

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: „Проект підвищення ефективності процесу міжрядного обробітку картоплі у СВК «Летава» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області з удосконаленням фрезерного культиватора-гребнеутворювача КГФ-2,8”

Виконав: студент III курсу групи Аін-33 СП

Спеціальності 208 „Агроінженерія”

(шифр і назва)

Войнирович Олег Ігорович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., в.о. проф. Кузьмінський Р.Д.

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Зав. кафедри _____
(підпис)
к.т.н., доцент А.О. Шарибура
“ ____ ” _____ 2022 р.

З А В Д А Н Н Я
на дипломний проєкт студенту
Войнировичу Олегу Ігоровичу

1. Тема роботи: **„Проект підвищення ефективності процесу міжрядного обробітку картоплі у СВК «Летава» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області з удосконаленням фрезерного культиватора-гребнеутворювача КГФ-2,8”**

Керівник роботи: Кузьмінський Роман Данилович, д.т.н., в.о. професора
Затверджена наказом по університету 30.12.2022 року № 453/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 5.06.2023 року.

3. Вихідні дані: _____

3.1. Звіти господарської діяльності СВК «Летава»;

3.2. Методика розрахунку операційної системи;

3.3. Методика обґрунтування параметрів конструкції;

3.4. Методика визначення економічної ефективності.

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

4.1. Характеристика і аналіз діяльності господарства.

4.2. Організація процесу вирощування картоплі;

4.3. Удосконалення фрезерного культиватора-гребнеутворювача
КГФ-2,8;

4.4. Охорона праці.

4.5. Економічна ефективність.

Висновки та пропозиції

Бібліографічний список

5. Перелік ілюстраційного матеріалу:

5.1. Операційно-технологічна карта;

5.2. Удосконалений фрезерний культиватор-гребенеутворювач КГФ-2,8;

5.3. Удосконалений гребенеутворювач (складальне креслення);

5.4. Робочі креслення деталей запропонованої конструкції;

5.5. Оцінення експлуатаційних витрат.

6. Консультанти розділів проекту:

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | | Відмітка про виконання |
|------------|--|----------------|------------------|------------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв | |
| 1, 2, 3, 5 | Кузьмінський Р.Д., д.т.н., в.о. проф. кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. професора О.Д. Семковича | | | |
| 4 | | | | |

7. Дата видачі завдання: 9.11.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| Пор. № | Назва етапів дипломного проекту | Строк виконання етапів проекту | Відмітка про виконання |
|--------|--|--------------------------------|------------------------|
| 1. | <i>Написання розділу: «Характеристика і аналіз діяльності господарства»</i> | <i>30.12.22-17.01.23</i> | |
| 2. | <i>Виконання другого розділу: «Організація процесу вирощування картоплі»</i> | <i>18.01.23-2.02.23</i> | |
| 3. | <i>Виконання третього розділу: «Удосконалення фрезерного культиватора-гребенеутворювача КГФ-2,8»</i> | <i>3.02.23-21.03.23</i> | |
| 4. | <i>Написання розділу: «Охорона праці»</i> | <i>22.03.23-30.04.23</i> | |
| 5. | <i>Виконання розділу: «Економічна ефективність»</i> | <i>31.04.23-6.05.23</i> | |
| 6. | <i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки.</i> | <i>11.05.23-25.05.23</i> | |
| 7. | <i>Завершення роботи в цілому</i> | <i>26.05.23-05.06.23</i> | |

Студент _____ Войнирович О.І.
(підпис)

Керівник проекту _____ Кузьмінський Р.Д.

УДК 631.171...633.521

Войнирович О.І. Проект підвищення ефективності процесу міжрядного обробітку картоплі у СВК «Летава» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області з удосконаленням фрезерного культиватора-гребнеутворювача КГФ-2,8.

Дипломний проєкт. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

59 с. текст. част., 14 рис., 10 табл., 5 арк. ілюстр. матер., А1, 21 бібліогр. джерел.

Охарактеризовано стан господарства СВК «Летава» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області, зокрема, наведено відомості про стан земельних угідь та наявний парк техніки для вирощування картоплі.

Наведено організаційно-технічні аспекти щодо підвищення ефективності вирощування картоплі, а також запропоновані загальні принципи їх організації.

Запропоновано вдосконалення фрезерного культиватора-гребнеутворювача КГФ-2,8. Наведені розрахунки елементів конструкції на міцність.

Розроблено заходи з охорони праці під час виконання технологічних операцій.

Проведено техніко-економічну оцінку показників ефективності виконання операції міжрядного обробітку картоплі.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Вступ | 5 |
| 1. Аналіз об'єкта проектування | 5 |
| 1.1. Сучасний стан вирощування картоплі . | 7 |
| 1.2. Загальні відомості про об'єкт проектування та аналіз його посівних площ | 10 |
| 1.3. Аналіз машинно-тракторного парку господарства | 15 |
| 2. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБСТАВИН ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ..... | 19 |
| 2.1. Технологічні особливості процесу садіння картоплі | 19 |
| 2.2. Агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку картоплі | 26 |
| 2.3. Підготовка агрегату до роботи | 27 |
| 2.4. Розроблення операційної карти внесення органічних добрив | 30 |
| 2.5. Контроль і оцінка якості роботи картоплесаджалки | 36 |
| 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ РОЗКИДАЧА | 38 |
| 3.1. Огляд існуючих конструкцій культиваторів для міжрядного обробітку картоплі | 38 |
| 3.2. Призначення, будова, принцип роботи та обґрунтування необхідності удосконалення конструкції | 45 |
| 3.3. Розрахунок болтового з'єднання робочого диску з ступицею | 46 |
| 3.4. Розрахунок шпонкового з'єднання ведучої зірочки з веденим валом гребенеутворювача | 48 |
| 4. ОХОРОНА ПРАЦІ | 50 |
| 4.1. Моделювання травмонебезпечних ситуацій | 50 |
| 4.2. Розрахунок стійкості агрегату до перекидання | 51 |
| 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ..... | 54 |
| ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ | 57 |
| БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК | 58 |

Вступ

Картопля – надзвичайно цінний продукт харчування. На сьогодні жителі багатьох країн просто не можуть уявити свого існування без нього. І тому невипадково вона отримала назву “Другий хліб”. В даний час практично ні одна кулінарна книга не існує без рецептів з картопляними стравами. Слід відмітити, що цей заморський овоч на сьогодні став невід’ємною частиною харчового раціону населення практично усіх континентів нашої планети.

Високий попит на дану культуру можна пояснити тим, що в раціоні кожної сім’ї картопля займає місце чи не у щоденному споживанні.

На сьогодні цінують картоплю не тільки як продукт харчування але й як рослину, що має лікарські властивості. Її бульбах знаходиться ціла велика хімічна лабораторія. В якій міститься майже 25% крохмалю, що із давніх-давен застосовують в медицині як досить ефективний протизапальний та профілактичний засіб. Її також можна застосовувати при шлунково-кишкових розладах, і найбільш цікаво, що її використовують для приготування крохмальних бинтів (нерухомих пов’язок). Бульби картоплі є багаті пектиновими речовинами, клітковиною, каротином, вітамінами групи В, ліпідами, мінеральними солями й іншими сполуками.

Картопля містить вітаміну С не менше ніж в інших овочах, і саме завдяки тому, що ми вживає даний продукт щодня, потреба в цьому вітаміні задовольняється майже повністю. Також цінність картоплі полягає в наявності провітаміну А, вітамінів групи В, С, К та РР.

Також відповідне місце картопля займає і у народній медицині, а саме: картопляну дієту рекомендують застосовувати саме як сечогінний засіб; картопляний сік (але свіжий) застосовують при запорах, золотусі, цинзі, а також при гастритах, при підвищеній кислотності, під час лікування виразки шлунку; при опіках сиру картоплю прикладають до травмованого місця. У косметичній галузі вона входить до складу живильних масок. При

катарах верхніх дихальних шляхів допомагає вдихання парів, які утворюються при роздавлюванні свіжо звареної картоплі.

Нещодавно науковці хіміки виявили в шкірці картоплин, стеблах, листі і квітках картоплі глікоалкалоїди. Вживання цих сполуки у помірних дозах спричиняє стійкість і зниження артеріального тиску.

Картопля – високоврожайна культура. Її вирощуванням досить успішно займаються в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. За відповідного належного догляду вона може забезпечувати сталими, високими врожайми і в чорноземах, і навіть в піщаному ґрунті.

Універсальність картоплі вражає, спектр її застосування в народному господарстві надзвичайно широкий. Ніяка будь яка інша сільськогосподарська культура не може навіть порівнюватися з нею за спектром використання. Окрім того, картопля – є досить цінним кормом для сільськогосподарських тварин та птиці. Надзвичайно велике значення вона має в свинарстві. Вона складає значну частку (понад 50%) в раціоні у період відгодівлі цих тварин.

Технології вирощування картоплі майже не змінилися із позаминулого століття. Відмінність тільки в тому, якщо раніше вирощування було механізованим, то відповідно зараз в більшості господарств вона вирощується вручну. Нажаль відповідно і зменшилися врожаї культури. А з проведенням реформ на селі, картоплярство зосередилось у малих фермерських, селянських та садово-городніх ділянках, де зконцентровано майже 95% цієї культури. Тому, для підвищення економічного ефекту від виробництва картоплі необхідно, впроваджувати нові технології для вирощування, впроваджувати комплекс високопродуктивних машин, що дасть змогу підвищити урожайність картоплі та зменшити затрати праці на її виробництво

1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Сучасний стан вирощування картоплі в Україні

Рівень розвитку будь-якої галузі рослинництва визначається насамперед обсягами виробництва продукції, що своєю чергою зумовлено розмірами посівних площ та урожайністю відповідної культури.

Обсяги виробництва картоплі в Україні в останні роки стабілізувались і коливаються в межах 12,8-13,4 млн. тонн. (рис. 1.1.) Проте соціальна структура виробництва і пропозиції картоплі зазнала значних змін. Площі картоплі в сільськогосподарських підприємствах скоротились майже на 300 тис. гектарів в порівнянні до 1990 року, а відповідно в господарствах населення зросли на 530,3 тис. гектарів. В 2021 році 98 % картоплі було вироблено в господарствах населення [1].

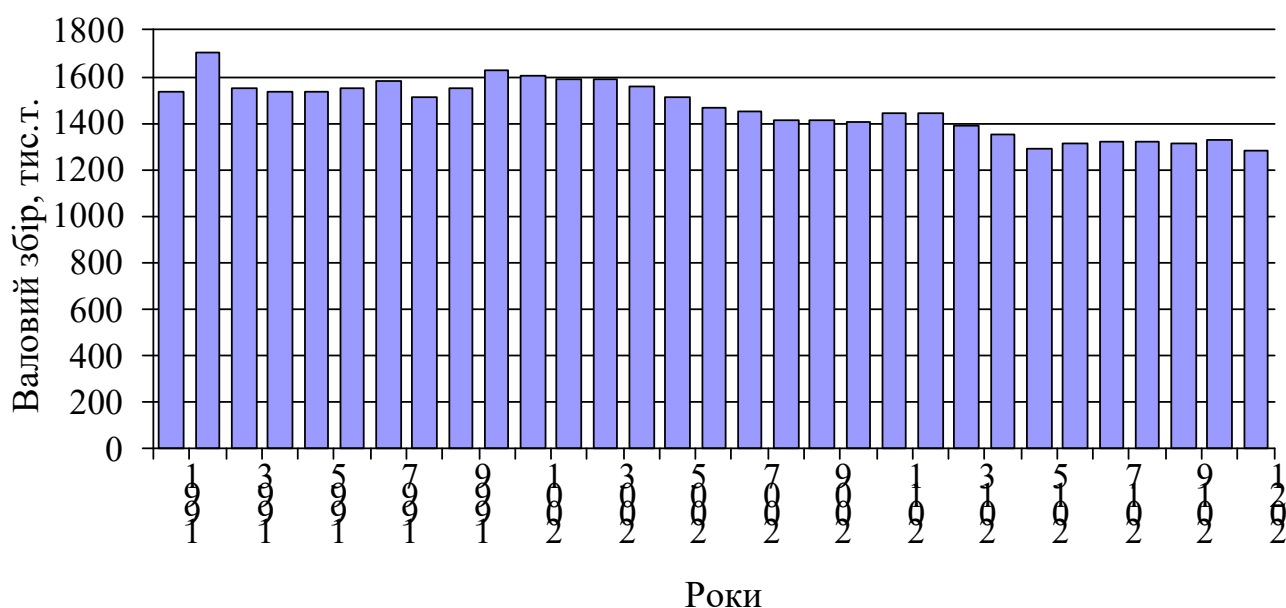


Рисунок 1.1 – Динаміка зміни обсягу виробництва картоплі в Україні

Якщо виконати порівняння з 1990 р., то слід відмітити, що посівні площі під картоплю зросли на 85,2 тис. га, а відповідно в структурі посівних площ відповідно на 1,4% і становлять майже 6,0% (зростання частки її посівів, як правило спричинене зменшенням загальної посівної площі майже на 6,4 млн га) [1]. Паралельно в порівнянні з 2000 р. площа садіння картоплі

зменшилась на 115 тис. га, а це на 7,6% до 1513,9 тис. га (після незначного збільшення, яке відбувалось до 2000 р., спостерігається тенденція до поступового скорочення площ) рис.1.2. Однак використання нових сучасних сортів та добрив відображається на зростанні врожайності рис. 1.3.

