

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 моркви з удосконаленням просапного
культиватора»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи AI-22мб-1
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Сичов Віталій Олександрович
« ____ » _____ 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

«__» _____ 2025 року

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

Сичов Віталій Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи (проекту) *Механізація вирощування моркви з удосконаленням просапного культиватора*

2. Керівник кваліфікаційної роботи (проекту) _____

, канд. техн. наук, доц.

(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 _____

Віталій СИЧОВ

(прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				Заново розроблена		
A4			КР 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	52	
				<u>Документація по</u>		
				<u>технологічній частині</u>		
				Заново розроблена		
A1			МВМ 00.000.ТЧ1	Технологічна карта	1	
				вирощування моркви		
A1			МВМ 00.000.ТЧ2	Операційна карта міжрядного	1	
				обробітку моркви		
				<u>Документація по</u>		
				<u>інженерній частині</u>		
				Заново розроблена		
A1			УСМК 00.000 СБ	Культиватор рослинопідживлювач	1	
A1			УСМК 00.010 СБ	Секція	1	
A2			УСМК 00.020 СБ	Борона дискова	1	
				<u>Документація по деталях</u>		
				Заново розроблена		
A3			УСМК 00.201	Диск	1	
A3			УСМК 00.602	Вал	1	

					КР 00.000 ВП			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Сичов				ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.								1
Н. контр.						ЦНТУ, гр. АІ-22мб-1		
Затв.								

У роботі розглянуто питання механізації вирощування моркви, зокрема ефективність міжрядного обробітку ґрунту за допомогою просапних культиваторів. Проведено аналіз сучасних технологій вирощування моркви та визначено основні проблеми, що виникають під час обробітку міжрядь. Виявлено недоліки існуючих конструкцій культиваторів, серед яких – значні енергетичні витрати, ризик пошкодження рослин та недостатня ефективність боротьби з бур'янами.

У результаті дослідження запропоновано удосконалення конструкції просапного культиватора, що дозволяє зменшити негативний вплив на ґрунт і рослини, підвищити якість розпушування та забезпечити більш ефективний контроль бур'янів. Виконано технічне обґрунтування модернізації робочих органів культиватора, а також розрахунки тягового опору та продуктивності агрегатів.

Отримані результати можуть бути використані в аграрному виробництві для покращення технології догляду за посівами моркви, що сприятиме підвищенню врожайності, зниженню виробничих витрат і покращенню екологічних показників вирощування культури.

морква, міжрядний обробіток, просапний культиватор, сівба моркви

The paper examines the issue of mechanization of carrot cultivation, in particular the effectiveness of inter-row tillage using row cultivators. An analysis of modern carrot cultivation technologies was conducted and the main problems that arise during row tillage were identified. The shortcomings of existing cultivator designs were identified, including significant energy consumption, the risk of plant damage, and insufficient weed control efficiency.

As a result of the study, an improvement in the design of the row cultivator was proposed, which allows reducing the negative impact on the soil and plants, improving the quality of loosening, and ensuring more effective weed control. A technical justification for the modernization of the cultivator's working elements was performed, as well as calculations of traction resistance and unit productivity.

The results obtained can be used in agricultural production to improve the technology of caring for carrot crops, which will contribute to increasing yields, reducing production costs, and improving the environmental performance of crop cultivation.

carrots, inter-row tillage, row cultivator, carrot sowing

ЗМІСТ

	стор.
1. ВСТУП	4
2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ МОРКВИ З ВИЗНАЧЕННЯМ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ	6
2.1. Біологічні особливості моркви	6
2.2. Місце в сівозміні	7
2.3. Система удобрення	8
2.4. Обробіток ґрунту	9
2.5. Підготовка насіння до сівби, сівба	11
2.6. Догляд за посівами	13
2.7. Збирання врожаю	15
3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ СІВБИ МОРКВИ ...	16
3.1. Умови роботи	16
3.2. Агротехнічні вимоги	16
3.3. Комплектування і підготовка посівного агрегату до роботи	18
3.4. Підготовка поля до роботи	25
3.5. Організація роботи агрегату в загінці	25
3.6. Контроль якості роботи	27
4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА	30
4.1. Обґрунтування модернізації просапного культиватора	30
4.2. Технологічний розрахунок	36
4.3. Кінематичний розрахунок	39
4.4. Силовий аналіз механізмів просапного культиватора	40
4.5. Розрахунок деталей та вузлів на міцність	42
4.6. Висновки по розділу	45
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	47
5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, які можуть виникнути при вирощуванні моркви	47
5.2. Заходи забезпечення нормальних умов праці при вирощуванні моркви	48
5.3. Висновки по розділу	48
6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	51
ДОДАТКИ	53

1. ВСТУП

Сільське господарство є однією з ключових галузей економіки, що забезпечує населення продовольством і сировиною для переробної промисловості. Овочівництво займає особливе місце в аграрному секторі, оскільки овочі є важливим джерелом вітамінів, мінералів та інших корисних речовин, необхідних для повноцінного харчування людини.

Серед овочевих культур морква займає чільне місце завдяки своїм високим харчовим і дієтичним властивостям. Вона містить велику кількість каротину, вітамінів групи В, мікроелементів і клітковини, що робить її незамінним продуктом у раціоні людини. Морква широко використовується у свіжому вигляді, для приготування різних страв, соків, консервів, а також у фармацевтичній і косметичній промисловості.

Процес вирощування моркви є досить трудомістким і включає кілька основних етапів: підготовку ґрунту, посів, догляд за рослинами, зокрема боротьбу з бур'янами, шкідниками і хворобами, а також збирання врожаю. Одним із найважливіших заходів у технології вирощування є міжрядний обробіток ґрунту, який сприяє покращенню його аерації, знищенню бур'янів та оптимізації вологоутримуючих властивостей. Використання механізованих засобів догляду за посівами дозволяє значно підвищити ефективність виробничих процесів, зменшити витрати ручної праці та забезпечити отримання стабільно високих урожаїв.

Однак, існуючі конструкції просапних культиваторів, що застосовуються для міжрядного обробітку моркви, не завжди відповідають сучасним вимогам агротехнологій. Недостатня ефективність обробітку, ризик пошкодження рослин, значні енергетичні витрати та необхідність частого технічного обслуговування вимагають удосконалення конструкції таких агрегатів.

					КР 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Сичов				Механізація вирощування моркви з удосконаленням просапного культиватора	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.							4	52
Н. контр.						ЦНТУ, гр. АІ-22мб-1		
Затв.								

З огляду на це, удосконалення просапного культиватора є актуальним завданням, яке спрямоване на підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва. Оптимізація параметрів робочих органів, покращення ергономіки, зменшення впливу на рослини та ґрунт сприятиме збільшенню врожайності моркви та зниженню виробничих витрат.

Метою даної роботи є аналіз сучасних методів механізації вирощування моркви та розробка конструктивних удосконалень просапного культиватора для підвищення його ефективності.

Для досягнення поставленої мети передбачається вирішення таких завдань:

- аналіз сучасних технологій вирощування моркви та їх механізованого технічного забезпечення;
- вивчення конструкцій існуючих просапних культиваторів, їх переваг і недоліків;
- обґрунтування необхідності удосконалення конструкції просапного культиватора;
- розробка технічних рішень для покращення роботи культиватора;

В умовах інтенсивного розвитку агропромислового комплексу постає необхідність у впровадженні сучасних технологічних рішень, що дозволять мінімізувати витрати праці та ресурсів при вирощуванні сільськогосподарських культур. Удосконалення конструкції просапного культиватора сприятиме підвищенню ефективності догляду за посівами моркви, зменшенню негативного впливу на ґрунт, а також зниженню витрат на вирощування.

Таким чином, проведене дослідження має практичну цінність і може бути корисним для фермерських господарств, агропромислових підприємств та інженерів, які займаються розробкою нових сільськогосподарських машин та вдосконаленням існуючих технологій.

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

2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ МОРКВИ З ВИЗНАЧЕННЯМ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

2.1. Біологічні особливості моркви.

Морква (*Daucus carota*) – це дворічна трав'яниста рослина з родини зонтичних (*Ariaceae*), що широко вирощується як овочева культура, рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Морква столова

Вона має кілька важливих біологічних особливостей. Життєвий цикл: перший рік – формується розетка листків і коренеплід, який накопичує поживні речовини (в основному цукри та каротиноїди), другий рік – із верхівкової бруньки коренеплоду виростає квітконосне стебло, розвиваються квітки та насіння.

Коренева система – коренеплід, потовщений головний корінь, який виконує запасуючу функцію. Форма коренеплоду буває конічною, циліндричною або округлою.

Колір варіюється від оранжевого (найпоширеніший) до жовтого, червоного, фіолетового та навіть білого.

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

Листки перисторозсічені, з тонкими сегментами. Розміщені у прикореневій розетці. Квітки дрібні, білі або рожевуваті, зібрані в складний зонтик. Запилення переважно перехресне, за участю комах (ентомофілія). Плоди – двосім'янки, що розпадаються на два мерикарпії (насіння). Холодостійка рослина: насіння проростає при +3...+5°C, оптимальна температура росту – +18...+24°C. Світлолюбна рослина потребує багато сонячного світла для синтезу каротину. Вологолюбна, особливо у фазі проростання та формування коренеплоду. Багата на β -каротин (провітамін А), що надає їй характерний оранжевий колір. Містить вітаміни (С, В, К, Е), мінерали (калій, фосфор, магній). Високий вміст клітковини, що сприяє травленню.

2.2. Місце в сівозміні.

Морква займає важливе місце в сівозміні, оскільки вона має певні вимоги до ґрунту та є вибагливою до попередників. Основні принципи її розміщення в сівозміні наступні.

Кращі попередники. Морква добре росте після культур, які залишають ґрунт чистим від бур'янів і збагаченим органічною речовиною: огірки, капуста, томати, цибуля та часник, зелень (салат, шпинат), бобові (горох, квасоля).

Не рекомендується висаджувати моркву після культур, які виснажують ґрунт або схильні до спільних хвороб: коренеплоди (буряк, редька, селера, пастернак, картопля) – вони можуть сприяти накопиченню збудників хвороб та шкідників.

Морква – повторне вирощування на тому самому місці можливе не раніше ніж через 3-4 роки.

Після моркви добре ростуть культури, які не потребують глибокого розпушування ґрунту: капуста, огірки, цибуля, часник, картопля, зелень (кріп, петрушка, шпинат).

Морква добре росте на легких, пухких, родючих ґрунтах, багатих на гумус.

Варто уникати свіжого гною – це призводить до розгалуження коренеплодів і втрати товарного вигляду. Добре реагує на калійні добрива, що покращує якість і лежкість коренеплодів.

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

Таким чином, правильне планування сівозміни допомагає зменшити ризик хвороб, підвищити врожайність і покращити якість моркви.

2.3. Система удобрення.

Морква – це культура, яка потребує збалансованого живлення на всіх етапах росту. Від правильного внесення добрив залежить її врожайність, смакові якості та форма коренеплодів.

