

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Механізація вирощування багаторічних трав з удосконаленням
зернотукової сівалки»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи AI-22мб-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Діденко Владислав Віталійович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

_____ 2025 р.

Рецензент _____

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет *агротехнічний*

Кафедра *сільськогосподарського машинобудування*

Рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

Галузь знань *20 «Аграрні науки та продовольство»*

Спеціальність *208 «Агроінженерія»*

Освітньо-професійна програма *«Агроінженерія»*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ___ » _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Діденко Владислав Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи (проекту) *Механізація вирощування багаторічних трав з удосконаленням зернотукової сівалки*

2. Керівник кваліфікаційної роботи (проекту) _____

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

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи _____

5. Перелік графічного матеріалу _____

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Складання технічного завдання на виконання роботи	до 10.02.2025 р.
2	Аналіз типової технології вирощування пшениці з визначенням шляхів її удосконалення	до 20.02.2025 р.
3	Підготовка та подання керівнику роботи: - операційної технології виконання заданої операції - інженерної частин - охорони праці - вступу та висновків	до 01.03.2025 р. до 01.03.2025 р. до 10.03.2025 р. до 10.04.2025 р.
4	Доопрацювання розділів з урахуванням зауважень	до 20.05.2025 р.
5	Подання робочого варіанту роботи керівнику	до 21.05.2025 р.
6	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень керівника. Одержання відгуку	до 25.05.2025 р.
7	Проходження нормоконтролю. Перевірка роботи на плагіат	за 10 днів до захисту
8	Подання роботи завідувачу кафедри на перевірку	за 10 днів до захисту
9	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень завідувача кафедри. Допуск роботи до захисту	за 3 дні до захисту
10	Рецензування роботи. Підготовка документів, що подаються до ЕК	за 3 дні до захисту
11	Подання роботи та документів до ЕК	за день до захисту
12	Захист кваліфікаційної роботи	за графіком

Дата видачі завдання

« ____ » _____ 2025 р.

Підпис керівника _____

(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« ____ » _____ 2025 р.

Підпис здобувача _____

Владислав ДІДЕНКО

(прізвище та ініціали)

У роботі розглянуто проблему підвищення ефективності механізованої сівби багаторічних трав, що є ключовим етапом у технології їх вирощування. Досліджено сучасні зернотукові сівалки, які забезпечують рівномірний розподіл насіння та добрив у ґрунті, що впливає на польову схожість, густоту стояння рослин і врожайність. Визначено основні недоліки існуючих конструкцій, такі як нерівномірність висіву, перевитрати посівного матеріалу та недостатня адаптація до різних видів трав.

Метою дослідження є розробка та обґрунтування конструктивних і технологічних рішень щодо удосконалення зернотукової сівалки для сівби багаторічних трав. Робота містить аналіз сучасних технологій вирощування багаторічних трав, агротехнічні вимоги до сівби, розрахунок продуктивності та оптимального складу посівного агрегату.

Отримані результати можуть бути використані для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва шляхом оптимізації конструкції сівалок та удосконалення процесу сівби багаторічних трав.

багаторічні трави, механізована сівба, зернотукова сівалка, рівномірність висіву, кормовиробництво

The paper considers the problem of increasing the efficiency of mechanized sowing of perennial grasses, which is a key stage in the technology of their cultivation. Modern grain-fertilizer seeders have been studied, which ensure uniform distribution of seeds and fertilizers in the soil, which affects field germination, plant density and yield. The main shortcomings of existing designs have been identified, such as uneven sowing, excessive consumption of seed material and insufficient adaptation to different types of grasses.

The purpose of the research is to develop and substantiate constructive and technological solutions for improving the grain-fertilizer seeder for sowing perennial grasses. The paper contains an analysis of modern technologies for growing perennial grasses, agrotechnical requirements for sowing, calculation of productivity and optimal composition of the sowing unit.

The results obtained can be used to increase the efficiency of agricultural production by optimizing the design of seeders and improving the process of sowing perennial grasses.

perennial grasses, mechanized sowing, grain and fertilizer seeder, seeding uniformity, fodder production

ЗМІСТ

	Стор.
1. ВСТУП	4
2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ З ВИЗНАЧЕННЯМ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ	6
2.1. Біологічні особливості багаторічних трав	6
2.2. Місце багаторічних трав в сівозміні	8
2.3. Система удобрення	10
2.4. Обробіток ґрунту	11
2.5. Підготовка насіння до сівби, сівба	11
2.6. Догляд за посівами	13
2.7. Збирання врожаю	15
3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ	16
3.1. Умови роботи	16
3.2. Агротехнічні вимоги	17
3.3. Комплектування і підготовка посівного агрегату до роботи	18
3.4. Підготовка поля до роботи	28
3.5. Організація роботи агрегату в загінці	30
3.6. Контроль якості роботи	30
4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА	32
4.1. Обґрунтування модернізації зернової сівалки	32
4.2. Технологічний розрахунок	34
4.3. Кінематичний розрахунок	35
4.4. Силовий аналіз механізмів сівалки	40
4.5. Енергетичний розрахунок	43
4.6. Розрахунок деталей та вузлів на міцність	44
4.6. Висновки по розділу	46
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	48
5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, які можуть виникнути при вирощуванні багаторічних трав	48
5.2. Заходи забезпечення нормальних умов праці при вирощуванні багаторічних трав	49
5.3. Висновки по розділу	49
6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	52
Додатки	54

1. ВСТУП

Сільське господарство є однією з найважливіших галузей економіки, що забезпечує населення продуктами харчування, а тваринництво – необхідними кормами. Вирощування багаторічних трав відіграє ключову роль у забезпеченні кормової бази для сільськогосподарських тварин, сприяє підвищенню родючості ґрунтів та екологічній стабільності агроландшафтів. Проте ефективність виробництва кормових культур залежить від багатьох факторів, зокрема від рівня механізації технологічних процесів.

Механізована сівба є одним із найважливіших етапів у технології вирощування багаторічних трав, оскільки саме вона визначає рівномірність розміщення насіння у ґрунті, польову схожість, густоту стояння рослин та майбутню врожайність. У сучасному аграрному виробництві широко застосовуються зернотукові сівалки, які дозволяють не лише висівати насіння, але й одночасно вносити добрива, що покращує умови для проростання та розвитку рослин. Однак, існуючі конструкції таких сівалок не завжди забезпечують достатню точність і рівномірність висіву, що призводить до перевитрат посівного матеріалу, нерівномірного розподілу рослин на полі та зниження врожайності.

В умовах сучасного агропромислового виробництва підвищення ефективності використання техніки є актуальним завданням. Тому вдосконалення конструкції зернотукової сівалки шляхом оптимізації робочих органів, покращення системи висіву та забезпечення більш точного дозування насіння і добрив є важливим напрямком удосконалення технологій вирощування багаторічних трав.

Актуальність цієї роботи обумовлена необхідністю підвищення ефективності механізованої сівби багаторічних трав, що є основою якісного

					КР 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Діденко				Механізація вирощування багаторічних трав з удосконаленням зернотукової сівалки	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.							4	53
Н. контр.								
Затв.								
						ЦНТУ, гр. АІ-22мб-1		

кормовиробництва. Використання удосконалених зернотукових сівалок дозволить зменшити витрати посівного матеріалу, підвищити схожість рослин, а також покращити якість вирощуваних трав, що в кінцевому підсумку сприятиме збільшенню врожайності та економічної ефективності сільськогосподарського виробництва.

Серед основних проблем, що існують на сьогоднішній день, можна виділити:

- недостатню рівномірність розподілу насіння під час сівби;
- високу чутливість посівного матеріалу до глибини загортання;
- перевитрати насіння і добрив унаслідок нерівномірного їх внесення;
- недостатню адаптацію сучасних сівалок до специфіки вирощування різних видів багаторічних трав.

Удосконалення конструкції зернотукової сівалки дозволить вирішити ці проблеми та підвищити ефективність технологічного процесу.

Мета та завдання дослідження

Метою даної роботи є розробка та обґрунтування конструктивних і технологічних рішень щодо удосконалення зернотукової сівалки для механізованої сівби багаторічних трав, що дозволить підвищити продуктивність, рівномірність висіву та ефективність використання посівного матеріалу.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі основні завдання:

- провести аналіз існуючих конструкцій зернотукових сівалок та їх технічних характеристик;
- визначити основні недоліки сучасних моделей сівалок у процесі висіву багаторічних трав;
- обґрунтувати конструктивні вдосконалення сівалки з урахуванням вимог до рівномірності висіву, глибини загортання насіння;
- розробити технічні рішення для покращення роботи висівного апарата.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ З ВИЗНАЧЕННЯМ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

2.1. Біологічні особливості багаторічних трав.

Багаторічні трави – це рослини, які ростуть на одному місці протягом кількох років, щорічно відновлюючи надземну частину після зимового періоду або після скошування. Вони є основою природних і сіяних кормових угідь, що забезпечують високу продуктивність тваринництва.

Багаторічні трави можна поділити на дві основні групи:

- злакові (зелені) трави – тимофіївка лучна, стоколос безостий, костриця лучна, райграс багаторічний, лисохвіст лучний.
- бобові трави – люцерна, конюшина біла та червона, еспарцет, козлятник східний.

Кожна група має свої специфічні біологічні особливості та кормову цінність. Однією з головних особливостей багаторічних трав є здатність до відростання після скошування або випасу тварин. Завдяки цьому вони дозволяють отримувати 2-4 укоси за сезон, а при інтенсивному зрошенні та належному догляді – до 6 укосів (наприклад, люцерна).

Тривалість життя різних видів відрізняється. Деякі трави (райграс, стоколос) можуть рости 3-5 років, інші (люцерна, еспарцет, костриця) – 7-10 років і більше.

Багаторічні трави формують міцну кореневу систему, яка дозволяє їм витримувати несприятливі умови та відростати навіть після сильного витоптування або посухи.

Коренева система багаторічних трав добре адаптована до різних умов зростання:

- стрижнева (у бобових трав) – проникає на глибину до 3-5 м (у люцерни), що дозволяє отримувати вологу з нижніх горизонтів ґрунту та виживати в посушливих умовах.
- мичкувата (у злакових трав) – формує щільний дерновий покрив, що сприяє утриманню вологи в ґрунті та захисту від ерозії.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Завдяки розвиненій кореневій системі багаторічні трави покращують структуру ґрунту, зменшують його ущільнення, запобігають ерозії на схилах і відкритих ділянках.

Багаторічні трави мають високу адаптивність до різних ґрунтово-кліматичних умов. Багато видів можуть витримувати зниження температури до -30°C (наприклад, тимофіївка, костриця). Бобові трави, такі як люцерна та еспарцет, здатні виживати при обмеженій кількості вологи. Лисохвіст лучний та стоколос безостий добре ростуть у перезволожених умовах.

Багато видів мають захисні механізми: восковий наліт на листках (у злаків) зменшує випаровування вологи, глибока коренева система дає доступ до води на значній глибині.

Багаторічні трави можуть розмножуватися насінням – використовується для створення нових кормових угідь, вегетативним способом (кореневищами, пагонами) – дозволяє швидко відновлювати трав'яний покрив після випасу або скошування. Деякі трави мають здатність до самопідсіву, що забезпечує природне поновлення (наприклад, конюшина біла).

Багаторічні трави є основним джерелом поживних речовин для тварин. Їхня цінність залежить від виду рослини, фази розвитку та умов вирощування.

Бобові трави (люцерна, конюшина) містять білки – 15-22%, що сприяє зростанню та високій продуктивності худоби, багато кальцію, фосфору та вітамінів, високий рівень засвоюваності корму.

Злакові трави (тимофіївка, райграс, костриця) багаті на клітковину (20-30%), що покращує травлення. Мають добре збалансований вміст вуглеводів. Використовуються для сіна, силосу, зеленого корму.