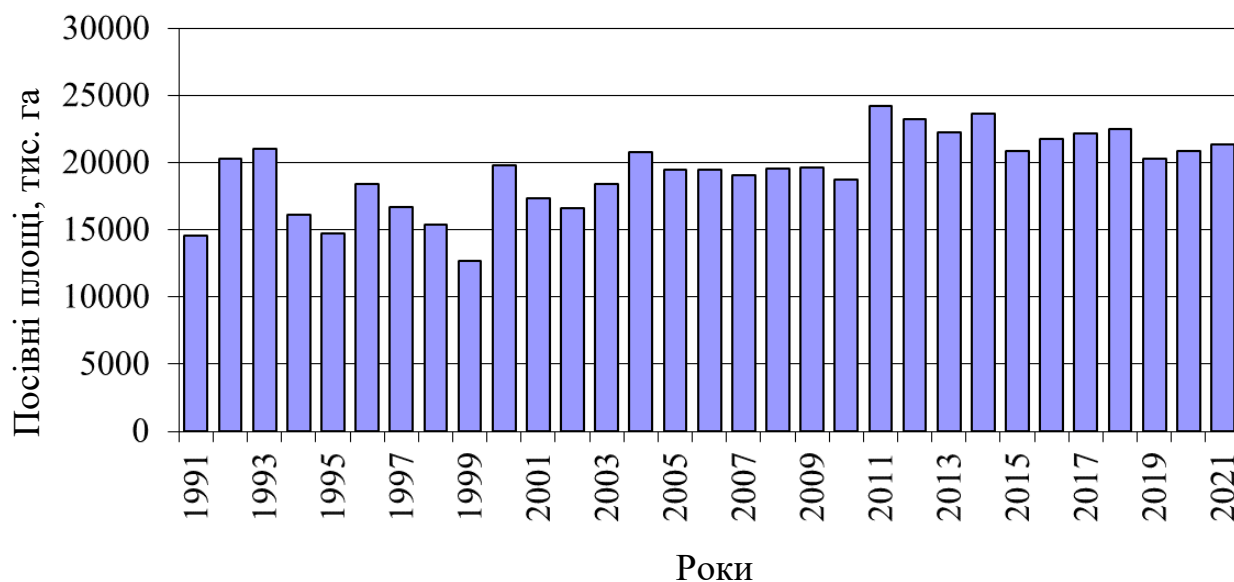


Рисунок 1.2 – Динаміка зміни посівних площ картоплі в Україні

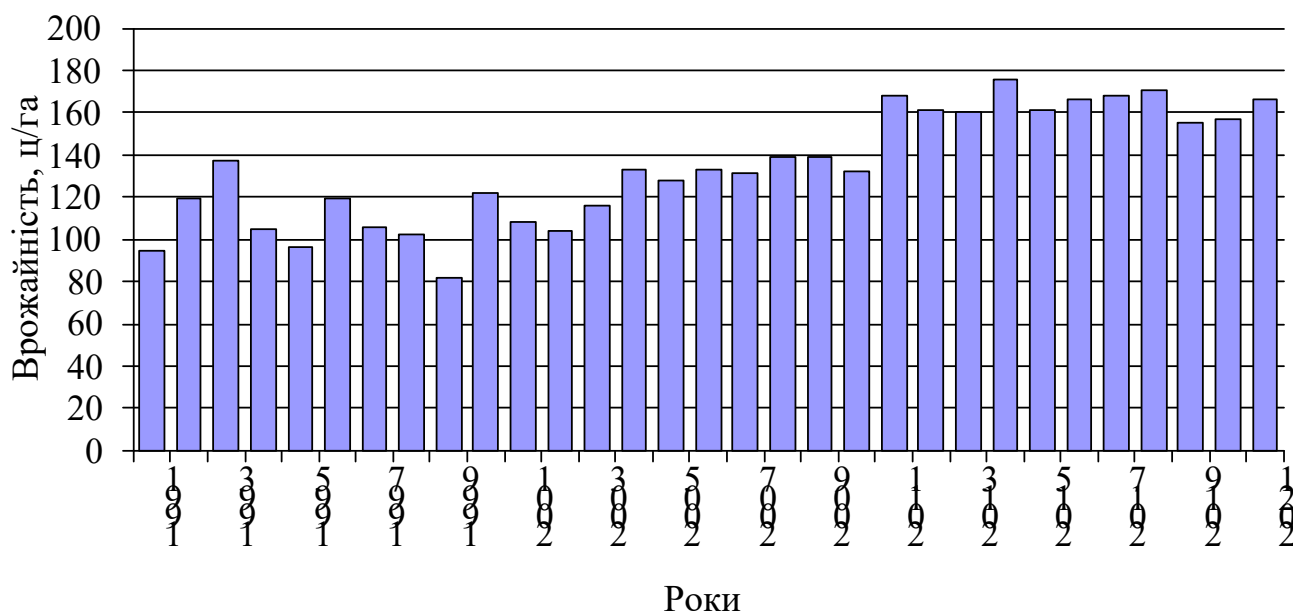


Рисунок 1.3 – Динаміка зміни врожайності картоплі в Україні

В Україні останніми роками виробництво картоплі сконцентровано переважно в приватних господарствах (це приблизно становить понад 98%). Площі, що зайняті під картоплею в сільськогосподарських підприємствах

зменшилися до 16-16,5 тис. га (а це приблизно 4% в порівнянні до 1990 р.), а в приватних господарствах населення збільшилися до 1,45-1,5 тис. га [1].

Нажаль на даний час враховуючи економічну нестабільність та в умовах, що склалися переважна більшість населення вимушене займатися самозабезпеченням продуктами харчування, а це як правило в першу чергу – картопля. Завдяки цьому пояснюється сконцентрованість картоплі в загальній площі посівів у господарствах населення та відповідно зміни в розміщенні виробництва. Аналіз засвідчив, що питома вага її в структурі посівів у деяких областях більша за 10%, а саме: Львівській – 16,9%; Закарпатській – 17,8 та Івано-Франківській – 21,2, [1, 17, 20].

Кліматичні зміни спричинили те, що за останні 20 років в розміщенні виробництва картоплі сталися значні зміни. Картоплю як культуру Полісся впевнено починають вирощувати на Півдні України. За відповідний період часу скоротилася питома вага площ під культурою в Поліссі на 14,9% і відповідно зросла в Степу на 14,0%. Якщо відобразити в гектарах то відповідно в Поліссі скоротилася на 210 тис. га; та зросла в Степу – на 220 тис. га та в Лісостеповій зоні на 32 тис. га,.

Виконаний нами аналіз засвідчив, що області, в яких зазвичай займалися промисловим виробництвом картоплі, зменшили площі посівів під нею, що спричинило зменшення її питомої ваги: в Сумській – з 8,7 до 4,5% та Чернігівській області – з 16,1 до 6,3%; Збільшення площ посівів у 2021 році відбулося в Одеській, Миколаївській, Запорізькій та областях [1, 17, 20].

Однак, виробництво її навіть у сільгосп підприємствах має зазвичай , дрібнотоварний характер. Відповідно впливає як наслідок низька ефективність виробництва та висока її собівартість.

Присутність на ринку значної пропозиції продукції власного виробництва та високе ввізне мито досить ефективно стримували надходження імпортової картоплі в Україну до 2022 року. Однак, враховуючи військові дії, та значне скорочення у 2022 році площ під картоплю, то ця тенденція навряд чи збережеться в найближчі роки [1].

1.2. Загальні відомості про об'єкт проектування та аналіз його посівних площ

Сільськогосподарський кооператив створений з метою виробництва продукції рослинництва, тваринництва, птахівництва, з подальшою переробкою та їх реалізацією. Також господарство здійснює й інші види господарської діяльності, а саме: надання послуг технічного сервісу, послуг з оренди сільськогосподарської техніки, що сприяє збільшенню надходжень до бюджету господарства.

Загальна площа сільськогосподарських посівів становить 444 га, з них рілля 339 га. Згідно агрокліматичного районування Хмельницької області територія Кам'янець-Подільського району відноситься до помірно – кліматичного теплого і вологого району.

Для даного району характерний довгий теплий період із значною кількістю опадів і короткою відносно теплою зимою та нестійким сніговим покривом.

Весна починається із другої половини березня. Сума середньодобових температур складає близько 2500°C. Починаючи з березня помічається інтенсивне підвищення денної температури. Перехід добової температури повітря через +5°C – час посіву ранніх зернових (перша половина квітня, 10 – 12 числа). Перші заморозки в повітрі спостерігаються в першій декаді жовтня. Для зими характерна нестійка погода, що негативно впливає на перезимовування зернових культур. Снігові покриви в середньому становлять 30 см. Середня глибина промерзання ґрунту – 0,35м. В залежності від умов залягання по рельєфу.

Опадів протягом року випадає близько 520 мм, з них 350 мм випадає в період з температурою +15°C. В холодний період випадає 110 мм опадів, в теплий – 310 мм. Сума опадів за вегетаційний період сягає 310 – 360 мм. Відносна вологість повітря – 65% і порівняно нестійка протягом року [1].

Середні значення продуктивної вологи 0 – 20 см, в шарі ґрунту на час посіву озимих складає 20 – 30 см, до початку посіву ярих – 20 – 40см. Таким чином, кліматичні умови території господарства сприяють для вирощування районованих сільськогосподарських культур.

Щодо виробничої діяльності товариства, то воно здійснює її згідно чинного законодавства України. Самостійно визначає перспективу розвитку, на власний розсуд розподіляє продукцію та кошти, які надійшли від її реалізації.

Асоціація проводить заготівлю на переробку отриманої сільськогосподарської продукції, в результаті власного виробництва, або ж придбаної в інших сільгоспідприємствах (незалежно від форм власності) та здійснює реалізацію її споживачам в тому числі і на ринку.

З метою забезпечення своєї діяльності сільськогосподарський кооператив:

- набуває у власність, здає та орендує приміщення, споруди, техніку та інші наявні основні засоби;
- закупає матеріальні засоби і товари, які є необхідні для господарської діяльності в місцях реалізації (магазинах, організаціях торгівлі), на підприємствах, для громадян, з оплатою в як за готівку так і в безготівковому вигляді;
- самостійно визначає та встановлює ціну на вироблену продукцію та надані ним послуги.

У своїй діяльності сільськогосподарський кооператив використовує землі, які складаються із земель власника, а також земельних паїв фізичних осіб.

Земля в сільському господарстві є головним засобом виробництва, цілком зрозуміло, без наявності її є неможливо здійснювати процес виробництва продукції як рослинництва так і тваринництва. Також слід зазначити, що земля є одночасно предметом та засобом праці, а отже

головним засобом виробництва. Вона зазвичай визначає рівень ефективності та темпи розвитку сільськогосподарського виробництва.

На території СВК розміщені ґрунти, що за родючістю характеризуються різними показниками. З метою підтримання на високому рівні родючості наявних ґрунтів господарство регулярно здійснює внесення мінеральних та органічних добрив, згідно з агротехнічними вимогами, та покращує водно-повітряний баланс. Розміщення угідь та зміна сівозмін є максимально оптимальними, з врахування усіх (ґрунтово-кліматичних) умов. Землекористування СВК складається із основних земель сільськогосподарського призначення, а також багаторічних насаджень та інших наявних угідь (табл.1.1).

Таблиця 1.1. – Землекористування СВК «Летава»

| Показники | 2021 | | 2022 | |
|------------------------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| | площа, га | структура, % | площа, га | структура, % |
| Всього земельних угідь | 444,00 | – | 444,00 | – |
| з них - сільськогосподарські | 435,00 | 100,00 | 435,00 | 100,00 |
| в т.ч. ріллі | 339,00 | 77,93 | 335,00 | 77,01 |
| пасовища і сінокоси | 71,00 | 16,32 | 69,00 | 15,86 |
| багаторічні насадження | 16,00 | 3,68 | 20,00 | 4,60 |
| Інші землі | 9,00 | 2,07 | 9,00 | 2,07 |
| Використано ріллі під посіви | 355,00 | – | 355,00 | – |

Відносно землевпорядкування то суттєвих змін майже ніяких не відбулося, проте встановленим залишається статус сінокосів і пасовищ, оскільки про інформація використання їх відсутня. Нами було встановлено, що із площі 18 га сіяних і природних трав проводилася заготівля сіна, з якої отримано 67,5 т сіна, середня врожайність 37,5 ц з 1 га.

На площі 354 га господарством було посіяно зернові культури. Валовий збір яких становить 1794,81 тон. В минулому році було посіяно 2 га

столового буряка та 1 га моркви. Зібрано 12,7 т., моркви та 29,5 т. столового буряка.

До позитивних моментів слід віднести момент збільшення площ, що зайняті під посівами сільськогосподарських культур. На загал, у питаннях про експлуатацію земельних ресурсів необхідно провести чітке розмежування площ за призначенням та цільового їх використання.

Таблиця 1.2. – Аналіз структури посівних площ СВК «Летава»

| Культури | 2021р. | | 2022р. | |
|---------------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
| | Площа, га | Структура, % | Площа, га | Структура, % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Зернові і бобові – всього | 323,00 | 90,99 | 327,00 | 92,11 |
| в т.ч. озимі | 209,00 | 58,87 | 210,00 | 59,15 |
| з них – пшениця | 156,00 | 43,94 | 160,00 | 45,07 |
| жито | 28,00 | 7,89 | 25,00 | 7,04 |
| ячмінь | 25,00 | 7,04 | 25,00 | 7,04 |
| ярі | 114,00 | 32,11 | 114,00 | 32,96 |
| з них - пшениця | 72,00 | 20,28 | 75,00 | 21,13 |
| ячмінь | 12,00 | 3,38 | 14,00 | 3,94 |
| овес | 11,00 | 3,10 | 12,00 | 3,38 |
| гречка | 16,00 | 4,51 | 13,00 | 3,66 |
| Картопля | 31,00 | 8,73 | 25,00 | 7,04 |
| Столовий буряк | 1,00 | 0,28 | 2,00 | 0,56 |
| Цибуля | 3,00 | 0,85 | 3,00 | 0,85 |
| Морква | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,28 |
| Разом | 355,00 | 100,00 | 355,00 | 100,00 |

Таким чином, аналіз засвідчив, що в 2021 р. структура посівних площ зазнала змін, а саме: частка зернових та бобових культур зменшилась з 92,11

до 90,99 % також дана тенденція зберігається і на озимих та ярих зернових культурах (рис. 1.4).

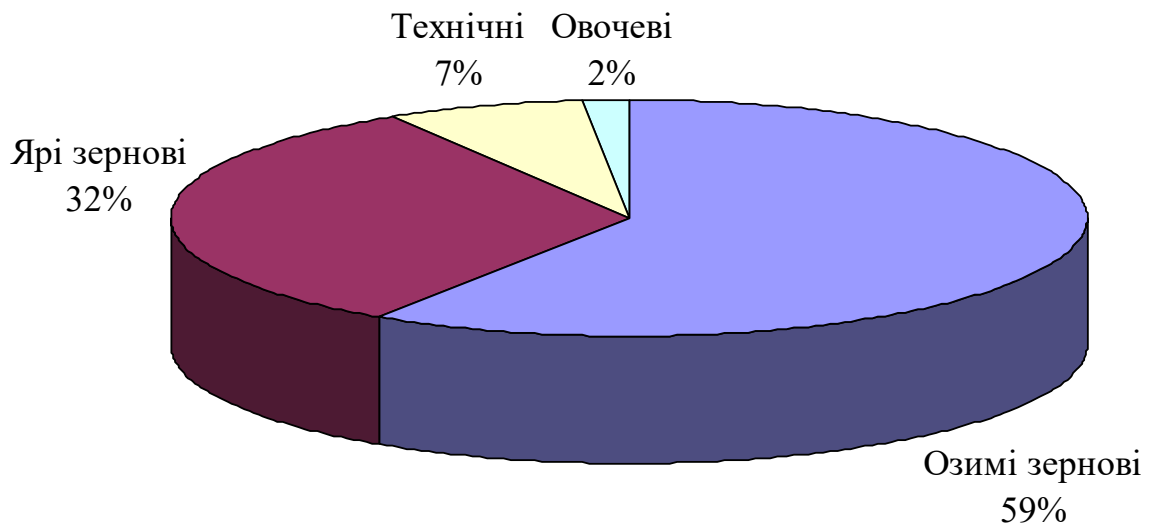


Рисунок 1.4 – Структура посівних площ СВК «Летава» (2010 р)

Формування обсягів виробництва продукції рослинництва здійснюється виходячи з наявних у користуванні СВК «Летава» площ.

