівного апарату в умовах ФГ «Здольщина» з метою підвищення якості посіву, врожайності та зниження виробничих витрат.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **задачі**:

1. Проаналізувати господарську діяльність ФГ «Здольщина», природно-кліматичні умови, землекористування та склад машино-тракторного парку.

2. Вивчити технологічні особливості вирощування соняшнику та вимоги до посівного агрегату.

3. Виконати технологічні розрахунки для обґрунтування складу машино-тракторного агрегату.

4. Обґрунтувати та розробити удосконалену конструкцію пневмомеханічного висівного апарату.

5. Розглянути питання охорони праці при виконанні посівних робіт.

6. Здійснити економічну оцінку запропонованих удосконалень.

Результати дослідження матимуть практичне значення для ФГ «Здольщина» та інших сільськогосподарських підприємств, що займаються вирощуванням соняшнику, сприяючи підвищенню їхньої конкурентоспроможності та сталому розвитку.

1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ФГ «ЗДОЛЬЩИНА» КОНОТОПСЬКОГО РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Розташування та природно-кліматичні умови ФГ «ЗДОЛЬЩИНА»

Фермерське господарство «Здольщина» засновано 21 березня 2005 року та розташоване в селі Вознесенка, Буринського району, Сумської області, це північний схід України.

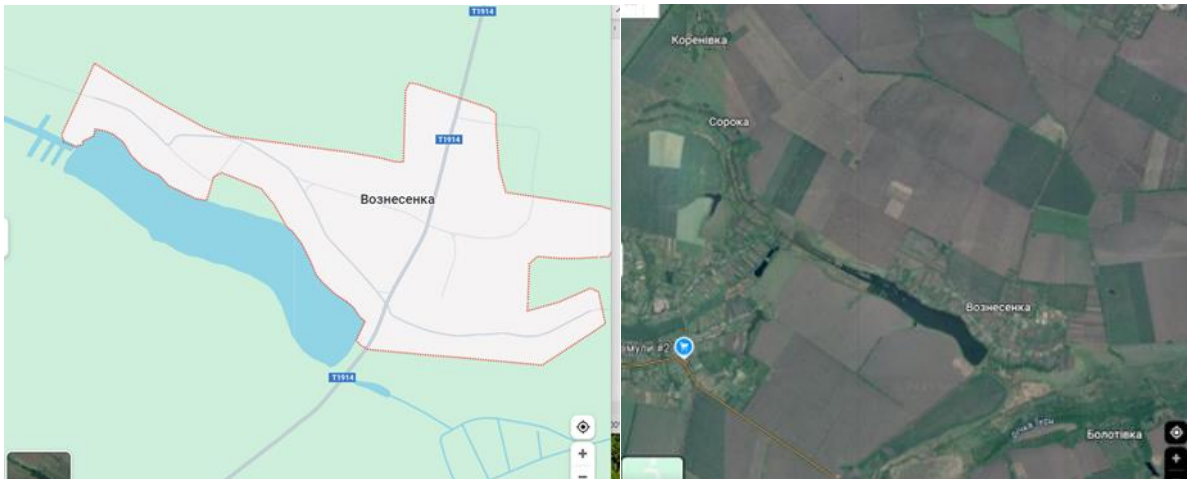


Рисунок 1.1 – Розташування ФГ «Здольщина»

Природно-кліматичні умови регіону сприяють розвитку сільськогосподарського виробництва. Клімат помірно-континентальний, з теплим літом і помірно холодною зимою. Середньорічна кількість опадів становить близько 550-600 мм, що є оптимальним для вирощування основних культур господарства. Ґрунти представлені в основному чорноземами, які характеризуються високою родючістю та хорошими агрофізичними властивостями.

Температурний режим також сприяє вирощуванню культур: середня температура повітря в літній період становить $+18...+25^{\circ}\text{C}$, а в зимовий період $-5...-10^{\circ}\text{C}$. Однак можливі сезонні коливання температур, що впливають на строки проведення польових робіт та агротехнічні заходи.

Таблиця 1.1 – Середньомісячні температури в град С

Температура	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня	-7,7	-6,4	-1,1	7,9	14,9	18,0	19,2	18,2	13,0	6,6	0,6	- 4,1	6,6
Денна максимальна	-3	-3	2	12	19	22	23	22	17	10	2	-1	10
Нічна мінімальна	-10	-9	-3	3	9	13	14	13	8	3	-1	-6	3

З 2022 року на території прикордонних районів Сумської області проходять бойові дії, що впливає на господарську діяльність регіону, а отже і фермерського господарства «Здольщина». Це призводить до певних обмежень у виробничому процесі, необхідності адаптації агротехнічних заходів та забезпечення безпеки працівників у сільськогосподарському секторі.

1.2 Землекористування, структура посівних площ та склад машино-тракторного парку

ФГ «Здольщина» володіє земельним банком у розмірі 500 гектарів. Землекористування господарства орієнтоване на рослинництво, зокрема вирощування зернових та олійних культур.



Рисунок 1.2 – Діаграма структури земельних угідь ФГ «Здольщина»

Фермерське господарство у своєму активі має посівні площі. своєму активі має посівні площі. В таблиці 1.2 показані сільськогосподарські культури, які вони вирощують та показники врожайності цих культур за 2024 рік.

Таблиця 1.2 - Структура посівних площ і врожайність основних сільськогосподарських культур

Культура	2024 рік	Врожайність
	га	ц/га
Зернові та зернобобові культури		
- пшениця озима	140	51
-ячмінь ярий	60	31
- соя	55	20
- кукурудза	30	42
Технічні та масляничні культури		
-соняшник	125	25
-ріпак озимий	46	34
Кормові культури		
- багаторічні трави	16	90
- Однорічні трави	9	35



Рисунок 1.3– Діаграма структури земельних площ ФГ «Здольщина»

Машинно-тракторний парк господарства включає сучасні трактори, сівалки, комбайни та допоміжну техніку, необхідну для повного циклу польових робіт. Основний парк техніки показаний в таблицях 1.4.і 1.5

Таблиця 1.4 – Машино-тракторний парк

Марка	Ефективна потужність, кВт	Кількість, шт.	Сумарна ефективна потужність, кВт
Колісні:			
MF 8480	210	1	210
МТЗ – 80/82	75	3	225
Т – 25М	25	1	25
ДТ – 75М	75	1	75
Навантажувач New Holland LM732	75	1	75
Всього	460	7	610

Таблиця 1.5 – Наявність комбайнів, сільськогосподарських машин

Назва	Марка	Кількість
1	2	3
Зернозбиральні комбайни	Комбайн MF 7274 Cerea	1
Плуги	ПЛН – 5 – 35, (ПЛН – 3 – 35)	3 (2)
Борони	БЗП-15,2	36
	Дискова Wil- Rich DOT31 (9.45т)	1
Культиватори	DC III	2
	Wil- Rich Excel (11,9 т)	2
Розкидачі мінеральних добрив	МБУ-0,5	1
Самохідний обприскувач	Nitro	1
	Apache AS 1010	1
Причіпний обприскувач	Bagdam	
Сівалки	УПС-8	1
	СЗ – 5,4	1
	СЗТ – 3,6	1
	СПП – 4,2	1
Жатки	ЖВП– 4,9	1
Косарки	КС – 2,1	1
Зерноочисні машини	ОВП - 20	1
	ПСМ - 25	1
Причепи тракторні	2ПТС – 4	2
	ПТС – 6	1

Господарство активно впроваджує сучасні технології точного землеробства, що включає використання GPS-навігації, паралельного водіння, а також системи автоматичного контролю висіву та внесення добрив. Це сприяє

підвищенню ефективності використання техніки та ресурсів, зменшенню витрат пального та добрив, а також покращенню врожайності культур.