Важливо збирати трави в оптимальну фазу розвитку (бутонізація для бобових, вихід у трубку для злакових), щоб зберегти їхню максимальну поживну цінність.

Деякі багаторічні трави добре переносять часте поїдання худобою та витоштування, що робить їх ідеальними для пасовищ. Наприклад райграс

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

пасовищний – швидко відростає після випасу. Костриця лучна – стійка до механічних ушкоджень.

Для тривалого використання пасовищ важливо дотримуватися правильного навантаження на гектар, чергувати ділянки та своєчасно давати травам відновитися.

Багаторічні трави позитивно впливають на ґрунтову родючість. Бобові трави збагачують ґрунт азотом, фіксуючи його з повітря (до 100-200 кг/га на рік).

Покращують фізичні властивості ґрунту, роблячи його більш пухким і водопроникним. Зменшують вимивання поживних речовин. Сприяють накопиченню органічної речовини, підвищуючи вміст гумусу.

Висновок

Багаторічні трави є незамінною складовою кормової бази тваринництва. Вони забезпечують високу продуктивність пасовищ – стабільний урожай кормів на кілька років. Поживну цінність – білки, вітаміни, клітковину. Стійкість до різних кліматичних умов – від морозів до посухи. Поліпшення ґрунту – збагачення азотом, боротьбу з ерозією. Завдяки цим особливостям, використання багаторічних трав є ефективним способом забезпечення тварин якісним кормом, підвищення продуктивності тваринництва та збереження довкілля.

2.2. Місце в сівозміні.

Багаторічні трави займають важливе місце в сівозмінах, особливо у кормових, зерно-трав'яних, зернопаропросапних і спеціалізованих сівозмінах. Вони виконують комплекс агрономічних, екологічних і господарських функцій, які сприяють покращенню ґрунтових умов, підвищенню продуктивності культур та ефективності землекористування.

Бобові трави (люцерна, конюшина, еспарцет) збагачують ґрунт азотом, що є особливо важливим для наступних культур. Залишки трав сприяють утворенню гумусу, що покращує фізико-хімічні властивості ґрунту. Коренева система трав розпушує ґрунт, покращує його аерацію та водопроникність. Багаторічні трави зменшують ризик водної та вітрової ерозії, особливо на схилах. Знижується

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ущільнення ґрунту завдяки розвитку кореневої системи. Зменшується вимивання поживних речовин з орного шару.

Після багаторічних трав урожайність зернових та просапних культур збільшується на 10-30% за рахунок покращеного азотного живлення та структурного стану ґрунту. Менше накопичується патогенів і шкідників, характерних для зернових та овочевих культур. Зменшується потреба у внесенні мінеральних добрив і пестицидів.

Багаторічні трави пригнічують ріст бур'янів, особливо таких злісних, як осот, пирій, гірчак. Зменшується чисельність шкідників і хвороботворних організмів завдяки природному фітосанітарному ефекту.

Забезпечують високу продуктивність кормових угідь. Використовуються як сировина для сіна, силосу, сінажу, трав'яного борошна. Збільшують вихід кормових одиниць на гектар сільськогосподарських угідь.

Залежно від типу господарства та кліматичних умов, багаторічні трави можуть бути включені в сівозміну наступним чином:

- після зернових (пшениця, жито, ячмінь, овес);
- після ранніх зернових багаторічні трави висівають під покрив для отримання першого врожаю сіна або зеленої маси.

Багаторічні трави покращують структуру ґрунту та накопичують азот, що зменшує потребу в азотних добривах для просапних культур (кукурудза, буряк, соняшник, картопля). Завдяки розпушенню ґрунту корінням багаторічних трав, просапні культури отримують кращий розвиток.

У кормових сівозмінах використовуються протягом 2-4 років, після чого змінюються однорічними культурами. Найкращими культурами після багаторічних трав є кукурудза на силос, буряк, пшениця.

У сидеральних сівозмінах використовуються для зеленого добрива (сидерати), заорюються у ґрунт для підвищення вмісту органічних речовин.

Використання люцерни або конюшини в сидеральному вирощуванні дає ефект, схожий на внесення 20–30 т/га гною. У спеціалізованих ґрунтозахисних

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

сівозмінах на схилових землях вирощуються для запобігання ерозійним процесам.

Багаторічні трави займають ключове місце в сівозмінах, сприяючи покращенню родючості ґрунту, захисту від ерозії, підвищенню врожайності наступних культур і зниженню потреби в добривах. Їх доцільне використання в сівозмінах забезпечує економічну вигоду та екологічну стійкість сільськогосподарських угідь.

2.3. Система удобрення.

Система удобрення багаторічних трав залежить від їхнього виду, ґрунтових умов, клімату, рівня інтенсивності використання та запланованої врожайності. Основні етапи включають внесення добрив перед сівбою, підживлення в період вегетації та коригування залежно від результатів агрохімічного аналізу ґрунту.

Перед сівбою багаторічних трав важливо створити оптимальний поживний фон. Органічні добрива – 20-40 т/га перегною або компосту (особливо ефективні на бідних ґрунтах). Фосфорні та калійні добрива – закладають у ґрунт восени або ранньою весною: суперфосфат – 40-80 кг/га P_2O_5 ; калійна сіль або сульфат калію – 60-100 кг/га K_2O . Азотні добрива – у невеликій кількості (20-30 кг/га N), оскільки люцерна та конюшина можуть фіксувати атмосферний азот.

Підживлення залежить від складу травостою: люцерна, конюшина, еспарцет – потребують більше фосфору та калію (P_2O_5 – 60 кг/га, K_2O – 80-120 кг/га) та мінімальної кількості азоту. Злакові трави (тимофіївка, райграс, костриця, стоколос) – потребують більше азоту: ранньовесняне підживлення – 50-60 кг/га N; після кожного укусу – 30-40 кг/га N.

Осіньне підживлення. Фосфорні та калійні добрива (60-80 кг/га P_2O_5 і K_2O) для зміцнення кореневої системи та підвищення зимостійкості. Органічні добрива (якщо не вносили перед сівбою). Вапнування кислих ґрунтів (доломітове борошно – 2-4 т/га). Мікроелементи (бор, молібден для бобових, сірка для злакових). Правильна система удобрення забезпечує високий урожай зеленої маси та якісне сіно, покращує стан ґрунту та знижує потребу в азотних добривах для бобових культур.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

2.4. Обробіток ґрунту.

Основний обробіток ґрунту проводиться восени після збирання попередника, щоб забезпечити глибоке розпушення та накопичення вологи. Включає оранку (на 22-30 см) або безплужний обробіток (глибоке розпушення) залежно від типу ґрунту та кліматичних умов. У разі вирощування трав після зернових або просапних культур проводять лушення стерні.

Передпосівний обробіток проводиться навесні або наприкінці літа перед сівбою трав. Включає боронування для закриття вологи та вирівнювання поверхні, культивацію на глибину 6-8 см для знищення бур'янів, коткування для ущільнення ґрунту, особливо на легких піщаних ґрунтах.

2.5. Підготовка насіння до сівби, сівба.

Щоб отримати дружні та рівномірні сходи багаторічних трав, необхідно правильно підготувати насіння до сівби. Основні етапи підготовки включають:

- очищення та калібрування. Видаляють домішки, залишки інших рослин, дрібне та неякісне насіння. Насіння сортують за розміром і масою, що покращує рівномірність сходів;
- перевірка схожості. Перед сівбою обов'язково визначають лабораторну схожість насіння (норма для більшості трав – не менше 85%). При необхідності проводять додаткову стимуляцію росту;
- скарифікація (для твердонасінних культур, таких як люцерна, конюшина). Полягає в механічному пошкодженні оболонки насіння для полегшення проростання;
- обробка біостимуляторами та мікроелементами. Для підвищення енергії проростання використовують стимулятори росту (Гумат калію, Епін, Циркон). Обробка молібденом і бором покращує розвиток бобових трав;
- протруювання насіння. Використовують фунгіциди (наприклад, Максим, Вітавакс) для захисту від грибкових захворювань;
- інокуляція (для бобових трав – люцерни, конюшини, еспарцету). Насіння обробляють бактеріальними препаратами (нітрагін, ризоторфін) для стимуляції утворення бульбочкових бактерій.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Правильний вибір строків, способу та норм висіву має вирішальне значення для успішного вирощування трав.

Строки сівби. Рання весняна сівба – сприяє максимальному використанню вологи в ґрунті. Підпокривна сівба – сумісний посів із покривною культурою (ячмінь, овес, жито) для захисту молодих рослин. Літньо-осіння сівба – проводиться в районах із достатнім зволоженням, до настання осінніх холодів.

Способи сівби

- рядковий (звичайний) спосіб – відстань між рядами 15–20 см, забезпечує рівномірні сходи;
- широкорядний (для конюшини, люцерни) – відстань 45–60 см, що сприяє механічному догляду;
- розкидний спосіб – використовується при відсутності можливості механізованого висіву.

Глибина загортання насіння: дрібнонасінні трави (конюшина, люцерна, тимофіївка) – 0,5-1,5 см, середньонасінні (овсяниця, райграс) – 1,5-2 см, великонасінні (еспарцет, козлятник) – 2-3 см.

Норми висіву (кг/га): люцерна – 12-18, конюшина – 10-15, тимофіївка – 6-8, овсяниця – 25-30, райграс – 20-25, еспарцет – 80-120.

Догляд після сівби. Коткування ґрунту після сівби покращує контакт насіння з ґрунтом. За необхідності проводять прикочування або мульчування.

Для сівби багаторічних трав використовують спеціалізовані або універсальні сівалки, які забезпечують рівномірний висів дрібного насіння та точне загортання в ґрунт. Основні типи сівалок, що застосовуються:

- спеціалізовані трав'яні сівалки. Ці сівалки розроблені спеціально для сівби дрібнонасінних культур, таких як люцерна, конюшина, тимофіївка, костриця тощо. СЗТ-3,6А (сівалка зернотрав'яна) призначена для сівби багаторічних трав, зернових та інших культур. Має спеціальні дрібнонасінні висівні апарати. Можливість підпокривного та безпокривного висіву. СТВТ-6 (сівалка трав'яна вузькорядна транспортна), використовується для чистої сівби дрібнонасінних трав. Відзначається рівномірним висівом по всій ширині агрегату. Amazone Grass

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Drill – німецька сівалка для точного висіву трав'яних сумішей. Пневматична система подачі насіння забезпечує рівномірність розподілу.

– універсальні зернотрав'яні сівалки. Ці сівалки підходять для сівби як зернових, так і багаторічних трав. СЗ-3,6, СЗ-5,4 (сівалки зернові) оснащені висівними апаратами для дрібнонасінного матеріалу. Підходять для підпокривного способу сівби. Great Plains 1006NT використовується для традиційної та нульової (no-till) технології. Дає змогу висівати насіння на точно задану глибину.

– дискові та анкерні сівалки для No-Till застосовуються для сівби багаторічних трав без попереднього обробітку ґрунту. John Deere 750A – дискова пневматична сівалка. Підходить для сівби в стерню та мінімально оброблений ґрунт. Gaspardo Gigante – універсальна сівалка для прямого висіву. Дає змогу сіяти трави в складних ґрунтових умовах.

– розкидні сівалки (для поверхневого висіву). Ці сівалки використовують для розкидання насіння на поверхню ґрунту, наприклад, на луках або пасовищах. Rauch SA 121 – дискова розкидна сівалка, що рівномірно розподіляє насіння використовується для підсіву трав на пасовищах. Vredo DZ 214 – спеціальна підсівна сівалка для луків та пасовищ. Дозволяє висівати насіння без порушення дернини.

Вибір сівалки залежить від способу сівби: для чистої сівби – СЗТ-3,6А, СТВТ-6, Amazone Grass Drill, для підпокривної сівби – СЗ-3,6, Great Plains 1006NT, для No-Till – John Deere 750A, Gaspardo Gigante, для розкидання насіння – Rauch SA 121, Vredo DZ 214.