Таблиця 1.3 – Аналіз урожайності основних сільськогосподарських культур СВК «Летава», ц/га

| № з/п | Культура | 2020р. | 2021 р. | 2022 р. |
|-------|------------------|--------|---------|---------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Зернові - всього | 31,9 | 32,3 | 40,3 |
| 2 | в т.ч. ОЗИМІ | 23,5 | 32,0 | 44,1 |
| 3 | з них пшениця | 27,3 | 34,4 | 45,5 |
| 4 | жито | 21,6 | 34,1 | 41,6 |
| 5 | ячмінь | 33,3 | 34,1 | 34,1 |
| 6 | ЯРІ | 32,0 | 27,4 | 33,0 |
| 7 | З них пшениця | 27,0 | 28,4 | 38,3 |
| 8 | ячмінь | 35,3 | 38,6 | 31,7 |
| 9 | овес | 28,9 | 25,6 | 25,0 |
| 10 | гречка . | 10,0 | 6,5 | 8,5 |
| 12 | Картопля | 109 | 112 | 102 |

Продовження табл. 1.3.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|----------------|-------|-------|-------|
| 13 | Столовий буряк | 143,4 | 144,1 | 147,5 |
| 14 | Цибуля | 495 | 527 | 515 |
| 15 | Морква | 135,5 | 124,4 | 127 |

Слід відзначити, що позитивною тенденцією, як видно із табл. 1.3, є те що, врожайність основних сільськогосподарських культур має тенденцію до зростання. Це підвищення спричинене поступовим збільшенням об'ємів застосування мінеральних добрив та покращенням догляду.

1.3. Аналіз машинно-тракторного парку господарства

В СВК «Летава» за усю техніку несуть відповідальність 6 механізаторів які працюють на постійній основі, автомобілі в кількості 6 шт. закріплені за двома водіями по 3 за кожнім. За 4 працівниками закріплені трактори, комбайни та сільськогосподарські машини. В залежності від потреби водій або тракторист бере необхідну машину і виконує певний вид роботи. Наявний склад автотракторного парку господарства наведено у (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Склад автотракторного парку СВК «Летава»

| № п/п | Марка | Рік випуску | Технічний стан |
|------------|-----------|-------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Автомобілі | | | |
| 1. | ВАЗ-21099 | 2010 | Задовільний |
| 2. | ГАЗ-3307 | 1999 | Потребує заміну 2 шин |
| 3. | ГАЗ-3307 | 2002 | Задовільний |

Продовження табл. 1.4

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------|-------------|------|--------------------------|
| 4. | ГАЗ-3302 | 2006 | Задовільний |
| 5. | ЗІЛ-130 | 1991 | Задовільний |
| 6. | Камаз 53215 | 1999 | Задовільний |
| Трактори | | | |
| 7. | Т-150К-09 | 1998 | Задовільний |
| 8. | Т-150 | 1996 | Потребує ремонту двигуна |
| 9. | МТЗ-82 | 2009 | Задовільний |
| 10. | МТЗ-82 | 2012 | Задовільний |
| 11. | МТЗ-80 | 1999 | Задовільний |
| 12. | ЮМЗ-6А | 1996 | Потребує заміни шин |
| 13. | Т-25 | 1993 | Задовільний |

Аналізуючи таблицю 1.4. можна зробити висновок, що значна кількість техніки вже є морально та фізично застарілою і потребує заміни рис. 1.5, 1.6.

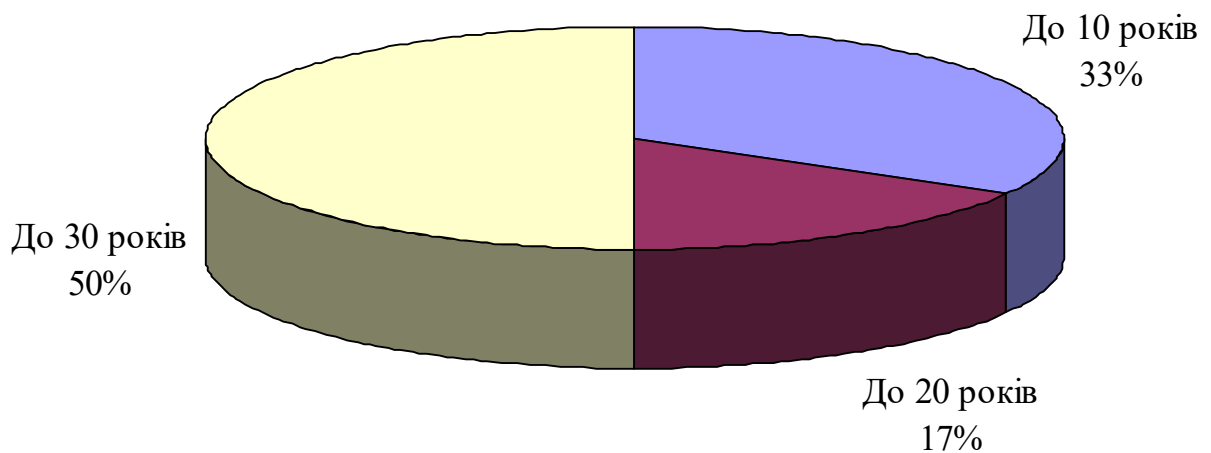


Рисунок 1.5 – Структура автомобільного парку за тривалістю експлуатації у СВК «Летава»

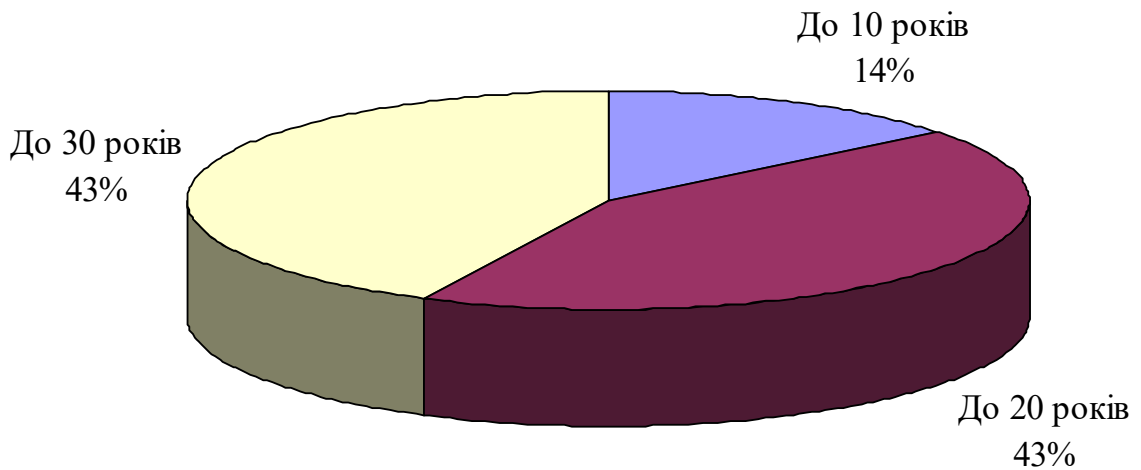


Рисунок 1.6 – Структура тракторного парку за тривалістю експлуатації у СВК «Летава»

Необхідно зазначити, що практично всі автомобілі та трактори які залучені до виконання сільськогосподарських робіт знаходяться в справному стані. Окрім того господарство в останні роки починає оновлювати свій парк машин. Це позначається на своєчасності та якості виконання технологічних операцій, а відтак це позитивно проявляється на врожайності вирощених сільськогосподарських культур. Для підтримання техніки у роботоздатньому стані в господарстві проводять періодичні технічні обслуговування та ремонти. Щоб реалізувати процес механізованого вирощування сільськогосподарських культур наявний тракторний парк має у своєму розпорядженні достатню кількість і макове різноманіття шлейф сільськогосподарських машин і знарядь (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Склад парку сільськогосподарських машин СВК «Летава»

| № п/п | | Марка | К-ть, од | Рік випуску |
|------------------|-------------------------|------------------|----------|-------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Збиральні машини | | | | |
| 1. | Комбайн зернозбиральний | СК-5 «Нива» | 1 | 1992 |
| 2. | Комбайн зернозбиральний | СК-5 «Нива» | 1 | 1995 |
| 3. | Комбайн зернозбиральний | КЗС-9 «Славутич» | 1 | 2004 |

Продовження табл. 1.5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---------------------------------|----------|---|------|
| 4. | Жатка причіпна | ЖВН-6А | 1 | 1987 |
| 5. | Картоплекопалка | КТН-2 | 1 | 1988 |
| 6. | Картоплекопалка | КПК-3 | 1 | 1998 |
| Ґрунтообробні машини | | | | |
| 7. | Плуг навісний | ПЛН-3-35 | 3 | 1990 |
| 8. | Плуг навісний | ПЛН-5-35 | 2 | 1994 |
| 9. | Борона тяжка зубова | БЗТС-1,0 | 7 | 1998 |
| 10. | Борона дискова | БД-10 | 2 | 1993 |
| 11. | Борона посівна трьохкорпусна | ЗБП-0,6 | 1 | 1994 |
| 12. | Дисковий луцильник | ЛДГ-5 | 1 | 1999 |
| 13. | Культиватор- гребнеутворювач | КГФ-2,8 | 1 | 1999 |
| Машини для сівби | | | | |
| 14. | Сівалка | СЗ-3,6 | 2 | 1988 |
| 15. | Сівалка | СЗТ-3,6 | 1 | 1995 |
| Машини для внесення добрив та захисту рослин | | | | |
| 16. | Розкидач | НРУ-0,5 | 1 | 1994 |
| 17. | Оприскувач | ОПШ-15 | 1 | 1992 |
| Машини для заготівлі кормів | | | | |
| 18. | Косарка | КС-2,1 | 1 | 1989 |
| 19. | Косарка | КСП-2,1А | 1 | 1997 |
| 20. | Граблі | ГВК-1,6 | 1 | 1993 |
| 21. | Прес-підбирач | ПС-1,6Г | 1 | 1996 |
| Машини для транспортування | | | | |
| 22. | Напівпричіп | 1-ПТУ-4 | 1 | 1992 |
| 23. | Причеп | 2ПТС-4 | 2 | 1986 |

Усі перелічені машини знаходяться в справному стані. Іншу сільськогосподарську техніку господарство орендує.

2. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБСТАВИН ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

2.1. Технологічні особливості процесу садіння картоплі

Сьогодні виробники картоплі використовують чотири основні інноваційні методи обробки цієї культури: інтенсивний з міжряддям 70 см, західноєвропейський (голландський) з міжряддям 75 см, широкий з міжряддям 90 см та точний грядострічковий з міжряддям 110 + 30 см. Кожен з цих методів пристосований до конкретних ґрунтових і кліматичних умов, а також умов господарювання, що забезпечує досягнення запланованого врожаю картоплі з заданою якістю продукції та характеристиками для споживачів [7, 12, 17, 20].

Інтенсивний метод з міжряддям 70 см має негативний вплив на продуктивність рослин через обмежену площу живлення (70 x 30 см), пошкодження кореневої системи та стебел під час обробки міжряддя, можливе зараження хворобами рослин при щільному розміщенні бадилля, а також зеленіння бульб через недостатню кількість ґрунту для достатнього заростання. Крім того, цей метод гальмує ріст та розвиток сортів з багатьма та великими бульбами, які мають могутню розгалужену бадильну систему та нещільні бульбові гнізда [7, 12, 17, 20].

Західноєвропейська (голландська) технологія з міжряддям 75 см.

а) Обробіток картоплі на гладкій поверхні.

У даній технології особливістю є садіння насінневих бульб на рівну поверхню безпосередньо після передпосівного обробітку ґрунту. Перед садінням зяб обробляють культиваторами з активними або пасивними робочими органами, в залежності від фізико-механічних властивостей ґрунту, за один прохід агрегату на глибину розміщення насінневих бульб. Після 7-14 днів, після пройденого посадкового агрегату, формують гребені за допомогою фрезерних гребенеутворювачів з активними робочими органами

для важких і середніх ґрунтів або з пасивними робочими органами для легких ґрунтів. Далі виконуються операції з захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб за допомогою широкозахватних штангових обприскувачів з використанням хімічних засобів. Режим живлення рослин формується у кілька етапів, включаючи перед зяблевою оранкою і передпосівний обробіток ґрунту, садіння картоплі (якщо конструкція посадкового агрегату дозволяє) та пізніше підживлення під час розвитку рослин за допомогою штангових обприскувачів.

Цією методикою обробітку ґрунту створюється великогабаритний гребінь з дрібними грудками, що сприяє не лише вільному росту картопляні бульб, але й ефективній відокремленості ґрунту під час механізованого збирання. Зменшення кількості проходів агрегатів під час вегетаційного періоду запобігає стиску міжрядь та утворенню грудок, що підлягають відокремленню, поліпшує умови для зростання та розвитку рослин. Відсутність великих грудок у шарі, де знаходяться картопляні бульби, не лише забезпечує високу ефективність збиральної техніки завдяки вдалій відокремленості, але й запобігає пошкодженням бульб гострими краями грудок [7, 12, 17, 20].

б) Обробіток картоплі по гребенях.

Цей вид обробітку найбільш розповсюджений у регіонах з обмеженим зволоженням, де кожна технологічна операція є причиною значних втрат ґрунтової вологості, особливо навесні. Гребені формуються восени за допомогою гребінчастих культиваторів з пасивними робочими органами після проведення зяблевої оранки. Волога, що пізно восени падає у вигляді опадів, зимою, під впливом негативних температур, сприяє формуванню дрібногрудкуватої структури в ґрунті всередині гребенів. Навесні ґрунт всередині гребенів нагрівається на один-два тижні раніше, ніж на рівній поверхні. Тому можна раніше посадити картоплю у теплий і розслаблений ґрунт, коли запас вологості достатній для сприятливого розвитку рослин, навіть у сухих умовах.

Технологія вирощування картоплі на гребнях, які були підготовлені напередодні осіннього періоду, дозволяє значно зменшити кількість обробок ґрунту під час вегетації рослин (всього одна обробка міжрядного простору), що допомагає максимально використати запаси ґрунтової вологості. Ця технологія забезпечує оптимальні умови для отримання високих врожаїв картоплі навіть в умовах посушливості і дозволяє здійснювати механізоване збирання картоплі за допомогою високопродуктивних комбайнів [7, 12, 17, 20].

Вибір ділянки і розміщення сортів. Важливим аспектом є вибір місця та відбір сортів картоплі. Найкращі для вирощування картоплі на харчові цілі є легкі та середні підзолисті ґрунти з дерновим шаром, які добре проникнені повітрям. Для технічних цілей підходять різні типи культивованих ґрунтів. Не рекомендується вирощувати картоплю на піщаних, кам'янистих (понад 100 т/га), важких глинистих ґрунтах, які схильні до ущільнення та перевологи, а також на ділянках з низькою родючістю, сильним засміченням пириєм і поширеним розповсюдженням дротяника.

Оптимальною щільністю для орного шару суглинків знаходиться 1,0...1,2 г/см³, для супісків – 1,3...1,5 г/см³, а вологість ґрунту – в межах 70...80% НВ, шпаруватість аерації – 20...30% загального об'єму пор.