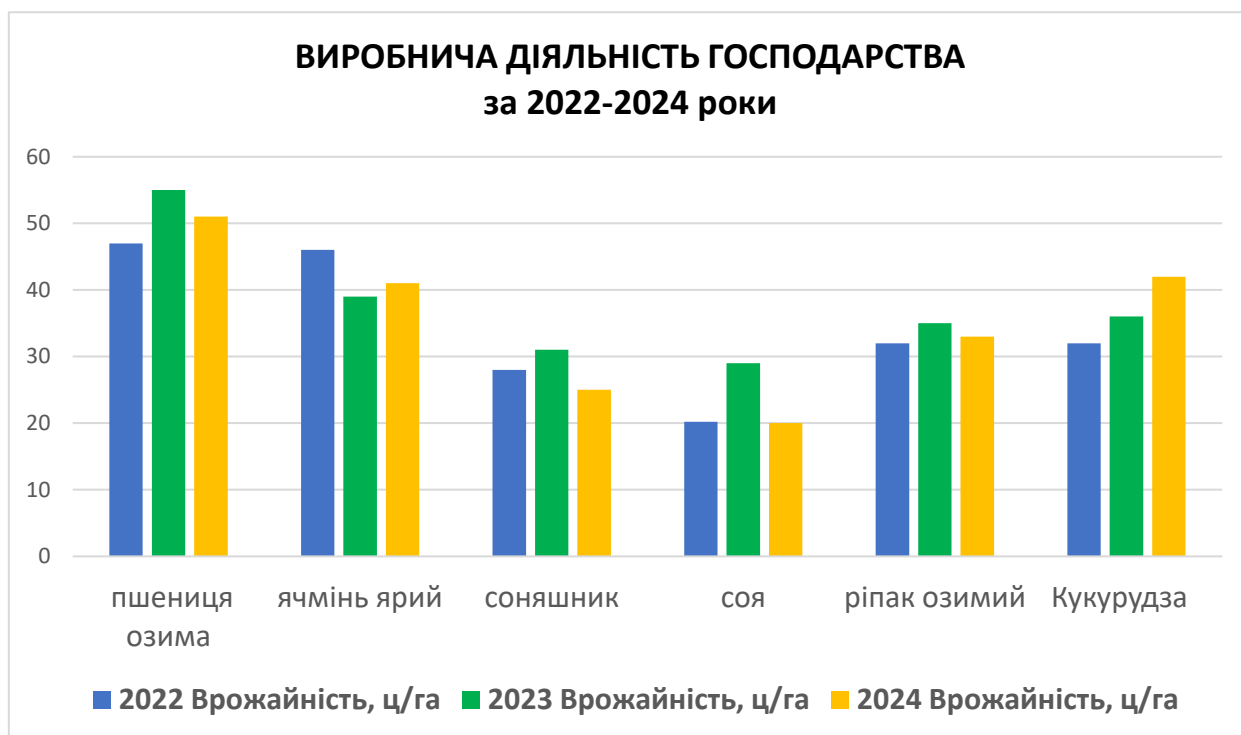


Рисунок 1.4– Діаграма виробничої діяльності ФГ «Здольщина»

1.3 Задачі кваліфікаційної роботи

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування складу машинного агрегату для посіву соняшнику та удосконалення конструкції висівного апарату в умовах ФГ «Здольщина». Враховуючи специфіку господарства, поставлені наступні задачі:

1. Провести аналіз існуючих технологій посіву соняшнику та оцінити ефективність наявних сівалок.
2. Визначити оптимальний склад машинного агрегату для посіву соняшнику з урахуванням агротехнічних вимог і природно-кліматичних умов регіону.
3. Запропонувати конструктивне удосконалення висівного апарату для підвищення рівномірності висіву, зниження пошкодження насіння та забезпечення точного дотримання заданої норми висіву.
4. Оцінити економічну ефективність впровадження запропонованого вдосконалення у виробничий процес.

5. Розробити рекомендації щодо оптимізації посівного процесу в умовах ФГ «Здольщина» для підвищення врожайності та ефективності використання ресурсів.

6. Визначити вплив запропонованих технологічних змін на продуктивність сівалки, якість висіву та економічні показники господарства.

Завдання кваліфікаційної роботи спрямовані на підвищення ефективності технологічного процесу посіву соняшнику за рахунок впровадження новітніх технічних рішень та вдосконалення роботи машинно-тракторного агрегату.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Технологічні особливості вирощування соняшнику

Соняшник є однією з основних олійних культур, що вирощуються в Україні, завдяки високій продуктивності, адаптивності до різних ґрунтово-кліматичних умов та стабільному попиту на олію та побічну продукцію. Умови ФГ «Здольщина» Конотопського району Сумської області сприятливі для вирощування цієї культури, проте для досягнення високих показників урожайності необхідно дотримуватись комплексу технологічних заходів, що охоплюють підготовку ґрунту, вибір насіння, сівбу, догляд за посівами та збирання врожаю. Наприклад, якщо нерівномірно розмістити рослину у рядку, то це приведе до не правильної освітленості соняшнику, що вплине на врожайність. На рис. 2.1 показана діаграма залежності густоти посіву на висоту та діаметр соняшника [8,13].

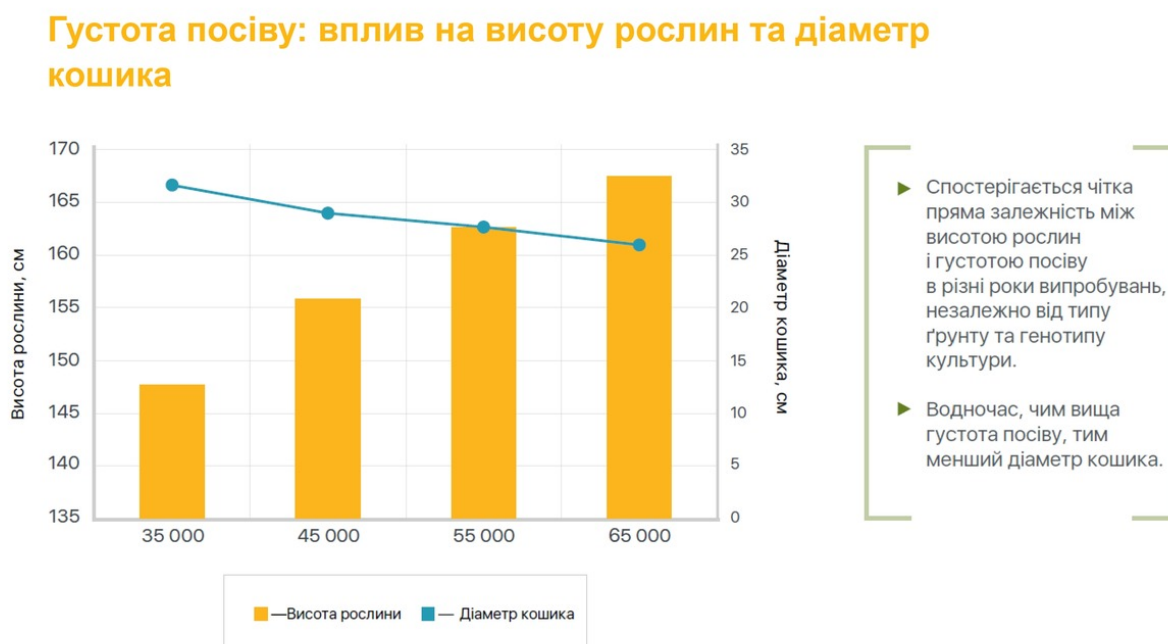


Рисунок 2.1 - Залежність густоти посіву на висоту та діаметр соняшника

Вимоги до ґрунтово-кліматичних умов

Соняшник є культурою, що добре адаптується до різних ґрунтово-кліматичних умов, однак максимальна продуктивність досягається на чорноземах, каштанових і темно-каштанових ґрунтах із достатнім рівнем вологи

та поживних речовин. Конотопський район характеризується помірним кліматом, середньорічною кількістю опадів 550–600 мм та родючими чорноземами, що створює сприятливі умови для вирощування соняшнику.

Соняшник – теплолюбна культура, його насіння проростає за температури ґрунту не нижче +6...+8°C, а оптимальною температурою для росту та розвитку є +20...+25°C. Критичним періодом у розвитку соняшнику є фаза цвітіння та формування насіння, коли потреба у волозі значно зростає. Водночас культура має добре розвинену кореневу систему, що дозволяє використовувати запаси ґрунтової вологи з глибини до 2–3 м. [7].

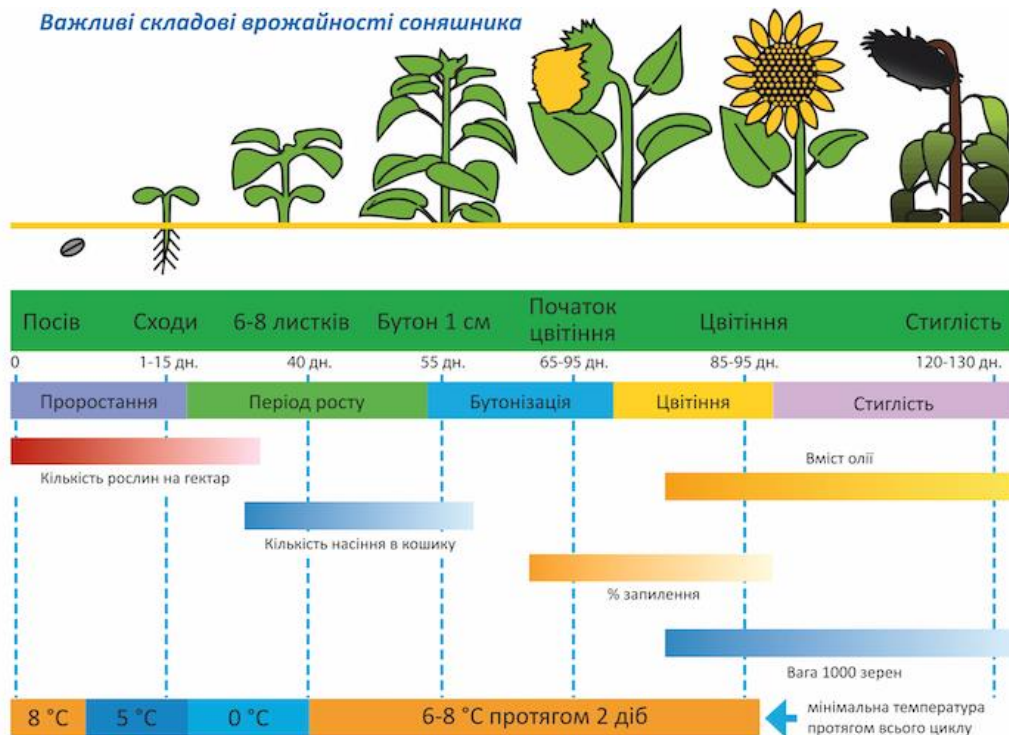


Рисунок 2.2 - Важливі складові врожайності соняшнику та їх взаємозв'язок з фазами розвитку