2.6. Догляд за посівами.

Догляд за посівами багаторічних трав є важливим етапом для отримання високих врожаїв, хорошого розвитку рослин та забезпечення сталості трав'яних угідь на довгий термін. Багаторічні трави відрізняються від однорічних тим, що вони зберігаються протягом кількох років, а тому правильний догляд за ними має великий вплив на їх ріст і продуктивність.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Підтримка вологості: Протягом перших кількох тижнів після посіву насіння потребує постійної вологості. Ґрунт не повинен бути мокрим, але й не повинен пересихати. Це особливо важливо в жарких регіонах або в умовах низьких дощів. Після того як насіння проросте, важливо контролювати рівень вологості ґрунту. У перший рік посівів трави потребують регулярного поливу. Дорослі рослини вже менш вимогливі до води, але в посушливі періоди полив є необхідним. Важливо уникати застою води, оскільки це може призвести до загнивання коренів і розвитку хвороб.

У перші роки після посіву важливо регулярно проводити підсапування для знищення бур'янів, що можуть заважати росту трав. Очищення від бур'янів може проводитися вручну або за допомогою культиваторів.

Якщо бур'яни не вдається контролювати механічними методами, можна застосовувати гербіциди, але тільки після того, як трави добре вкоріняться. Важливо вибирати такі препарати, які не шкодять травам.

Профілактика хвороб. Багаторічні трави можуть бути вражені різними грибковими або бактеріальними інфекціями. Найбільш поширені хвороби включають іржу, борошністу росу, кореневі гнилі. Протягом вегетаційного періоду рекомендується проводити профілактичні обробки фунгіцидами.

Особливо небезпечними для багаторічних трав є шкідники, такі як попелиці, слимакі, різні види жучків, що пошкоджують кореневу систему або стебла. У разі великої кількості шкідників застосовують інсектициди.

Наприкінці осені важливо провести останнє скошування трав, залишаючи їх на висоті 5-7 см, щоб вони могли отримати достатньо енергії для збереження своїх запасів на зимовий період. Внесення калійних і фосфорних добрив восени допоможе травам зміцнитися перед холодами. У районах з дуже холодними зимами можна застосовувати органічні покриття або мульчування, щоб захистити кореневу систему від замерзання.

Загальний догляд за багаторічними травами вимагає терпіння та систематичності. Однак з належним підходом та увагою можна забезпечити стабільний розвиток рослин, високий урожай і стабільні врожаї на багато років.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2.7. Збирання врожаю.

Скошування та обробка трав є важливими етапами догляду за багаторічними травами, оскільки вони безпосередньо впливають на якість трав'яного покриву, його здатність до відновлення та подальшого росту.

Перші скошування мають велике значення для розвитку трав, оскільки вони дозволяють стимулювати ріст нових пагонів і сприяють кращому розгалуженню кореневої системи. Запобігати задернуванню трав, що може негативно вплинути на їх продуктивність.

Перше скошування найкраще робити, коли трави відновлюються після зимового періоду і набирають зелену масу. Це важливо для отримання високоякісного сіна чи корму для тварин.

Трави часто скошують перед початком цвітіння (для трав, що використовуються як корм). У цей період трава має максимальний вміст поживних речовин. Зазвичай це відбувається на початку літа.

Для багатьох багаторічних трав перше скошування проводиться, коли висота рослин досягає 20-30 см, але перед появою перших бутонів.

Після першого скошування трави продовжують рости, і на наступних етапах вегетації потрібно здійснювати регулярні скошування. Зазвичай скошування проводиться 2-3 рази за сезон, але це залежить від конкретних видів трав, кліматичних умов та мети вирощування. Через кілька тижнів після першого скошування, трави починають відновлювати свій ріст, і в цей період потрібно здійснити повторне скошування для запобігання цвітіння та утворення насіння. Якщо мета – виростити сіно, то друге скошування зазвичай проводиться в середині літа, коли трава досягне висоти 30-50 см. В кінці літа або на початку осені, перед тим, як трави переходять у стан спокою на зимовий період, проводиться третє скошування. Цей етап важливий для того, щоб рослини підготувалися до зимівлі і не залишалися з високими стеблами, що можуть заважати їх перезимівлі.

Для більшості трав оптимальна частота скошування – це кожні 6-8 тижнів, залежно від швидкості росту конкретного виду трав і погодних умов.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ СІВБИ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ

3.1. Умови роботи.

Операційну технологію сівби багаторічних трав на площі 100 га з ухилом 2% і довжиною гонів 800 м розробляємо з урахуванням агрономічних, технічних та економічних аспектів. У зв'язку з планами господарства щодо збільшення поголів'я молодняка на відгодівлі, в польову сівозміну будуть включені багаторічні трави, оскільки вони є основою для забезпечення високоякісного корму. Для ефективного вирощування кормових культур планується організувати комбіновану сівбу зернових та багаторічних трав одночасно, що дозволить зменшити витрати часу та ресурсів.

При виконанні сівби зернових культур буде здійснюватися одночасний висів багаторічних трав. Для цього використовується спеціальна техніка – сівалка зернотукотрав'яна СЗТ-3,6АА, яка дозволяє одночасно здійснювати посів зернових та трав. Це особливо важливо, оскільки комбінована сівба сприяє зменшенню витрат часу на обробіток поля та знижує необхідність у використанні додаткової техніки, що дозволяє знизити експлуатаційні витрати та спростити агротехнічні заходи. Сівалка СЗТ-3,6АА дає змогу точно та рівномірно висівати як зернові культури, так і багаторічні трави, що забезпечує високу якість сівби та сприяє кращому розвитку трав на полі.

Основні переваги такого комбінованого посіву полягають у значному зменшенні витрат праці, палива та часу. В результаті цього зменшується кількість необхідних робочих місць, що позитивно впливає на економіку господарства. Крім того, така технологія дозволяє знижувати собівартість вирощування одиниці продукції, оскільки зменшується потреба в окремих операціях, а також в експлуатації додаткової техніки. Зменшення кількості агрегатів у процесі сівби сприяє зниженню зношеності техніки, що в перспективі знижує витрати на її обслуговування та ремонти.

Завдяки оптимізації агротехнічних заходів та технічного оснащення, така технологія сівби дозволяє господарствам ефективно поєднувати вирощування

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

зернових і кормових культур, що позитивно позначається на загальній ефективності виробництва та підвищує продуктивність сільськогосподарських робіт.

Щоб вибрати оптимальний склад агрегату для сівби зернових з підсівом багаторічних трав порівнюємо показники двох агрегатів: ЮМЗ-6+СЗТ-3,6А та Т-150+СП-11+3 шт. СЗТ-3,6АА.

3.2. Агротехнічні вимоги.

Агротехнічні вимоги до сівби багаторічних трав включають кілька важливих етапів і аспектів для забезпечення гарного росту та розвитку рослин.

Підготовка ґрунту. Ґрунт повинен бути добре підготовлений, зокрема через оранку на глибину 20-25 см для забезпечення хорошого проникнення води та кореневої системи. Перед сівбою ґрунт рихлиться на глибину 5-7 см для покращення аерації і структури ґрунту.

Для підживлення застосовуються добрива для забезпечення необхідних поживних речовин для рослин. Зазвичай вносяться фосфорні та калійні добрива, в залежності від потреби ґрунту.

Вибір багаторічних трав залежить від кліматичних умов, типу ґрунту та бажаної мети (пасовище, сіно, зелений корм). Найбільш поширеними є різні види люцерни, еспарцету, конюшини, тимофіївки, костриці.

Сівба багаторічних трав зазвичай проводиться навесні (квітень-травень) або восени (серпень-вересень) в залежності від конкретної культури та кліматичних умов. Важливо не допустити сівби в період, коли в ґрунті можливі заморозки або вологість занадто висока.

Глибина сівби для багаторічних трав, як правило, становить 2-3 см для дрібних насінин (наприклад, конюшини) і 3-5 см для більших насінин (наприклад, люцерни). При сівбі потрібно враховувати вологість ґрунту, щоб насіння добре проросло.

Норма висіву залежить від типу трави. Наприклад, для люцерни зазвичай використовується 10-15 кг/га, для конюшини – 10-12 кг/га, а для тимофіївки – 15-20 кг/га.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Важливо не перевищувати норму висіву, щоб уникнути конкуренції між рослинами.

Після сівби важливо підтримувати помірну вологість ґрунту для покращення проростання. У разі необхідності проводиться додатковий полив, особливо в перші тижні після сівби.

Сівба може бути проведена різними методами: звичайним, рядковим, широкорядним або сівбою через спеціальні сівалки. Вибір методу залежить від типу трави та особливостей ґрунту.

3.3. Комплектування і підготовка посівного агрегату до роботи.

Згідно з агротехнічними вимогами, оптимальна швидкість руху агрегату становить до 12 км/год. Трактор ЮМЗ-6 може працювати на швидкості 10,5 км/год на п'ятій передачі, а трактор Т-150 – на третій передачі, з швидкістю 6,93 км/год. Розрахунок складу тягових причіпних агрегатів здійснюється на основі максимальної ширини захвату (м) на двох передачах (V та IV). Для трактора ЮМЗ-6

$$V_{\max} = \frac{P_{\text{ТН}} - \frac{G \cdot i}{100}}{K + \frac{g_m \cdot i}{100}}, \quad (3.1)$$

де $P_{\text{ТН}}$ – номінальне тягове зусилля трактора на вибраній передачі і горизонтальній поверхні, з урахуванням характеристик ґрунту та умов зчеплення з ним, (кН), $P_{\text{ТН}}^{\text{IV}} = 14 = 14$ кН; $P_{\text{ТН}}^{\text{V}} = 11,5 = 11,5$ кН,

G – вага трактора, кН; $G_{\text{МТЗ-80}} = 33,4$ кН;

i – нахил поля, %, ($i = 2$ %);

K – питомий тяговий опір руху сівалки на вибраній швидкості, кН/м;

g_m – відношення ваги сівалки G_m до її ширини захвату, кН;

$$g_m = \frac{G_m}{B_k}. \quad (3.2)$$

Звідки

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$g_m = \frac{18,3}{3,6} = 5,08 \text{ кН/м.}$$

$$K = K_0 \cdot \left(1 + \frac{(V_p - V_0) \cdot \Delta_0}{100} \right), \quad (3.3)$$

де K_0 – питомий тяговий опір сівалки при швидкості її руху $V_0 = 5$ км/год, ($K_0 = 1,8$ кН/м);

V_p – робоча швидкість руху посівного агрегату, ($V_p = 9-10$ км/год),
 $V_p^{IV} = 8,9$ км/год, $V_p^V = 10,5$ км/год;

Δ_0 – темп приросту питомого тягового опору залежно від швидкості руху посівного агрегату, %, $\Delta_0 = 1,5-3,0$ % на кожний км/год, збільшення V_p більше 5 км/год, приймаємо $\Delta_0 = 2$ %.

Після підстановки значень в (3.3) отримаємо

$$K^{IV} = 2 \cdot \left(1 + \frac{(8,9 - 5) \cdot 2}{100} \right) = 2,16 \text{ кН/м;}$$

$$K^V = 2 \cdot \left(1 + \frac{(10,54 - 5) \cdot 2}{100} \right) = 2,22 \text{ кН/м,}$$

а B_{\max} за формулою (3.1)

$$B_{\max}^{IV} = \frac{14 - 33,4 \cdot 0,02}{2,16 + 5,08 \cdot 0,02} = 5,9 \text{ м;}$$

$$B_{\max}^V = \frac{11,5 - 33,4 \cdot 0,02}{2,22 + 5,08 \cdot 0,02} = 4,7 \text{ м.}$$

Кількість сівалок в агрегаті (заокруглюємо до ближнього меншого цілого числа).

$$n_M = \frac{B_{\max}}{B_K}, \quad (3.4)$$

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

$$n_M = \frac{5,9}{3,6} = 1,64 \text{ приймаємо одну сівалку};$$

$$n_M = \frac{4,7}{3,6} = 1,3 \text{ приймаємо одну сівалку}.$$

Тяговий опір агрегату R_a на кожній із прийнятих передач.

$$R_a = h_M \left(K \cdot B_K + \frac{G_M \cdot i}{100} \right) \quad (3.5)$$

В більшості випадків R_a визначають для руху вгору, так як сила тяги повинна забезпечити більш складний режим роботи.