Найбільш сприятливими агрохімічними показниками ґрунтів є: вміст гумусу – не менше 1,8%, рН(КС1) – 5,3...5,8, рухомого фосфору й обмінного калію – не менше 150...200 мг/кг ґрунту. Картопля добре витримує підвищену кислотність ґрунту [7, 12, 17, 20].

При висаджуванні картоплі необхідно дотримуватися просторової віддаленості між сортами з різною стійкістю до фітофторозу та різним призначенням (насіннева і продовольча) - не менше 100 метрів. Дотримання цього вимоги допоможе запобігти масовому поширенню фітофторозу від ранніх сортів до середньо- та пізньостиглих, які відрізняються вищою стійкістю до цієї хвороби.

Віруси є одними з найбільш шкідливих патогенів, які атакують картоплю, і вони поширюються через комах, таких як тлі, попелиці, клопи і цикадки. Тому рекомендується розташовувати насінневі посадки, особливо розсадники для розмноження, на відстані від місць зимування та весняного розмноження цих комах, таких як теплиці, парники, сади, городи, а також від місць товарних посадок картоплі.

Найменший ризик інфікування вірусами спостерігається на ділянках, що оточені зерновими культурами, кукурудзою та люцерною [7, 12].

Вибір попередника. Оптимальними попередниками для картоплі є культури зернобобових, зернових, сидеральних, оборот багаторічних трав та однорічних трав. Ці культури створюють сприятливі умови для забезпечення картоплі необхідними поживними речовинами, поліпшують водно-повітряний режим ґрунту і знижують кількість інфекційних збудників та шкідливих комах.

Найбільшу фунгіцидну дію на патогени мають ріпак, олійна редька, люпин і горох. Вони зменшують кількість збудників хвороб, таких як парша звичайна, ризоктоніоз і гнилі. Ефективність їх очищувачого впливу на ґрунт можна порівняти з ефектом протруєння насіння.

Якщо в ґрунті є збудник стеблової нематоди, рекомендується використовувати вико-вівсяну суміш, озимі зернові для попередніх культур, а для насінневих посадок - чорний пар. У боротьбі з паршею звичайною на картоплі рекомендується висаджувати після озимого жита, люпину, зернобобових культур та після сидератів, таких як люпин, озиме жито, олійна редька, ріпак тощо.

Небажано висаджувати картоплю після гречки, кукурудзи, конюшини та овочевих культур, оскільки вони сприяють розмноженню стеблової нематоди в ґрунті. Рекомендується уникати попередників, таких як буряки, морква і капуста, оскільки вони збільшують ризик ураження картоплі паршею звичайною та ризоктоніозом.

Заходи для зменшення поширення та впливу золотистої картопляної нематоди можуть включати вирощування нематодостійких сортів картоплі у спеціальних сівозмінах, де додатково використовуються багаторічні злакові та бобові трави, а також зернобобові культури [7, 12, 17, 20].

Внесення добрив. На формування 10,0 т картоплі потрібно: 15–20 – фосфору, 40–60 кг д. р. азоту, 20–40 – сірки, 70–90 – калію, 10–25 – магнію, 25–50 кг д. р. кальцію й низки мікроелементів.

На дерново-підзолистих суглинистих і супіщаних ґрунтах рекомендується внести 50-60 т/га органічних добрив восени або перед попередньою культурою. Внесення органічних добрив навесні, особливо на суглинистих ґрунтах, може затримати полеві роботи і спричинити переущільнення ґрунту, що негативно впливає на якість і врожайність картоплі..

Найкращими формами органічних добрив для використання під картоплю є перепрілий солом'яний гній і торфогноєві компости, які сприяють збільшенню запасів гумусу в ґрунті. У випадку відсутності гною, рекомендується використовувати сидерати. Важливими вимогами при внесенні будь-яких видів органічних добрив є рівномірний розподіл їх на поверхні поля і швидке закриття в ґрунт після розкидання.

Заорювання сидеральних культур, таких як олійна редька, ріпак, озиме жито і люпин, з біомасою вище 20 т/га, еквівалентне внесенню 30 тонн органічних добрив на гектар. [7, 12, 17, 20].

Методи внесення мінеральних добрив під картоплю можуть бути розкиданням перед посадкою або локальним внесенням під час посадки за допомогою саджалок. Норми мінеральних добрив визначаються з урахуванням родючості ґрунту, кількості та форм органічних добрив, які вносяться, а також запланованої врожайності. Дози органічних і мінеральних добрив для дерново-підзолистих ґрунтів на насінницьких посадках, при бажаній врожайності 15-30 т/га, становлять 40 т/га органічних добрив, 50-60 кг/га азотних добрив і відповідну кількість фосфору (Р60-110 при низькому

вмісті у ґрунті і Р20-50 при високому) і калію (К70-120 при низькому і К30-60 при високому вмісті). Для посадок на продовольчі та технічні цілі, при запланованій врожайності 15-40 тонн на гектар, дози добрив становлять 50-60 тонн органічних, 50-120 кілограмів азотних добрив, відповідну кількість фосфору (Р60-140 при низькому і Р15-20 при високому вмісті) і калію (К70-160 при низькому і К15-20 при високому вмісті).

Повну дозу азотних добрив на середньо-суглинистих дерново-підзолистих ґрунтах застосовують під час культивуації або нарізання гребенів в один прийом, на супіщаних ґрунтах - у два прийоми. В разі потреби у підживленні (особливо на легких ґрунтах) вносять 30-40 кг/га азотних добрив на гектар, коли рослини досягають висоти 10-15 сантиметрів. [7, 12, 17, 20].

Для підживлення картоплі найкращими формами азотних добрив є калієва селітра (КАС) та аміачна селітра. Фосфорні добрива на середньо- і важкосуглинистих ґрунтах вносяться восени, а на легкосуглинистих ґрунтах - під передпосівну культивуацію. У випадку використання саджалок з туковисівальними апаратами, добрива вносяться в рядки з нормою 20-30 кг/га діючої речовини.

Калійні хлорвмісні добрива рекомендується застосовувати восени під основний обробіток ґрунту. На супіщаних і піщаних ґрунтах можливе весняне внесення цих добрив. Під час вирощування картоплі можна використовувати такі форми добрив: азотні - сульфат амонію, карбамід, калієва селітра (КАС); фосфорні - амофос, суперфосфат, амонізований суперфосфат; калійні - калій хлористий гранульований, калій хлористий дрібний, калій хлористий грубозернистий, сіль калійна змішана; комплексні повільнодіючі - азотно-фосфорно-калійні добрива, такі як нітрофоска і нітроамофоска.

У боротьбі з паршею звичайною рекомендується замінювати частину мінеральних добрив на фізіологічно кислі форми, такі як суперфосфат і сульфат амонію. На полях, де поширена парша звичайна, можна провести підживлення картоплі під час масового зав'язування бульб за допомогою

сірчаноокислого марганцю або сірчаноокислого амонію - 60 кілограмів на гектар. Додатково до основних добрив під картоплю рекомендується внести 30-50 кг/га магнію та 30-60 кг/га сірки (на основі діючої речовини) до посадки або здійснити позакореневе підживлення мікроелементами протягом вегетаційного періоду.

На торф'яних та інших ґрунтах, де картопля відчуває нестачу міді, рекомендується застосовувати сірчаноокислу мідь разом з іншими мінеральними добривами у кількості 4 кг/га діючої речовини на гектар. [7, 12, 17, 20].

Садіння картоплі. Оптимальний період для посадки картоплі настає, коли ґрунт на глибині садження прогрівається до 6-8°C. Для досягнення найкращих результатів, кожний сорт картоплі слід висаджувати на одному полі протягом найбільш короткого періоду, не перевищуючи 7-8 днів, оскільки в іншому випадку обробка картопляного поля фунгіцидами може бути недостатньо ефективною.

Бульби для вирощування картоплі на продовольчі цілі висаджують: розміром 25...35 мм – за норми витрати насінневого матеріалу 1,5...2,0 т/га; розміром 35...60 мм – за норми витрати насінневого матеріалу – 2,0...3,5 т/га.

Глибина садження бульб залежить від типу ґрунту: на суглинистих ґрунтах глибина садження бульб складає 5-8 см; на супіщаних і піщаних ґрунтах глибина садження повинна бути 8-10 см; на торф'яних ґрунтах рекомендується глибина садження до 12-14 см.

Якщо використовуються бульби розміром 25-35 мм для садіння, то глибина загортання повинна бути на 2-3 см меншою, ніж для більших бульб.

Густота садіння залежить від цілей вирощування картоплі і особливостей сорту: для продовольчих цілей рекомендується не менше 35 тис. бульб або 150-200 тис. продуктивних стебел на гектар; для технічних цілей рекомендується не менше 40 тис. бульб або 180-250 тис. продуктивних стебел на гектар [7, 12, 17, 20].

2.2. Агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку картоплі

Культиватор КРН-Ф-4,2, має активні робочі органи, завдяки яким він може виконувати цілий ряд робіт пов'язаних з вирощуванням картоплі, як основного обробітку ґрунту, так і по догляду за посівами. Операцією основного обробітку ґрунту, яку може виконувати даний агрегат є нарізання гребенів. Метою даної операції є: зруйнувати тверді грудки і брили протягом зимового періоду, забезпечити швидше прогрівання ґрунту навесні, зменшити ущільнення ґрунту ходовою частиною садильного агрегату під час садіння картоплі. При виконання цієї операції ставляться наступні агротехнічні вимоги [7, 12, 16, 17, 20]:

1. Висота гребенів має становити 18-20 см. Відхилення від заданої висоти допускається в межах ± 2 см.
2. Відхилення від заданої ширини міжряддя, як основного, так і стикового допускається в межах ± 2 см.
3. Ґрунт повинен бути добре розпушеним, мати дрібно-грудкову структуру, але не перетертий на пил.

При виконанні робіт по догляду за посівами картоплі культиватор повинен виконувати операції пов'язані з знищенням бур'янів та створенням сприятливих умов для нормального росту бульб.

На відміну від інших рослин, сходовий період картоплі може тривати від 15 до 30 днів, залежно від погодних умов, підготовки бульб до садіння та термінів садіння. Для забезпечення оптимальних умов росту рослин і полегшення збирання бульб, важливо проводити заходи з догляду за посівами картоплі. Ці заходи включають боротьбу з бур'янами і хворобами картоплі, розпушення ґрунту і створення рівномірно сформованих гребенів.

Основні агротехнічні вимоги щодо догляду за посадками картоплі полягають у якісному виконанні всіх технологічних операцій, спрямованих на підтримання розпушеного стану ґрунту і мінімізацію пошкоджень рослин картоплі машинами, а також захист від шкідників і хвороб. При плануванні

догляду слід враховувати спосіб і глибину садіння картоплі, особливості ґрунту, стан ґрунту під час обробки, рівень забур'яненості, ефективність застосування гербіцидів та інші фактори. З метою зменшення кількості проходів тракторів і надмірного ущільнення міжряддя, рекомендується використовувати комбіновані агрегати, які поєднують дві або більше операцій одночасно.

Щоб забезпечити ефективний міжрядний обробіток, необхідно, щоб ширина захвату культиватора відповідала ширині захвату садильного агрегату. Робочі органи культиватора повинні рівномірно розробляти ґрунт на глибину 3-6 см, з розмірами грудок після обробки не більше 3-5 см (на важких ґрунтах - не більше 2,5 см). Це сприятиме випаданню грудок через сепаруючі робочі органи комбайна під час збирання врожаю.

Підгортачі повинні нагортати пухкий і рівномірний шар ґрунту товщиною 5-8 см по всій поверхні гребеня, притискувати його до стебла картоплі, а також створювати пухкий шар ґрунту на бокових поверхнях гребеня і дні борозни.

Відхилення від заданої глибини обробітку не повинно перевищувати $\pm 15\%$. При внесенні добрив необхідно рівномірно розподіляти їх по глибині. Допускається відхилення від заданої глибини не більше ± 2 см [12, 16, 17].

2.3. Підготовка агрегату до роботи

Фрезерний культиватор-гребенеутворювач КГФ-2,8 призначений для формування нарізування (гребенів, розпушування і рівномірного вирівнювання їх, а також для ефективного міжрядного обробітку [19].

Культиватор агрегують із тракторами класу 1,4. Він складається з п'яти секцій робочих органів, на яких встановлені підгортальні корпуси (лапи), чотирьох фрезерних секцій, чотирьох туковисівних апаратів, рами, двох опорно-приводних коліс, механізму приводу та начіпного пристрою.

Висота гребенів 12-20 см, ширина по вершині – 25-35 см. Ширина захвату культиватора – 2,8 м. Робоча швидкість – до 7 км/год, а продуктивність – до 2,1 га/год [19].

Підготовку фрезерного культиватора-гребнеутворювача КГФ-2,8 до роботи здійснюють в такій послідовності: перевірка технічного стану та правильність збирання (табл. 2.1); технологічна наладка (табл. 2.2); регулювання і наладка в полі (табл. 2.3) [19].

Таблиця 2.1 – Перевірка технічного стану та правильність збирання [19]

| Контрольовані параметри | Необхідні показники та допустимі відхилення |
|---|---|
| Комплектність | Повна: ножові барабани укомплектовані ножами згідно з розташування робочих органів, наявність всіх елементів приводу ВВП трактора |
| Кут загострення леза ножа | 15-20 ⁰ |
| Товщина леза ножа | 0,3-0,4 мм |
| Вищерблення та вибоїни леза | Не допускаються |
| Згин ножів поперечний | Не допускаються |
| Обертання ножових барабанів | Свобідне без люфтів, заїдань і дотиків ножів до корпусу редуктора |
| Биття барабанів торцеве та радіальне | Не більше 0,5 мм |
| Крутний момент запобіжника фрезерної секції | 200-245 Н·м |
| Люфт опорних коліс | Не більше 0,2 мм |
| Тиск в колесах | 0,24 МПа |

Таблиця 2.2 – Перевірка технічного стану та правильність збирання [19]

| Операції налаштування та регулювання | Як проводиться |
|--|--|
| 1 | 2 |
| Встановлення рами культиватора горизонтально | На спеціальній підставці або за допомогою навіски трактора регулюванням довжини верхньої тяги. |
| Встановлення глибини ходу робочих органів | Піднімання або упускання коліс гвинтовим механізмом, за рахунок переміщення по сектору та зміни висоти опорних катків секцій; натягуванням пружини з допомогою переставляння швидко знімного шплінта і отворів штанги. Обмежувачі натискних штанг секцій опускаються в нижнє положення до упору та фіксуються. |

Продовження табл. 2.2

| 1 | 2 |
|--|--|
| Встановлення глибини ходу робочих органів | Піднімання або упускання коліс гвинтовим механізмом, за рахунок переміщення по сектору та зміни висоти опорних катків секцій; натягуванням пружини з допомогою переставляння швидко знімного шплінта і отворах штанги. Обмежувачі натискних штанг секцій опускаються в нижнє положення до упору та фіксуються. |
| Встановлення ширини захвату фрезерної секції | Розсуванням кожуха секції культиватора на величину захвату 325; 445; 485 мм |
| Регулювання натягу ланцюгів в приводі фрезерних секцій | На регульовальному ексцентрику послабити гайки, повернути ексцентрик за квадратний виступ за годинниковою стрілкою до упору, повернути вал на чверть оберту назад, затягнути гайки |

Таблиця 2.3 – Перевірка технічного стану та правильність збирання [19]

| Операції налаштування та регулювання | Невідповідність вимогам | Способи усунення |
|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Фрезерні барабани виглиблюються | Недостатній натяг натискних пружин | Стиснути пружини за рахунок швидко знімного шплінта на один отвір вверху |
| Глибина ходу робочих органів | Не відповідає заданій | Регулюванням опорних коліс по висоті |
| Пробуксовування фрезерних барабанів | Недостатній момент запобіжної муфти. Велика поступова швидкість руху. Заклинило фрезерний барабан. Недостатня жорсткість пружини або підпружинника | Збільшити момент спрацювання муфти. Зменшити швидкість. Очистити робочі органи чистиком. Замінити запасним |
| Підвищений шум в приводі культиватора | Послаблення привідного ланцюга. Недостатній рівень масла в редукторі | Натягнути ланцюг ексцентриком |
| Присипання рослин і пошкодження їх листків | Мала захисна зона | Встановити зону від 50 до 150 мм на сторону при вибраній швидкості руху |

Продовження табл. 2.3

| 1 | 2 | 3 |
|---|---------------------------|----------------------|
| Наявність великих грудок ґрунту в профрезерованому просторі | Велика швидкість руху | Зменшити швидкість |
| Один з фрез-барабанів обертається «від руки» | Розрив привідного ланцюга | Усунути несправність |

2.4. Розроблення операційної карти внесення органічних добрив

Культивацію міжрядь картоплі проводять згідно агротехнічних термінів.