Підготовка ґрунту

Для успішного вирощування соняшнику важливим є правильний вибір попередника, обробіток ґрунту та забезпечення оптимальних умов для проростання насіння. Найкращими попередниками є озима пшениця, ячмінь, кукурудза на силос, зернобобові культури. Недоцільно сіяти соняшник після ріпаку, сої чи іншого соняшнику через ризик накопичення збудників хвороб і виснаження ґрунту.

Основний обробіток ґрунту включає оранку на глибину 25–30 см або мінімальний обробіток з глибоким рихленням. Навесні проводиться передпосівний обробіток ґрунту – боронування та культивуація для збереження вологи та створення дрібногрудкуватої структури посівного шару.

Вибір насіння та підготовка до сівби [7,15]

Важливим етапом є вибір гібридів соняшнику, адаптованих до умов Конотопського району. Пріоритет надається високоврожайним гібридам із підвищеною стійкістю до посухи, хвороб (фомозу, фомопсису, білої та сірої гнилі) та вовчка соняшникового. Перед сівбою насіння протруюють фунгіцидами та інсектицидами для захисту від хвороб і шкідників.

Технологія сівби [9,16,17]

Сівбу соняшнику проводять за температури ґрунту не нижче +8...+10°C, що зазвичай припадає на кінець квітня – початок травня. Оптимальна глибина загортання насіння – 5–7 см, залежно від типу ґрунту та його вологості. Густота стояння рослин залежить від вибраного гібриду та умов вирощування і становить у середньому 50–60 тис. рослин на 1 га.

Догляд за посівами [9,18]

Догляд за посівами включає міжрядний обробіток для розпушування ґрунту та знищення бур'янів, а також застосування гербіцидів, інсектицидів і фунгіцидів у разі необхідності. Система захисту включає внесення ґрунтових гербіцидів для контролю бур'янів, а також використання страхових гербіцидів у фазі 2–4 листків культури [10].

Таблиця 2.1 – Вплив агротехнічних прийомів догляду за посівами соняшнику

Прийоми догляду	Ширина міжрядь, см			
	15		70	
	температура ґрунту 8-10°C	температура ґрунту 14-16°C	температура ґрунту 8-10°C	температура ґрунту 14-16°C
механізований*	2,74	2,60	2,49	2,27
механізований + гербіцид	2,77	2,74	2,61	2,41
без догляду	2,20	2,12	1,93	1,82

* Примітка: боронування по сходах + 2 міжрядні обробітки на широкорядних посівах

Захист від шкідників (соняшникової вогнівки, попелиці, дротяників) передбачає застосування інсектицидів за перевищення економічного порогу шкідливості. Для профілактики хвороб здійснюють обприскування посівів фунгіцидами на початкових стадіях розвитку культури [10].

У посівах соняшника потрібно контролювати

Основні бур'яни у посівах соняшника	Пирій повзучий, мишій зелений, амброзія полинолиста, гірчак в'юнковий, будяк, молочай, лобода біла, плоскуха звичайна
Основні шкідники соняшника	Павутинний кліщ, попелиця, табачний трипс, клопи, коники, сірий буряковий та чорний довгоносики, кукурудзяна чернотілка, соняшниковий вусач, соняшникова міль, лучний метелик, озима совка
Основні хвороби соняшника	Біла гниль, сіра гниль, борошнеста роса, несправжня борошнеста роса, іржа, аскохітоз, фузаріоз, альтернаріоз, зелена та жовта вірусні мозаїки
Основний паразит соняшника	Вовчок

Збирання врожаю

Оптимальні строки збирання соняшнику настають при досягненні вологості насіння 10–12%. Запізнення зі збиранням призводить до втрат урожаю через осипання насіння та пошкодження хворобами. Збирання здійснюють комбайнами, оснащеними спеціальними пристроями для зменшення втрат. Після збирання врожаю насіння проходить очищення та сушіння до вологості 7–8% для тривалого зберігання [10].

Таким чином, дотримання технологічних вимог до вирощування соняшнику в умовах ФГ «Здольщина» сприяє отриманню високої врожайності та стабільної якості продукції, що є основою економічної ефективності господарства.

2.2 Комплектування і підготовка агрегату до роботи [1, 3]

Для виконання посіву соняшника обрано машинно-тракторний агрегат у складі трактора МТЗ-82 та сівалки УПС-8 (див. рис.2.3). Даний агрегат забезпечує рівномірний висів насіння з оптимальним інтервалом між насіннями та необхідною глибиною загортання.



Рисунок 2.3- Підготовка машино-тракторного агрегату МТЗ 82+ УПС-8 до роботи

Перед початком роботи агрегат проходить обов'язкову підготовку, що включає:

- Перевірку технічного стану трактора та сівалки – контроль рівня мастильних матеріалів, стану робочих органів, тиску в шинах тощо.
- Регулювання сівалки – встановлення глибини загортання насіння, калібрування дозуючого механізму та налаштування висівних апаратів.
- Комплектацію трактора необхідним баластом – у разі необхідності для забезпечення оптимального зчеплення з ґрунтом.
- Вибір робочої швидкості руху агрегату – визначення відповідних передач трактора та розрахунок теоретичних швидкостей.

Підготовка машинно-тракторного агрегату для посіву соняшника є важливим етапом, який включає кілька послідовних операцій. Від правильної підготовки залежить рівномірність висіву, точність дотримання заданої норми висіву, а також загальна продуктивність роботи.

Вибір трактора та сівалки

Для виконання посіву соняшника обрано трактор МТЗ-82, який має достатню потужність та прохідність для роботи на підготовленому полі з кутом

підйому 5%. Він агрегується із сівалкою УПС-8 (універсальна пневматична сівалка), яка дозволяє здійснювати точний висів насіння соняшника з регульованими параметрами.

Основні характеристики агрегату:

- Трактор: МТЗ-82
 - Потужність: 60 к.с. (44,1 кВт)
 - Швидкість руху під час посіву: 6-8 км/год
 - Маса без баласту: 3,77 т
 - Ширина колії: 1500 мм
- Сівалка: УПС-8
 - Кількість рядків: 8
 - Міжряддя: 70 см
 - Робоча швидкість: 6-8 км/год
 - Продуктивність: до 4 га/год

Перевірка технічного стану трактора

Перед початком роботи здійснюється технічний огляд трактора, що включає:

- Контроль рівня масла в двигуні, трансмісії та гідравлічній системі.
- Оцінку стану паливної системи та наявність необхідного об'єму пального.
- Перевірку тиску в шинах (згідно з рекомендаціями виробника).
- Огляд електрообладнання – перевірка акумулятора, фар та контрольних приладів.
- Оцінку стану ходової частини та зчеплення.

Перевірка та налаштування сівалки

Перед виконанням посівних робіт необхідно провести:

- Регулювання висівних апаратів – налаштування висівних дисків та дозаторів відповідно до розміру насіння.
- Встановлення норми висіву – розрахунок потрібної кількості насіння на гектар та відповідне налаштування механізмів подачі.

- Контроль рівномірності подачі насіння – шляхом тестового висіву та вимірювання фактичної кількості насіння на погонний метр рядка.
- Перевірку системи загортання насіння – оцінка стану загортачів і котків, що забезпечують якісне закриття насіння ґрунтом.

Комплектація трактора баластом

Для покращення тягово-зчіпних характеристик на трактор можуть бути встановлені додаткові баластні вантажі, особливо в умовах роботи на полі з ухилом 5%. Це дозволяє зменшити пробуксовку коліс і підвищити стабільність руху.