Після підстановки значень в формулу (3.5) маємо

$$R_a^{IV} = 1 \cdot \left(2,16 \cdot 3,6 + \frac{18,3 \cdot 2}{100} \right) = 8,14 \text{ кН};$$

$$R_a^V = 1 \cdot \left(2,22 \cdot 3,6 + \frac{18,3 \cdot 2}{100} \right) = 8,36 \text{ кН}.$$

Раціональний склад і оптимальний швидкісний режим посівного агрегату визначаються шляхом порівняння розрахункових коефіцієнтів використання номінального тягового зусилля, а також аналізу продуктивності агрегату за годину змінного часу. Вибір оптимального складу агрегату включає врахування потужності трактора, ширини захвату посівного комплексу, типу ґрунту, агротехнічних вимог і умов експлуатації. Швидкісний режим встановлюється з урахуванням оптимального використання енергетичних ресурсів, забезпечення рівномірного висіву насіння та мінімізації витрат пального. Комплексний підхід до визначення цих параметрів дозволяє підвищити ефективність сільськогосподарських робіт, знизити експлуатаційні витрати та покращити якість посіву.

$$n_B = \frac{R_a}{P_{TH}}, \quad (3.6)$$

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau. \quad (3.7)$$

Після підстановки (3.7) в (3.6) отримуємо

$$n_B^{IV} = \frac{8,14}{14} = 0,58,$$

$$n_B^V = \frac{8,358}{11,5} = 0,73.$$

$$W_{\text{год}}^{IV} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 8,9 \cdot 0,8 = 2,56 \text{ га};$$

$$W_{\text{год}}^V = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 10,54 \cdot 0,8 = 3,04 \text{ га}.$$

Рациональне використання номінальної сили тяги сільськогосподарських тракторів під час виконання сівби є важливим показником ефективності роботи агрегатів. Встановлено, що цей коефіцієнт становить 0,93-0,96, що свідчить про високу ефективність застосування техніки у польових умовах.

За проведеними розрахунками, оптимальним складом агрегату для виконання сівби є трактор ЮМЗ-6 у поєднанні з сівалкою СЗТ-3,6АА. При роботі на V передачі агрегат здатний розвивати робочу швидкість 10,54 км/год. Важливим параметром є коефіцієнт буксування, який становить 0,73, що забезпечує стабільне зчеплення з ґрунтом та ефективне використання тягових характеристик трактора.

При таких умовах продуктивність агрегату досягає 3,04 га/год, що є достатньо високим показником для сівби. Використання правильно підбраного агрегату дозволяє зменшити витрати пального, підвищити якість сівби та забезпечити рівномірний розподіл насіння по площі.

Розрахунок для трактора Т-150 виконуємо на II та III передачах зі швидкостями $V = 6,03$ км/год та $V = 6,93$ км/год відповідно. Тягові зусилля становлять $P = 30,63$ кН та $P = 26,94$ кН. Використовується зчіпка СП-11, де зчіпна маса складає $G_{\text{зч}} = 17,62$ кН, а для трактора Т-150 - $G = 65,3$ кН.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$B_{\max} = \frac{\left(P_{\text{TH}} - \frac{G \cdot i}{100} \right)}{K + \frac{g_m \cdot i}{100} + g_{\text{зч}} \cdot \left(f_{\text{зч}} + \frac{i}{100} \right)}, \quad (3.8)$$

де $g_{\text{зч}}$ – відношення ваги зчіпки $G_{\text{зч}}$ до максимальної ширини захвату посівного агрегату, кН/м.

Максимальна кількість сівалок, які може агрегувати зчіпка СП-11 три сівалки.

$$g_{\text{зч}} = \frac{17,62}{10,8} = 1,63 \text{ кН/м};$$

$f_{\text{зч}}$ – коефіцієнт опору кочення ходових коліс зчіпки, ($f_{\text{зч}} = 0,1 - 0,44$, приймаємо $f_{\text{зч}} = 0,22$);

Після підстановки значень в (3.3) й (3.8) отримуємо

$$K^{\text{II}} = (1 + (6,07 - 5) \cdot 0,02) = 2,04 \text{ км/год},$$

$$K^{\text{III}} = 2 \cdot (1 + (6,93 - 5) \cdot 0,02) = 2,08 \text{ км/год}.$$

$$B_{\max}^{\text{II}} = \frac{30,63 - 65,3 \cdot 0,02}{2,13 + 5,08 \cdot 0,02 + 1,63 \cdot (0,22 + 0,02)} = 11,8 \text{ м},$$

$$B_{\max}^{\text{III}} = \frac{26,94 - 65,3 \cdot 0,02}{2,17 + (5,08 \cdot 0,02) + 1,63 \cdot (0,22 + 0,02)} = 9,63 \text{ м}.$$

Кількість сівалок в агрегаті визначаємо за формулою

$$n_M = \frac{B_{\max}}{B_K}. \quad (3.9)$$

Після підстановки значень в (3.9) отримаємо

$$n_M^{\text{II}} = \frac{11,18}{3,6} = 3,11, \text{ приймаємо } 3 \text{ шт.}$$

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$n_M^{III} = \frac{9,63}{3,6} = 2,68, \text{ приймаємо 2 шт.}$$

Повний тяговий опір агрегату R_a на кожній із вибраних передач

$$R_a = n_M \left(K \cdot B_K + \frac{G_M \cdot i}{100} \right) + G_{зч} \cdot \left(f_{зч} + \frac{i}{100} \right). \quad (3.10)$$

Після підстановки значень (3.6), (3.7), (3.10) отримуємо

$$R_a^{II} = 3 \cdot (2,04 \cdot 3,6 + 65,3 \cdot 0,02) + 17,62 \cdot (0,22 + 0,02) = 38,17 \text{ кН,}$$

$$R_a^{III} = 2 \cdot (2,08 \cdot 3,6 + 65,3 \cdot 0,02) + 17,62 \cdot (0,22 + 0,02) = 21,82 \text{ кН.}$$

$$n_B^{II} = \frac{38,17}{65,3} = 0,58,$$

$$n_B^{III} = \frac{21,82}{65,3} = 0,33.$$

$$W_{год}^{II} = 0,1 \cdot 10,8 \cdot 6,07 \cdot 0,8 = 5,25 \text{ га,}$$

$$W_{год}^{III} = 0,1 \cdot 7,2 \cdot 6,92 \cdot 0,8 = 3,99 \text{ га.}$$

На основі розрахунків приймаємо агрегат – Т-150+СП-11+3шт.СЗТ-3,6АА, який рухається на II передачі, $n_B = 0,58$, $W_{год}^{II} = 5,25$ га, $V_p = 6,03$ км/год.

Годинні витрати палива за годину для обох тракторів

$$G_{год} = \frac{G_{пн} \cdot T_p + G_{пх}^{ДВ} \cdot T_{хх} + G_{пз}^{ДВ} \cdot T_z}{T_{зм}}, \quad (3.11)$$

де $G_{пн}$, $G_{пх}^{ДВ}$, $G_{пз}^{ДВ}$ – витрати палива за час виконання роботи, на холостих переїздах, зупинках, відповідно, кг/год., $G_{пн}^{ЮМЗ-6} = 16,7$ кг/год, $G_{пх}^{ДВЮМЗ-6} = 11,4$ кг/год, $G_{пз}^{ДВЮМЗ-6} = 2,6$ кг/год, $G_{пн}^{Т-150} = 15,9$ кг/год, $G_{пх}^{ДВТ-150} = 10,4$ кг/год, $G_{пз}^{ДВТ-150} = 1,6$ кг/год.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

T_p, T_{xx}, T_3 – змінний час на роботу, холостий хід і переїзди та зупинки, год., $T_p = 5,6$ год, $T_{xx} = 0,56$ год, $T_3 = 0,84$ год.

$T_{зм}$ – час робочої зміни, $T_{зм} = 7$ год.

Після підстановки значень в (3.11) отримаємо

$$G_{\text{год}}^{\text{ЮМЗ-6}} = \frac{16,7 \cdot 5,6 + 11,4 \cdot 0,56 + 2,6 \cdot 0,84}{7} = 14,58 \text{ кг};$$

$$G_{\text{год}}^{\text{T-150}} = \frac{15,9 \cdot 5,6 + 10,4 \cdot 0,56 + 1,6 \cdot 0,84}{7} = 13,75 \text{ кг}.$$

Витрати палива на гектар

$$G_{\text{га}} = \frac{G_{\text{год}}}{W_{\text{год}}}. \quad (3.12)$$

Після підстановки значень в формулу (3.12) отримаємо

$$G_{\text{год}}^{\text{ЮМЗ-6}} = \frac{14,58}{3,04} = 4,8 \text{ кг/га},$$

$$G_{\text{год}}^{\text{T-150}} = \frac{13,75}{5,25} = 2,62 \text{ кг/га}.$$

Витрати праці на сівбу всієї площі

$$T = \frac{S_n \cdot \sum_n}{W_{\text{год}}}, \quad (3.13)$$

де S_n – площа поля, га;

\sum_n – кількість обслуговуючого персоналу, чол.

Після підстановки значень в (3.13) отримаємо

$$T^{\text{ЮМЗ-6}} = \frac{100 \cdot 2}{3,04} = 65,8 \text{ люд.год.},$$

$$T^{\text{T-150}} = \frac{100 \cdot 4}{5,25} = 76,2 \text{ люд.год}.$$

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Витрати праці на гектар поля

$$T_0 = \frac{n_{\text{мех}} + n_{\text{доп}}}{W_{\text{год}}}, \quad (3.14)$$

де $n_{\text{мех}}$ – кількість задіяних механізаторів, чол.;

$n_{\text{доп}}$ – кількість задіяних допоміжних працівників, чол.

$$T_0^{\text{ЮМЗ-6}} = \frac{1+1}{3,04} = 0,66 \text{ люд.год/га,}$$

$$T_0^{\text{Т-150}} = \frac{1+3}{5,25} = 0,75 \text{ люд.год/га.}$$

Коефіцієнт робочих ходів визначаємо за формулою

$$\varphi = \frac{\alpha_{\text{рх}}}{\alpha_{\text{рх}} + \alpha_{\text{хх}}}, \quad (3.15)$$

де $\alpha_{\text{рх}}$ – довжина пройденого робочого шляху, м;

$\alpha_{\text{хх}}$ – довжина пройдених холостих ходів, м.

$$\alpha_{\text{рх}} = \frac{S \cdot 1000}{B_p}, \quad (3.16)$$

де S – площа поля, га;

B_p – робоча ширина захвату посівного агрегату, м.

Після підстановки значень в (3.16) отримаємо

$$\alpha_{\text{рх}}^{\text{ЮМЗ-6}} = \frac{100 \cdot 1000}{3,6} = 27778 \text{ м,}$$

$$\alpha_{\text{рх}}^{\text{Т-150}} = \frac{100 \cdot 1000}{10,8} = 9259 \text{ м.}$$

$$\alpha_{\text{хх}} = L_{\text{пов}} \cdot n_{\text{пов}} + L_B, \quad (3.17)$$

де $L_{\text{пов}}$ – довжина поворотів агрегату, м.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$L_{\text{пов}} = 3 \cdot R \quad (3.18)$$

R – радіус повороту посівного агрегата, м;

$$L_{\text{пов}} = 1,6 \cdot B_{\text{к}}, \quad (3.19)$$

Із (3.19) визначаємо радіус повороту

$$R = 1,6 \cdot 3,6 = 5,76 \text{ м, для трактора ЮМЗ-6,}$$

$$R = 1,6 \cdot 10,8 = 17,28 \text{ м, для трактора Т-150.}$$

$n_{\text{пов}}$ – кількість поворотів за час сівби, шт.

$$n_{\text{пов}} = \frac{L}{B_{\text{п}}}, \quad (3.20)$$

де L – довжина поля, м, (із умов роботи – L = 800 м).