Ширина захвату культиватора повинна відповідати ширині захвату картоплесаджалки, перший прохід культиватора має співпадати з першим проходом картоплесаджалки. Спосіб руху агрегату – човниковий. Під час обробітку періодично перевіряється якість виконання роботи.

Догляд за посівами картоплі включає не менше 2-3 міжрядних обробітки. Перший і наступні досходові обробітки міжрядь і рядків картоплі у гребнях проводять через кожні 5-10 днів, починаючи після садіння бульб.

Після обробітку міжрядь та поверхні гребенів на обробленій поверхні не повинно залишитися більше 5 шт. не знищених бур'янів на площі 0,5 м². Не допускається витягування бульб, висаджених в гребені. Глибина обробітку не повинна перевищувати 10-15 см. Відхилення середньої глибини обробітку допускається в межах ± 2 см. Захисна смуга повинна становити 10-15 см у той чи інший бік від осі рядка. Відхилення від заданої захисної смуги допускається в межах ± 2 см. Величина грудок після обробки не повинна перевищувати 3-5см.

В агрегатах, робочі органи яких приводяться в дію від валу відбору потужності ВВП, крім опору пересуванню виникає ще й додатковий опір внаслідок приведення механізмів у дію.

Вибираємо трактор МТЗ-82 (маса $G_{mp}=33400$ Н) і фрезерний культиватор-гребнеутворювач КГФ-2,8 (маса $G_M=12753$ Н); коефіцієнт опору коченню $f=0,2$, механічний коефіцієнт корисної дії ВВП $\eta_{ввп}=0,92$; величина буксування $\delta =14\%$; питома потужність на приведення в дію робочих органів культиватора КГФ-2,8, $N_n=6,2$ кВт·с/кг.

Обґрунтування складу агрегату виконуємо в такій послідовності [2, 4, 13]:

1. Згідно з нормативами агротехнічних швидкостей на цій операції рух агрегату допускається в межах 6...8 км/год.

2. Такому діапазону швидкостей відповідає третя передача трактора $V_m^{III} = 7,24$ км/год.

Визначаємо тягове зусилля трактора на відповідній передачі

$$P_{зак} = \frac{10^4 \cdot N_e \cdot i_m \cdot \eta_{mp}}{n \cdot r} - G_{mp} \cdot (f + i). \quad (3.1)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна ($N_e=58,9$ кВт);

i_m – передаточне число трансмісії на відповідній передачі ($i_m=83,5$);

η_{mp} – механічний ККД трансмісії ($\eta_{mp} = 0,92$);

n – номінальна частота обертання колінчастого вала, хв.⁻¹ ($n=2200$ хв.⁻¹);

r – радіус ведучих коліс, м ($r = 0,79$ м);

G_{mp} – маса трактора, кН;

f – коефіцієнт опору коченню ($f= 0,2$);

i – величина підйому ($i = 0,02$).

Тягове зусилля трактора на п'ятій передачі з урахуванням конкретних умов [2, 4, 13].

$$P_{зак}^{III} = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 83,5 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,79} - 33,4 \cdot (0,2 + 0,02) = 26026,6 = 26,03 \text{ кН.}$$

3. Визначаємо робочу швидкість на відповідній передачі

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

де V_m – теоретична швидкість, км/год;

δ – коефіцієнт буксування ($\delta = 6...20\%$ для колісних тракторів; у нашому випадку міжрядному обробітку картоплі $\delta = 14\%$) [2].

Отже, для третьої передачі

$$V_p^{III} = 7,24 \cdot \left(1 - \frac{7,24}{100}\right) = 6,7 \text{ км/год.}$$

4. Для роботи агрегату потрібно забезпечити таку умову [2, 4, 13]:

$$N_{np} \leq N_{ввп}, \quad (3.3)$$

де N_{np} – потужність для приведення в дію механізмів машини, кВт;

$N_{ввп}$ – потужність яка може передаватись через ВВП при русі агрегату, кВт.

Необхідна потужність для приведення в дію механізмів машини визначається за формулою [2, 4, 13]:

$$N_{np} = N_n \cdot g; \quad (3.4)$$

де N_n – питома потужність для приведення в дію робочих органів, кВт·с/кг ($N_n = 6,2$ кВт·с/кг);

g – секундна подача маси в машину, кг/с ($g=4,7$ кг/с).

Отже,

$$N_{np} = 6,2 \cdot 4,7 = 29,14 \text{ кВт};$$

Потужність при русі агрегату, яка може передаватись через ВВП, визначаємо за формулою [2, 4, 13]:

$$N_{\text{ввп}} = N_E \cdot \eta_{\text{ввп}} - \frac{(R_{\text{коч.тр}} + R_{\text{коч.м}}) \cdot V_p \cdot \eta_{\text{ввп}}}{3,6 \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_{\delta}}, \quad (3.5)$$

де N_E – ефективна потужність двигуна, кВт ($N_e = 58,9$ кВт);

$\eta_{\text{ввп}}$ – ККД трансмісії ВВП ($\eta_{\text{ввп}} = 0,95$);

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год ($V_p^{\text{III}} = 6,7$ км/год);

$\eta_{\text{тр}}$ – ККД трансмісії трактора ($\eta_{\text{тр}} = 0,93$);

η_{δ} – коефіцієнт буксування ($\eta_{\delta} = 0,85$);

$R_{\text{коч.тр}}$ – опір на пересування трактора, кН;

$R_{\text{коч.м}}$ – опір на пересування сільськогосподарської машини, кН.

Опір на пересування трактора та сільськогосподарської машини визначають за формулою [2, 4, 13]:

$$R_{\text{коч.тр}} = G_{\text{тр}} \cdot (f + i); \quad (3.6)$$

$$R_{\text{коч.м}} = G_{\text{м}} \cdot (f + i).$$

де $G_{\text{тр}}$, $G_{\text{м}}$ – маса трактора і маса сільськогосподарської машини, кН;

f – коефіцієнт опору перекочуванню ($f = 0,2$);

i – величина підйому ($i = 0,02$).

Отже,

$$R_{\text{коч.тр}} = 33,4 \cdot (0,2 + 0,02) = 7,348 \text{ кН};$$

$$R_{\text{коч.м}} = 12,753 \cdot (0,2 + 0,02) = 2,8 \text{ кН}.$$

Отже, підставивши дані у формулу 3.5 отримаємо:

$$N_{\text{ввп}} = 58,9 \cdot 0,95 - \frac{(7,348 + 2,8) \cdot 6,7 \cdot 0,95}{3,6 \cdot 0,92 \cdot 0,85} = 33,258 \text{ кВт}.$$

Перевірка даних за умовою 3.3, $29,14 < 33,258$ засвідчила, що вона виконується.

Отже, укомплектований агрегат буде працювати нормально.

5. Для оцінки раціонального комплектування агрегату необхідно визначити коефіцієнт використання тягового зусилля трактора [2, 4, 13]

$$\eta_{т.з} = \frac{R_{агр}}{P_{н.зак}} \cdot \quad (3.7)$$

де $R_{агр}$ – загальний опір агрегату, кН;

$P_{н.зак}$ – тягове зусилля трактора відповідної передачі, кН.

$$R_{агр} = R_{коч} + R_{нід} + R_{\delta} \cdot \quad (3.8)$$

де $R_{коч}$ – опір перекочуванню машини, кН;

$R_{нід}$ – опір підйому машини, кН;

R_{δ} – додатковий опір, який чинять робочі органи, що приводяться в дію ВВП.

Опір перекочуванню машини визначаємо за формулою [2, 4, 13]:

$$R_{коч} = G_m \cdot f \cdot \quad (3.9)$$

Отже,

$$R_{коч} = 12753 \cdot 0,2 = 2,55 \text{ кН.}$$

Опір підйому машини визначаємо за формулою [2, 4, 13]:

$$R_{нід} = G_m \cdot i \cdot \quad (3.10)$$

Отже,

$$R_{нід} = 12753 \cdot 0,02 = 0,26 \text{ кН.}$$

Визначаємо за формулою додатковий опір, який чинять робочі органи, що приводяться в дію ВВП

$$R_{\delta} = \frac{3600 \cdot N_{np} \cdot \eta_{mp}}{V_p \cdot \eta_{\delta}} \quad (3.11)$$

Отже,

$$R_{\delta} = \frac{3600 \cdot 6,25 \cdot 0,92}{6,7 \cdot 0,85} = 3,63 \text{ кН.}$$

Підставивши значення у формулу (3.8) отримаємо:

$$R_{азр} = 2,55 + 0,26 + 3,63 = 6,44 \text{ кН.}$$

Підставивши значення у формулу (3.7) отримаємо:

$$\eta_{м.з} = \frac{6,44}{26,03} = 0,25.$$

6.Визначаємо зміну продуктивність агрегату за формулою [2, 4, 13]:

$$W_{зм} = 0,1B_p \cdot V_p \cdot T_p \text{ га/зм.} \quad (3.12)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

B_k – конструктивна ширина захвату машини, м ($B_k=2,8\text{м}$);

β – коефіцієнт використання ширини захвату (для розкидача органічних добрив $\beta=0,99$);

T_p – робочий час зміни.

Робочу ширину захвату агрегату визначають за формулою:

$$B_p = B_k \cdot \beta \quad (3.13)$$

Отже,

$$B_p = 2,8 \cdot 0,99 = 2,77 \text{ м.}$$

Робочий час зміни визначають за формулою:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (3.14)$$

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

τ – коефіцієнт використання часу зміни ($\tau=0,75$).

Отже,

$$T_p = 7 \cdot 0,75 = 5,25 \text{ год;}$$

Підставивши отримані значення в формулу (3.12) отримаємо:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 2,77 \cdot 6,7 \cdot 5,25 = 9,74 \text{ га/зм.}$$

7. Визначаємо витрату палива на 1 га обробітку, кг/га

$$Q_{ca} = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_z \cdot T_z}{W_{зм}}, \quad (3.15)$$

де Q_p, Q_x, Q_z – годинна витрата палива при виконанні роботи, холостому русі, на зупинках з працюючим двигуном ($Q_p=9,8$ кг/год; $Q_x=2,5$ кг/год.; $Q_z=1,7$ кг/год.) [2, 4, 13];

T_p, T_x, T_z – час роботи, холостих рухів, зупинок, год.

Час роботи, холостих рухів, зупинок визначають за формулою:

$$T_x = T_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2}; \quad (3.16)$$

Отже,

$$T_x = T_z = \frac{7 - 5,25}{2} = 0,875 \text{ год.}$$

Підставивши отримані значення в формулу (3.15) отримаємо:

$$Q_{ca} = \frac{9,8 \cdot 5,25 + 2,5 \cdot 0,875 + 1,7 \cdot 0,875}{9,74} = 5,66 \text{ кг/га.}$$

Розрахунки показують, що скомплектований агрегат працюватиме ефективно.

2.5. Контроль і оцінка якості роботи картоплесаджалки

При виконанні роботи контролюють: глибину розпушування міжрядь, для чого у трьох місцях заміряють глибину розпушування в по ширині захвату культиватора; ширину захисної смуги, для чого заміри роблять у п'яти місцях вздовж гонів на всіх рядках ширини захвату культиватора; повноту знищення бур'янів, для чого накладають у трьох місцях рамку 2x2м по діагоналі обробленого поля і підраховують кількість бур'янів. Оцінка якості роботи проводиться згідно таблиці 2.4 [19].

Таблиця 2.4 – Контроль якості роботи фрезерного культиватора-гребнеутворювача КГФ-2,8

| Контрольовані параметри | Як перевіряється | Чим перевіряється | Допустимі відхилення |
|---------------------------------------|--|----------------------------|--|
| Глибина ходу робочих органів | Для усіх секцій в 3-4 точках на довжині 50 м | Лінійка | ± 1 см |
| Присипання культурних рослин в рядках | Для усіх секцій на довжині 10 м підрахунком числа рослин | Рулетка | Не більше 2% |
| Пошкодження листків в рослин | Теж | Теж | Не більше 8% |
| Грудкуватість ґрунту | Підрахунком і заміром грудок ґрунту в шарі після кожної секції за розміром до 1 см | Рамка 0,5x0,5 м Лінійка | Не менше 50% Грудки діаметром більше 5 см не допускаються |
| Пропуски та огріхи | По діагоналі поля | Візуально | Не допускаються |

1. Якщо при дотриманні агровимог відхилення глибини розпушування міжрядь не перевищує ± 1 см від заданої; ширина захисної смуги ± 1 см; повнота підрізання бур'янів 100%; немає витягування висаджених бульб і пошкоджень їхніх ростків, встановлюють коефіцієнт якості 1,0.

2. Якщо відхилення глибини розпушування міжрядь у межах $\pm 1-1,5$ см; ширини захисної смуги $\pm 1-1,5$ см; на площі $0,5 \text{ м}^2$ залишилося 1-3 шт. не підрізаних бур'янів; немає витягування бульб, коефіцієнт якості 0,5..

3. Якщо відхилення глибини розпушування міжрядь у межах $\pm 1,5-2$ см; ширини захисної смуги $\pm 1,5-2$ см; на площі $0,5 \text{ м}^2$ залишилося 3-5 шт. не підрізаних бур'янів; немає витягування бульб, коефіцієнт якості 0,0.