2.3 Технологічні розрахунки машино-тракторного агрегату

для посіву соняшника

Вибір передачі та розрахунок швидкості руху [2]

Робоча швидкість агрегату визначається відповідно до рекомендованих параметрів роботи сівалки УПС-8 (6-8 км/год). Для забезпечення необхідної швидкості на тракторі МТЗ-82 можуть бути використані наступні передачі:

- IV передача (підвищена) – швидкість ~6,9 км/год, тягове зусилля-13.9 кН
- V передача (підвищена) – швидкість ~8.2 км/год, тягове зусилля – 11.7 кН

Для цих передач визначимо ширину захвату (максимальну) агрегату

$$B_{max} = \frac{P_{гак}^i}{K_o^V + R_i} \quad (2.1)$$

де K_o^V – значення питомого опору, кН/м, яке становить:

$$K_o^V = K_o [1 + L(V_p - V_o)] \quad (2.2)$$

K_o – значення питомого опору ґрунту за швидкості $V_o = 5$ км/год, ($K_o = 1,1 \dots 1,7$ кН/м);

L – величина коефіцієнта приросту питомого опору, залежно від швидкості руху агрегату, ($L = 1,0 \dots 1,6\%$);

V_p – робоча швидкість (на відповідній передачі) агрегату, км/год.

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100}\right) \quad (2.3)$$

де V_m – значення теоретичної швидкості, км/год

δ – коефіцієнт буксування ($\delta = 5 \dots 21\%$).

Тоді отримаємо

$$V_p^{IV} = 6,9 \left(1 - \frac{21}{100}\right) = 5,45 \text{ км/год}$$

$$V_p^V = 8,2 \left(1 - \frac{21}{100}\right) = 6,48 \text{ км/год}$$

Та

$$K_o^{IV} = 1,5(1 + 0,014(5,45 - 5)) = 1,51 \text{ кН/м}$$

$$K_o^V = 1,5(1 + 0,014(6,48 - 5)) = 1,53 \text{ кН/м}$$

Агрегат рухається (на підйомі) з опором

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} i \quad (2.4)$$

де G_m – вага машини ($G_m = 32,5$ кН)

B_k – конструктивна ширина захвату сівалки, ($B_k = 5,6$ м)

Отже:

$$R_i = \frac{32,5}{5,6} \cdot 0,05 = 0,29 \text{ кН/м}$$

А тах ширина захвату

$$B_{max}^{IV} = \frac{13,9}{1,51 + 0,29} = 7,7 \text{ м}$$

$$B_{max}^V = \frac{11,7}{1,53 + 0,29} = 6,4 \text{ м}$$

Розрахуємо кількість необхідних сівалок (по передачах)

$$n_c = \frac{B_{max}}{B_k} \quad (2.5)$$

$$n_c^{IV} = \frac{7,7}{5,6} = 1,37 - \text{прийmemo 1 сівалку;}$$

$$n_c^V = \frac{6,4}{5,6} = 1,14 - \text{прийmemo 1 сівалку.}$$

Сівалка має загальний опір такий

$$R_{арп} = (K_o^V) B_p n_c^i + R_{зч} \quad (2.6)$$

$$R_{арп}^{IV} = (1,51) \cdot 5,6 \cdot 1 = 8,4 \text{ кН}$$

$$R_{арп}^V = (1,53) \cdot 5,6 \cdot 1 = 8,6 \text{ кН}$$

Коефіцієнт використання всього зусилля (тобто на скільки завантажена потужність агрегату)

$$\eta = \frac{R_{\text{агр}}}{P_{\text{гак}}} \quad (2.7)$$

$$\eta_{\text{тз}}^{\text{IV}} = \frac{8,4}{14} = 0,6$$

$$\eta_{\text{тз}}^{\text{V}} = \frac{8,6}{11,5} = 0,75$$

Потужність енергетичного засобу повинна забезпечувати ефективну роботу посівного агрегату з урахуванням характеристик ґрунту та інших експлуатаційних факторів. Оптимальна потужність розраховується з огляду на потреби посівного комплексу та допоміжних механізмів. В результаті розрахунків встановлено, що трактор працює на V передачі (підвищеній), використовуючи 75% своєї потужності.

Визначимо продуктивність трактора (змінну), гектарів за зміну [2]

$$W_{\text{зм}} = 0,1 B_p V_p T_p \quad (2.8)$$

де B_p – робоча ширина захвату, м:

$$B_p = B_k \sigma$$

σ – коефіцієнт, що характеризує використання ширини захвату агрегату (для сівалки точного висіву $\sigma = 0,98 \dots 1,0$)

$$B_p = 5,6 \cdot 1,0 = 5,6 \text{ м.}$$

$T_{p,\text{зм}}$ – тривалість робочого часу зміни, год:

$$T_{p,\text{зм}} = T_{\text{зм}} \zeta$$

де $T_{\text{зм}}$ – нормативний час зміни, год ($T_{\text{зм}} = 7$ год);

ζ – коефіцієнт, що характеризує ступінь використання часу зміни ($\zeta = 0,84$):

$$T_{p,\text{зм}} = 7 \cdot 0,84 = 5,88 \text{ год}$$

Підставивши значення, маємо для обох передач [2]

$$W_{\text{зм}}^{\text{IV}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 5,45 \cdot 5,88 = 17,9 \text{ га/зм}$$

$$W_{\text{зм}}^{\text{V}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,48 \cdot 5,88 = 21,3 \text{ га/зм}$$

Знайдемо, скільки кілограм палива витрачається на гектар площі при робочих передачах [2]

$$Q_{\text{га}} = \frac{Q_{zm}}{W_{zm}} \quad (2.9)$$

де $Q_{\text{га}}$ – сума витрат пального за робочу зміну, кг;

$$Q_{zm} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_3 t_3 \quad (2.10)$$

де Q_p , Q_x , Q_3 – відповідні годинні затрати пального за час робочих і холостих ходів, а також під час зупинок з ввімкненим двигуном, кг/год;

$$t_x = t_3 = \frac{7 - 5,88}{2} = 0,56 \text{ год}$$

При $\eta_{\text{тз}}^{\text{IV}} = 0,97$; $Q_p = 16,5$ кг/год; $Q_x = 11,6$ кг/год; $Q_3 = 2$ кг/год;

при $\eta_{\text{тз}}^{\text{V}} = 0,58$; $Q_p = 15,4$ кг/год; $Q_x = 9,2$ кг/год; $Q_3 = 2$ кг/год;

Отже, палива на 1 га витратимо:

$$Q_{\text{га}}^{\text{IV}} = \frac{16,5 \cdot 5,88 + 11,6 \cdot 0,56 + 2 \cdot 0,56}{17,9} = 5,85 \text{ кг/га}$$

$$Q_{\text{га}}^{\text{V}} = \frac{15,4 \cdot 5,88 + 9,2 \cdot 0,56 + 2 \cdot 0,56}{21,3} = 4,55 \text{ кг/га}$$

Якісна підготовка ґрунту є ключовим фактором для забезпечення рівномірного проростання насіння, оптимального розвитку кореневої системи та високої врожайності соняшника. Процес підготовки поля включає кілька основних етапів, які сприяють створенню сприятливих умов для проростання та розвитку рослин.

Перед початком польових робіт проводиться аналіз фізико-механічних характеристик ґрунту, зокрема:

- Структури та механічного складу (важкі, середньо- та легкосуглинкові ґрунти потребують різного підходу до обробітку).
- Вмісту вологи (ґрунт не повинен бути пересушеним або надмірно зволуженим).

- Рівня ущільнення (оцінюється за допомогою пенетрометра).
- Кислотності ґрунту (рН) (оптимальний рівень для соняшника – 6,0-7,2).

Основна обробка проводиться для знищення бур'янів, покращення водно-повітряного режиму та створення сприятливої структури ґрунту.

Перед початком роботи слід оглянути поле, усунути сторонні предмети за потреби, а нерухомі перешкоди позначити для безпечного проходження техніки.

З урахуванням конфігурації поля визначається оптимальний спосіб та напрямок руху агрегату. Найбільш раціональним є переміщення вздовж довшої сторони гону $L = 900$ м із застосуванням човникового способу руху.

Визначимо кінематичну довжину агрегату [2]

$$L_k = l_{mp} + l_m \quad (2.11)$$

де $l_{mp} + l_m$ – відповідно кінематична довжина енергетичного засобу та сівалки,

$$l_{mp} = 1,35 \text{ м}, l_m = 3,5 \text{ м}.$$

$$L_k = 1,35 + 3,5 = 4,85 \text{ м}$$

На наступному етапі визначається ширина поворотної смуги для сівалочного агрегату, що використовується при петльовому способі повороту.

$$E_p = 3R_{min} + e \quad (2.12)$$

де R_{min} – величина мінімального радіуса повороту, м.

$$R_{min} = 1,2 \cdot B_p = 1,2 \cdot 5,6 = 6,72 \text{ м}$$

e – величина довжини виїзду агрегату, яка залежить від його кінематичної довжини, м.

$$e = (0,50 \dots 0,70) \cdot L_k = 0,6 \cdot 4,85 = 2,91 \text{ м}.$$

$$E_p = 3 \cdot 6,72 + 2,91 = 23,07 \text{ м}.$$

З урахуванням кратності ширини захвату агрегату, ширину смуги (поворотної) визначаємо так [2]:

$$E_p = K \cdot B_p \quad (2.13)$$

де K – кратність ширини захвату

$$K = \frac{E_p}{B_p} = \frac{23,07}{5,6} = 4,12 \cong 5$$

$$E_p = 5 \cdot 5,6 = 28,0 \text{ м}$$

Знайдемо ширину загінки

$$C = \frac{10^4(2 \dots 3)W_{3M}}{L} \quad (2.14)$$

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 21,3}{900} = 710 \text{ м.}$$

Необхідну кількість загінок знайдемо таким чином:

$$n_3 = \frac{10^4 F}{LC} \quad (2.15)$$

де F – площа посіву, га;

L – довжина загінки, м.