За (3.20) визначаємо кількість поворотів

$$n_{\text{пов}}^{\text{ЮМЗ-6АЛ}} = \frac{800}{3,6} = 222,2 \text{ шт.}$$

$$n_{\text{пов}}^{\text{Т-150}} = \frac{800}{10,8} = 74,1 \text{ шт.}$$

Довжина виїзду агрегата $L_{\text{в}}$, для причіпних агрегатів із розташуванням сівалок позаду.

$$L_{\text{в}} = 0,5 \cdot L_{\text{а}}, \quad (3.21)$$

де $L_{\text{а}}$ – кінематична довжина агрегату, м.

$$L_{\text{а}} = L_{\text{т}} + L_{\text{зч}} + L_{\text{м}}, \quad (3.22)$$

де $L_{\text{т}}$, $L_{\text{зч}}$, $L_{\text{м}}$ – відповідно, кінематична довжина трактора, зчіпки й машини.

Визначаємо $L_{\text{а}}$ за (3.22)

$$L_{\text{а}}^{\text{ЮМЗ-6}} = 0,94 + 3,23 = 4,17 \text{ м,}$$

$$L_{\text{а}}^{\text{Т-150}} = 2,3 + 6,8 + 3,23 = 12,33 \text{ м.}$$

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Після підстановки значень в (3.17) й (3.15) отримаємо

$$\alpha_{xx}^{\text{ЮМЗ-6}} = 3 \cdot 5,76 \cdot 637 + 0,5 \cdot 4,17 = 11010 \text{ м,}$$

$$\alpha_{xx}^{\text{T-150}} = 3 \cdot 17,28 \cdot 213 + 0,5 \cdot 12,33 = 11048 \text{ м,}$$

$$\varphi^{\text{ЮМЗ-6}} = \frac{636363,63}{636363,63 + 11010} = 0,98,$$

$$\varphi^{\text{T-150}} = \frac{212121,21}{212121,21 + 11048} = 0,95 = 0,95.$$

Таблиця 3.1

Порівняльна характеристика тракторів

№ п/п	Найменування показників	ЮМЗ-6	T-150	±
1	2	3	4	5
1.	Продуктивність, га/год ($W_{\text{год}}$)	3,04	5,25	+2,21
2.	Витрати палива:	14,58	13,75	+0,83
	кг/год ($G_{\text{год}}$)			
	кг/га ($G_{\text{га}}$)	4,8	2,62	+2,18
3.	Коефіцієнт робочих ходів, (φ)	0,98	0,95	-0,03
4.	Затрати праці:	138,16	160	-21,84
	на всю площу (Т), люд.год			
	на 1 га (T_0), люд.год	0,66	0,76	-0,1
5	Сила на перекочування трактора ($P_{\text{п}}$), кН	7,35	9,14	-1,79
6	Потужність на перекочування ($N_{\text{пер}}$), кВт	77,5	55,5	+22
7	Переміщення машин по полю (П), кН·км	33471	30757	+2714

+ - переваги трактора T-150; - - переваги трактора ЮМЗ-6.

Як видно із табл. 3.1 трактор Т-150 за більшістю показників більш кращий для сівби великих площ ніж ЮМЗ-6.

3.4. Підготовка поля до роботи.

Підготовка поля до сівби – це важливий процес, що включає кілька етапів, спрямованих на оптимізацію умов для проростання насіння та створення сприятливого середовища для росту рослин.

Першим кроком є проведення агрохімічного аналізу ґрунту. Це дає змогу визначити:

- рівень рН ґрунту (кислий чи лужний);
- вміст основних поживних елементів (азот, фосфор, калій);
- вологість і структура ґрунту.

Результати допоможуть визначити, які добрива потрібно внести для коригування дефіциту елементів живлення та рівня кислотності.

Під час підготовки поля визначають напрямок руху посівних агрегатів, розмічають поворотні смуги, ділять поле на загони та маркують лінії перших проходів техніки. Сівбу зазвичай проводять поперек напрямку оранки або останнього передпосівного обробітку ґрунту, інколи – під кутом до них.

Основним способом руху посівного агрегату є човниковий. Тому для вирощування зернових за інтенсивною технологією бажано обирати поля з максимальною довжиною гін. Ширина поворотних смуг повинна відповідати трьом робочим проходам агрегату.

Під час розмітки поля встановлюють віхи, що позначають межі загінки, поворотних смуг та лінії перших проходів. Якщо посів виконується груповим методом, поле розмічають так, щоб кількість ліній першого проходу відповідала числу працюючих агрегатів.

Також визначають місце заправки посівного агрегату насінням і добривами. Його розташування залежить від довжини гін, норми висіву та місткості насінневих ящиків, при цьому слід враховувати, що на момент наступної заправки в ящиках має залишатися запас насіння не менше 10% від початкового об'єму. Орієнтовна відстань між заправними пунктами становить

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$L = \frac{0,85 \cdot V \cdot 10^4}{B_p \cdot H}, \quad (3.23)$$

де V – об'єм посівного бункера, кг, ($V = 453$ кг);

B_p – робоча ширина захвату, м, ($B_p = 10,8$ м);

H – норма висіву посівного матеріалу, кг/га, ($H = 200$ кг/га).

Після підстановки значень у (3.23) і отримаємо

$$L = \frac{0,85 \cdot 453 \cdot 3 \cdot 10^4}{10,8 \cdot 200} = 5347,9 \text{ м.}$$

Кількість посівних агрегатів, що обслуговує один механізований заправний агрегат

$$N = \frac{100 \cdot q}{W_c \cdot H \cdot T_p}, \quad (3.24)$$

де q – вантажопідйомність заправного агрегату, ($q = 4$ т);

W_c – продуктивність агрегату для сівби, ($W_c = 5,21$ га/год);

H – норма висіву багаторічних трав, ($H = 20$ кг/га;)

T_p – тривалість рейсу автомобіля, урахуванням руху, завантаження й розвантаження, ($T_p = 0,5$ год).

Після підстановки значень у (3.24) отримаємо

$$N = \frac{100 \cdot 4}{5,21 \cdot 20 \cdot 0,5} = 0,77 = 0,77 \text{ приймаємо один автомобіль.}$$

Заправку агрегатів насінням і добривами здійснюють на дорогах, що розташовані між суміжними полями. У разі відсутності таких доріг заправку проводять на поворотних смугах, які використовуються для маневрування техніки. Після завершення основної сівби на всій площі поля ці смуги також підлягають засіванню, щоб забезпечити рівномірний розподіл культур на всій території.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

3.5. Організація роботи агрегату в загінці.

Перед початком сівби проводять підготовчі роботи – перевіряють стан ґрунту (вологість, структура, підготовка під сівбу), виконують технічний огляд посівного агрегату (сівалки, трактора, навігаційної системи, дозуючих пристроїв), заправляють насінням і добривами, калібрують норму висіву.

Поле ділять на загінки, оптимальна ширина яких відповідає кратній робочій ширині посівного агрегату. Визначають напрямок руху, зазвичай уздовж довшої сторони поля, щоб мінімізувати розвороти. Встановлюють контрольні орієнтири (або використовують GPS-навігацію).

Агрегат рухається в загінці паралельними проходами, максимально точно дотримуючись прямолінійності. Водій контролює рівномірність загортання насіння, відсутність пропусків і накладань. Використовуються маркери або автоматичне рульове керування для точного ведення трактора.

В кінці загінки агрегат виконує розворот. Важливо уникати ущільнення ґрунту на розворотах.

По завершенні загінки агрегат переїжджає на нову ділянку. Виконують технічне обслуговування, перевіряють рівень насіння та добрив. При необхідності повторюють процес для наступних загінки.

3.6. Контроль якості роботи.

Щоб більш детально проконтролювати якість виконаної сівби багаторічних трав, варто звернути увагу на кілька ключових аспектів, які стосуються технічного процесу сівби, агротехнічних умов і подальшого моніторингу стану сходів.

Візуальним оглядом посіву контролюють рівномірність розподілу насіння. Після сівби потрібно провести візуальний огляд поля на наявність нерівномірностей. Це можна зробити за допомогою спеціальних інструментів або просто підходячи до різних ділянок поля. Важливо, щоб насіння було рівномірно розподілене по поверхні ґрунту без утворення груп насіння в одному місці чи значних порожніх ділянок.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Рівномірність глибини сівби при перевірці поля можна за допомогою лопати або спеціальних інструментів перевіряти, на якій глибині розміщене насіння. Усі ділянки повинні мати однакову глибину, адже нерівномірна сівба призводить до нерівномірних сходів, що погіршує урожайність.

Глибина сівби є критичним фактором для нормального проростання насіння багаторічних трав. Для більшості видів трав оптимальна глибина сівби складає 1-3 см. Якщо насіння закладено занадто глибоко, воно може не прорости через недостатню кількість енергії для проростання. Занадто мілке насіння може бути пошкоджене під час обробки ґрунту або через вітрову ерозію.

Для точного вимірювання глибини можна використовувати спеціальні вимірювальні інструменти, наприклад, глибиномір або просту лопату для вилучення зразка з ґрунту. Також слід звертати увагу на рівень натискання сівалки на ґрунт і її налаштування.

Перевірка сівалки перед початком сезону є важливою для досягнення рівномірного та якісного висіву. Сівалка повинна бути налаштована на оптимальний розмір насіння, глибину сівби, а також бути в хорошому технічному стані. При цьому необхідно перевірити механізм висіву, щоб переконатися, що він правильно подає насіння без засмічення, шнеки і механізми розподілу насіння, щоб уникнути утворення «пустих» ділянок. Оцінити налаштування на глибину сівби, перевірити роботу прикочувального колеса та інших елементів сівалки, щоб насіння було добре прикочене до ґрунту.

Для кожного виду трав є свій оптимальний температурний діапазон для проростання. Найкраще сіяти трави, коли температура ґрунту знаходиться в межах 5-10°C. Перевищення цієї температури може призвести до загибелі насіння.

Якщо ґрунт надмірно ущільнений, це може заважати нормальному розвитку кореневої системи. Перед сівбою потрібно виконати оптимальну обробку ґрунту для покращення аерації і водопроникності.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Обґрунтування модернізації зернової сівалки.

Сівалка СЗТ-3,6А (рис. 4.1) призначена для рядкового висіву насіння зернових та зернобобових культур, а також сипучого і несипучого насіння трав та інших культур, подібних за розмірами насіння і нормами висіву. Одночасно із сівбою здійснюється внесення гранульованих мінеральних добрив у рядки.

Цю сівалку можна використовувати для висіву інших культур, схожих на зернові за характеристиками насіння та нормами висіву. Вона є причіпною та гідрофікованою.

Одна сівалка агрегується з тракторами класу 0,9; 1,4, а декілька сівалок можна поєднувати за допомогою зчіпок СП-11 для роботи з тракторами класу 3,4 та 5. Робоча швидкість становить 2,5–3,5 м/с.