4. Якщо відхилення глибини розпушування міжрядь перевищує ± 2 см; ширини захисної смуги ± 2 см; на площі $0,5 \text{ м}^2$ залишилося понад 5 шт. не і сільськогосподарських машин підрізаних бур'янів; трапляються випадки витягування бульб, роботу бракують і не оплачують [19].

3. УДОСКОНАЛЕННЯ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ РОЗКИДАЧА

3.1. Огляд існуючих конструкцій культиваторів для міжрядного обробітку картоплі

Фрези належать до машин активної дії з ротаційними робочими органами. Вони мають привід від вала відбору потужності трактора. Ґрунтові фрези призначені для основної або додаткової обробки ґрунту.

До ґрунтообробних фрез пред'являються наступні вимоги [16, 18, 21]:

- можливість змінювати режим роботи робочого органу (варіюванням співвідношення поступальної і кутової зі швидкостей), а отже товщину стружки (ступінь подрібнення ґрунту);
- відсутність на робочому органі рослинних залишків та ґрунту;
- забезпечення рівної (без борозен і валиків) поверхні ґрунту після проходу фрези;
- забезпечення мінімальної (допустима не більше 2 см) висоти гребенів дна борозни;
- наявність пристрою, що оберігає робочий орган від поломок при зустрічі з перешкодами.

На даному етапі розвитку сільського господарської техніки існує цілий спектр культиваторів з активними робочими органами для обробітку картоплі, як вітчизняного так і закордонного виробництва. Характеристика деяких із них наведена нижче.

За призначенням фрези поділяються на садові, лісові, болотні, польові, просапні [16, 18]:

- садові фрези – застосовують для обробки ґрунту під кронами Дерев, в пристовбурних смугах та колах, а також у міжряддях;
- лісові фрези – для смугової обробки ґрунту на вирубках при лісовідновленні, створення протипожежних мінералізованих смуг та догляду за ними;

- болотні фрези – для освоєння пусток і заболочених земель, подрібнення великих осокових купин;
- польові фрези – для оброблення пластів після оранки лемішними плугами, глибокої передпосівної обробки ґрунту, знищення бур'янів, обробки пересушених і перезволожених ґрунтів;
- просапні фрези – для кришення ґрунту і знищення бур'янів у міжряддях технічних культур, а також у лісових і декоративних розсадниках.

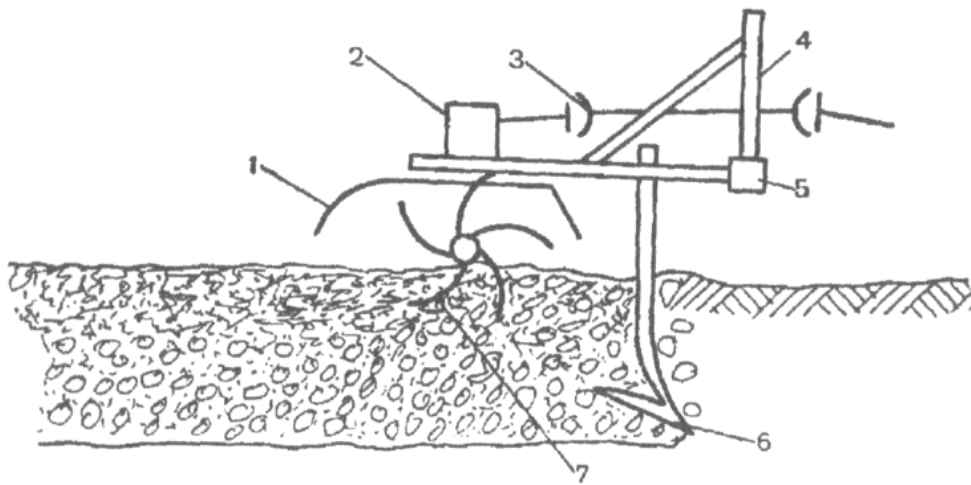


Рисунок 3.1 – Схема технологічного процесу культиватора КФГ-3,6А: 1 – кожух; 2 – редуктор; 3 – карданний вал; 4 – рама; 5 – брус; 6 – стрільчаста лапа; 7 – фрезбарaban.

Культиватор фрезерний глибокорозрихлювач КФГ-3,6А (рис. 3.1) призначений для обробітку ґрунту по фону зябу чи після весняної оранки при творенні грудок і брил [16, 18, 21].

Складається з рами, горизонтального фрезерного барабану, опорних коліс, конічного і циліндричного редукторів, стрільчастих лап для глибокого рихлення ґрунту. Лапи промінюються в тому випадку, коли обробіток проводиться по фону зябу. Агрегатується з тракторами Т-150К, Т-150 і ДТ-75. Привід фрез барабану від ВВП трактора.

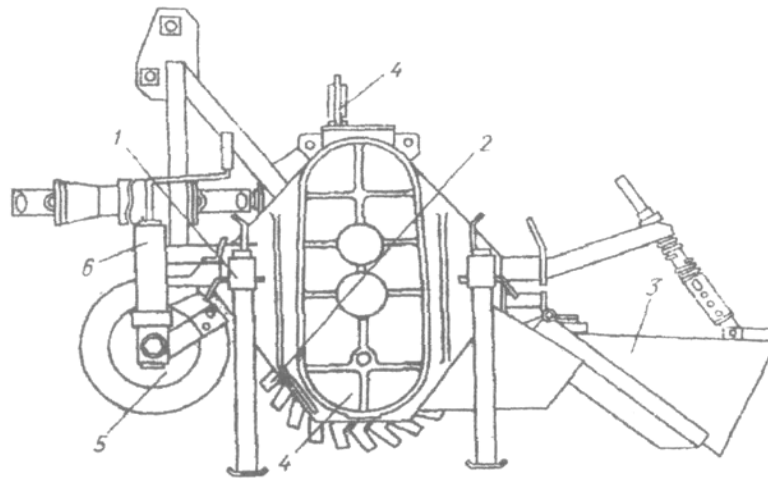


Рисунок 3.2 – Культиватор фрезерний КФК-2,8: 1 – рама; 2 – фрезерний барабан; 3 – гребне утворювач; 4 – редуктор; 5 – опорне колесо; 6 – механізм заглиблення

Культиватор-гребнеутворювач фрезерний КГФ-2,8 призначений для підготовки ґрунту під посів овочевих культур, а також може використовуватись для нарізання гребенів під картоплю. Складається з бруса, до якого кріпляться автозчіпка, чотири туковисіваючі банки, головний редуктор, вал приводу фрезерних секцій, фрезерні секції, кожух, штанга з пружиною; п'яти підгортачів, телескопічного карданного валу. Фрезерна секція має Г-подібні ножі, що розрихлюють ґрунт, привід, захисний кожух і фрезерний барабан. Даний культиватор може застосовуватися, як для нарізання гребенів так і для міжрядного обробітку картоплі. Агрегатується з трактором МТЗ-80 [16, 18, 21].

Універсальний начіпний гребне утворювач УГН-4К призначений для нарізання гребенів. За один прохід нарізає гребнеутворювачами три гребні з шириною при основі 140 см, а по верху – 80...100 см, розрихлює фрезами поверхню гребенів на глибину 5...8 см, вирівнює поверхню і формує відкоси гребенів. Глибину ходу підгортачів регулюють опорними колесами, глибину обробки фрезами – положенням розрівнюючого фартуха. Агрегатується з тракторами ДТ-75М, Т-74, Т-150К і Т-150.

Фрезерний культиватор-підгортач ФПУ-4,2 призначений для обробітку просапних культур, плодкових саджанців і суниць на важких суглинистих і підзолистих ґрунтах і поймаєних землях. Ним можна обробляти шести - і чотирьохрядні посіви з міжряддям 45, 60, 70, 80 і 90 см, а також нарізати гребні. Культиватор складається з рами, фрезерних секцій, авто зчіпки, системи привода, опорних коліс, копіюючих коліс, секцій і підгортачів. Опорні колеса секцій і механізм заглиблення служать для встановлення необхідної глибини обробки ґрунту. Агрегатується з тракторами МТЗ-80/82.

Культиватор-гребнеутворювач – підгортач конструкції НИИКХ розроблений на базі культиватора ФПУ-4,2. Відрізняється від останнього переднім розміщенням фрез, наявністю дискових гребне утворювачів, дискових підгортачів, зубових борін КРН-38 для обробки вершин гребенів в до сходовий період [16, 18].

Дисковий гребнеутворювач встановлюють за кожною секцією. По конструкції він аналогічний заробляючим органам картоплесаджалки. Силу опору дисків на ґрунт регулюють стиском пружини штанги. Агрегатується з тракторами МТЗ-80/82.

Фреза ґрунтова ФПШ-1,3 (рис. 3.3) служить для передпосівної обробки ґрунту під посів у розплідниках, розробки пластів після оранки, вирівнювання поверхні посівної смуги і освіти посівної гряди [16, 18, 21].

Рама фрези має конструкцію, яка складається з двох пустотілих боковин, що з'єднані трубчастою стяжкою в середній частині. У лівій боковині розташована ланцюгова передача для п'яти валів фрезерного барабана 1. На шестигранному валу барабана закріплені 13 рядів Г-подібних ножів, включаючи як праві, так і ліві, по чотири ножі в кожному ряді. Зверху барабан має захисний кожух 9, до якого ззаду прикріплений планувальник 10 для рівномірного вирівнювання ґрунту на всю ширину фрези. Обертання передається на фрезерний барабан від ВВП (вільного валу ведучого переднього мосту) шасі за допомогою карданної передачі номер 7, редуктора

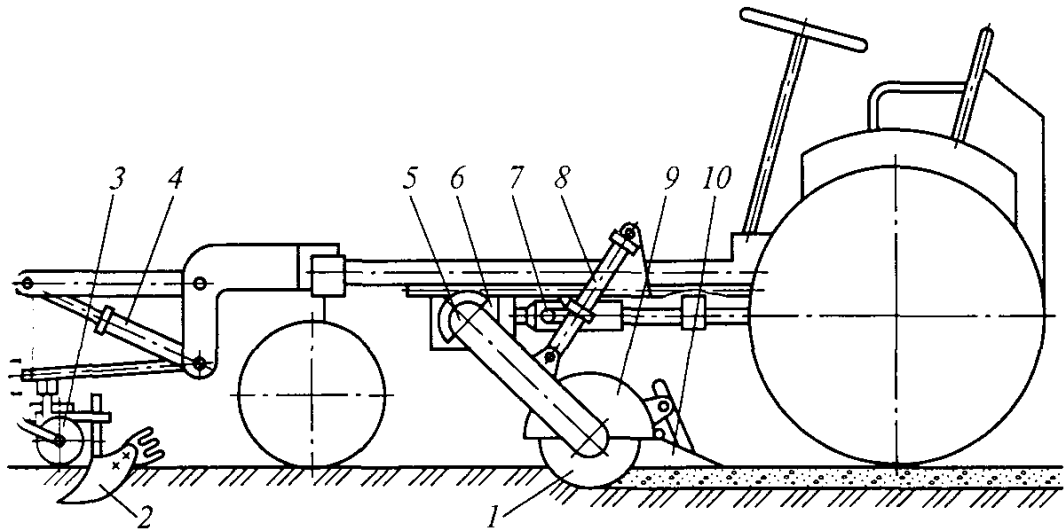


Рисунок 3.3 – Фреза ґрунтова ФПШ-1,3: 1 – фрезерний барабан; 2 – ґрядокоутворюючий корпус; 3 – опорне колесо, 4 – виносний гідроциліндр; 5 – ланцюгова передача; 6 – редуктор, 7 – карданна передача; 8 – гідроциліндр; 9 – захисний кожух ; 10 – планувальник

6 та ланцюгової передачі 5. Для піднімання і опускання фрези використовуються два гідроциліндри 8, штоки яких прикріплені до боковин рами. У передній частині шасі встановлено пристрій для формування ґряд, який складається з двох корпусів для формування гребенів 2 і опорних коліс 3. Підняття і опускання пристрою для формування ґряд здійснюється за допомогою виносного гідроциліндра номер 4.

Глибина обробітку ґрунту становить 10 см, висота утвореної ґряди - 10 см, ширина захоплення фрези - 1,3 м, маса - 520 кг. Ця фреза агрегатується з самохідним шасі Т-16М

У садово-паркових господарствах використовуються навісні садові фрези ФП-2 і ФС-0,9. Особливістю цих фрез є їх можливість зміщення відносно поздовжньої осі трактора та обробка ґрунту біля насаджень. Фреза ФП-2 має трисекційну розбірну раму, що дозволяє змінювати ширину захвату від 1,4 м до 2,1 м.

Рама опирається на два колеса зі змінними гвинтовими механізмами, які використовуються для регулювання глибини обробітку ґрунту. На кінцях

рами встановлені односторонні полольні лапи, які можуть переміщатися по каркасу для зміни ширини захвату. Зсув каркасу фрези до 1,5 м від поздовжньої осі забезпечується гідроциліндром.

Барабан фрези складається з 8, 10 або 12 секцій. У кожній секції є два скріплені диски з трьома Г-подібними ножами на кожному.

У приводі барабана використовуються два редуктори: двоступінчастий редуктор з парою конічних і парою циліндричних зубчастих коліс і триступеневий редуктор з трьома парами циліндричних коліс. У двоступінчастому редукторі циліндрична пара зубчастих коліс є змінною. Це дозволяє вибирати різну частоту обертання фрезерного барабана залежно від умов ґрунту: 4,2 або 5,6^{c-1}.

Передача обертання на барабан здійснюється через карданний вал, редуктори та фрикційну муфту, використовуючи вал відбору потужності трактора.

Глибина обробітку ґрунту може налаштовуватись в межах 6...13 см, а робоча швидкість коливається від 1,6 до 5,6 км/год.

Культиватор фрезерний КФ-5,4 (К – культиватор, Ф – фрезерний, 5,4 – ширина захвату, м) призначений для міжрядного грубого обробітку дванадцятирядних посівів цукрових буряків та інших низькостеблових культур з міжряддям 45 см. Цей культиватор може бути агрегатований з тракторами тягових класів 1,4 і 2. [16, 18].

Графічно зображений на рисунку 3.4, культиватор складається з ряду основних компонентів. Зварена рама з'єднана з механізмом для приєднання до трактора. Два опорних колеса мають пневматичні шини та гвинтові механізми для регулювання висоти. Він також включає дванадцять секцій робочих органів, центральний конічний редуктор і два трансмісійних вали. Кожна секція складається з корпусу 5, двох дисків 6 з Г-подібними ножами 12, пасивного ножа 9, кожуха 11 з фартухом 13, ланцюгової передачі 14 і запобіжної муфти. Секції з'єднані шарнірно відносно трансмісійних валів 10. Кожна секція у робочому положенні щільно притискається до ґрунту, а в

транспортному положенні підтримується штангою з пружиною 8. Диски з ножем, відомі як фрезерний барабан, приводяться в рух від відбірного вала потужності трактора за допомогою карданної передачі 2, центрального редуктора 7, трансмісійних валів 10, запобіжної муфти і ланцюгової передачі 14.