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 100}{900 \cdot 710} = 1,56$$

Отже, приймаємо: V передача (підвищена) – загінка-одна 710 м, друга-401м

Щоб оформити операційну технологічну карту посіву, крім зроблених розрахунків, визначимо деякі показники для проведення різних технологічних операцій [5].

Знайдемо, скільки триває 1 цикл роботи (загінки)

$$T_{\text{ц}} = \frac{12L_{3p}}{10^4 V_p} + 2t_e \quad (2.16)$$

де L_{3p} – довжина робочого гону загінки, м;

t_e – час повороту в кінці загінки, ($t_e = 1,5 \dots 2$ хв.)

$$L_{3p} = L - 2E$$

$$L_{3p} = 900 - 2 \cdot 28,0 = 844,0 \text{ м.}$$

Тоді тривалість 1 циклу

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 844}{10^2 \cdot 6,48} + 2 \cdot 1,5 = 18,63 \text{ хв} = 0,32 \text{ год}$$

Знайдемо технічну продуктивність 1 циклу (га/ц)

$$W_{\text{ц}} = 0,1 B_p V_p T_{\text{ц}} \tau \quad (2.17)$$

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,48 \cdot 0,32 \cdot 0,82 = 0,95 \text{ га/ц.}$$

За 1 зміну знайдемо кількість таких циклів

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}} \quad (2.18)$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{21,3}{0,95} = 22,4 \text{ ц/зм.}$$

Знайдемо, скільки палива витрачається за 1 зміну

$$Q_{\text{зм}} = Q_{\text{га}} W_{\text{зм}} \quad (2.19)$$

$$Q_{\text{зм}} = 4,55 \cdot 21,3 = 96,9 \text{ кг/зм.}$$

Дані, що отримали при розрахунках, використаємо при підготовці технологічної та операційної карт по вирощуванню соняшника.

Отже, проведено аналіз особливостей вирощування соняшника (технологічних) за різними агрокліматичними умовами. На основі отриманих даних та рекомендацій провідних підприємств, що займаються районуванням цієї культури, була розроблена технологічна карта вирощування соняшника для визначених умов.

Також проаналізовано технологічні параметри проведення посівної операції за участю агрегату, що складається з трактора **МТЗ-82** та сівалки **УПС-8**. Встановлено, що оптимальним варіантом є використання односівалочного агрегату на **5-й передачі трактора**, що забезпечує виконання посіву в агротехнічні терміни з мінімальними витратами ресурсів.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПНЕВМОМЕХАНІЧНОГО ВИСІВНОГО АПАРАТА

3.1 Обґрунтування конструкції пневмомеханічного висівного апарата

Пневмомеханічні висівні апарати забезпечують високоточне дозування та рівномірний розподіл насіння по рядках, що є критично важливим для отримання якісних сходів і високої врожайності. Удосконалення конструкції висівного апарата спрямоване на підвищення його точності, зменшення втрат насіння, покращення стабільності роботи в різних умовах експлуатації та зниження енергоспоживання [11].

Вимоги до пневмомеханічного висівного апарата

Основні вимоги, які пред'являються до конструкції пневмомеханічного висівного апарата, включають:

- Точність дозування насіння – рівномірне розподілення з мінімальними відхиленнями.
- Забезпечення стабільності висіву – незалежно від швидкості руху агрегату та коливань тиску в пневмосистемі.
- Мінімізація пошкоджень насіння – збереження схожості при транспортуванні насіння в сошник.
- Адаптивність до різних розмірів насіння – можливість регулювання для роботи з насінням різних культур.
- Надійність і довговічність – стійкість до зношування, корозії та впливу агресивного середовища.
- Енергоефективність – зниження витрат пального за рахунок оптимізації конструкції приводу та системи транспортування насіння.

Основні складові конструкції пневмомеханічного висівного апарата [11, 15, 18,20]

Пневмомеханічний висівний апарат складається з наступних основних елементів:

1. Висівний диск з отворами – забезпечує відбір насіння та його транспортування до сошника.
2. Камера розрідження або тиску – створює необхідні умови для надійного утримання насіння на диску.
3. Регульовальний механізм – дозволяє змінювати параметри висіву залежно від розміру та типу насіння.
4. Привід висівного апарата – може бути механічним або електричним, забезпечує обертання висівного диска.
5. Система очищення зайвого насіння – запобігає потраплянню подвійних зерен у рядок.
6. Сошник – забезпечує точне укладання насіння у ґрунт на задану глибину.
7. Контрольна система – включає датчики висіву для моніторингу роботи апарата в режимі реального часу.

Обґрунтування конструкційних рішень

Для покращення роботи пневмомеханічного висівного апарата пропонується ряд конструкційних рішень:

Удосконалення конструкції пневмомеханічного висівного апарата спрямоване на підвищення точності дозування насіння, зменшення кількості пропусків і двійників, а також покращення стабільності роботи агрегату в різних експлуатаційних умовах. Одним із перспективних рішень є **модернізація прокладки вакуумної камери**, що дозволяє оптимізувати процес утримання та відокремлення насіння на висівному диску (див. рис.3.1)

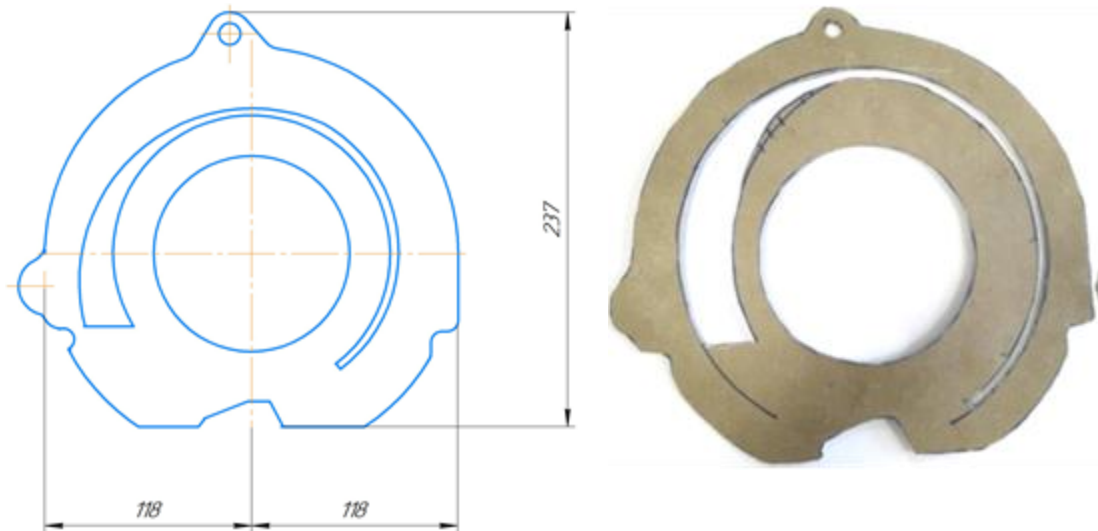


Рисунок 3.1 – Модернізована прокладка зі змінною шириною прорізів

Основна ідея удосконалення полягає у застосуванні **прокладки вакуумної камери зі змінною шириною прорізів**, що дозволяє регулювати силу вакуумного впливу на насіння в різних зонах висівного апарата.

1. Оптимізація розміщення прорізів
 - Найбільша ширина прорізів знаходиться у нижній частині забірної камери, що забезпечує максимальне створення розрідження на початковому етапі відбору насіння. Це підвищує ймовірність захоплення потрібної кількості насіння, особливо при нерівномірному потоці або змінних характеристиках насіння (різна маса, розмір, форма).
 - У міру руху висівного диска ширина прорізів поступово зменшується, що дозволяє контролювати силу вакуумного впливу та поступово стабілізувати положення насінини у висівному отворі.
2. Зона дії скидача зайвого насіння
 - У зоні, де працює механізм скидання зайвого насіння, ширина прорізів досягає оптимального розміру, що забезпечує зменшення вакуумного впливу на насіння, яке утримується на диску.
 - Це рішення сприяє ефективному видаленню надлишкового насіння з висівного отвору, що мінімізує ймовірність двійників і покращує рівномірність висіву.