Морква найкраще росте на легких, пухких ґрунтах із нейтральною або слабокислою реакцією (рН 6,0–7,0). Якщо ґрунт кислий, восени перед посівом варто внести вапно або доломітове борошно (200–300 г/м²).

Внесення органічних добрив перед посівом: перегній або компост (3-4 кг/м²). Не можна використовувати свіжий гній, оскільки він викликає розгалуження та потворність коренеплодів.

Фосфорні добрива: суперфосфат (20-30 г/м²) – сприяє розвитку кореневої системи. Калійні добрива: сульфат калію (15–20 г/м²) або деревний попіл (100-150 г/м²). Калій покращує якість моркви, підвищує її цукристість.

Азотні добрива: у мінімальних кількостях (10-15 г аміачної селітри на 1 м²), щоб не провокувати надмірний ріст гички. Добрива вносять при перекопуванні або культивації ґрунту перед посівом.

Підживлення моркви під час росту. Моркві потрібно три основні підживлення: перше підживлення (через 2-3 тижні після появи сходів) для стимулювання росту листя та розвитку кореневої системи.

Розчин – 10 г карбаміду (сечовини) + 20 г суперфосфату + 15 г сульфату калію на 10 л води. Норма витрати: 5 л на 1 м². Альтернатива – органічний настій кропиви (розвести у співвідношенні 1:10 з водою). Друге підживлення (через 2-3 тижні після першого). Мета – активне формування коренеплоду. Розчин: 20 г суперфосфату + 15 г сульфату калію на 10 л води. Норма витрати: 5 л на 1 м². Також можна використовувати деревний попіл (1 склянка на 10 л води, настояти 24 години). Третє підживлення (у період інтенсивного росту коренеплодів, липень-серпень). Розчин: 30 г суперфосфату + 20 г сульфату калію на 10 л води.

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

Додатково: 1 г борної кислоти на 10 л води (для підвищення вмісту цукрів).
Норма витрати: 5-6 л на 1 м².

Мікроелементи для моркви. Для отримання якісного врожаю моркви потрібні мікроелементи: бор – запобігає розтріскуванню та покращує солодкість (позакореневе обприскування 0,1% розчином борної кислоти). Магній – необхідний для фотосинтезу (додають доломітове борошно – 200 г/м² або використовують розчин магнію сульфату – 10 г на 10 л води). Марганець та молібден – сприяють розвитку кореневої системи (обприскування розчином мікроелементів за інструкцією).

Свіжий гній – провокує розгалуження коренеплодів. Надлишок азотних добрив – дає сильну гичку, але погіршує якість коренеплодів. Хлорвмісні добрива – негативно впливають на моркву.

2.4. Обробіток ґрунту.

Обробіток ґрунту для вирощування моркви відіграє важливу роль у формуванні якісного врожаю. Морква найкраще росте на легких, пухких, родючих ґрунтах: суглинках або супіщаних ґрунтах. Ділянка повинна бути сонячною, без застою води.

Основний обробіток ґрунту на глибину 20-30 см без розбивання грудок, що допомагає ґрунту добре промерзнути і знищити шкідників, видалення бур'янів і рослинних залишків.

Внесення органічних добрив (перепрілий гній, компост, перегній – 3-4 кг/м²). Свіжий гній використовувати не можна.

Основний обробіток ґрунту проводиться восени, після збирання попередньої культури. Його головна мета – покращити структуру ґрунту, наситити його поживними речовинами, знищити бур'яни та шкідників, створити сприятливі умови для розвитку коренеплодів.

Після збору врожаю слід очистити ділянку від залишків рослин та бур'янів. Великі залишки (гичка, корені, стебла) можна закласти в компост або спалити, якщо є ознаки хвороб.

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

Глибока оранка виконується на глибину 25-30 см (на багатих органікою ґрунтах – до 35 см). Якщо моркву вирощують на легких піщаних ґрунтах, можна обійтися розпушуванням без обороту пласта.

На важких глинистих ґрунтах обов'язково проводять глибоке перекопування з оборотом пласта – це покращує аерацію та знижує ризик утворення кірки навесні.

Для формування структури ґрунту, якщо ґрунт дуже важкий, можна додати річковий пісок (4-5 кг/м²). Для покращення водо- і повітропроникності іноді додають тирсу або торф.

Переваги осіннього основного обробітку ґрунту. Знищення бур'янів і шкідників. Насичення ґрунту органікою та поживними речовинами. Поліпшення структури, особливо важких ґрунтів. Створення сприятливих умов для проростання насіння моркви навесні. Навесні залишається лише розпушити ґрунт, внести мінеральні добрива та підготувати грядки для посіву моркви.

Весняний передпосівний обробіток ґрунту має важливе значення для забезпечення сприятливих умов для проростання насіння та нормального розвитку моркви. Цей етап включає підготовку ґрунту до посіву, розпушування та внесення добрив.

Розпушування ґрунту здійснюється після того, як він прогріється і досягне оптимальної вологості, що дозволяє легко обробляти землю. Найкраще це робити, коли ґрунт не надто мокрий і не дуже сухий. Ідеальний момент – коли верхній шар ґрунту підсохне, але він ще зберігає вологу.

Зазвичай розпушують ґрунт на глибину 5-8 см. Це важливо для того, щоб не пошкодити корінці проростаючого насіння і забезпечити доступ повітря до коріння рослин. Завдання розпушування – розпушити поверхню, щоб зберегти вологу й уникнути утворення ґрунтової кірки, знищити молоді бур'яни, що з'явилися після зими. Весняний обробіток ґрунту також включає внесення мінеральних добрив для покращення родючості ґрунту та забезпечення рослин необхідними елементами для росту.

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

Нітрат амонію або сечовина (азотні добрива) - необхідні для стимуляції росту зелених органів, особливо в перші стадії розвитку. Норма внесення: 10-15 г/м². Суперфосфат (фосфорні добрива) – допомагає розвитку кореневої системи моркви і покращує якість коренеплодів. Норма внесення: 15-20 г/м². Калійні добрива (наприклад, сульфат калію) - важливі для розвитку коренеплодів, підвищують їх стійкість до хвороб і покращують їх збереження після збору. Норма внесення: 10-15 г/м².

Мікроелементи – інколи додають такі елементи, як бор (для попередження недостатності) або магній (для покращення процесів фотосинтезу). Це залежить від тестування ґрунту або стану попереднього врожаю.

Вирівнювання та формування грядок. Після розпушування ґрунту важливо вирівняти поверхню для рівномірного посіву насіння. Це можна зробити за допомогою спеціальних вирівнювачів. Формування грядок дозволяє створити оптимальні умови для росту рослин, забезпечуючи правильну відстань між рядами і даючи можливість коренеплодам добре розвиватися. Рекомендовані розміри грядок: висота грядки – 10-15 см, ширина зазвичай 1,2-1,5 м (щоб зручно доглядати та зручно збирати врожай). Відстань між рядами – 20-25 см. Це дозволить коренеплодам мати достатньо простору для росту.

Правильний весняний обробіток забезпечить дружні сходи моркви, її рівномірний ріст і формування якісних коренеплодів.

2.5. Підготовка насіння до сівби, сівба.

Протруювання насіння – це важливий етап, щоб запобігти хворобам, які можуть пошкодити рослини.

Для протруювання використовують спеціальні препарати, що знижують ймовірність розвитку грибкових хвороб (наприклад, фундазол, Тірам). Зазвичай насіння замочують у розчині препарату на 2-3 години.

Замочування допомагає зберегти вологу всередині насіння, що прискорює процес проростання. Потрібно замочити насіння на 12-24 години в теплій воді (температура води повинна бути 20-25°C). Це допоможе активувати життєві процеси всередині насіння та пришвидшить появу сходів.

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

Після замочування важливо ретельно висушити насіння до сипучого стану, щоб його можна було рівномірно розподіляти при сівбі.

Використання стимуляторів росту може підвищити схожість насіння та покращити розвиток рослин. Популярні стимулятори: гумат натрію, циркон або епін. Вони покращують стійкість рослин до стресових факторів, таких як сухість чи перепади температури.

Для використання стимуляторів, замочити насіння на 2-4 години перед сівбою. Це допоможе активізувати процеси, що відповідають за проростання та розвиток кореневої системи.

Оскільки насіння моркви дуже дрібне, сіяти його безпосередньо дуже важко. Щоб спростити цей процес, змішують насіння з піском або іншими матеріалами для рівномірного розподілу.

Для цього можна змішати насіння з сухим піском в пропорціях 1:10 або 1:20. Це дозволяє більш рівно сіяти насіння по рядках, не засіваючи їх дуже густо.

Морква дуже чутлива до якості ґрунту, тому важливо правильно підготувати його до сівби. Ґрунт повинен бути легким і пухким, щоб коренеплоди могли рости без обмежень. Оранка або глибока культивування повинні бути виконані на глибину 20-25 см.

Для сівби моркви зазвичай використовують спеціальні сівалки або посівні лінії. Сівалку, потрібно налаштувати на правильну глибину (2 см) та відстань між насінням (2-4 см).

Глибина посіву насіння моркви повинна бути 1,5-2 см, в залежності від структури ґрунту:

У більш важких ґрунтах, де є більша ймовірність утримання вологи, глибина посіву може бути трохи більшою – до 2,5 см. Якщо ґрунт сухий, бажано трохи поглибити насіння, щоб забезпечити їх вологістю.

Відстань між рядками: 20-25 см – це оптимальна відстань для легкого проріджування та розвитку коренеплодів.

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

Відстань між насінням в рядку: Оскільки насіння моркви дуже дрібне, найкраще розміщувати їх через 2-4 см одне від одного. Це дає можливість розвиватися коренеплодам, без зайвого конкуренції за ресурси.

Після сівби насіння необхідно злегка прикрити землею, для чого використовують граблі або спеціальні інструменти. Це сприяє кращому контакту насіння з ґрунтом, що важливо для нормального проростання.

Полив після сівби Після сівби важливо зробити легкий полив, щоб забезпечити рівномірне розподілення вологи та покращити умови для проростання насіння. Вода не повинна бути надто холодною, оптимальною буде температура 18-22°C.

Після сівби можна провести мульчування, що допомагає утримати вологу в ґрунті, захистити насіння від перегріву і зменшити ріст бур'янів. Для цього використовують органічні матеріали, такі як солома або торф.

Перші сходи моркви з'являються через 15-20 днів після сівби, якщо температура ґрунту підтримується на рівні 12-20°C. Під час періоду проростання потрібно забезпечити насінням рівномірну вологість та уникати перегріву або пересихання ґрунту.

2.6. Догляд за посівами.

Дгляд за посівами моркви є важливою частиною вирощування цього коренеплоду, адже правильний догляд допомагає отримати високий врожай.

Морква потребує регулярного поливу, особливо в період росту коренеплодів. Однак важливо не переувлажнювати ґрунт, щоб не викликати гниття коренеплодів. Найкраще поливати моркву рано вранці або ввечері, коли температура нижча.