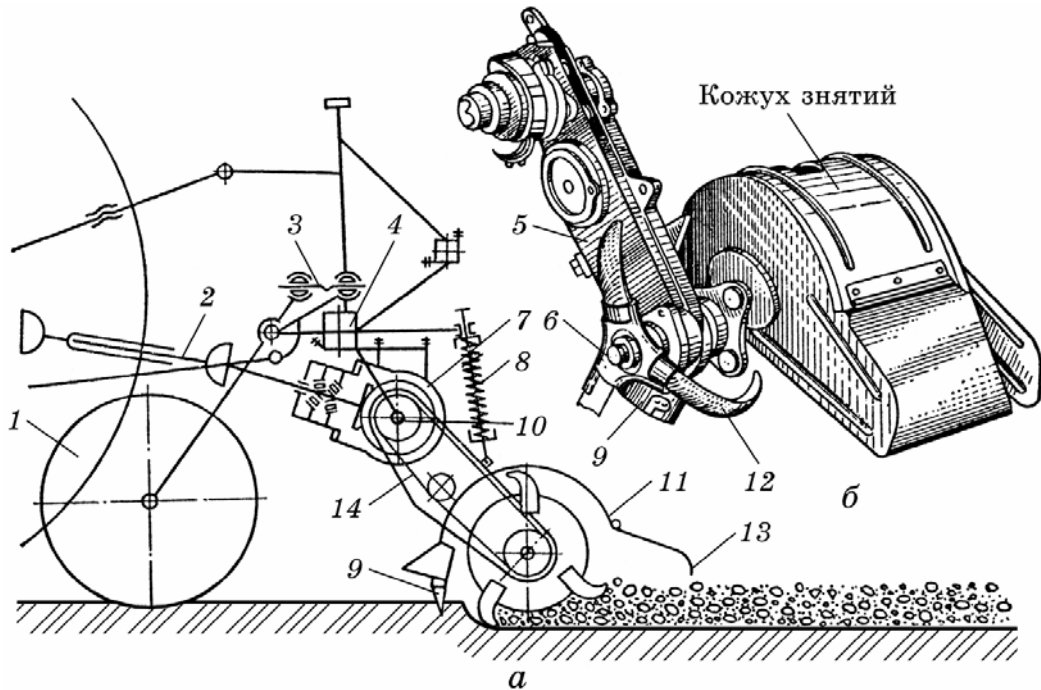


Рисунок 3.4 – Культиватор фрезерний КФ-5,4: а – принципова схема; б – робоча секція; 1 – опорне колесо; 2 – карданна передача; 3 – гвинтовий механізм; 4 – рама; 5 – корпус; 6 – диск; 7 – редуктор; 8 – штанга з пружиною; 9 – пасивний ніж; 10 – вал; 11 – кожух; 12 – активний ніж; 13 – фартух; 14 – ланцюгова передача

Культиватор працює за таким принципом: під час руху і обертання фрезерних барабанів, їх ножі вирізають тонкий шар ґрунту, трохи розпушують його і відкидають назад, де він потрапляє на обшивку і фартух, активно розпушуючись. Смуга ґрунту під корпусом секції обробляється пасивним ножем. Діаметр фрезерних барабанів становить 300 мм. Бічна сторона обшивки секції розташовується на відстані 8 см від ряду рослин. Глибину обробітку культиватора можна налаштувати в межах 4...8 см за допомогою гвинтового механізму 3 і регулюванням довжини центральної тяги начіпного механізму [16, 18, 21].

3.2. Призначення, будова, принцип роботи та обґрунтування необхідності удосконалення конструкції

Культиватор фрезерний КГФ-2,8 призначений для розпушення ґрунту на глибину до 20 см з одночасним формуванням трапецеїдальних гребенів висотою 27 см на посівах картоплі з міжряддям 70 см. Може бути переобладнаний для суцільного передпосівного обробітку ґрунту. Являє собою навісну машину, яка складається (рис. 3.5.): з рами (1), гребенеутворювача (2), навіски (3), карданної передачі (4), центрального редуктора (5), фрезерного барабана (6), бортових редукторів (7) та механізмів регулювання глибини обробітку (8) [16, 18, 21].

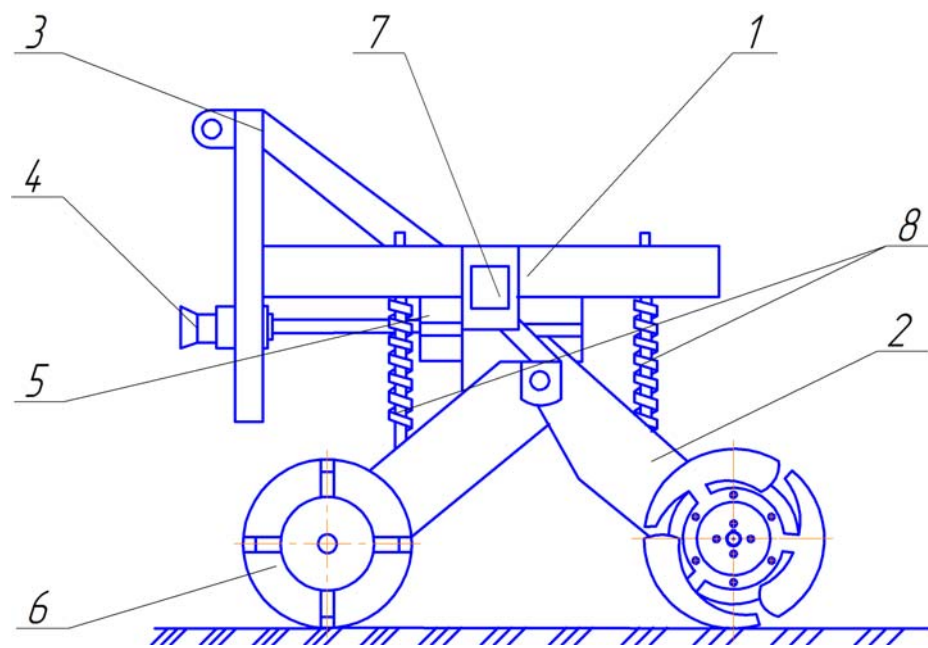


Рисунок 3.5 – Фрезерний культиватор-гребенеутворювач КГФ-2,8 з удосконаленим гребенеутворювачем

Технологічний процес роботи культиватора КГФ-2,8 відбувається таким чином. Від ВВП трактора через карданну передачу, центральний та бортовий редуктор і ланцюгову передачу здійснюється передача крутного моменту на ведений вал фрезерного барабана та гребенеутворювача.

Фрезерний барабан проводить суцільне розпушення ґрунту, а гребенеутворювач формує і ущільнює гребені.

Передбачений конструкцією фрезерного культиватора КГФ-2,8 гребенеутворювач не забезпечує якісне виконання роботи, оскільки під час виконання технологічного процесу відбувається забивання робочих органів рослинними рештками, що призводить до зупинок робочого агрегату. Особливо це явище спостерігається на сильно забур'яненних ґрунтах. У зв'язку з цим виникає необхідність у вдосконаленні конструкції гребенеутворювача [16, 18, 21].

3.3. Розрахунок болтового з'єднання робочого диску з ступицею

Для з'єднання диску на якому розміщені робочі ножів з ступицею веденого вала використовуємо болтове з'єднання. В даному з'єднанні (рис. 3.6) болт розташований з зазором в отворах деталей. При затягуванні болта на стику деталей виникають сили тертя, які перешкоджають відносному їх зміщенню.

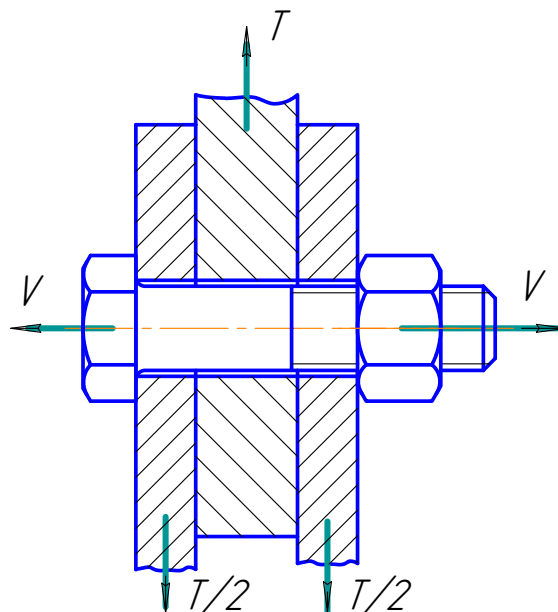


Рисунок 3.6 – Схема для розрахунку болтового з'єднання, навантаженого поперечною силою

Зовнішня сила T безпосередньо на болт не передається, тому його розраховують за силою затягування V [6, 11]:

$$V = \frac{T \cdot k}{f \cdot i \cdot z} \quad (3.10)$$

де k – коефіцієнт запасу за зсувом деталей ($k = 1,2 \div 2$);

f – коефіцієнт тертя (для сталевих поверхонь ($f = 0,15 \div 0,20$);

i – число стиків (в нашому випадку $i = 2$);

z – число болтів.

На деталь діє поперечна сила $T = 4452,4$ Н·м; кількість болтів у з'єднанні $z = 4$. Отже:

$$V = \frac{4452,4 \cdot 1,5}{0,2 \cdot 2 \cdot 4} = 4174,12 \text{ Н·м}$$

При затягуванні болт працює на розтяг та кручення, отже

$$V_{роз} = 1,3 \cdot V \quad (3.11)$$

Тоді

$$V_{роз} = 1,3 \cdot 4174,12 = 5426,35 \text{ Н·м}$$

Внутрішній діаметр різьби болта

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot V_{роз}}{\pi \cdot [\sigma]_p}} \quad (3.12)$$

де $[\sigma]_p$ – допустиме напруження на розтяг для болта

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{[n_T]} \quad (3.13)$$

де σ_T – межа текучості матеріалу болта (для сталі 20

$$\sigma_T = 245 \text{ Н/мм}^2 \text{ [6, 11];}$$

$[n_T]$ – необхідний (допустимий) коефіцієнт запасу міцності.

Отже,

$$[\sigma]_p = \frac{245}{3} = 81,67 \text{ Н/мм}^2$$

Відповідно до формули 3.22

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 5426,35}{3,14 \cdot 81,67}} = 9,2 \text{ мм}$$

На основі отриманих даних робимо висновок проте, що для з'єднання диска із ступицею використовуємо болти М10 [6, 11].

3.4. Розрахунок шпонкового з'єднання ведучої зірочки з веденим валом гребенеутворювача

Вихідною умовою для розрахунку шпонкового з'єднання є діаметр вала $d = 50$ мм, згідно із стандартом вибираємо такі розміри з'єднання [6, 11]: ширина шпонки $b = 14$ мм; висота $h = 9$ мм; глибина паза на валу $t_1 = 5,5$ мм і у маточині шківів $t_2 = 3,8$ мм (рис.3.7).

Для сталевого колеса з характерним постійним навантаження беремо допустиме напруження зминання $[\sigma]_{зм} = 150$ МПа.

Потрібну робочу довжину шпонки визначаємо за формулою [6, 11]:

$$l_0 = \frac{2 \cdot T}{[d \cdot (h - t_1) \cdot [\sigma]_{зм}]} \quad (3.14)$$

де T – крутний момент на валу $T = 170$ Н·м;

отже,

$$l_0 = \frac{2 \cdot 170 \cdot 10^3}{[50 \cdot (9 - 5,5) \cdot 150]} = 12,95 \text{ мм.}$$

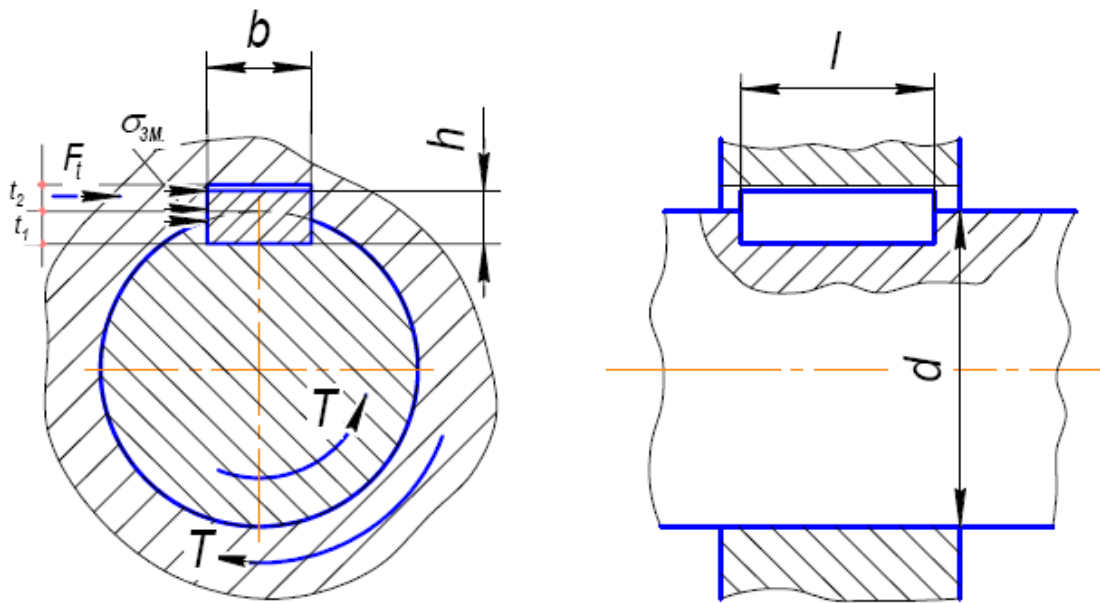


Рисунок 3.7 – Схема сил, що діють на шпонкове з'єднання приводного вала з шестернею

Повна довжина шпонки

$$l = l_0 + b \quad (3.15)$$

тоді,

$$l = 12,95 + 9 = 21,95 \text{ мм.}$$

Згідно стандарту вибираємо довжину $l = 22 \text{ мм.}$

Отже, задане з'єднання можна здійснити призматичною шпонкою 14x9x22 ГОСТ 23360-78 [6, 11].

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Моделювання травмонебезпечних ситуацій

В процесі виконання міжрядного обробітку ґрунту необхідно суворо дотримуватися вимог встановлених правилами з техніки безпеки та правилами пожежної безпеки для сільськогосподарських підприємств.

Шляхом дослідження небезпечних ситуацій, які можуть виникнути при експлуатації тракторів, сільськогосподарських машин і спеціалізованих машин, описані і побудовані логічні моделі, різні за формою і характером подій.

Метод логічного моделювання процесів формування, виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків доцільно застосовувати для аналізу існуючих або потенційних небезпек, що виявлені при обстеженні робочих місць, окремих марок машин, агрегатів, а також різних споруд будівель, виробничих операцій і технологій. Але, як показали дослідження, будь-яка аварія може бути наслідком однієї або багатьох потенційно небезпечних ситуацій. Тому метод логічного моделювання не може бути застосований для моделювання складних аварій і катастроф. Аналіз процесів формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій при збиранні льону-довгунця зображено в таблиці 4.1. [5, 10].