3.2 Переваги удосконалення пневмомеханічного висівного апарата

Модернізація пневмомеханічного висівного апарата, зокрема застосування прокладки вакуумної камери зі змінною шириною прорізів, забезпечує суттєве покращення його експлуатаційних характеристик. Це удосконалення сприяє підвищенню точності висіву, зменшенню енергоспоживання та підвищенню надійності роботи агрегату.

Основні переваги модернізованого висівного апарата:

1. Підвищена точність дозування насіння
 - Завдяки змінній ширині прорізів у вакуумній камері покращується стабільність утримання насінини у висівному отворі.
 - Зменшується кількість пропусків і двійників, що сприяє більш рівномірному розподілу насіння в рядку.
2. Оптимальне використання вакуумного розрідження
 - Плавна зміна ширини прорізів дозволяє регулювати вакуумний вплив, адаптуючи його до різних типів і розмірів насіння.
 - У зоні дії скидача зайвого насіння вакуум зменшується, що забезпечує ефективне видалення надлишкових насінин і запобігає формуванню двійників.
3. Зниження енергоспоживання
 - Завдяки оптимізованому використанню вакуумного ресурсу знижується навантаження на систему створення розрідження, що дозволяє економити паливо та зменшувати витрати енергії.
 - Поліпшення роботи висівного апарата сприяє підвищенню продуктивності агрегату без додаткових витрат на модернізацію трактора чи сівалки.
4. Універсальність застосування
 - Регульована ширина прорізів дозволяє використовувати висівний апарат для різних типів насіння, адаптуючи його до агротехнічних вимог конкретної культури.
 - Висока ефективність роботи як у нормальних, так і у складних умовах (підвищена вологість ґрунту, пил, нерівномірність насінневого матеріалу).

5. Зменшення механічного зносу і підвищення надійності
 - Рівномірне навантаження на вакуумну систему знижує знос робочих елементів, продовжуючи їхній термін експлуатації.
 - Скорочення механічних перевантажень дозволяє підвищити надійність роботи агрегату в польових умовах.
6. Поліпшення врожайності завдяки рівномірному розподілу насіння
 - Висока точність висіву сприяє оптимальному формуванню густоти рослинного покриву, що позитивно впливає на рівномірність розвитку рослин.
 - Зменшення кількості пропусків і двійників забезпечує більш ефективне використання площі та ресурсів (добрива, волога, світло).

3.3 Обґрунтування актуальності удосконаленої конструкції пневмомеханічного висівного апарату

Визначені оптимальні параметри і режими роботи висівного (пневмомеханічного) апарату сприяють досягненню високої точності і рівномірності висіву соняшника, який є важливою сільськогосподарською культурою. Для забезпечення високої якості процесу висіву необхідно врахувати кілька факторів, серед яких вплив параметрів дозуючого диска, форма і діаметр отворів, а також режими роботи висівного апарату (рис.4.2)

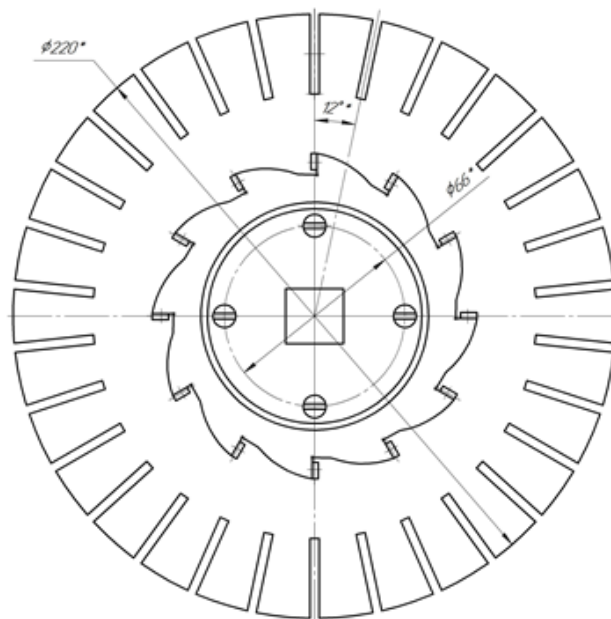


Рисунок 3.2 – Змінний висівний диск

Дозуючий диск є основним елементом пневмомеханічного висівного апарата, відповідальним за точне дозування насіння в процесі висіву.

Вибір діаметру та форми отворів дозуючого диска є критично важливим для рівномірності висіву соняшника.

Діаметр отворів:

- Для культур з великим насінням, таких як соняшник, діаметр отворів повинен бути підлаштований під розмір насінини, щоб забезпечити точне і рівномірне її захоплення та висів.

- Неправильно підібраний діаметр отвору може призвести до поганого утримання насіння, його пропуску або подвійного висіву. Оскільки соняшник має досить великий розмір насінин, отже, діаметр отворів для їх висіву повинен забезпечити надійне, але не надмірне утримання кожної насінини.

Форма отворів:

- Овальна або квадратна форма отворів сприяє більш стабільному утриманню насінини на диску, в порівнянні з круглими отворами. Така форма дозволяє уникнути поганого розподілу насіння під час роботи апарата, що є важливим для досягнення рівномірного розподілу по всій площі.

- Форма отворів також визначає швидкість падіння насіння в ґрунт, що може впливати на рівномірність заглиблення насінини в ґрунт. Круглі отвори зазвичай призводять до меншої стабільності, оскільки насінини можуть випадати або рухатись по диску до того, як досягне висівної камери.

Оптимальні параметри дозуючого диска для соняшника

Для соняшника оптимальні параметри дозуючого диска мають такі характеристики:

- Діаметр отворів: в межах від 4 до 6 мм в залежності від розміру насіння. Це дозволяє забезпечити стабільне утримання насіння без надмірного прослизання чи занадто щільного контакту з диском.

- Форма отворів: овальна або прямокутна форма дозволяє забезпечити більш рівномірне дозування та запобігти втратам насіння.

- Частота обертів дозуючого диска повинна бути оптимізована для забезпечення стабільного висіву з урахуванням швидкості руху агрегату.

Зважаючи на зміни в умовах присмоктування насінин до отворів модернізованого диска, було ухвалено рішення щодо використання оновленої прокладки вакуумної камери з змінною шириною прорізу. Ширина буде максимальною в нижній частині забірної камери, поступово зменшуючись до певної величини (в напрямку обертання диску) в тій зоні, де діє скидач насіння, що зайве. Це рішення забезпечить гарантоване присмоктування насіння соняшника (хоча одного) до отворів, чим полегшиться робота скидача. Воно також дозволить знизити енергетичні витрати на створення вакууму за рахунок зменшення площі вакуумної камери.

На рис. 3.3 зображений удосконалена конструкція апарату.

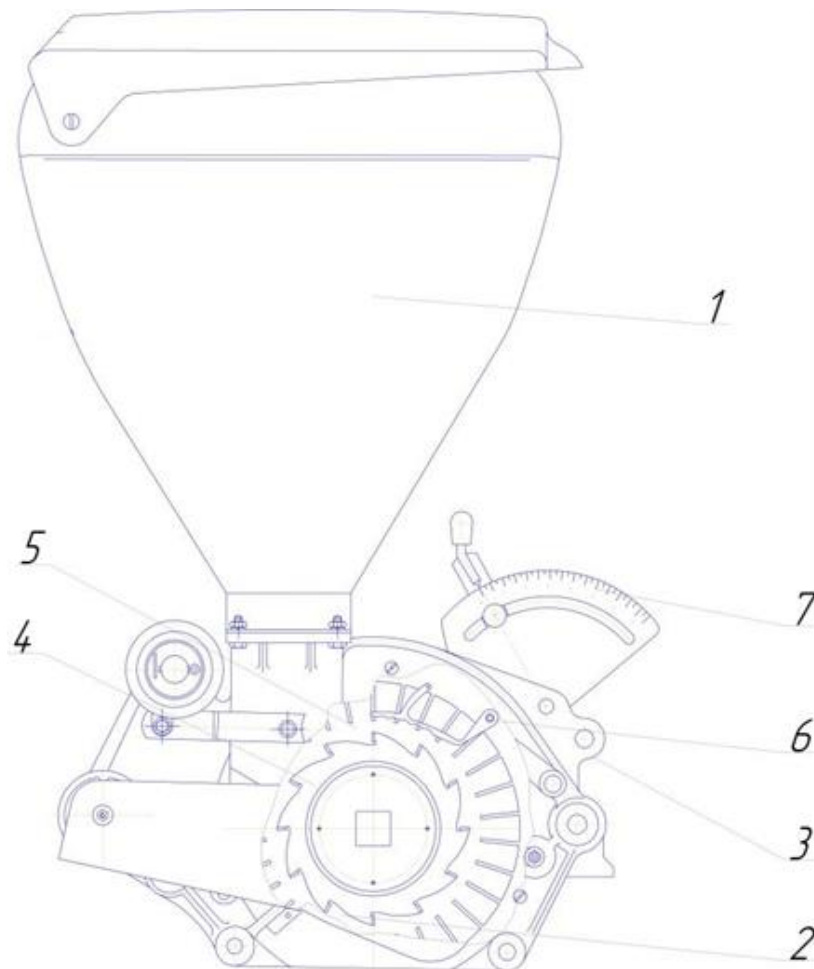


Рисунок 3.3 – Загальний вид апарату висівного

1 – бункер, 2 – камера для насіння, 3 – корпус апарату, 4 – ворушилка, 5 – змінний диск, 6 – автоматичний відсівник, 7 – контролер скидування насінин.