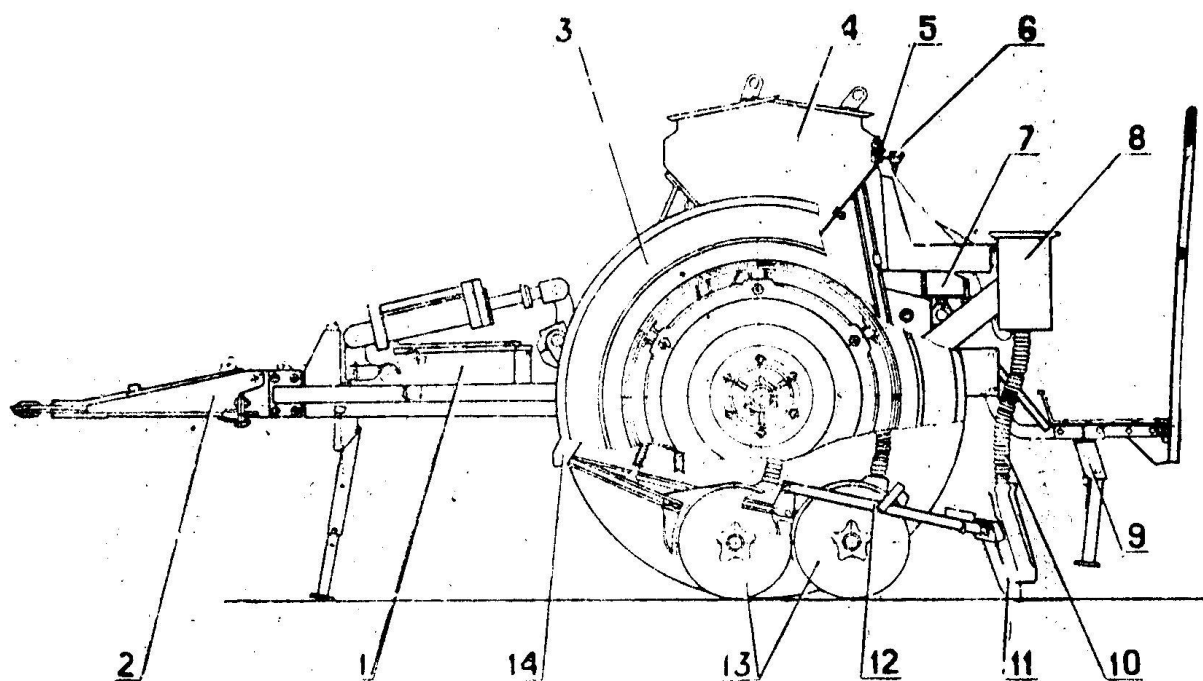


Рисунок 4.1 – Загальна будова сівалки СЗТ-3,6А

Основними конструктивними елементами сівалки СЗТ-3,6А є зварна рама 14, що спирається на два пневматичних колеса 3. До сошникового бруса рами прикріплені повідки з дводисковими сошниками 13, розташованими у два ряди. До заднього ряду дводискових сошників кріпляться 23 наральникові сошники 11.

Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР 00.000 ПЗ

Арк.

32

Спереду на брусах рами встановлена сниця 2 з причепом 19 і підставкою 15. У косинках рами розміщені вали підйому сошників, які піднімаються і опускаються за допомогою гідроциліндра, закріпленого на сниці.

На верхній частині рами розташований зернотуковий ящик 4. Позаду нього, на задньому брусі рами, за допомогою спеціальних кронштейнів, закріплені правий і лівий ящики 8 для сипучого та середньосипучого насіння трав.

Привід валів зернових, тукових і трав'яних апаратів, а також валів ворушилок і нагнітачів здійснюється від коліс через вал контрприводу та відповідні передавальні механізми 7 із системою змінних зірочок, що розташована в центральній частині сівалки.

Одним із основних недоліків серійних сівалок є нерівномірний розподіл насіння при посіві в загінці. Це пов'язано з тим, що для запобігання утворенню просівів між проходами агрегату два сусідні рядки частково перекриваються. У результаті на цих ділянках густина висіву збільшується вдвічі, що спричиняє низку негативних наслідків. Надмірне загущення посівів створює конкуренцію між рослинами за світло, вологу та поживні речовини, що може знижувати їхній потенціал розвитку. Крім того, така особливість призводить до нераціонального використання насінневого матеріалу, а в подальшому – до підвищеної схильності рослин до вилягання, що ускладнює механізоване збирання врожаю та може знижувати його якість і кількість.

Для усунення цього недоліку пропонується вдосконалення конструкції сівалки шляхом встановлення додаткових висівних апаратів з обох боків, які мають спеціальні катушки зі зменшеною кількістю жолобків. Завдяки цьому в зонах перекриття висівається вдвічі менша кількість насіння, що дозволяє вирівняти густоту посівів по всій площі.

За результатами проведених досліджень у господарстві було встановлено, що використання таких модернізованих висівних апаратів дає змогу значно покращити рівномірність розподілу рослин. Це сприяє оптимальному росту і розвитку культури, знижує ризик її вилягання, а також підвищує ефективність

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

використання насіннєвого матеріалу. Внаслідок цього аграрії отримують більш прогнозовані та стабільні врожаї при зниженні витрат на насіння, що позитивно впливає на економічні показники виробництва.

4.2. Технологічний розрахунок.

Розрахунок конструктивних і режимних параметрів висівного апарату є важливим етапом у визначенні його ефективності та точності роботи. Технологічний процес висіву катушковим висівним апаратом базується на принципі переміщення насіння із корпусу через жолобки катушки. При цьому насіння захоплюється активним шаром і рівномірно висівається за один повний оберт катушки. Правильний вибір параметрів апарату дозволяє забезпечити рівномірність висіву, мінімізувати втрати насіння та підвищити продуктивність сівби.

$$q = 10^6 \cdot \left(S \cdot Z \cdot \mu + \pi \cdot d_k \cdot \frac{1 - e^{-b_0 \cdot c_1}}{b_0} \right) \cdot L_k \cdot \gamma, \quad (4.1)$$

де S – поперечний переріз жолобка, мм^2 ;

Z – кількість жолобків, ($Z = 12$);

μ – коефіцієнт заповнення жолобка (для люцерни $\mu = 0,8 - 0,9$);

d_k – діаметр катушки, зовнішній, (для апаратів $d_k = 34$ мм);

e – основа натурального логарифму;

c_1 – зазор між катушкою та денцем на виході, ($c_1 = 1 - 2$ мм);

b_0 – коефіцієнт пропорційності (люцерна - $b_0 = 0,35 - 0,4$);

L_k – довжина катушки, ($L_k = 4 - 25$ мм);

γ – об'ємна маса, (люцерна – $\gamma = 830$ г/дм³).

Поперечний переріз жолобка

$$S = S_1 + S_2, \quad (4.2)$$

де

$$S_1 = 0,5 \cdot r^2 \cdot [\pi - \alpha - \sin(\pi - \alpha)], \quad (4.3)$$

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

припадатиме на один метр рядка, і навпаки – при зменшенні норми висіву кількість насіння на цій відстані буде меншою. Таким чином, зміна міжряддя та норми висіву безпосередньо впливає на густоту стояння рослин у посівах.

$$q_p = \frac{Q}{L_p}, \quad (4.5)$$

де Q – норма висіву насіння, ($Q = 20$ кг/га);

L_p – довжина рядка при заданій величині міжряддя, на 1 га, $L_p = \frac{10^4 \cdot 10^2}{b}$;

b – ширина міжряддя, ($b = 15$ см).

Після підстановки у (4.5) отримаємо

$$q_p = 10^{-3} \cdot Q \cdot b, \quad (4.6)$$

Підставляємо значення у вираз (4.6) отримуємо:

$$q_p = 10^{-3} \cdot 20 \cdot 15 = 0,3 \text{ г.}$$

Знаючи кількість насіння, яке висівається на відстань одного метра рядка (4,6), можна визначити кількість насіння, яке буде висіяно на довжину рядка, що відповідає шляху, який сівалка долає за один оберт опорно-приводного колеса. Для цього необхідно виміряти довжину цього шляху, що залежить від діаметра колеса сівалки. Потім, знаючи кількість насіння на 1 метр, можна розрахувати загальну кількість насінин, що будуть висіяні на цей шлях, помноживши кількість насіння на 1 метр на довжину шляху, яку сівалка проходить за один оберт колеса. Цей підхід дозволяє точно визначити витрату насіння на певну відстань, що важливо для забезпечення оптимальної густоти посіву.

$$q = \pi \cdot D_k \cdot q_p, \quad (4.7)$$

Кількість висіяного насіння (4.7) визначається за ідеальних умов, де не враховується вплив нерівномірного обертання опорно-приводного колеса, тобто не враховується ковзання колеса. Проте під час реальної роботи сівалки

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

спостерігається явище ковзання, коли колесо не обертається точно по колу, а ковзає на ґрунті. Це явище знижує точність висіву, оскільки кількість насіння, що висівається, буде меншою, ніж розраховано без урахування ковзання.

Щоб врахувати цей ефект, у формулу (4.7) вводиться поправочний коефіцієнт ε , який називається коефіцієнтом ковзання. Цей коефіцієнт коригує кількість висіяного насіння, компенсуючи зменшення точності висіву через ковзання колеса.

Ковзання виникає тому, що під час одного оберту опорно-приводного колеса сівалки колесо фактично проходить більший шлях, ніж передбачено математичним розрахунком для ідеального випадку. Ідеальний шлях визначається як довжина окружності колеса, що дорівнює πD_k (де D_k — діаметр колеса). Однак, через ковзання, реальний шлях, який проходить колесо, більший за цю довжину і складає L_k .

Таким чином, коефіцієнт ковзання ε визначається як відношення реального пройденого шляху L_k до ідеального шляху (πD_k). Цей коефіцієнт коригує значення, яке використовується для розрахунку кількості висіяного насіння, зважаючи на фактичну ситуацію, де колесо сівалки не рухається по ідеальній траєкторії, а має певне ковзання на ґрунті.

$$\varepsilon = \frac{L_k - \pi D_k}{L_k}, \quad (4.8)$$

$$\text{з (4.8) } L_k = \frac{\pi D_k}{1 - \varepsilon}.$$

Після підстановки у (4.7) замість πD_k — величину того шляху, що проходить посівний агрегат за один оберт опорно-приводного колеса, отримаємо

$$q = \frac{10^{-3} \cdot \pi \cdot D_k \cdot b \cdot Q}{1 - \varepsilon}, \quad (4.9)$$

де D_k — діаметр опорно-приводного колеса, ($D_k = 1,2$ м).

Встановлено, що збільшення зусиль, прикладених до пружин натискних штанг сошника, призводить до підвищення коефіцієнта ковзання між ґрунтом і

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

робочими органами сівалки. Це явище важливе для визначення точності висіву насіння, оскільки збільшення ковзання може вплинути на рівномірність розподілу насіння по рядку. У цьому випадку приймається коефіцієнт ковзання $\varepsilon = 0,5$.

Після підстановки значень у (4.9) отримаємо

$$q = \frac{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 1,2 \cdot 15 \cdot 20}{1 - 0,05} = 1,19 \text{ г.}$$

Для подальших розрахунків важливо визначити кількість насіння, яку необхідно висіяти на шляху сівалки, довжина якого дорівнює розгортці колеса. Розгортка колеса є довжиною шляху, який проходить сівалка за один повний оберт колеса, і вона безпосередньо впливає на кількість насіння, що висівається. Знаючи кількість насіння, яку висіває котушка сівалки за один оберт, можна точно визначити загальне передаточне відношення приводу від опорно-приводного колеса до вала висівних апаратів.