Морква дуже чутлива до конкуренції з бур'янами, тому їх потрібно регулярно видаляти. Прополювання слід проводити обережно, щоб не пошкодити коріння моркви, особливо на ранніх етапах росту.

Коли сіянці моркви підростають, потрібно прорідити посіви. Це дозволить кожній рослині отримувати достатньо простору для росту. Розріджування варто проводити, залишаючи між рослинами відстань близько 3-4 см.

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

Морква потребує поживних речовин, зокрема калію і фосфору. Найкраще вносити органічні добрива, наприклад, компост або перегній. Важливо уникати надмірного внесення азотних добрив, оскільки це може призвести до погіршення якості коренеплодів.

Зазвичай морква страждає від шкідників, таких як морквяна муха, а також може бути вражена хворобами, зокрема фузаріозом чи борошнистою росою. Для боротьби з ними можна застосовувати інсектициди та фунгіциди, але важливо дотримуватися рекомендованих норм і строків обробки.

Для того, щоб коренеплоди не виступали з ґрунту, потрібно періодично підсипати землю навколо рослин, забезпечуючи їм кращі умови для розвитку.

Міжрядний обробіток моркви за допомогою культиватора – важливий етап догляду за посівами, що допомагає покращити аерацію ґрунту, знищити бур'яни та стимулювати розвиток коренеплодів.

Перший міжрядний обробіток можна проводити, коли морква досягає висоти 2-3 см, а бур'яни ще не встигли сильно прорости. На цьому етапі культиватор допоможе знищити бур'яни без шкоди для моркви. Наступні обробітки рекомендується проводити через 2-3 тижні після першого, залежно від швидкості росту рослин та розвитку бур'янів.

Глибина обробітку повинна бути невеликою, щоб не пошкодити корінці моркви. Зазвичай глибина обробітку не повинна перевищувати 3-4 см. Якщо обробіток проводиться пізніше, коли коренеплоди більші, глибину потрібно зменшити, щоб не пошкодити їх. У перші етапи росту культури глибина обробітку може бути навіть меншою – до 2 см.

Існує кілька типів культиваторів, які можуть використовуватись для міжрядного обробітку моркви:

Перед тим, як почати обробіток, важливо налаштувати культиватор на ширину міжряддя моркви (зазвичай 15-25 см, в залежності від сортів). Це дозволить максимально ефективно обробити ґрунт без пошкодження рослин.

Культивацію краще проводити на вологому ґрунті, оскільки це дозволяє легше знищувати бур'яни та краще розпушити землю. Проте не варто обробляти

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

ґрунт, якщо він занадто мокрий, оскільки це може призвести до утрамбування верхнього шару. Однією з основних переваг використання культиватора є ефективне знищення бур'янів, що допомагає уникнути конкуренції за воду та поживні речовини.

Обробка ґрунту культиватором також допомагає зберегти вологу, оскільки розпушена земля утримує більше води, що особливо важливо в періоди посухи.

Останній міжрядний обробіток проводиться за 2-3 тижні до збору врожаю. Це дозволяє знищити залишкові бур'яни та підготувати ґрунт для збору врожаю без шкоди для моркви.

2.7. Збирання врожаю.

Моркву зазвичай збирають після досягнення бажаного розміру. Збирання врожаю моркви – це процес, який вимагає ретельної підготовки та уваги, щоб зібрати високоякісний продукт.

Перед початком збирання необхідно переконатися, що морква досягла оптимальної зрілості. Зазвичай морква збирається через 2-3 місяці після посіву, коли коренеплоди досягають бажаного розміру.

Земля повинна бути вологозабезпеченою, оскільки це полегшує процес вилучення коренеплодів із ґрунту.

Моркву можна збирати за допомогою спеціальних машин. За допомогою машин для збирання моркви спеціальний механізм розпушує ґрунт і витягує коренеплоди. Це дозволяє зібрати більшу кількість моркви за менший час.

Після того, як морква зібрана, її сортують за розміром і якістю. Зазвичай відбирають великі і рівні коренеплоди для продажу, а дрібніші можна використовувати для корму тваринам або інших цілей. Пошкоджені чи хворі коренеплоди часто відкидаються або переробляються.

Збирання врожаю моркви – це важливий етап, що впливає на якість продукції, тому потрібно враховувати погодні умови, своєчасність збору і належне зберігання.

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

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ СІВБИ МОРКВИ

3.1. Умови роботи.

Розробка операційної технології міжрядного обробітку моркви на площі 100 га, яка має ухил 2% і довжину гонів 800 м, здійснюється з урахуванням агрономічних, технічних та економічних факторів. Вибір технологічного процесу спрямований на забезпечення оптимальних умов для росту рослин, покращення структури ґрунту та зниження витрат на обробіток.

У процесі міжрядного обробітку моркви планується використання просапного культиватора УСМК-5,4, що дозволяє ефективно знищувати бур'яни, покращувати аерацію ґрунту та зберігати вологу. Для визначення найбільш раціонального складу агрегату проведемо порівняння двох варіантів технічного забезпечення: ЮМЗ-8040 + УСМК-5,4 й ХТЗ-16131 + УСМК-5,4.

Аналіз продуктивності, витрати пального, експлуатаційних витрат та якості виконання технологічного процесу дозволить вибрати найбільш ефективний агрегат для проведення міжрядного обробітку на заданій площі.

3.2. Агротехнічні вимоги.

Міжрядний обробіток моркви є одним із ключових заходів догляду за культурою, який сприяє покращенню умов росту та розвитку рослин, підвищенню врожайності та якості коренеплодів. Основні завдання цього обробітку – знищення бур'янів, покращення аерації ґрунту, збереження вологи та запобігання ущільненню ґрунту.

Терміни та періодичність міжрядного обробітку. Міжрядні обробітки моркви проводять у кілька етапів протягом вегетації: перший міжрядний обробіток - виконується через 7-10 днів після появи сходів, коли рослини досягають висоти 3-5 см, наступні обробітки – проводять у міру необхідності, зазвичай кожні 10-15 днів, залежно від швидкості росту бур'янів і стану ґрунту. Останній обробіток – зазвичай виконується за 20-30 днів до збирання врожаю.

Загалом, за вегетаційний період рекомендується проводити 3-5 міжрядних обробітки, але їхня кількість може варіюватися залежно від погодних умов, густоти посівів і рівня забур'яненості.

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

Глибина міжрядного обробітку змінюється залежно від фази розвитку моркви: перший обробіток – розпушування ґрунту на глибину 3-4 см для знищення бур'янів у початковій стадії росту та покращення повітряного режиму, другий і наступні обробітки – глибина розпушування збільшується до 6-8 см, але не повинна перевищувати рівень залягання основної маси коренів, на пізніх стадіях росту моркви глибоке розпушування не рекомендується, щоб не пошкодити коренеплоди.

Технологічні особливості міжрядного обробітку. Ширина міжрядь залежить від способу посіву та становить 45-70 см (зазвичай 60 см при механізованому посіві).

Робоча швидкість агрегатів під час обробітку механізованим способом – 3-5 км/год для запобігання пошкодженню рослин.

Вологість ґрунту під час обробітку має бути в межах 60-80% від найменшої вологоємності - це дозволяє уникнути утворення великих грудок та ущільнення ґрунту.

Використовувані знаряддя для міжрядного обробітку. Механізований обробіток виконується за допомогою: культиваторів з плоскорізними лапами або стрілочастими лапами для розпушування ґрунту, ротаційних розпушувачів для аерації ґрунту та знищення бур'янів, коткувальних механізмів для вирівнювання поверхні та збереження вологи.

Знищення бур'янів. Основна мета міжрядного обробітку – знищення бур'янів, які конкурують з морквою за вологу, світло та поживні речовини.

Бур'яни ефективно знищуються на ранніх стадіях росту шляхом механічного розпушування.

У випадку високого рівня забур'яненості можливе поєднання механічного та хімічного способу боротьби (використання гербіцидів, дозволених для моркви).

Після дощів або поливу міжрядний обробіток проводять для руйнування ґрунтової кірки, що сприяє покращенню доступу повітря до коренів.

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

Оптимальна вологість ґрунту під час проведення обробітку запобігає випаровуванню води та сприяє рівномірному розвитку коренеплодів.

Додаткові агротехнічні заходи під час міжрядного обробітку: підгортання моркви проводиться при необхідності для запобігання позеленінню коренеплодів у верхній частині, проріджування рослин часто поєднують з міжрядним обробітком, особливо якщо посіви були загущеними, контроль шкідників та хвороб здійснюється паралельно з механічним обробітком, зокрема обробка проти морквяної мухи, нематод та грибкових захворювань.

Вплив міжрядного обробітку на врожайність. Дотримання правильної технології міжрядного обробітку дозволяє: підвищити врожайність моркви на 20–30%, покращити товарну якість коренеплодів, зменшити відсоток деформованих та уражених гниллю екземплярів, зменшити потребу у використанні хімічних засобів захисту, що робить продукцію екологічно чистішою.

Міжрядний обробіток моркви є важливим заходом догляду за рослинами, що сприяє оптимальному розвитку культури. Дотримання агротехнічних вимог щодо строків, глибини обробітку, використання відповідних знарядь та забезпечення збереження вологи дозволяє отримати високий та якісний урожай.

3.3. Комплектування і підготовка посівного агрегату до роботи.

Згідно з технічними характеристиками тракторів, підбираємо робочі передачі, на яких можливо виконувати операцію культивуації, а також визначаємо відповідні цим передачам типові тягові зусилля на гаку.

Для трактора ЮМЗ-8040 оптимальною для культивуації є V передача, що забезпечує необхідний швидкісний режим роботи.

Для трактора ХТЗ-16131 відповідною є VI передача, яка забезпечує швидкість 7,81 км/год.

Оскільки тягове зусилля на гаку залежить від умов роботи, включаючи рельєф місцевості та опір ґрунту, його визначаємо з урахуванням величини підйому за відповідною розрахунковою формулою.

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

$$P_{\text{зак}} = P_{\text{н-зак}} - Q_{\text{тр}} \cdot i, \quad (3.1)$$

де $P_{\text{н-зак}}$ – номінальне тягове зусилля трактора ($P_{\text{н-зак}}^{\text{ЮМЗ-8040}} = 11,5$ кН, $P_{\text{н-зак}}^{\text{ХТЗ-16131}} = 19,0$ кН);

$Q_{\text{тр}}$ – вага просапного трактора, кН ($Q_{\text{тр}}^{\text{ЮМЗ-8040}} = 33,4$ кН, $Q_{\text{тр}}^{\text{ХТЗ-16131}} = 44,8$ кН);

i – нахил поля, ($i = 0,03$).

$$P_{\text{зак}}^{\text{ЮМЗ-8040}} = 11,5 - 33,4 \cdot 0,03 = 10,49 \text{ кН.}$$

$$P_{\text{зак}}^{\text{16131}} = 19 - 44,8 \cdot 0,03 = 17,656 \text{ кН.}$$

Робоча швидкість культиваторного агрегату з урахуванням буксування визначиться за формулою

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (3.2)$$

де δ - коефіцієнт буксування, ($\delta = 6...12\%$)

$$V_p^{\text{ЮМЗ-8040}} = 7,94 \left(1 - \frac{18}{100} \right) = 6,54 \text{ км/год.}$$

$$V_p^{\text{ХТЗ-16131}} = 7,81 \left(1 - \frac{6}{100} \right) = 7,3 \text{ км/год.}$$

Максимальна ширина захвату культиваторного агрегату

$$B_{\text{max}} = \frac{P_{\text{зак}}}{K + R_i}, \quad (3.3)$$

де K – питомий опір культиватора, кН·м (для УСМК-5,4, $K = 0,8...1,2$ кН/м);

R_i – додатковий опір, який залежить від нахилу поля, кН/м.