Принцип дії пневмомеханічного висівного апарату ґрунтується на комбінованому використанні механічних та пневматичних процесів для точного розподілу насіння на полі. Ось як працює кожна його частина:

Бункер (1): це резервуар для насіння або добрив, з якого матеріал подається до апарата. Бункер забезпечує постійне надходження матеріалу до системи висіву.

Камера для насіння (2): у камері насіння матеріал проходить через механічний процес подачі, де кожне насіння розподіляється по диску для подальшого висіву.

Корпус апарата (3): всі компоненти апарата знаходяться в корпусі, що забезпечує їх стабільну роботу та захист від забруднення.

Ворушилка (4): ворушилка рухає насіння в камері для рівномірного розподілу, що сприяє запобіганню утворення злежалих мас і забезпечує безперешкодний потік матеріалу до наступних етапів.

Змінний диск (5): диск обертається і бере насіння з камери для насіння. Це механічна частина, яка відповідає за дозування та подачу кожної одиниці насіння на задану відстань.

Автоматичний відсівник (6): цей елемент здійснює контроль за кількістю насіння, що висівається. Якщо з якихось причин насіння не відповідає стандартам (наприклад, занадто велике або пошкоджене), автоматичний відсівник його відсіює, щоб забезпечити рівномірність і точність висіву.

Контролер скидування насіння (7): цей компонент відповідає за точне регулювання кількості насіння, що потрапляє на ґрунт, в залежності від обраної норми висіву.

Пневматична система, що забезпечує повітряний потік, використовується для переміщення насіння по трубах, а також для забезпечення рівномірного розподілу матеріалу по ґрунту. Відповідно до заданих параметрів контролер регулює швидкість висіву, що дозволяє здійснювати висів з максимальною точністю та ефективністю.

Такий комбінований підхід дозволяє досягти високу точність, рівномірність і ефективність при висіванні, що особливо важливо для сільськогосподарських культур, де точність є ключовим фактором для досягнення високих урожаїв.

Удосконалення конструкції пневмомеханічного висівного апарата шляхом впровадження прокладки вакуумної камери зі змінною шириною прорізів дозволяє значно підвищити точність, ефективність та надійність процесу висіву насіння. Це сприяє зменшенню енергоспоживання, оптимізації технологічного процесу та підвищенню врожайності, що є ключовими факторами успішного вирощування сільськогосподарських культур.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні вимоги безпеки [25]

Підготовка до роботи з пневмомеханічним висівним апаратом повинна проводитись лише після проведення інструктажу щодо безпеки праці, ознайомлення з технічною документацією та інструкціями з експлуатації обладнання.

Кожен працівник, що працює з апаратом, повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту (ЗІЗ): робочим одягом, рукавицями, захисними окулярами (при необхідності), а також повинні бути доступні засоби для надання першої допомоги.

Перед початком роботи необхідно перевірити технічний стан пневмомеханічного висівного апарата: наявність пошкоджень, справність всіх елементів, надійність кріплення та з'єднань.

Всі роботи з технічного обслуговування і ремонту пневмомеханічного висівного апарата повинні виконуватись тільки кваліфікованими працівниками.

4.2 Охорона праці під час експлуатації [25]

Під час роботи з пневмомеханічним висівним апаратом необхідно дотримуватися обережності, аби уникнути травм через рухомі частини машини. Робітники повинні бути обережні при наближенні до обертових і механічних частин апарата.

Забороняється працювати з апаратом без надійного захисту від пилу та інших шкідливих факторів. Для цього необхідно використовувати спеціальні фільтри і системи вентиляції.

При роботі з пневмомеханічним висівним апаратом слід уникати створення надмірних навантажень на робочі механізми апарата, що може призвести до його поломки або аварійної ситуації.

Регулярно перевіряйте систему пневмозаправки для запобігання аваріям, пов'язаним з перепадом тиску або витокami повітря.

Використання апарата у разі сильних вітрів або непогоди слід обмежити, оскільки це може призвести до втрати контролю над точністю висіву та підвищити ймовірність виникнення аварій.

4.3 Охорона праці при обслуговуванні та ремонті [25]

При виконанні технічного обслуговування та ремонту пневмомеханічного висівного апарата потрібно дотримуватись техніки безпеки, відключивши живлення та закріпивши апарат у безпечному положенні.

Для усунення несправностей необхідно використовувати тільки оригінальні запчастини та інструменти, що відповідають технічним вимогам.

При роботі з мастильними матеріалами і хімічними речовинами потрібно застосовувати відповідні ЗІЗ, дотримуватися правил зберігання та утилізації таких матеріалів.

У разі виявлення будь-яких поломок або несправностей у роботі апарата необхідно негайно припинити його використання і повідомити відповідального за технічне обслуговування.

Після завершення роботи з пневмомеханічним висівним апаратом слід очистити його від залишків насіння, бруду та пилу, особливо в місцях з'єднань та механізмів, де може накопичуватися сміття.

Для забезпечення безпеки зберігання апарата в періоди невикористання потрібно вжити заходів для захисту від пошкоджень і доступу сторонніх осіб.

Після закінчення роботи слід провести перевірку апарата, щоб оцінити його технічний стан та підготувати до наступної експлуатації.

Дотримання вимог охорони праці при роботі з модернізованим пневмомеханічним висівним апаратом забезпечує безпеку працівників та знижує ризик виникнення виробничих травм і аварій. Створення безпечних умов праці потребує постійної уваги до технічного стану обладнання, правильного використання засобів індивідуального захисту, а також чіткої організації робочих процесів.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА [26]

У цьому розділі проводиться техніко-економічний аналіз запропонованої модернізації пневмомеханічного висівного апарату з метою оцінки її економічної доцільності. Зокрема, буде оцінено витрати на модернізацію та можливі вигоди від її впровадження. Оцінка базується на порівнянні витрат на традиційний та модернізований апарат з урахуванням прогнозованих економічних ефектів.

Для проведення аналізу визначено основні витрати, пов'язані з модернізацією пневмомеханічного висівного апарату: порівняно техніко-економічні показники машин.

Таблиця 5.1 – Порівняння техніко-економічних показників двох варіантів

№ п/п	Показники	Розмірність	Машина	
			УПС-8	Модернізована
1	Тип машини		начіпна	
2	Агрегаткування		МТЗ-82.1	
3	Кількість машин в агрегаті	шт.	1	
4	Маса машини	кг.	1273	1248
5	Маса покупних виробів	кг.	316	
6	Робоча ширина захвату	м.	5,6	
7	Робоча швидкість	км/год	7,2	9,0
8	Кількість найменувань деталей, розроблених в проекті	шт.		24
9	Кількість деталей в машині	шт.	210	210
10	Кількість найменувань деталей:			
	- всього	шт.	84	90
	- стандартних		18	20
	- оригінальних		24	24

Оцінка вигод від модернізації

Вигоди від модернізації пневмомеханічного висівного апарату можна оцінити з кількох аспектів:

Зниження експлуатаційних витрат — модернізація дозволяє зменшити витрати на технічне обслуговування та ремонт завдяки поліпшеній конструкції та використанню більш надійних компонентів.

Підвищення ефективності роботи — збільшення точності висіву та зниження втрат при сівбі сприяють більшому збору врожаю, що безпосередньо впливає на доходи господарства.

Зниження витрат на насіння — завдяки точнішому висіву зменшуються витрати на насінневий матеріал, що дозволяє досягти економії.

Економія на паливі — модернізація може призвести до зменшення витрат пального за рахунок покращення технології висіву та зменшення навантаження на трактор.

Розрахунок техніко-економічних показників наведено в Додатку А.

Проведений техніко-економічний аналіз показав, що модернізація пневмомеханічного висівного апарату є економічно доцільною та вигідною інвестицією для підприємства. Очікувані вигоди від модернізації значно перевищують витрати на її здійснення, що підтверджується високими показниками економічного ефекту. Це досягається завдяки зменшенню питомої матеріаломісткості та зниженню собівартості, що в свою чергу позитивно впливає на загальну економічну ефективність. При впровадженні модернізованої машини у виробничий процес очікується, що річний економічний ефект складе; для виробника -25057,9 грн, для господарства — 48274,15 грн. Ці результати підтверджують доцільність виконаних у роботі технічних розробок та відкривають перспективи для їх подальшого впровадження в промислове виробництво, оскільки вони забезпечують суттєву економічну вигоду для обох сторін.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

В рамках кваліфікаційної роботи було вивчено методи та підходи до підвищення ефективності виробництва соняшника шляхом підвищення якості технологічного процесу посіву. Метою роботи було знаходження шляхів оптимізації та модернізації посівного процесу з метою підвищення врожайності та зниження витрат.