Це передаточне відношення є критично важливим для налаштування сівалки, оскільки воно визначає, як швидко і з якою точністю буде подаватися насіння в ґрунт. Якщо передаточне відношення встановлено неправильно, це може призвести до нерівномірного висіву насіння, що, у свою чергу, негативно позначиться на врожайності. Тому точне визначення цього відношення допомагає забезпечити оптимальні умови для росту та розвитку рослин.

$$i = \frac{q}{q_0}, \quad (4.10)$$

Визначаємо i_1 за (4.10), замінивши значення $q_0 = 10^{-6} \cdot S_c \cdot \gamma \cdot L_k$, де

$$S_c = \frac{S \cdot Z \cdot \mu + \pi \cdot d_k (1 - e^{-b_0 \cdot C_1})}{b_0}, \text{ (див. 4.1) з } Q_{\min} \text{ та } L_k = L_{\min}, (L_{\min} = 4 \text{ мм}).$$

Звідки

$$i_1 = \frac{1,19}{1,134} = 1,1.$$

Так, як $Q_1 > Q_{\max}$, ($45,5 > 20$), то для висіву норм від Q_{\min} до Q_{\max} достатньо однієї величини передаточного відношення, а норму висіву регулювати зміною довжиною катушки.

4.4. Силовий аналіз механізмів сівалки.

Максимально можливий крутний момент на опорно-приводному колесі визначимо за формулою

$$M = \frac{f \cdot G \cdot D_k}{2 \cdot K}, \quad (4.12)$$

де G – частина ваги сівалки, що припадає на її колеса, Н;

$$G = G_c - n(R_n + G_1), \quad (4.13)$$

G_c – вага сівалки з повними бункерами (насінням й добривами), ($G_c = 241,6$ Н);

n – кількість сошників, (дискові $n = 24$ шт, наральникові $n = 23$ шт);

G_1 – сила ваги сошника, (дисковий $G_1 = 1,22$ Н, наральниковий $G_1 = 0,51$ Н);

R_n – сила дії тиску натискної штанги, ($R_n = 1,5$ Н);

f – коефіцієнт зчеплення (пневматичні колеса - $f = 0,4$);

D_k – діаметр колеса, ($D_k = 1,2$ м);

K – кількість коліс, ($K = 2$).

$$G = 241,6 - 47 \cdot (1,5 + 1,22 + 0,51) = 89,79 \text{ Н};$$

$$M = \frac{0,4 \cdot 89,79 \cdot 1,2}{2 \cdot 2} = 10,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Обертальний момент на валу приводу

$$M_1 = \frac{M \cdot \eta_1}{i_1}, \quad (4.14)$$

де η_1 – ККД передачі, ($\eta_1 = 0,95$).

Після підстановки значень у (4.14) отримаємо

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

$$M_1 = \frac{10,8 \cdot 0,95}{1,1} = 9,33 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Необхідне розрахункове зусилля, яке діє на зірочку приводу визначаємо за формулою

$$P_1 = \frac{2 \cdot M_1}{d_1}, \quad (4.15)$$

де d_1 – діаметр ділильного кола зірочки, ($d_1 = 0,07$ м).

Після підстановки значень у (4.15) отримаємо

$$P_1 = \frac{2 \cdot 9,33}{0,07} = 266,6 \text{ Н.}$$

Для коректного розрахунку міцності вала необхідно врахувати всі сили, що впливають на його роботу. У даному випадку розглядається вал висіваючих апаратів, який за допомогою ланцюгової передачі приводиться в рух. На цей вал діє кілька важливих сил:

Сила натягу ланцюга – оскільки ланцюг забезпечує рух вала, його натяг створює певне зусилля, яке передається на вал. Сила натягу залежить від ряду факторів, зокрема від передаваної потужності та стану ланцюгової передачі.

Реакція підшипників – підшипники, на яких закріплений вал, також створюють сили, які повинні бути враховані при розрахунках. Вони можуть бути спрямовані радіально або осьово, залежно від конструкції підшипникової опори.

Моменти сили – через обертальний рух вала на нього діють також моменти сил, які необхідно врахувати для визначення напружень і деформацій у матеріалі вала.

Динамічні навантаження – під час роботи апарата можуть виникати додаткові коливання або ударні навантаження, що впливають на міцність вала.

Врахування всіх цих сил і моментів необхідно для точного розрахунку міцності вала, що забезпечить надійність і довговічність роботи висіваючого апарата, а також дозволить правильно підібрати матеріал і конструкцію вала для зменшення ймовірності його руйнування або перевантаження.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Цю силу визначимо за формулою

$$R = (1,15 \dots 1,2)F_t, \quad (4.16)$$

де F_t – колове зусилля, яке передається ланцюгом приводу, Н.

$$F_t = 1000 \frac{N}{V}, \quad (4.17)$$

де N – потужність, яка передається ланцюгом передачі до приводного валу,
 $N = 0,13$ кВт;

V – лінійна швидкість руху ланцюга, м/с.

$$V = \frac{z \cdot n \cdot t}{60 \cdot 1000}, \quad (4.18)$$

де z – кількість зубців на зірочці, шт.;

n – частота обертання приводної зірочки;

t – крок, мм.

У даній передачі використовується роликотий приводний ланцюг типу ПР–31,75–2300 згідно з ДСТУ 13568:208. Крок ланки цього ланцюга складає $t = 31,75$ мм, що є важливим параметром для визначення правильності розрахунків передачі. Для проведення розрахунків колової швидкості приймаємо значення зуба ланцюга, що дорівнює $z = z_1 = 15$. Це означає, що число зубців на першому колесі передачі дорівнює 15.

З цього виходить, що частота обертання першого колеса n_1 визначається за допомогою передаточного відношення, яке в даному випадку дорівнює i . Тому значення частоти обертання n_1 також буде дорівнювати i . Враховуючи необхідність забезпечення надійності та довговічності конструкції передачі, ми використовуємо максимальне передаточне відношення, яке становить 2,543. Це максимальне значення дає можливість забезпечити оптимальний баланс між швидкістю обертання i навантаженням, що дозволяє досягти високої ефективності і надійності роботи приводної системи.

Також важливо відзначити, що вибір передаточного відношення має прямий вплив на механічні характеристики ланцюгової передачі, зокрема на

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

максимальне навантаження, яке може витримати ланцюг, а також на коефіцієнт корисної дії. Чим вищий коефіцієнт передавальної здатності, тим меншою буде ймовірність механічних збоїв і зношення системи, що є критичним для тривалого і безпечного експлуатаційного терміну передачі.

$$V_m = \frac{\pi \cdot d_k \cdot n}{60}, \quad (4.20)$$

Тоді

$$n_v = \frac{60 \cdot V_m}{\pi \cdot d_k}, \quad (4.21)$$

де V_m – швидкість руху посівного агрегату, приймаємо $V_m = 10$ км/год = 2,78 м/с;
 d_k - діаметр колеса, ($d_k = 1,2$ м).

$$n_v = \frac{60 \cdot 2,78}{3,14 \cdot 1,2} = 44,27 \text{ об/хв},$$

$$n_1 = 2,543 \cdot 44,27 = 112,6 \text{ об/хв}.$$

$$V = \frac{15 \cdot 112,6 \cdot 31,75}{60 \cdot 1000} = 0,89 \text{ м/с}.$$

Тоді колове зусилля

$$F_t = 1000 \frac{0,22}{0,89} = 247,2 \text{ Н}.$$

Сила, яка діє на вал висівного апарату

$$R = 1,2247,2 = 296,63 \text{ Н}.$$

4.5. Енергетичний розрахунок.

Потужність на валу висівних апаратів

$$N_1 = \frac{T_1 \cdot \omega}{1000}, \quad (4.22)$$

де T_1 - крутний момент на валу висівних апаратів, Н·м;

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$T_1 = k \cdot M, \quad (4.23)$$

де k – кількість висівних апаратів, $k = 23$ шт.;

M – момент опору висівного апарата, $M = 1,8$ Н·м;

$$T_1 = 41,4 \text{ Н м.}$$

ω – кутова швидкість обертання вала, с^{-1} .

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_1}{30}, \quad (4.24)$$

де n_1 – частота обертання вала висівних апаратів, $n_1 = 108,51$ об/хв.

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 112,6}{30} = 11,79 \text{ с}^{-1}.$$

Потужність на валу висівних апаратів

$$N_1 = \frac{41,4 \cdot 11,79}{1000} = 0,49 \text{ кВт.}$$

4.6. Розрахунок деталей та вузлів на міцність.

Привід висівних апаратів здійснюється від опорно-приводних коліс через ланцюгову передачу, яка забезпечує передачу крутного моменту. Оскільки ланцюгова передача працює в умовах змінних навантажень, на ланцюг діють як динамічні, так і статичні навантаження. Тому важливо визначити ці навантаження для оцінки ефективності та довговічності роботи механізму.

Одним із ключових параметрів є маса ланцюга, оскільки вона впливає на сили інерції та натяг. Для втулично-роликового ланцюга з кроком $t = 31,75$ мм маса одного погонного метра становить 0,6 кг.

Також важливим параметром є швидкість набігання ланцюга на зірочку, яка визначає умови його експлуатації та знос. Для подальших розрахунків визначимо середню швидкість набігання ланцюга на зірочку.

$$V_y = \frac{Z \cdot n_z \cdot t}{60 \cdot 1000}, \quad (4.25)$$

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$\text{де } n_z = n_k, i = \frac{60 \cdot 9}{\pi \cdot D} \cdot i = \frac{60 \cdot 2,87}{3,14 \cdot 0,28} \cdot 0,57 = 189,7 \text{ об/с,}$$

t – крок ланцюга, мм;

i – передаточне відношення.

Звідки

$$V_y = \frac{10 \cdot 189,7 \cdot 31,75}{60 \cdot 1000} = 1 \text{ м/с.}$$

Зусилля, що діє на ведучий ланцюг складається із натягу ланцюга від дії відцентрових сил $P_{\text{ц}}$, повного колового зусилля P , натягу від провисання збігаючої ланки P_f .

$$P_{\text{заг}} = P \cdot K_e \cdot P_{\text{ц}} + P_f, \quad (4.26)$$

де $K_e = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$ – коефіцієнти, які визначають умови використання передачі.

$$K_1 = 1,2, K_2 = 1,5, K_3 = 1,0, K_4 = 0,9.$$

Звідки

$$K_e = 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 1,67.$$

Колове зусилля, яке діє на ведучу ланку ланцюга

$$P = 2 \frac{M_{\text{кр}}}{D_0}, \quad (4.27)$$

де $M_{\text{кр}} = 355 \text{ Нм}$;

D_0 – діаметр зірочки, м.

$$D_0 = \frac{t}{\sin \frac{180}{z}}, \quad (4.28)$$

$$D_0 = \frac{3,175 \cdot 10^{-3}}{\sin \frac{180}{10}} = 0,103 \text{ м.}$$

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Тоді

$$P = \frac{2 \cdot 3,55}{0,103} = 3446,6 \text{ Н.}$$

Натяг від провисання збігаючої ланки

$$P_f = K_1 \cdot q, \quad (4.29)$$

де – коефіцієнт провисання, $K_1 = 4,0$;

q – маса погонного метра ланцюга, $q = 0,6$;

A – міжцентрова відстань, $A = 0,6$.

$$P_f = 4 \cdot 0,6 \cdot 0,6 = 1,44 \text{ кг} = 14,4 \text{ Н.}$$

Натяг, який створюється відцентровою силою P_y не враховується так як

$$V = 5 \text{ м/с}, \quad V_c = 2,78 \text{ м/с.}$$

Загальне навантаження, яке діє на ведучу частину ланцюга

$$P_{\text{заг}} = 3446,6 \cdot 1,67 + 14,4 = 5720,22 \text{ Н.}$$

Зусилля навантаження ланцюга – 2870 кг.

Запас міцності ланцюгової передачі

$$N = \frac{Q}{P_{\text{заг}}}, \quad (4.30)$$

$$N = \frac{28700}{5770,22} = 4,97.$$

Визначений запас міцності більше нормального ($N = 3,5 \dots 4,0$)? що свідчить про те, що ланцюг працюватиме строк служби без поривів.

4.7. Висновки по розділу.