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} \cdot i, \quad (3.4)$$

де G_m – вага культиватора, кН, ($G_m = 11,8$ кН).

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

$$R_i = \frac{11,8}{5,4} \cdot 0,03 = 0,07 \text{ кН.}$$

$$B_{\max}^{\text{ЮМЗ-8040}} = \frac{10,49}{1,2 + 0,07} = 8,2 \text{ м.}$$

$$B_{\max}^{\text{ХТЗ-16131}} = \frac{17,659}{1,2 + 0,07} = 13,9 \text{ м.}$$

Визначаємо кількість культиваторів в агрегаті

$$n_{\kappa} = \frac{B_{\max}}{B_{\kappa}}$$

$$n_{\kappa}^{\text{ЮМЗ-8040}} = \frac{B_{\max}^{\text{ЮМЗ-8040}}}{B_{\kappa}} = \frac{8,2}{5,4} = 1,52.$$

$$n_{\kappa}^{\text{ХТЗ-16131}} = \frac{B_{\max}^{\text{ХТЗ-16131}}}{B_{\kappa}} = 2,57.$$

Розрахунки показують, що трактор ЮМЗ-8040 може ефективно працювати з одним культиватором, а трактор ХТЗ-16131 – із двома. Проте їхні тягово-енергетичні можливості не дозволяють забезпечити стабільну та ефективну роботу з двома просапними культиваторами. У зв'язку з цим у кожному випадку приймається рішення використовувати лише один культиватор, що дає змогу оптимізувати навантаження на трактори та забезпечити стабільність роботи агрегатів у процесі виконання сільськогосподарських операцій.

Наступним етапом є визначення тягового опору агрегатів, що є важливим параметром для оцінки ефективності роботи машинно-тракторного агрегату. Для цього необхідно врахувати питомий опір ґрунту, який залежить від його фізико-механічних властивостей, а також зробити поправку на швидкість руху агрегату. Питомий опір з урахуванням швидкості визначається за відповідною розрахунковою формулою, яка дозволяє більш точно оцінити навантаження на трактор під час виконання культиваційних робіт.

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

Питомий опір культиватора з урахуванням швидкості агрегату визначимо за формулою

$$K_v = K(1 + \Pi(V_p - V_0)), \quad (3.5)$$

де Π – приріст питомого опору при збільшенні швидкості, ($\Pi = 0,01 \dots 0,015$);

V_p – робоча швидкість культиваторного агрегату, км/год;

V_0 – швидкість культиваторного агрегату – 5 км/год.

$$K_v^{ЮМЗ-8040} = 1,2(1 + 0,015(6,54 - 5)) = 1,23 \text{ кН/м.}$$

$$K_v^{ХТЗ-16131} = 1,2(1 + 0,015(7,3 - 5)) = 1,24 \text{ кН/м.}$$

Звідки загальний тяговий опір агрегатів з урахуванням додаткового опору визначимо за формулою

$$R_{азр} = (K_v + R_i) B_\kappa \cdot \Pi_m, \quad (3.6)$$

де K_v – питомий опір з урахуванням підвищення швидкості, кН/м;

R_i – підвищення опору з урахуванням підйому, кН/м;

B_κ – конструктивна ширина захвату культиватора, м;

Π_m – кількість культиваторів в агрегаті.

$$R_{азр}^{ЮМЗ-8040} = (1,23 + 0,07) \cdot 5,4 \cdot 1 = 7,02 \text{ кН.}$$

$$R_{азр}^{ХТЗ-16131} = (1,24 + 0,07) \cdot 5,4 \cdot 2 = 14,1 \text{ кН.}$$

Тоді коефіцієнт використання тягового зусилля культиваторного агрегату визначимо за формулою

$$\eta_{м.з} = \frac{R_{азр}}{P_{зак}}, \quad (3.7)$$

$$\eta_{м.з}^{ЮМЗ-8040} = \frac{7,02}{10,49} = 0,68.$$

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

$$\eta_{m.з}^{ХТЗ-16131} = \frac{14,1}{17,656} = 0,8.$$

Визначаємо змінну продуктивність агрегатів за формулою

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (3.8)$$

де B_p – робоча ширина захвату культиваторного агрегату ($B_p = B_k$ – так як виконується міжрядний обробіток), м;

T_p – час виконання чистої роботи, год.

Час виконання чистої роботи визначимо за формулою

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (3.9)$$

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

τ – коефіцієнт використання робочого часу зміни ($\tau = 0,76$ – для ЮМЗ-8040; $\tau = 0,7$ – для ХТЗ-16131).

$$T_p = 7 \cdot 0,76 = 5,32 \text{ год.}$$

$$T_p = 7 \cdot 0,7 = 4,9 \text{ год.}$$

Звідки

$$W_{зм}^{ЮМЗ-8040} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,54 \cdot 5,32 = 18,7 \text{ га/зм.}$$

$$W_{зм}^{ХТЗ-16131} = 0,1 \cdot 10,08 \cdot 7,3 \cdot 4,9 = 38,6 \text{ га/зм.}$$

Після аналізу отриманих даних приймаємо рішення щодо вибору оптимального сільськогосподарського агрегату. У цьому випадку обираємо комплект, що складається з трактора ХТЗ-16131 та одного культиватора УСМК-5,4, оскільки він найбільш ефективний для виконання поставлених завдань. Далі проводимо розрахунок витрат палива на 1 гектар оброблюваної площі, використовуючи відповідну формулу, яка дозволяє оцінити економічну доцільність та ефективність роботи агрегату.

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

$$Q_{ca} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (3.10)$$

де $Q_{зм}$ – витрати палива культиваторним агрегатом за зміну, кг/зм.

Витрати палива культиваторним агрегатом за зміну визначаємо за формулою

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_z \cdot T_z, \quad (3.11)$$

де Q_p , Q_x , Q_z – витрати палива за годину робочого часу виконання роботи, під час холостого руху, під час зупинок з працюючим двигуном ($Q_p = 11,5 \dots 13,5$, $Q_x = 5,2 \dots 7,2$, $Q_z = 1,2$), кг/год;

T_p , T_x , T_z – час, витрачений на роботу, час витрачений на холості ходи, час на зупинки, год.

Час, витрачений на холості рухи і зупинки визначаємо за формулою

$$T_x = T_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2}, \quad (3.12)$$

де $T_{зм}$ – довжина робочої зміни, год, ($T_{зм} = 7$ год).

$$T_x = T_z = \frac{7 - 4,9}{2} = 1,05 \text{ год.}$$

Звідки

$$Q_{зм} = 12,5 \cdot 4,9 \cdot 1,05 \cdot 6,2 + 1,05 \cdot 1,2 = 69,02 \text{ кг/зм.}$$

$$Q_{ca} = \frac{69,02}{38,6} = 1,79 \text{ кг/га.}$$

Для забезпечення якісного обробітку ґрунту культиватори необхідно регулярно діагностувати та своєчасно ремонтувати. Ефективність їхньої роботи має ключове значення. Перед початком експлуатації агрегат очищують від бруду та рослинних залишків, перевіряють наявність і справність деталей, міцність кріплень, стан болтів, гайок, шплінтів, а також працездатність гряділів, стійок

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

лап. Зношені або пошкоджені елементи замінюють, а ослаблені з'єднання – підтягують. Також контролюють рівень змащення підшипників коліс і тиск у шинах, за необхідності виконуючи їх обслуговування. Товщина ріжучих кромek лап не повинна перевищувати 1 мм.

Для культивації слабозасмічених ґрунтів на передній гряділь встановлюють стрілчасті лапи із шириною захвату 270 мм, а на задній – 330 мм. Якщо ґрунт сильно засмічений, лапи шириною 330 мм розміщують як на передньому, так і на задньому гряділі. Для боротьби з бур'янами передбачено використання тримачів пружинних стійок: на передньому і задньому гряділі – одиночних, а на задньому додатково встановлюють здвоєні, до яких кріплять розпушувальні лапи.

Робочі органи культиватора налаштовують на необхідну глибину обробітку наступним чином. Якщо агрегат не приєднаний до трактора, сницю піднімають, демонтують транспортні планки з кронштейна рами та опускають сницю на підставку. Під підставку кладуть прокладку, товщина якої відповідає заданій глибині обробітку за вирахуванням заглиблення коліс у ґрунт. Якщо культиватор з'єднаний з трактором через зчіпку, причіп має знаходитись на висоті 550 мм плюс висота підкладки; при прямому приєднанні до трактора ця висота дорівнює 350 мм плюс висота підкладки. Відстань між центром шарніра гідроциліндра та центром шарніра штоку у крайньому положенні повинна становити 715 мм.

Під колеса культиватора кладуть підкладки, висота яких відповідає глибині обробітку мінус 2-4 см. Гвинтами регулювання виставляють раму культиватора паралельно майданчику, слідкуючи, щоб головки та натискні штанги довгих гряділів спиралися на вкладиші, а лапи лежали на поверхні. Після довгих гряділів регулюють короткі та однобічні, забезпечуючи їхню правильну опору. Остаточне положення кожної лапи фіксують болтовим кріпленням.

Якщо культиватор готують для підрізання бур'янів на легких ґрунтах чи розпушування на глибину 3-6 см, лапи встановлюють так, щоб їхні ріжучі крайки прилягали до поверхні. Для важких ґрунтів носки лап нахиляють уперед на 2-3

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

см. У разі роботи на щільних ґрунтах натискні штанги підтискають регулюванням фігурного шплінта.

Норма висіву добрив встановлюється шляхом регулювального прокручування туковисівних апаратів. Для цього культиватор піднімають так, щоб опорно-приводні колеса не торкалися майданчика, під лійки встановлюють мішечки, а в бункер засипають добрива. Колесо обертають 12 разів із робочою швидкістю агрегату, після чого висіану масу зважують та множать на 100 для розрахунку кількості добрив на гектар. Якщо отримана величина відхиляється від необхідної більш ніж на 7%, положення скребоків коригують і повторно перевіряють висів.

3.4. Підготовка поля до роботи.

Перед початком міжрядного обробітку моркви визначають напрямок першого проходу агрегату. У польових умовах остаточно налаштовують туковисівний агрегат (без добрив) на виділеній ділянці. Стрілчасті лапи переводять у робоче положення, після чого агрегат робить кілька проходів. Заміряють фактичну відстань між центрами стрілчатих лап за їхніми слідами у ґрунті по всій ширині захвату та, за необхідності, коригують налаштування.