На підставі проведеного аналізу було визначено, що пневмомеханічні висівні апарати є ключовим елементом в технологічному процесі посіву соняшника. Їх ефективне використання може значно покращити якість висіву та забезпечити оптимальні умови для росту та розвитку рослин.

З метою підвищення якості технологічного процесу посіву соняшника були розроблені та запропоновані конкретні заходи з модернізації пневмомеханічних висівних апаратів. Ці заходи включають в себе оптимізацію системи подачі насіння, покращення системи регулювання глибини висіву, вдосконалення системи управління.

Модернізація пневмомеханічних висівних апаратів є обґрунтованим та ефективним шляхом підвищення якості технологічного процесу посіву соняшника, що в свою чергу сприятиме підвищенню виробничої потужності та конкурентоспроможності сільськогосподарських підприємств.

Проведені конструкторські розрахунки параметрів модернізованого апарата дозволили значно оптимізувати його характеристики, зокрема знизити металомісткість, енергоємність і собівартість виготовлення.

Оптимізація конструкції може привести до підвищення продуктивності пневмомеханічного висівного апарату. Швидший та більш точний процес висівання насіння дозволить збільшити швидкість виробництва та знизити час на робочих польових операціях.

Оптимізація конструкції дозволить забезпечити більш однорідний та рівномірний висів насіння, що покращить якість посівного матеріалу та забезпечить кращі умови для росту та розвитку соняшника.

Вдосконалення конструкції може сприяти зниженню енерговитрат, що пов'язані з роботою висівного апарату. Оптимізація процесів висіву та зменшення опору в робочому середовищі можуть допомогти знизити витрати енергії. А також до економії ресурсів, таких як насіння, добрива та води, шляхом зменшення втрат під час посіву та оптимізації розподілу ресурсів на полі.

Економічна оцінка показала, що запропонована модернізація пневмомеханічного висівного апарату перевершує базову модель за рахунок зменшення витрат на матеріали та собівартості. Прогнозується, що впровадження цієї модернізованої машини призведе до значного економічного ефекту як для виробника, так і для споживача. Прогнозований річний економічний ефект для виробника оцінюється у 25057,9 грн., а для споживача – у 48274,15 грн. Ці результати підтверджують важливість проведеного вдосконалення та можливість його впровадження у виробництво.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сільськогосподарські машини : навч. посіб. / Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Волянський М.С. , Мартишко В.М. , Гуменюк Ю.О. – Київ : «Агроосвіта», 2017. – 180 с.
2. Практикум з теорії та розрахунку сільськогосподарських машин. Навчальний посібник / Д.Г. Войтюк, В.М. Мартишко, Ю.О. Гуменюк, М.С. Волянський, І.М Сівак, В.П. Курка. Київ: НУБіП України, 2022. 184 с.
3. Гудзь В. П., Примак І. Д., Танчик С. П.,Шувар І.А. Землеробство: Підручник. 2-ге вид. перероб. та доп. / За ред. В. П. Гудзя. — К.: Центр учбової літератури, 2019. — 480 с.
4. Експлуатація та сервіс техніки. Опрыскувачі та машин для внесення добрив. Навчальний посібник. / К. Г. Сировицький, С. О. Харченко, О. І. Анікеєв, М. Л. Шуляк, В. М. Зубко, Л. М. Батюк. За ред. С. О. Харченка. – Х., 2024. – 134 с.
5. Методика розробки операційної технології механізованих польових робіт/ Г. І. Барабаш, В. М. Зубко, О. Г. Барабаш, Т. В. Хворост. – Суми: ТОВ "Друкарський дім "Папірус", 2016. – 130 с.
6. Технологія виробництва продукції рослинництва : навч. посіб. Ч.2 / [Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д.]. – К. : Аграрна освіта, 2016. – 405 с.
7. Гончаров О. Соняшник: вологу випив, добрива з'їв, нічого не залишив? // AGROONE №47. – № 10 (47). – жовтень 2019. – С. 14-18. URL: <https://www.agroone.info/magazine/agroone-47/>.
8. <https://www.growhow.in.ua/soniashnyk-biologichni-osoblyvosti-ta-tekhnologichni-aspekty-vyroshchuvannia/>
9. Гайденко, О. Правильний обробіток ґрунту – запорука високих урожаїв / О.Гайденко // Агробізнес сьогодні. – 2017. – Жовт. (№ 18). – С. 24
10. Ю. І. Ткаліч, Реакція соняшника на зміну ширини міжрядь, прийомів догляду і норм добрив/ Агроном.-2016.- URL: <https://www.agronom.com.ua/reaktsiya-sonyashnyka-na-zminu-shyryny-mizh/>

9. Голуб Г., Дворник А. (2018). Обґрунтування показників якості та агрономічних вимог до смугового обробітку ґрунту. Наукові горизонти. Науковий журнал. – 2018. – № 12 (73). – С. 37–44.

10. Використання техніки в агропромисловому комплексі. Підручник / В.Т. Надикто, В.М. Кюрчев, В.П. Кувачов. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 268 с.

11. Розробка пневмомеханічного апарата точного висіву з активною комірною спрямованою дією. Монографія / А.І. Бойко, П.С. Попик. – ТОВ «Видавничо-поліграфічний дім «ФОРМАТ», 2017. – 162 с.

12. Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту: навч. посібник / М. С.Чернілевський, Ю. А. Білявський, Р. Б. Кропивницький, Л. І. Ворона. – вид. 2-ге, допов. – Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроєкологічний університет», 2012. – 84 с.

13. Олексюк О. М. Вплив способів сівби і густоти стояння рослин на урожайність гібридів соняшника в північній частині Степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к. с.-г. н. / О. М. Олексюк. –Дніпропетровськ, 2018. – 16 с.

14. ДСТУ 7011:2009 Соняшник. Технічні умови.

15. Improvement of the technological process of sowing sunflower seeds with a pneumatic seed planter/ N P Kryuchin, A P Gorbachev// IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 845 (2021) 012136 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/845/1/012136.

16. Zhao, X.; Zhang, T.; Liu, F.; Li, N.; Li, J. Sunflower Seed Suction Stability Regulation and Seeding Performance Experiments. *Agronomy* 2023, 13, 54. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010054>.

17. С.М. Pareek , V.K. Tewari , Brajesh Nare . Mechatronic seed metering control system for improving sowing uniformity of planters. *Journal of Engineering Research*. Available online 3 November 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.10.041>.

18. A. Celik, I. Ozturk, T. R. Way. Effects of various planters on emergence and seed distribution uniformity of sunflower. *Applied Engineering in Agriculture* Vol. 23(1): 57-61 2007 American Society of Agricultural and Biological Engineers ISSN 0883–8542.

19. C.M. Pareek^a, V.K. Tewari, Brajesh Nare. A mechatronic seed metering control system for improving sowing uniformity of planters. *Journal of Engineering Research* Available online 3 November 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.10.041>

20. Xuan Zhao, Tao Zhang, Fei Liu, Na Li and Junru Li. Sunflower Seed Suction Stability Regulation and Seeding Performance Experiments. *Agronomy* 2023, 13(1), 54; <https://doi.org/10.3390/agronomy13010054>.

21. Каталог техніки ТОВ «Ельворті». Сівалки точного висіву. Режим доступу: <https://elvorti.com/catalog/sivalki-prosapni/?lang=ua>.

22. Patent. Seeding machine with seed delivery system. Elijah B. Garner, Daniel B. Thiemke, David J. Rylander, Nathan A. Mariman, Michael E. Friestad. 2023-10-03. Publication of US11770995B2

23. Сівалки точного висіву. Каталог продукції фірми KUHN. <https://www.kuhn.ua/roslynnytstvo/sivalky/sivalky-tochnoho-vysivu>.

24. Пневматичні сівалки точного висіву. Каталог продукції фірми Maschio Gaspardo https://www2.maschio.com/catalog/category/semina/uk_UA.

25. Войналович О.В. Охорона праці у сільському господарстві: Підручник /О.В.Войналович, Є.І.Марчишина, Т.О.Білько // Видавництво Центр учбової літератури, 2020. – 424 с.

26. Організація виробництва та планування діяльності підприємств: конспект лекцій для здобувачів вищої ступеня «Бакалавр» спеціальності 051 «Економічна» / В.С. Кушнірук. – Миколаїв : МНАУ, 2020. – 133 с.

ДОДАТКИ