Серійні сівалки мають певний конструктивний недолік, який проявляється під час роботи в загінці. Для того щоб уникнути просівів між проходами сівалки, два рядки завжди накладаються один на одного. Така схема роботи хоч і дозволяє компенсувати можливі пропуски у висіві, але водночас призводить до значного збільшення густоти рослин у місцях перекриття. У результаті це може викликати

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

низку негативних наслідків, зокрема загушення посівів, що створює конкуренцію між рослинами за вологу, поживні речовини та світло. Крім того, подвоєна густина висіву в окремих місцях веде до перевитрати насіння, що підвищує виробничі витрати. Ще однією проблемою є підвищений ризик вилягання стеблостою, особливо при несприятливих погодних умовах, таких як сильні вітри чи зливи.

Для усунення цього недоліку в модернізованій сівалці було запроваджено конструктивне рішення, що дозволяє уникнути небажаного перекриття рядків. Удосконалена модель оснащена двома висівними апаратами, розташованими зліва та справа, у яких застосовані катушки з удвічі меншою кількістю жолобків. Завдяки цьому норма висіву насіння в місцях перекриття значно зменшується, що сприяє рівномірному розподілу рослин по всій площі. Як результат, густина рослин на перекритих рядках вирівнюється із основними, що забезпечує оптимальні умови для їхнього розвитку та зменшує ризик вилягання.

Додатково було проведено розрахунковий аналіз основних деталей і вузлів модернізованої сівалки, який підтвердив її надійність і ефективність. Вдосконалена конструкція забезпечує стабільну та рівномірну сівбу без перевитрати насіння, що сприяє підвищенню врожайності та економічної ефективності посівної кампанії.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, які можуть виникнути при вирощуванні багаторічних трав.

Вирощування багаторічних трав із застосуванням зернотукової сівалки пов'язане із надзвичайно небезпечними та шкідливими факторами. Вони можуть впливати на здоров'я працівників, безпеку виконання робіт та екологічний стан довкілля.

Механічні небезпеки, травмування під час роботи на посівному агрегаті. Потрапляння рук у рухомі частини механізму (шестерні, ланцюги, дискові сошники). Порізи, удари та защемлення під час завантаження посівного матеріалу або добрив.

Ризик падіння з підніжки при налаштуванні обладнання. Перекидання посівного агрегату, робота на схилах або нерівній місцевості може спричинити втрату керованості. Недостатньо міцне зчеплення трактора з ґрунтом є ризиком занесення та перекидання.

Хімічні фактори. Вплив мінеральних добрив. Контакт із добривами може спричинити подразнення шкіри та слизових оболонок. Вдихання пилу від сухих добрив може викликати додаткові реакції (кашель, задуху).

Небезпека пестицидів і гербіцидів. Відсутність засобів індивідуального захисту під час сівби викликає ризик інтоксикації

Пил від насіння та добрив. Під час завантаження сівалки утворюється пил, що подразнює дихальні шляхи. Довготривалий вплив може викликати розвиток бронхіту або алергії.

Біологічні фактори. Рослини-шкідники та алергени. Бур'яни (амброзія, полин, кропива) можуть викликати подразнення шкіри та дихальних шляхів. Контакт із деякими рослинами може спричинити отруєння або дерматит.

Укус комах та контакт із гризунами. Польові кліщі, комахи, гризуни можуть бути переносниками небезпечних захворювань, укуси ос та бджіл можуть викликати неприємні реакції.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Фізичні фактори – шум та вібрація. Тривала робота на тракторі створює підвищене навантаження на організм. Вібрація негативно впливає на опорно-руховий апарат, сприяючи виникненню болю у спині.

Температурні ризики – робота в холодну погоду може викликати простудні захворювання.

5.2. Заходи забезпечення нормальних умов праці при вирощуванні багаторічних трав.

Перед початком роботи перевірити технічний стан зернотукової сівалки, трактора та інших агрегатів. Переконайтеся у справності гальмівної системи, зчіпного пристрою, механізмів подачі посівного матеріалу та добрив.

Провести інструкцію з охорони праці для операторів і механізаторів.

Під час роботи дотримуватись безпечної швидкості руху трактора (зазвичай 6-12 км/год залежно від типу сівалки). Заборонено працювати на схилах із крутизною понад 8-12°.

Не допускати перебування людей поблизу сівалки. Категорично забороняється усувати несправності або прочищати робочі органи сівалки на ходу. Слід уникати контакту з мінеральними добривами без захисних рукавичок і маски.

Після завершення роботи очищати сівалку тільки після повної зупинки агрегату. Виконати технічне обслуговування (змащення, огляд, усунення можливих несправностей).

Залишати сівалку на рівні поверхні, від'єднувати її від трактора тільки після надійної фіксації. Дотримуватися правил зберігання посівного матеріалу та добрив у спеціально відведених місцях.

5.3. Висновки по розділу.

При вирощуванні багаторічних трав із використанням зернотукової сівалки необхідно зменшити всі можливості ризику та проведення заходів безпеки. Використання засобів індивідуального захисту, правильне планування робіт та контроль технічного стану обладнання дозволяє мінімізувати небезпечні та шкідливі фактори, зберегти здоров'я працівників і підвищити ефективність.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було проаналізовано технологію механізованої сівби багаторічних трав, виявлено її основні недоліки та запропоновано шляхи їх усунення. Розроблені рекомендації спрямовані на підвищення ефективності висіву, зниження витрат на посівний матеріал та поліпшення якості врожаю.

Аналіз існуючих конструкцій зернотукових сівалок показав, що нерівномірний розподіл насіння та недосконалість механізмів дозування призводять до зниження ефективності використання посівного матеріалу. Вдосконалення висівного апарата, зокрема впровадження системи точного дозування, сприяє зменшенню перевитрат насіння та підвищенню рівномірності сходів.

Важливим фактором ефективної сівби є правильний вибір термінів посіву, дотримання норм висіву та підготовка ґрунту. Дослідження показали, що оптимальні строки сівби (рання весна або кінець літа) забезпечують максимальну схожість багаторічних трав. Крім того, дотримання рекомендованої глибини загортання насіння та застосування передпосівної підготовки сприяють покращенню схожості та зменшенню втрат насіння.

Застосування автоматизованих систем контролю висіву дозволяє мінімізувати помилки під час сівби та забезпечує рівномірне розміщення насіння в ґрунті.

Вдосконалення технології механізованої сівби сприяє зниженню загальних витрат на вирощування багаторічних трав. Зменшення витрат насіння та добрив, скорочення кількості технологічних операцій і підвищення врожайності сприяють зростанню економічної доцільності впровадження удосконалених методів висіву.

Правильний вибір насіння, його обробка перед сівбою та рівномірний розподіл у ґрунті позитивно впливають на якість вирощуваних культур. Багаторічні трави, висіяні за вдосконаленою технологією, мають вищу схожість,

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

кращий ріст і здатність до відновлення після скошування, що забезпечує стабільний врожай високоякісного корму.

Використання точних норм внесення насіння та добрив зменшує забруднення ґрунту і водних ресурсів, сприяє покращенню структури ґрунту та зниженню ерозійних процесів. Оптимальне використання ресурсів дозволяє зменшити екологічне навантаження на агроландшафти.

Використання вдосконалених зернотукових сівалок та адаптація їх до умов вирощування різних видів багаторічних трав дозволяє підвищити продуктивність сільськогосподарської техніки. Оптимальний вибір посівного агрегату, зокрема сівалок, здатних одночасно вносити добрива, сприяє зниженню витрат часу та пального.

Дотримання правил експлуатації сільськогосподарської техніки, своєчасне технічне обслуговування обладнання та використання засобів індивідуального захисту знижують ризик травматизму під час виконання робіт. Запровадження сучасних автоматизованих систем контролю також сприяє зменшенню навантаження на працівників.

Виконання роботи підтвердило, що удосконалення технології механізованої сівби багаторічних трав є важливим напрямом розвитку аграрного виробництва. Використання точного висіву, сучасних сівалок та систем автоматизації дозволяє не лише підвищити врожайність, але й зробити виробництво більш екологічним та економічно ефективним. Впровадження запропонованих удосконалень сприятиме підвищенню конкурентоспроможності сільськогосподарських підприємств та забезпечить стабільне виробництво високоякісних кормів для тваринництва.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Артиш В.І. Сучасний стан виробництва екологічно чистої продукції в країнах світу. Економіка АПК. 2005. № 3. С. 50-53.
2. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машино-тракторного парку в рослинництві: Підручник. Київ: Вища шк., 1995. 237 с.
3. Вирощування багаторічних трав на кормові цілі: Smart Agro Plus. URL: <https://sap.lutsk.ua/viroschuvannya-bagatorichnih-trav-na-kormovi-tsili> (дата звернення 30.03.2025).
4. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. За ред. Д.Г. Войтюка. Київ: Вища освіта, 2005. 464 с.
5. Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. 6-е вид., перероб. і допов. Київ: Урожай, 1992. 448 с.
6. Гречкосій В.Д. Комплексна механізація виробництва зерна. Київ: Урожай, 1991. 213 с.
7. Єрмаков О.Ю. Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник, 2-ге вид., доп. і перер. Київ: НАУ, 2007. 266 с.
8. Зелений щит ґрунтів України: роль люцерни в сівозміні і технологія вирощування: Superagronom – головний сайт для агрономів. URL: <https://superagronom.com/articles/716-zeleniy-schit-gruntiv-ukrayini-rol-lyutserni-v-sivozmini-i-tehnologiya-viroschuvannya> (дата звернення 15.03.2025).
9. Зінченко О.І. Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: Підручник. За ред. О.І. Зінченка. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
10. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник. Київ: Вища освіта, 2013. 535с.
11. Комаристов В.Ю., Петренко М.М., Косінов М.М. Сільськогосподарські машини. Київ: Урожай, 1996. 240 с.
12. Кошук О.Б., Лузан П.Г., Мося І.А. та ін. Сільськогосподарські і меліоративні машини. Київ: ПТТО НАПН України, 2015. 291 с.
13. Лихочвор В.В. Рослинництво: технології вирощування сільськогосподарсь-

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

ких культур. Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.

14. Лузан П.Г., Лузан О.Р. Напрями вдосконалення технічного забезпечення для раціонального використання земельних ресурсів. Раціональне використання ресурсів в умовах екологічно стабільних територій: колективна монографія. Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2018. С.28-36.

15. Основи сталого розвитку аграрного сектора: Досвід та знання Франції, Чеської республіки, України. За заг. ред. Я. Сансебе, Т.М. Димань. Біла Церква: ТОВ «Офсет», 2010. 304 с.

16. Сало В., Лещенко С., Лузан П., Сало Л. Машини для сівби, садіння та догляду за посівами: навчальний посібник. Кропивницький: Видав. Лисенко В.Ф., 2022. 220 с.

17. Сало В.М. Шмат С.І., Лузан П.Г. Тенденції сталого розвитку сучасного сільськогосподарського машинобудування в Україні і за рубежом. Міжнародна науково-технічна Інтернет конференція «Задачі землеробської механіки в ХХІ сторіччі», 2-10 листопада 2011 г. Дослідницьке, Мелітополь, 2011. С. 61-65. URL: www.tsaa.org.ua.

18. Сало В.М. Шмат С.І., Лузан П.Г. Тенденції сталого розвитку сучасного сільськогосподарського машинобудування в Україні і за рубежом. Международная научно-техническая интернет конференция «Задачи земледельческой механики в ХХІ веке», 2-10 ноября 2011 г. Дослідницьке, Мелітополь, 2011. С. 61-65.

19. Технологія вирощування багаторічних трав. Букліб: Студентська бібліотека. URL: <https://buklib.net/books/34721/> (дата звернення 11.03.2025).

20. Чипляка С.П., Подлесний М.В. Насінництво багаторічних трав. Агронімія Сьогодні. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/305-nasinnytstvo-bahatorichnykh-trav.html> (дата звернення 20.03.2025).

21. Шмат С.І., Лузан П.Г., Колісник С.В. Ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць. Кіровоград: 2010, Вип. 23, С. 303-309.

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

ДОДАТКИ

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