Аналіз моделей процесів формування й виникнення аварій, травм показав, що вони повністю імітують усі процеси та явища, що беруть участь у їх зародженні й виникненні. У зв'язку з цим, моделі, що отримали назву „Дерево відмов техніки і помилок оператора” можна назвати імітаційними.

А оскільки виникнення кожної наступної події знаходять шляхом логічного аналізу попередніх, то для кращого розуміння суті таких моделей, їх також називають логічно-імітаційними [5, 10].

Таблиця 4.1 – Аналіз умов формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій під час міжрядного обробітку картоплі

| Вид робіт | Виробнича небезпека | | | Можливі наслідки | Заходи запобігання небезп. ситуац. |
|---|---|--------------------------------------|--|------------------|--|
| | Небезпечна умова (НУ) | Небезпечна дія (НД) | Небезпечна ситуація (НС) | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Регулювання глибини обробітку гребеневтворювача | Робоча частина гребеневтворювача без підставки НУ | Різке опускання гребеневтворювача НД | Можливий удар по нозі НС | Травма | Регулювання необхідно виконувати при наявності регулювальних підставок |
| <p>Модель процесу</p> <p style="text-align: center;">НУ → НД → НС → Т</p> | | | | | |
| Регулювання механізмів під час працюючого двигуна | Кардана передача немає захисного кожуху НУ | Контакт із обертовими частинами НД | Можливий захват одягу тракториста НС ₁ Можливий удар по руці тракториста НС ₂ | Травма | Регулювання необхідно виконувати при виключеному двигуні та ВВП |
| <p>Модель процесу</p> <p style="text-align: center;"> </p> | | | | | |

4.2. Розрахунок стійкості агрегату до перекидання

Під час руху машинно-тракторного агрегату по криволінійній траєкторії виникає доцентрова сила P_v , що діє на нього у напрямку від центра повороту. Якщо вчасно не знизити швидкість, то внаслідок бічного заносу коліс може виникнути перекидання (рис. 4.1) [5, 10].

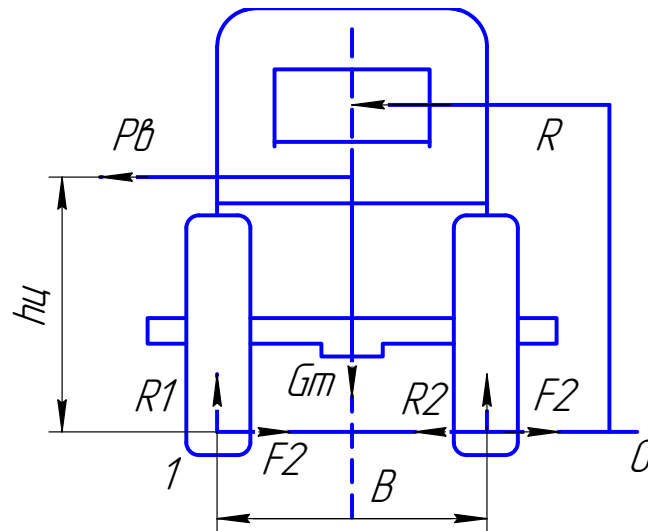


Рисунок 4.1 – Схема сил, що діють на трактор на повороті: $h_{ц}$ – висота центра ваги трактора, м; B – ширина колії, м; g – прискорення вільного падіння, m/s^2 ; G_m – маса трактора, кг; R – радіус повороту, м; V – швидкість руху, м/с.

Початок перекидання відповідає рівності моментів сил, що діють на агрегат щодо точки перекидання 1. У цей момент відцентрову силу виразимо формулою:

$$P_B = (G_m \cdot V^2) / (g \cdot R) \quad (4.1)$$

тоді швидкість руху трактора на повороті, при якій починається перекидання, можна визначити по формулі:

$$V_{max} = \sqrt{\frac{B \cdot R \cdot g}{2h_{ц}}} \quad (4.2)$$

$$V_{max} = \sqrt{\frac{1,5 \cdot 3,5 \cdot 9,81}{2 \cdot 1,07}} = 4,9.$$

Якщо трактор рухається по дорозі з поперечним нахилом, то з умови рівноваги сил, що діють на нього відносно вісі, що проходить через точки

опори правих коліс можна записати з обліком того, що на початку перекидання нормальні реакції на лівих колесах дорівнюють нулеві:

$$G_m \cdot h_y \cdot \sin \beta = G_m \left(\frac{B}{2} \right) \cdot \cos \beta \quad (4.3)$$

або

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{B}{(2 \cdot h_y)} \quad (4.4)$$

при ширині колії 2400 мм

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{2,4}{(2 \cdot 1,4)} = 0,86 \Rightarrow \beta = 45^\circ$$

при ширині колії 2100 мм

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{2,1}{(2 \cdot 1,4)} = 0,75 \Rightarrow \beta = 41^\circ$$

при ширині колії 1800 мм

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1,8}{(2 \cdot 1,4)} = 0,64 \Rightarrow \beta = 36^\circ$$

Для трактора МТЗ-82 інтервал ухилу буде коливатися в межах

$$\beta_{\min} = 36^\circ, \beta_{\max} = 45^\circ.$$

Переїжджати через тунелі, мости, греблі, залізничні переїзди (якщо дозволяють габарити і вантажопідйомність) необхідно тільки на знижених швидкостях, з дотриманням усіх запобіжних заходів.

Не можна знаходитися людям на причіпних і начіпних знаряддях під час їх транспортування. При спусках і підйомах слід дотримуватися черговості проїзду, рухатися на зниженій передачі при включеній муфті зчеплення. Переводити в транспортне положення і транспортувати агрегат потрібно відповідно до заводської інструкції [5, 10].

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ

Впродовж усього періоду роботи агрегату (трактора МТЗ-82 та фрезерного культиватора-гребнеутворювача КГФ-2,8) на полі господарство несе наступні витрати: 1) експлуатаційні витрати; 2) втрати через несвоєчасність збиральних робіт.

Питомі експлуатаційні витрати на одиницю виконаної агрегатом роботи, (грн/га) визначають [8, 14]:

$$C_V = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \quad (5.1)$$

де C_1 – оплата праці персоналу, який обслуговує агрегат, грн/га;

C_2 – вартість витрачених паливно-мастильних матеріалів, грн/га;

C_3 – відрахування на реновацію машини, грн/га;

C_4 – відрахування на ремонт та технічне обслуговування, грн/га.

Оплата праці обслуговуючого персоналу дорівнює, грн/га;

$$C_1 = \frac{n_1 \cdot T_1 + n_2 \cdot T_2 + \dots + n_6 \cdot T_6}{W_{год}} \quad (5.2)$$

де n_1, n_2, \dots, n_6 – чисельність працівників, які обслуговують агрегат, окремо за кожною кваліфікацією (розрядом);

T_1, T_2, \dots, T_6 – годинна оплата праці, грн./год;

$W_{год}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год.

Вартість паливно-мастильних матеріалів:

$$C_2 = C_K \cdot G_{II} \quad (5.3)$$

де C_K – комплексна ціна одного кілограма палива, грн/га;

G_{II} – погектарна витрата палива агрегатом, кг.

Питомі витрати на амортизацію агрегату:

$$C_3 = \frac{B_K \cdot a_K \cdot k_r}{100 \cdot S_c} \quad (5.4)$$

де B_K – балансова вартість трактора та с.г. машини, грн;

a_K – відсоток відрахування на реновацію, %;

k_r – коефіцієнт зайнятості;

S_c – сезонна площа вирощування картоплі, га.

Питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування становлять:

$$C_4 = \frac{B_K \cdot P_K}{W_K^{год} \cdot T_K} \quad (5.5)$$

де P_K – відсоток відрахувань на ремонт і технічне обслуговування для трактора МТЗ-82 $P_K = 9,9\%$ та культиватора-гребнеутворювача $P_K = 16\%$;

$W_K^{год}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год;

T_K – нормативне річне завантаження r -ї машини (для трактора класу 1,4 тонно-сили – 1350 год та фрезерного культиватора-гребнеутворювача – 180 год. [8, 14].

Проведемо розрахунок питомих експлуатаційних витрат підприємства для міжрядного обробітку картоплі. Зазначимо, що площа, на якій виконується операція становить 25 га.

За формулою (5.2) визначаємо питомі витрати коштів на оплату праці тракториста.

$$C_1 = \frac{1 \cdot 81,63}{1,85} = 44,13 \text{ грн/га.}$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів визначаємо за формулою (5.3):

$$C_2 = 47,5 \cdot 5,66 + 0,1 \cdot 310 = 299,85 \text{ грн/га;}$$

Питомі відрахування на амортизацію визначаємо за формулою (5.4). Норма відрахувань на амортизацію приймаємо для трактора МТЗ–82 $a_k = 15\%$ та для фрезерного культиватора-гребнеутворювача КГФ-2,8 $a_k = 10\%$; коефіцієнт зайнятості для трактора $k_r = 0,04$ для с.г. машини $k_r = 1$ [8, 14]:

для трактора

$$C_{31} = \frac{920000 \cdot 15 \cdot 0,04}{100 \cdot 25} = 220,80 \text{ грн/га};$$

для культиватора-гребнеутворювача

$$C_{32} = \frac{73000 \cdot 10 \cdot 1}{100 \cdot 25} = 292,00 \text{ грн/га}.$$

Питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування становлять:

для трактора

$$C_{41} = \frac{920000 \cdot 0,099}{1,85 \cdot 1350} = 36,47 \text{ грн/га};$$

для культиватора-гребнеутворювача

$$C_{42} = \frac{73000 \cdot 0,16}{1,85 \cdot 180} = 35,08 \text{ грн/га}.$$

Тоді, питомі експлуатаційні витрати господарства на міжрядний обробіток картоплі удосконаленим фрезерним культиватором-гребнеутворювачем КГФ-2,8 на площі 25 га становлять:

$$C_v = 44,13 + 299,85 + 220,80 + 292,0 + 36,47 + 35,08 = 928,32 \text{ грн/га}.$$

Отже, виконання вищенаведених розрахунків дає змогу встановити питомі експлуатаційні витрати коштів на виконання операції міжрядного обробітку картоплі. Сумарна потреба у коштах для виконання даної операції у СВК «Летава» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області становить 23207,98 грн.

Встановлені показники експлуатаційних витрат підприємства дають змогу оцінити ефективність виробництва картоплі у СВК «Летава».

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Аналіз стану виробництва картоплі в Україні показав, що незважаючи на щорічне скорочення площ, обсяг виробництва її не спадає, а в деякі роки навіть зростає. Це свідчить про те, що в галузі починають використовуватися нові високопродуктивні сорти картоплі та прогресивні технології.

СВК «Летава» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області спеціалізується на виробництві озимих (59%) та ярих (32%) зернових культур. Проте надмірне використання зернових культур в структурі посівних площ господарства не дає змоги впровадити належну сівозміну, а це може негативно вплинути на врожайність культур, та на поширення шкідників і хвороб.

Запропонована конструкція гребенеутворювача фрезерного культиватора КГФ-2,8 унеможливує забивання рослинними рештками робочих органів та покращує знищення бур'янів у міжгребеновому просторі, за рахунок гвинтоподібних робочих ножів. Що в свою чергу підвищує якість та своєчасність виконання технологічної операції міжрядного обробітку картоплі.

Значну увагу при підготовці техніки до роботи слід приділити регулюванню та налаштуванню робочих і допоміжних механізмів, оскільки саме від них залежить продуктивність машин, якість та втрати врожаю.

Розроблення та впровадження заходів з охорони праці шляхом попередження виникнення можливих небезпечних ситуацій, дасть змогу зменшити рівень виробничого травматизму

Заходи, які пропонуються виконати господарству дадуть змогу зменшити викиди та поширення шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Економічні розрахунки показують, що питомі експлуатаційні затрати становлять 928,32 грн/га.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Державний комітет статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (Дата звернення 25.04.2023).
2. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В. І. Пастухова. Харків: "Веста" 2001. 347 с.
3. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. Київ : Аграрна освіта, 2010. 617 с.
4. Експлуатація машин і оладнання: навчально-методичний комплекс [навч. посіб. Для студентів інженерних спеціальностей осв.-кваліф. Рівня «Бакалавр»] / І.М. Бендера, В.П. Грубий, П.І. Роздорожнюк та ін. / за ред. І.М. Бендери, В.П. Грубого, П.І. Роздорожнюка. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2013. 576 с.
5. Жидецький В.Н., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2001. 349 с.
6. Коновалюк Д. М., Ковальчук Р.М. Деталі машин. Київ : Кондор, 2004. 584 с.
7. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ „Українські технології”, 2006. 760 с.
8. Марченко В. Методика визначення показників економічної ефективності використання комплексів машин та машинно-тракторного парку / В. Марченко // Збірник наук.пр. НАУ. Механізац. с.г. ви-ва. Т.ХІV. 2003. С. 189-194.
9. Механізація та експлуатація сільського господарства // Республіканський міжвідомчий науковий збірник. Київ : Урожай, 1991. №74. 79 с.
10. Охорона праці (гігієна праці та виробнича санітарія): навчальний посібник / Пістун І.П., Березовецький А.П., Тимочко В.О., Городецький І.М.; за ред. І.П.Пістуна. Львів: Тріада плюс, 2017. Ч.1. 620 с.

11. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунку деталей машин. Львів : Афіша, 2003. 560 с
12. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. -5-те вид., виправ., допов. Львів: НВФ „Українські технології”, 2020. 806 с.
13. Практикум із машиновикористання в рослинництві. Навчальний посібник / За ред. Мельника І.І. Київ: Кондор. 2009. 284 с.
14. Про затвердження Методики обчислення вартості машино-дня та збитків від простою машин” постанова Кабінету міністрів України від 12 липня 2004 р. N 885.
15. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. В.В. Адамчука, М.І. Грицишина. Київ : Аграр. наука, 2012. 416 с.
16. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. Київ: Вища освіта, 2004. 544 с.; іл.
17. Сучасна технологія вирощування картоплі. URL: <https://uapg.ua/blog/suchasna-tehnologiya-viroshhuvannya-kartopli/> (Дата звернення 2.05.2023).
18. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки / За ред. В.І. Кравчука, М.І. Грицишина, С.М. Ковалюка. Київ : Аграрна наука, 2004. 396 с.
19. Технологічна наладка та усунення несправностей сільськогосподарських машин. Довідник [Г.Р. Гаврилюк, Г.І. Живолуп, П.С. Короткевич та ін.] ; за ред. Г.Р. Гаврилюка. Київ : Урожай, 1998. 256 с.
20. Технологія вирощування картоплі. URL: https://ikar.in.ua/potato_intresting/technology/ (Дата звернення 2.05.2023).
21. Ясенецький В.А., Куліш В.С., Мечта М.П., Пономаренко А.Ф., Фенко А.І., Лузан В.П. Нова сільськогосподарська техніка. Київ : Урожай, 1991. 320 с.