Бункери туковисівних апаратів заповнюють мінеральними добривами, після чого на поворотній смузі проходять культиватором у робочому положенні кілька метрів. Обережно розгортають рядки, знаходять добрива та вимірюють глибину їх загортання за допомогою лінійки.

Агрегат виводять на лінію першого проходу. Під час руху трактора плавно опускають культиватор у робоче положення. Спосіб руху агрегату під час культивації застосовують аналогічно до сівби моркви – «човниковим» методом.

3.5. Організація роботи агрегату в загинці.

Для визначення ефективності «човникового» способу руху розраховують коефіцієнт робочих ходів за відповідною формулою.

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (3.13)$$

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

де L_p, L_x – середнє значення довжини заїнки, в якій здійснюється робочий хїд й холостого ходу, м.

При «човниковому» способї руху L_p визначаємо за формулою

$$L_p = L - 2E, \quad (3.14)$$

де E – ширина смуги для виконання розворотїв, м.

Ширину смуги для виконання розворотїв визначаємо за формулою

$$E = n \cdot B \geq E_{\min}, \quad (3.15)$$

де B – ширина захвату культиваторного агрегату, м;

E_{\min} – мїнїмальне значення ширини смуги для розворотїв, м.

Ширину смуги для розворотїв складає 3-4 захвати агрегату, ($n = 3 \dots 4$).

Мїнїмальна ширина смуги для розворотїв E_{\min} визначається за формулою

$$E_{\min} = 3R + l, \quad (3.16)$$

де l – довжина виїзду на розворот нїї смугї, м, (начїпний агрегат $l = (0,5 \dots 0,7)l_k$;

R – радїус розвороту, м;

де l_k – кїнематична довжина культиваторного агрегату, м.

Кїнематична довжина культиваторного агрегату визначаємо за формулою

$$l_k = l_m + l_{зч} + l_{л}, \quad (3.17)$$

де $l_m, l_{зч}, l_{л}$ – вїдповїдно кїнематична довжина обраного трактора, зчїпки ї культиватора, м.

$$(l_m = 1,85 \text{ м}; l_{зч} = 0 \text{ м}; l_{л} = 1,45 \text{ м})$$

Звїдки

$$l_k = 1,85 + 0 + 1,45 = 3,3 \text{ м}$$

Радїус повороту R приймаємо $R = 1,0 \cdot B$.

Тодї мїнїмальна ширина розвортної смуги

$$E_{\min} = 3 \cdot 5,4 + 3,3 = 19,5 \text{ м.}$$

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

Звідки ширина поворотної смуги:

$$E = (3 \div 4) \cdot 5,4 = 16,2 \div 21,6 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину смуги для розворотів – 21,6 м.

Із умов роботи довжина поля $L = 800$ м.

Звідки

$$L_p = 800 - 2 \cdot 21,6 = 756,8 \text{ м.}$$

Величина холостого ходу

$$L_x = 6R + 2l, \quad (3.18)$$

$$L_x = 6 \cdot 5,4 + 2 \cdot 3,3 = 39 \text{ м.}$$

$$K_p = \frac{756,8}{756,8 + 32,4} = 0,95.$$

3.6. Контроль якості роботи.

Міжрядний обробіток моркви – важливий агротехнічний захід, який забезпечує знищення бур'янів, покращення аерації ґрунту, збереження вологи та підвищення врожайності. Для ефективного контролю якості цього процесу слід звертати увагу на кілька ключових факторів.

Один із головних параметрів контролю – глибина культивації, яка має бути оптимальною, щоб уникнути пошкодження коренеплодів: на ранніх стадіях (до 3-4 листків) – глибина 2-3 см, щоб не пошкодити молоді рослини, у фазі інтенсивного росту – 4-5 см, що дозволяє покращити доступ повітря до кореневої системи. На пізніх етапах – не більше 5-7 см, щоб не пошкодити коренеплоди.

Контроль рівномірності обробки проводиться візуально – міжряддя повинні бути однорідно розпушені без пропущених ділянок та ущільненого ґрунту.

Міжрядна культивація повинна знищувати бур'яни у ранній стадії їхнього розвитку, оскільки перерослі бур'яни складніше видаляти механічним способом.

Оцінка ефективності:

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

- знищено не менше 70-80% бур'янів після першого проходу;
- відсутність великих залишків бур'янів у міжряддях;
- після обробітку не має бути зрізаних бур'янів, які продовжують рости (що свідчить про неправильне налаштування техніки).

Контрольний метод – через 3-5 днів після обробітку провести огляд ділянки – якщо бур'яни не відновлюються, обробіток був ефективним.

Відсутність механічних пошкоджень моркви. При неправильному налаштуванні культиватора можна пошкодити рослини, що негативно впливає на врожайність.

Ознаки якісного міжрядного обробітку:

- коренева шийка рослин залишається неушкодженою;
- листя не надломлене та не засипане землею;
- відсутність вирваних або надмірно заглиблених рослин.

Контроль проводять шляхом візуального огляду рослин після проходу агрегату.

Оптимальна вологість ґрунту під час міжрядного обробітку становить 60-70% від найменшої вологоємності.

Наслідки обробітку надто сухого ґрунту: ґрунт розпадається на великі грудки, що ускладнює подальшу обробку, бур'яни можуть залишатися в ґрунті й продовжувати ріст.

Наслідки обробітку перезволоженого ґрунту: ґрунт злипається та прилипає до лап культиватора, можливе утворення ґрунтової кірки після висихання.

Для перевірки вологості перед початком роботи стиснути жменю ґрунту в руці, якщо вона розсипається – вологість нормальна, якщо злипається у грудку – ґрунт надто вологий.

Після міжрядного розпушування повинні бути рівні борозни, без великих западин або нерівностей. Ущільнені грудки ґрунту розбиваються, щоб не створювати перешкод для росту моркви. Відсутність занадто глибоких канавок, які можуть призводити до застою води під час поливу. Контроль проводиться шляхом огляду міжрядь після завершення роботи.

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

Для контролю ефективності міжрядного обробітку слід перевіряти:

- правильність налаштування обладнання – ширина міжрядь має відповідати висіву;
- стан робочих органів – зношені лапи культиватора можуть неефективно розпушувати ґрунт і пропускати бур'яни;
- швидкість руху техніки – занадто висока швидкість може спричинити неякісний обробіток, тоді як занадто низька – неефективність роботи.

Повторний контроль через 3-5 днів. Через кілька днів після міжрядного обробітку рекомендується здійснити повторну оцінку якості роботи:

- чи залишаються бур'яни у міжряддях?
- чи не утворилася ґрунтова кірка після обробітку?
- чи не мають рослини ознак пригнічення або пошкоджень?

При виявленні проблем слід провести коригуючі заходи – повторне розпушування, додаткове видалення бур'янів або корекцію режиму поливу.

Якісний міжрядний обробіток моркви забезпечує мінімальну конкуренцію з бур'янами, покращене дихання кореневої системи, оптимальний розвиток культури, зменшення втрат вологи, високий урожай якісних коренеплодів.

Щоб забезпечити високу якість цього процесу, необхідно регулярно контролювати рівномірність, глибину, ефективність видалення бур'янів, відсутність пошкоджень рослин і вологість ґрунту.

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

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Обґрунтування модернізації просапного культиватора.

Культиватор-рослинопідживлювач – це сільськогосподарська машина, призначена для комплексного догляду за просапними культурами. Він забезпечує ефективну передпосівну обробку ґрунту, сприяючи створенню оптимального посівного ложа для рівномірного проростання насіння. Крім того, агрегат виконує міжрядний обробіток, підгортання, проріджування сходів та внесення сухих мінеральних добрив. Завдяки універсальній конструкції культиватор може працювати як у звичайних умовах, так і в перезволожених зонах вирощування просапних культур, при цьому підтримуючи ширину міжрядь 45 см або 60 см.

Основні функції та можливості культиватора:

- передпосівна підготовка ґрунту. Культиватор розпушує ґрунт перед висівом, що покращує його структуру, підвищує аерацію та сприяє рівномірному проростанню насіння;
- розпушування ґрунтової кірки. Після дощів на поверхні ґрунту може утворюватися щільна кірка, яка ускладнює проростання сходів. Робочі органи культиватора ефективно її руйнують, сприяючи кращому доступу кисню до кореневої системи рослин;
- суцільне розпушування з внесенням гербіцидів та інсектицидів. Використання культиватора дозволяє одночасно розпушувати ґрунт і вносити засоби захисту рослин, що сприяє знищенню бур'янів та шкідників без зайвих механічних обробок, зменшуючи негативний вплив на структуру ґрунту.
- міжрядний обробіток (шаровка). Перший міжрядний обробіток спрямований на руйнування ґрунтової кірки та знищення ранніх сходів бур'янів, що значно покращує розвиток культурних рослин;
- другий міжрядний обробіток. Проводиться з метою подальшого знищення бур'янів та збереження вологи в ґрунті шляхом розпушення його верхнього шару.
- розпушування міжрядь із внесенням гербіцидів та інсектицидів. Поєднання механічного обробітку з хімічним захистом дозволяє підвищити ефективність

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

боротьби з бур'янами та шкідниками, а також зменшити кількість проходів техніки по полю.

– підживлення сухими мінеральними добривами. Агрегат забезпечує рівномірне внесення добрив у зону кореневої системи рослин, що сприяє їх активному росту та підвищенню врожайності.

– глибоке розпушування міжрядь. Завдяки глибокому розпушенню покращується структура ґрунту, підвищується його водопроникність, що особливо важливо у випадку тривалих посух або надмірного зволоження.

Культиватор (рис. 4.1) має міцну та надійну раму, на якій розміщені всі робочі вузли. Він обладнаний транспортною системою, що дозволяє переміщувати його дорогами загального користування, а також опорно-приводними колесами для регулювання глибини обробітку.

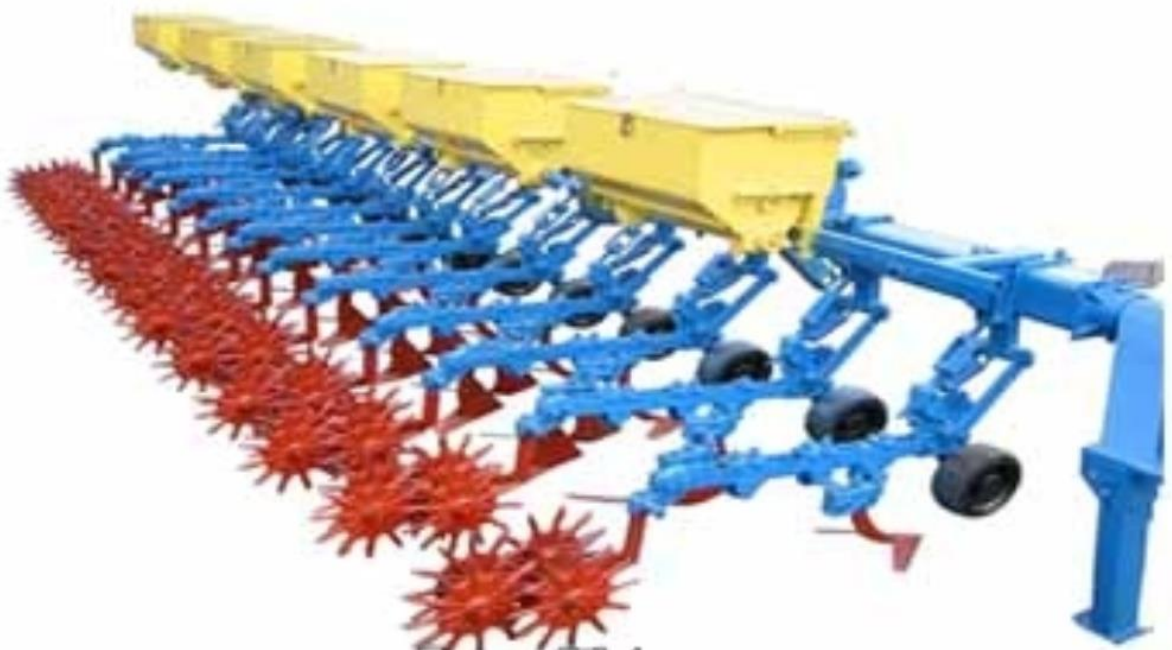


Рисунок 4.1 – Загальний вигляд просапного культиватора

До складу культиватора входять:

- рама – основний несучий елемент конструкції, що забезпечує жорсткість та міцність агрегату;
- секції робочих органів – складаються з робочих вузлів для розпушування та обробітку міжрядь;

Підвіска – чотириланковий паралелограмний механізм, що складається з переднього та заднього кронштейнів, верхньої та нижньої з'єднувальних ланок. Верхня ланка дозволяє регулювати горизонтальне положення гряділя.

Копіювальне колесо – забезпечує рівномірне проходження культиватора по рельєфу поля, що гарантує стабільну глибину обробки.

Стабілізуюча пружина – регулює зусилля навантаження на робочі органи, що дозволяє оптимізувати процес обробки ґрунту.

Кожна секція закріплюється на рамі за допомогою переднього кронштейна і Г-подібної скоби, що дозволяє швидко налаштувати культиватор під різні умови роботи.

Переваги використання. Зменшення кількості механічних обробітків завдяки поєднанню кількох агротехнічних операцій в одному проході. Оптимізація використання добрив та засобів захисту рослин, що дозволяє скоротити витрати та зменшити екологічне навантаження на ґрунт. Покращення якості ґрунту за рахунок рівномірного розпушення та руйнування ущільнених шарів.

Гнучкість налаштувань для роботи з міжряддями шириною 45 см та 60 см, що робить культиватор універсальним рішенням для вирощування різних культур.

Робочі органи голчастого типу використовуються в агротехнічних знаряддях для обробки ґрунту, і вони мають певні конструктивні особливості. Основною їх частиною є два диски, між якими закріплені голки, що мають загострені кінці. Ці голки можуть бути прямолінійними або вигнутими, в залежності від призначення робочого органу. Диски з голками встановлюються на осі з певним інтервалом, який, як правило, складає 175-185 мм. Це дозволяє отримати оптимальне співвідношення між кількістю голок та ефективністю обробки ґрунту.

Усі робочі органи, що складаються з восьми таких дисків, утворюють батарею, яка закріплюється на рамі знаряддя. Ця батарея є основним елементом, який виконує функцію обробки ґрунту. Коли робочий орган рухається по полю,

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

голчасті диски, котячись по поверхні ґрунту, розпушують верхній шар землі. Цей процес необхідний для покращення структури ґрунту, оскільки він дозволяє покращити аерацію, сприяє утриманню вологи та перешкоджає утворенню кірки на поверхні.

Крім того, голки також захоплюють і загортають насіння бур'янів, що є важливою частиною боротьби з ними. Крім того, під час роботи диски можуть переміщати рослинні рештки, такі як залишки попередніх культур. Це дозволяє забезпечити кращу підготовку поля до наступного посіву або обробки.

Для підвищення ефективності роботи батареї, особливо в умовах більш складних агротехнічних операцій, диски часто встановлюються під кутом атаки 8-20 градусів відносно напрямку руху. Це дозволяє покращити розпушення ґрунту та глибину проникнення голок. Однак є певний недолік: такий кут атаки може призвести до додаткового заглиблення дисків у ґрунт, що в свою чергу збільшує енергетичні витрати на роботу знаряддя. Це створює додаткові навантаження на трактор, що може привести до збільшення витрат пального та зниження ефективності обробки.

Для вирішення цієї проблеми конструкція робочих органів була вдосконалена. Замість того, щоб голки розташовувались перпендикулярно площині дисків, їх виконують нахиленими попарно в ліву та праву сторону відносно поздовжньої площини дисків. Така конструкція дозволяє зберігати стабільну глибину обробки ґрунту, знижує ймовірність глибокого заглиблення дисків і зменшує загальні енергетичні витрати. Нахилені голки працюють більш ефективно в умовах різного типу ґрунтів і забезпечують рівномірне розподілення навантаження по робочих органах, що знижує ризик перевантаження знаряддя та підвищує його загальну продуктивність.

Вдосконалена конструкція робочого органу культиватора представлена на рис. 4.3, де детально показано розташування та механізм роботи нахилених голок. Вона дозволяє значно підвищити ефективність обробки ґрунту при зниженні енергетичних затрат, що робить такий робочий орган дуже корисним у сучасному землеробстві.

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

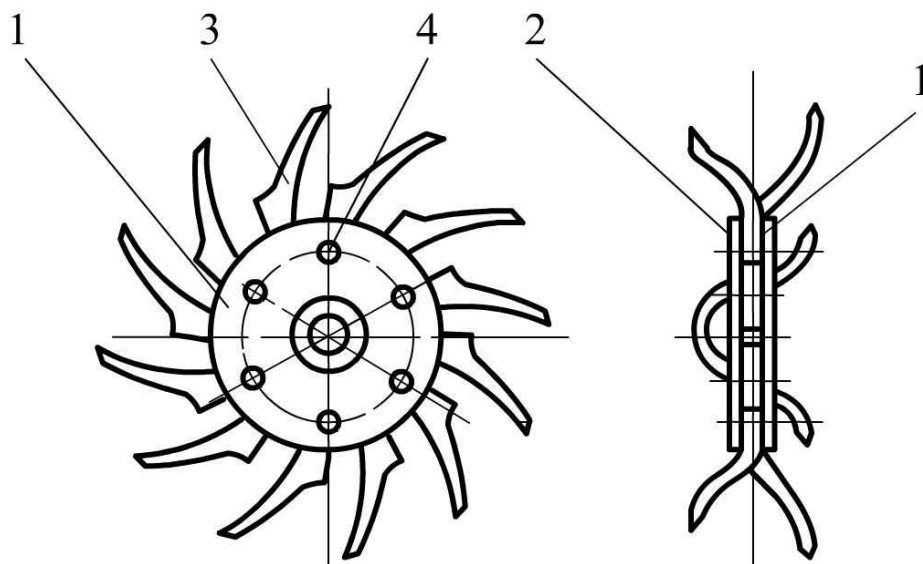


Рисунок 4.3 – Запропонований дискова голчаста борона:

1, 2 – диск; 3 – голка; 4 – заклепка

Голчастий робочий орган функціонує наступним чином: під час руху голчастий орган заглиблюється в ґрунт на заздалегідь визначену глибину. У процесі роботи орган розпушує верхній шар ґрунту завдяки голкам, що проникають в ґрунт, тим самим розриваючи ґрунтову структуру, покращуючи аерацію та водопроникність. Одночасно, голки ефективно загортають насіння та рослинні рештки в ґрунт, що сприяє покращенню умов для проростання насіння та збереження вологи.

Особливість конструкції голчастої борони полягає в тому, що крок між лівими і правими голками досягає 90 мм, що вдвічі зменшує загальний крок між парами голчастих дисків у порівнянні з традиційними робочими органами. Це дозволяє знаряддю забезпечувати більш рівномірне і ефективне розпушування ґрунту, що є важливим для досягнення високих агрономічних результатів. Такий розподіл робочих органів дозволяє зменшити кількість робочих елементів на знарядді, що, в свою чергу, знижує енергетичні витрати на його експлуатацію.

Голчаста борона може працювати як із активним, так і з пасивним переміщенням дисків, залежно від напрямку розміщення криволінійних голок щодо напрямку руху. У разі активного переміщення, диски здійснюють обертальний рух, що покращує ефективність розпушування, а при пасивному – вони рухаються лише за рахунок сили тертя з ґрунтом.

Кути нахилу зубів голок обрані таким чином, щоб їхній нахил до поверхні ґрунту був менший за кут тертя голок. Це дозволяє знизити механічне навантаження на органи та зменшити знос матеріалу, що забезпечує довговічність і ефективність роботи.

Переваги голчастого робочого органа порівняно з традиційними включають кілька важливих аспектів:

- вища ефективність обробки ґрунту. Один голчастий робочий орган обробляє вдвічі більшу площу поля, що дозволяє зменшити кількість необхідних органів на знарядді і, відповідно, збільшити продуктивність;
- покращення стану ґрунту. Голчастий орган сприяє покращенню структури ґрунту завдяки розпушуванню, що дозволяє збільшити аерацію та водопроникність ґрунту, підвищуючи його родючість;
- економія енергоресурсів. Зменшення кількості робочих органів знижує загальні енерговитрати на обробку ґрунту, що є суттєвою перевагою з точки зору економічної ефективності;
- покращення вологоутримуючих властивостей ґрунту. Голчастий орган сприяє кращому накопиченню вологи в ґрунті, що особливо важливо для сільськогосподарських культур, зокрема в умовах посухи;
- збільшення врожайності. Покращення структури ґрунту, підвищення вологоутримуючої здатності ґрунту і зменшення енергозатрат дозволяють досягати кращих агрономічних результатів, що прямо впливає на врожайність сільськогосподарських культур.

Враховуючи ці переваги, голчастий робочий орган може стати ефективним засобом для сучасних аграріїв, які прагнуть знижувати витрати на обробку ґрунту при одночасному підвищенні його родючості та врожайності.

4.2. Технологічний розрахунок.

Розміщення робочих органів (лап) на культиваторі має вирішальне значення для ефективності обробки ґрунту та зниження витрат пального, а також для досягнення високої продуктивності роботи. Важливим аспектом є уникнення заклинювання між сусідніми лапами бур'яну та ґрунту. Тому

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

де L – виліт стрілочної лапи, мм;

$$l_3 = h_0 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi);$$

φ – кут тертя металу по ґрунту.

Звідки

$$L_p \geq h_0 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + L.$$

$$L_p \geq 160 \cdot \operatorname{tg}(16 + 20) + 320.$$

$$L_p \geq 436,2 \text{ мм.}$$

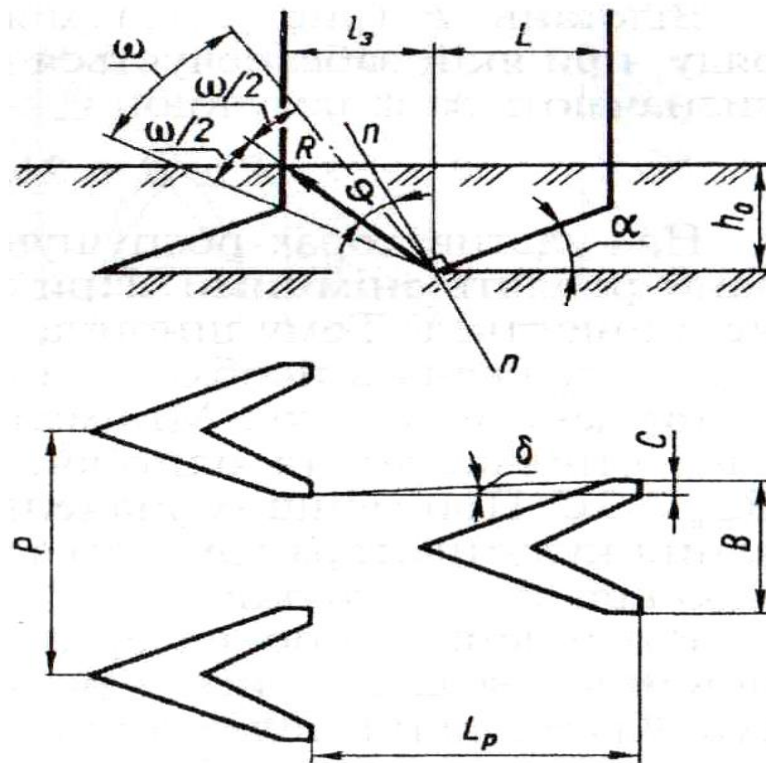


Рисунок 4.4 – Схема, яка визначає розміщення лап на культиваторові
Враховуючи напрямки сколів ґрунту, граничні значення розширення зони деформації ґрунту у повздовжньому напрямку складають

$$L_{p\max} \geq h_0 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi + \omega/2) + L. \quad (4.2)$$

$$L_{p\min} = h_0 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi - \omega/2) + L. \quad (4.3)$$

$$L_{p\max} \geq 160 \cdot \operatorname{tg}(16 + 20 + 40/2) + 320 = 557,2 \text{ мм.}$$

Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

КР 00.000 ПЗ

Арк.

38

$$L_{pmin} = 160 \cdot \operatorname{tg}(16 + 20 - 40/2) + 320 = 365,9 \text{ мм.}$$

Відстань P між сусідніми лапами, коли забезпечується задовільне розпушування ґрунту

$$P \geq B + 2h_0 \cdot \operatorname{tg}(\omega/2). \quad (4.4)$$

$$P \geq 330 + 2 \cdot 160 \cdot \operatorname{tg}(40/2).$$

$$P \geq 446,4 \text{ мм.}$$

Значення перекриття C між стрілочатими лапами вибираємо за умови стовідсоткового підрізування бур'янів

$$C = L_p \cdot \operatorname{tg}\delta, \quad (4.5)$$

де δ – кут відхилення просапного культиватора від рівної лінії при роботі, $\delta = 7 - 9^\circ$.

$$C = 436 \cdot \operatorname{tg}7 = 53,5 \text{ мм.}$$

Стрілчасті лапи встановлюються попереду однобічних, оскільки це забезпечує рівномірну глибину обробітку ґрунту та створює рівну поверхню після проходу агрегату.

Також важливо враховувати ширину захвату лап: спочатку розташовують лапи з меншим захватом, а позаду них – ширші. Це дозволяє уникнути пропусків у роботі знаряддя, покращує якість обробітку та сприяє рівномірному розподілу навантаження на робочі органи.

Такий порядок розташування забезпечує ефективне розпушування та підрізання бур'янів, що підвищує продуктивність і якість обробітку поля.

4.3. Кінематичний розрахунок.

Кінематичний розрахунок виконуємо для приводу туковисівного апарату. Для обертання висівного апарату визначаємо загальне передаточне відношення

$$i = \frac{n_d}{n_{x.k.}} = \frac{10^2 \cdot \pi D_\kappa}{a_o k_d (1 - \varepsilon)}, \quad (4.6)$$

					КР 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

де n_d – кількість обертів валу висівного апарата, об/хв, ($n_d = 72$ об/хв);
 $n_{x.к.}$ – кількість обертів приводного колеса, об/хв ($n_{x.к.} = 56,9$ об/хв);
 D_k – діаметр опорно-приводного колеса культиватора, м ($D_k = 0,51$ м);
 a_o – ширина міжряддя, м;
 k_d – кількість отворів на туковисівному апараті, шт.;
 ε – коефіцієнт проковзування опорного колеса.

$$i = \frac{72}{56,9} = 1,27.$$

З огляду на висів різних типів туків, аналізуємо, чи забезпечує дана кінематична схема приводу механізму необхідне передаточне відношення. Визначимо граничні значення передаточного відношення – мінімальне та максимальне.

$$i_{\min} = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_{3\min}}{z_{4\max}} \cdot \frac{z_5}{z_6} \cdot \frac{z_7}{z_8}.$$

$$i_{\min} = \frac{21}{21} \cdot \frac{12}{26} \cdot \frac{15}{23} \cdot \frac{13}{15} = 0,26.$$

$$i_{\max} = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_{3\max}}{z_{4\min}} \cdot \frac{z_5}{z_6} \cdot \frac{z_7}{z_8}.$$

$$i_{\max} = \frac{21}{15} \cdot \frac{19}{13} \cdot \frac{21}{23} \cdot \frac{13}{15} = 1,62.$$

Визначене передаточне відношення $i = 1,27$ знаходиться в межах знайденого передаточного відношення i_{\min} й i_{\max} .

4.4. Силовий аналіз механізмів просапного культиватора.

Енергоємність процесу міжрядної культивації на багато менша ніж іншими ґрунтообробними машинами, наприклад плугами. Їх тяговий опір визначають за такою формулою

$$R_x = K_k \cdot B_k, \quad (4.7)$$

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

Заглиблення робочих органів визначається вагою секції та реакцією ґрунту. Положення ланок АВ і ДС механізму впливає як на глибину заглиблення робочих органів, так і на силу реакції, що діє на опорний коток. Умову рівноваги секції зводять до знаходження реакції ґрунту на опорний коток та рівнодійної всіх сил опору. У паралелограмному механізмі ланку ДС розглядають як повернутий план швидкостей. Якщо до цього плану швидкостей прикласти діючі сили, то отримаємо

$$R_x \cdot h_1 + R_0 \cdot h_3 - (Q + R_z) \cdot h_2 = 0,$$

$$R_0 = l[(Q + R_z) \cos \alpha - R_x \cdot \sin \alpha] / h_3. \quad (4.18)$$

$$R_0 = 275[(15,6 + 0,2) \cos 10 - 0,58 \cdot \sin 10] / 310 = 13,7 \text{ кН.}$$

4.5. Розрахунок деталей та вузлів на міцність.

Розрахуємо ланцюгову передачу механізму приводу висівного апарату, що передає рух від опорно-приводного колеса до коробки зміни передач (рис. 4.2).

Основні вихідні дані:

- максимальний обертовий момент опорно-приводного колеса – $M = 452 \text{ Н} \cdot \text{м}$;
- передаточне число – $i = 1,4$;
- орієнтація передачі – вертикальна;
- регулювання натягу ланцюга: періодичне (за допомогою натяжної зірочки);
- змащування – періодичне;
- характер навантаження – помірні зміни;
- коефіцієнт короточасних перевантажень при рушанні – $K_p = 2,2$;
- типовий режим навантаження – середній нормальний (СН)
- допустиме збільшення середнього кроку ланцюга;
- термін служби ланцюга – $h = 600$;

Обираємо число зубів ведучої зірочки $z = 15$. Відповідно, число зубів веденої зірочки

$$z_2 = i \cdot z_1, \quad (4.19)$$

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

де i – передаточне відношення для число передач приводу.

$$z_2 = 1,4 \cdot 15 = 21.$$

Крок ланцюга визначаємо за формулою

$$p^{\wedge} = 13^3 \sqrt{\frac{M_1}{z_1}}, \quad (4.20)$$

де M_1 – крутний момент на приводному колесі, Нм.

$$p^{\wedge} = 13^3 \sqrt{\frac{452}{15}} = 35,1 \text{ мм.}$$

Обираємо роликівий ланцюг ПР-31, 75-8850, для якого – крок $P = 31,75$ мм; площа опорної поверхні шарніра $A_{on} = 262$ мм²; руйнівне навантаження $F_{pn} = 113,4$ кН; маса одного метра ланцюга $g = 3,8$ кг/м.

Швидкість ланцюга

$$V = \frac{P w_1 \cdot z_1}{2\pi}, \quad (4.21)$$

де w_1 – кутова швидкість приводної зірочки, с⁻¹ ($w_1 = 7,6$ с⁻¹).

$$V = \frac{31,75 \cdot 10^{-3} \cdot 7,6 \cdot 15}{2 \cdot 3,14} = 0,58 \text{ м/с.}$$

Міжосьова відстань передачі між зірочками

$$a = 40 \cdot P = 40 \cdot 31,75 = 1270 \text{ мм.}$$

Кількість ланок ланцюга

$$\begin{aligned} W^{\wedge} &= \frac{2a^{\wedge}}{P} + \frac{0,5(z_1 + z_2) + \left(\frac{P}{a^{\wedge}}\right)(z_2 - z_1)^2}{2\pi^2} = \\ &= \frac{2 \cdot 1270}{31,75} + \frac{0,5(15 + 21) + \left(\frac{3175}{1270}\right)(21 - 15)^2}{2 \cdot 3,14^2} = 98,02 \end{aligned}$$

Приймаємо кількість ланок ланцюга – $W = 98$.

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

Міжосьова відстань

$$a_0 = \frac{P}{4} \left[W - 0,5(z_1 + z_2) + \sqrt{(W - 0,5(z_1 + z_2))^2 - \frac{8(z_2 - z_1)^2}{2\pi^2}} \right], \quad (4.22)$$

$$a_0 = \frac{31,75}{4} \left[98 - 0,5(15 + 21) + \sqrt{(98 - 0,5(15 + 21))^2 - \frac{8(21 - 15)^2}{2 \cdot 3,14^2}} \right] = 1262 \text{ мм.}$$

Міжосьова відстань із забезпеченням провисання ланки

$$a = a_0 - 0,003 \cdot a_0 = 1268 - 0,003 \cdot 1268 = 1264,2 \text{ мм.}$$

Ділильні діаметри

$$d_1 = \frac{P}{\sin\left(\frac{\pi}{z_1}\right)} = \frac{31,75}{\sin\left(\frac{3,14}{15}\right)} = 152,7 \text{ мм;}$$

$$d_2 = \frac{P}{\sin\left(\frac{\pi}{z_2}\right)} = \frac{31,75}{\sin\left(\frac{3,14}{21}\right)} = 213,1 \text{ мм.}$$

Корисне навантаження на ланцюг

$$F_t = \frac{2M_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 452 \cdot 10^3}{152,7} = 5917 \text{ Н.}$$

Максимальна сила, що діє на вал передачі

$$R_{\max} = 1,15F_{t\max} = 1,15 \cdot 13024 = 14942,8 \text{ Н.}$$

Стійкість проти спрацювання шарнірів ланцюга

$$F_{tE_{cn}} = K_{E_{cn}} \cdot F_t, \quad (4.23)$$

де $K_{E_{cn}}$ – коефіцієнт інтенсивності навантаження, ($K_{E_{cn}} = 0,4$).

$$F_{tE_{cn}} = 0,4 \cdot 59170 = 2363 \text{ Н.}$$

Із умови стійкості від зношення допустимий тиск у шарнірах

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

$$[P]_{cn} = \frac{C}{h \cdot K_v \cdot K_R \cdot K_C}, \quad (4.24)$$

де $C = \frac{1,33 \cdot 10^6 \cdot \Delta P}{P} = 1,33 \cdot 10^6 \cdot 2,7 = 3,59 \cdot 10^6$, при збільшенні кроку $\frac{\Delta P}{P} = 2,7\%$

$$K_v = \sqrt[3]{w_1^2} = \sqrt[3]{(7,6)^2} = 3,85.$$

$$K_R = \frac{25}{z_1} \cdot \sqrt[4]{\frac{40}{a_p}} \cdot \frac{1}{\sqrt[6]{i}} = \frac{25}{15} \cdot \sqrt[4]{\frac{40}{40}} \cdot \frac{1}{\sqrt[6]{1,4}} = 1,137.$$

$$K_C = K_n \cdot K_p \cdot K_{zm} = 1 \cdot 1 \cdot 3 = 3.$$

$$[P]_{cn} = \frac{3,59 \cdot 10^6}{6000 \cdot 3,85 \cdot 1,137 \cdot 3} = 45,8 \text{ МПа.}$$

Тиск у шарнірах ланцюга

$$P = \frac{F_{tE_{cn}} \cdot K_d}{A_{on} \cdot K_m}. \quad (4.25)$$

$$P = \frac{2368 \cdot 1,3}{262 \cdot 1} = 11,7 \text{ МПа.}$$

Стійкість шарнірів проти зношування забезпечується

$$P = 11,7 \text{ МПа} < [P]_{cn} = 45,6 \text{ МПа.}$$

4.6. Висновки по розділу.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було обґрунтовано основні технологічні параметри та режими функціонування культиватора, зокрема:

- визначено агротехнічні вимоги до його роботи;
- розроблено принципову схему модернізованих ґрунтообробних органів (голчастих дисків);
- проаналізовано силові та енергетичні затрати, що виникають під час експлуатації культиватора з удосконаленими робочими органами, при цьому

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

вдалося зберегти марку енергетичного засобу, який застосовувався у базовій моделі;

- встановлено основні параметри модернізованих робочих органів та визначено їх розміщення на рамі;
- виконано розрахунки на міцність.

Результати проведених розрахунків підтвердили, що вдосконалений культиватор забезпечує покращену якість виконання технологічного процесу.

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

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

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

Аналіз небезпечних і шкідливих факторів під час вирощування моркви та її обробки просапним культиватором включає оцінку можливих ризиків для здоров'я працівників і навколишнього середовища.

Небезпечні фактори наступні. Механічні фактори. Рухомі частини просапного культиватора – ризик отримання травм (порізи, удари, затискання). Обертальні елементи (фрези, диски) – загроза потрапляння кінцівок у механізми. Падіння працівника з техніки – можливе при втраті рівноваги під час руху. Перевертання техніки – на схилах або через несправність обладнання.

Електричні фактори.

У разі використання електричних приводів можливе ураження електричним струмом. Пошкодження електропроводки призводить до загоряння або короткого замикання. Несправність паливної системи двигуна трактора, що може спричинити займання.

Шкідливі фактори наступні. Фізичні фактори. Вібрація та шум під час роботи культиватора негативно впливають на нервову систему та органи слуху. Пил та дрібнодисперсні частки ґрунту можуть спричиняти захворювання дихальних шляхів. Висока або низька температура під час роботи в полі може призвести до перегрівання або переохолодження.

Хімічні фактори наступні.

Використання добрив, гербіцидів та пестицидів спричиняє ризик отруєння, алергічних реакцій, дерматитів. Викиди вихлопних газів (оксиди азоту, вуглецю) шкідливі для органів дихання.

Біологічні фактори. Контакт із патогенними мікроорганізмами (грибки, бактерії), що містяться в ґрунті. Укуси комах, змій або гризунів, які можуть переносити інфекції.

Психофізіологічні фактори – фізичне навантаження при тривалій роботі в полі. Стрес і втома через інтенсивний режим роботи.

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

5.2. Заходи забезпечення нормальних умов праці при вирощуванні моркви.

Загальні організаційні заходи - інструктаж та навчання персоналу. Проведення вступного, первинного, повторного та позапланового інструктажів з охорони праці. Ознайомлення працівників із правилами безпечного користування сільськогосподарською технікою. Навчання першої медичної допомоги при можливих травмах або отруєннях.

Встановлення чітких робочих перерв для уникнення перевтоми. Чергування фізичних навантажень із відпочинком. Введення скороченого робочого дня при підвищених температурах або несприятливих умовах.

Періодичні медогляди працівників для оцінки їхнього стану здоров'я. Обов'язкове проходження огляду перед початком роботи з пестицидами та добривами.

Перед початком роботи перевіряти справність культиватора (гальма, ріжучі елементи, привідні механізми). Не проводити технічне обслуговування або ремонт під час роботи агрегату. Виконувати налаштування лише при вимкненому двигуні трактора. Не працювати на схилах з кутом нахилу понад 12° без додаткових заходів безпеки. Своєчасне змащення рухомих частин для запобігання перегріванню. Використання проблискових маячків при пересуванні техніки дорогами загального користування.

Не допускати сторонніх осіб у зону роботи культиватора. Використовувати захисні кожухи на рухомих частинах. Водіям сільгосптехніки – обов'язково пристібатися ременями безпеки. Тримати вогнегасник в кабіні трактора. Очищати машину від залишків рослинності та пилу. Перевіряти паливну систему на предмет витоків. Не допускати роботи культиватора в разі несправності системи охолодження двигуна.

5.3. Висновки по розділу.

Дотримання комплексних заходів безпеки дозволить: зменшити ризики травмування працівників. Знизити негативний вплив на здоров'я через хімічні речовини. Запобігти аварійним ситуаціям та пожежам. Захистити навколишнє середовище від забруднення.

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

6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході виконання роботи було розглянуто технологічні аспекти вирощування моркви та проведено аналіз існуючих методів механізованого міжрядного обробітку ґрунту. Встановлено, що міжрядний обробіток є одним із ключових агротехнічних заходів, який впливає на формування врожаю, знищення бур'янів, покращення аерації ґрунту та збереження вологи.

В аналіз технології вирощування моркви визначено її біологічні особливості та вимоги до ґрунтово-кліматичних умов.

Розглянуто основні етапи вирощування: підготовку ґрунту, сівбу, догляд за рослинами, захист від бур'янів та хвороб, а також збирання врожаю.

Виявлено, що міжрядний обробіток сприяє підвищенню врожайності, а його якість залежить від правильного вибору та налаштування культиватора.

Проведено огляд сучасних моделей культиваторів, які використовуються для догляду за посівами моркви.

Визначено основні недоліки традиційних культиваторів: недостатня маневреність, значний ризик пошкодження рослин, високі енергетичні витрати, потреба у частому технічному обслуговуванні.

Розроблено технічні рішення для покращення роботи культиватора, включаючи оптимізацію робочих органів для зниження впливу на рослини та ґрунт. Запропоновано вдосконалення системи регулювання глибини обробітку та конструкції ротаційних борін, що сприятиме більш ефективному розпушуванню ґрунту та боротьбі з бур'янами.

Виконано розрахунки тягового опору, витрат пального та продуктивності агрегату. Встановлено, що вдосконалений культиватор дозволяє знизити енергетичні витрати, скоротити потребу в ручній праці та підвищити якість обробітку міжрядь.

Отримані результати мають високу практичну значимість і можуть бути використані у фермерських господарствах та агропромислових підприємствах. Вдосконалений просапний культиватор дозволить:

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

- забезпечити стабільно високі врожаї моркви за рахунок ефективного міжрядного обробітку;
- покращити якість ґрунту, зменшити ерозійні процеси та оптимізувати водний режим у посівах;
- мінімізувати використання хімічних засобів захисту рослин, що позитивно позначиться на екологічній безпеці виробництва.

Дотримання комплексних заходів безпеки дозволить: зменшити ризики травмування працівників. Знизити негативний вплив на здоров'я через хімічні речовини. Запобігти аварійним ситуаціям та пожежам. Захистити навколишнє середовище від забруднення.

Таким чином, виконана робота підтвердила доцільність вдосконалення конструкції просапного культиватора. Реалізація запропонованих рішень сприятиме підвищенню ефективності механізованого догляду за посівами моркви, зменшенню витрат на обробіток і покращенню загальних показників врожайності та якості продукції.

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

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. 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.
4. Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. 6-е вид., перероб. і допов. Київ: Урожай, 1992. 448 с.
5. Гречкосій В.Д. Комплексна механізація виробництва зерна. Київ: Урожай, 1991. 213 с.
6. Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І. Довідник сільського інженера; за ред. В.Д. Гречкосія. 2-е вид. перероб. і доп. Київ: Урожай, 1991. 400 с.
7. Єрмаков О.Ю. Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник, 2-ге вид., доп. і перер. Київ: НАУ, 2007. 266 с.
8. Зінченко О.І. Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: Підручник. За ред. О.І. Зінченка. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
9. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник. Київ: Вища освіта, 2013. 535с.
10. Комаристов В.Ю., Петренко М.М., Косінов М.М. Сільськогосподарські машини. Київ: Урожай, 1996. 240 с.
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 сільськогосподарських 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

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

ресурсів в умовах екологічно стабільних територій: колективна монографія. Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2018. С.28-36.

15. Міжрядний просапний культиватор з підживленням УСМК-5,4: Уманьферммаш. URL: <https://fermmash.in.ua/katalog/kulytyvatory/mezhduryadovuj-prosapnoj-kultivator-s-podpitkoj-usmk-5-4/> (дата звернення 20.04.2025).

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. Сільськогосподарські машини (Комплект кодопосібників). За заг. Ред. Г.Р. Гаврилюка. Київ: Аграрна освіта, 2001. 216 с.

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.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

ДОДАТКИ

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

