**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

# П о я с н ю в а л ь н а  з а п и с к а

до дипломного проєкту
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

# УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ

**Виконав:** здобувач 4 курсу, групи АІ-3-22
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Владислав ЖАДАН

**Керівник:** _____ Олександр КОБЕЦЬ

**Рецензент:** _____ Станіслав ФЕДОРОВ

Дніпро 2026

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

_____ Теслюк Г.В.

(підпис) (прізвище, ініціали)

«____» _____ 2026 р.

**З А В Д А Н Н Я**

**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Жадан Владислав Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи: Удосконалення механізації вирощування картоплі з модернізацією картоплесаджалки**

керівник проєкту Кобець Олександр Миколайович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «05» травня 2026 року № 912

**2. Строк подання студентом проєкту** 12.06.2026

**3. Вихідні дані до проєкту** Огляд стану питання в галузі вирощування картоплі та існуючих засобів механізації садіння і протруювання бульб. Патентний пошук, аналіз літературних джерел і сучасних досліджень з обраної тематики.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки**. 1. Аналіз виробничої діяльності господарства. 2. Огляд технології вирощування картоплі. 3. Конструктивне удосконалення агрегату та інженерно-технічні розрахунки. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічна оцінка розробки. Висновки. Література. Додатки.

**5. Перелік графічного матеріалу** (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1. Садильний агрегат з одночасним протруюванням. Складальне креслення (А1). 2. Підрамник (А3). 3. Скоба підрамника (А4). 4. Колектор (А4). 5. Скоба колектора (А4). 6. Кронштейн колектора (А4). 7. Фітінг (А4). 8. Кронштейн гідронасоса. Складальне креслення (А1). 9. Рама гідронансоса (А2). 10. Муфта з'єднувальна (А3). 11. Кронштейн гідронасоса (А4). 12. Кронштейн фільтра (А4)

**6. Консультанти розділів проекту**

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---|---|---|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| 1-5 | Кобець О.М., доцент | | |
| Нормоконтроль | Пономаренко Н.О., доцент | | |

**7. Дата видачі завдання**: 30.03.2026 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|---|---|---|---|
| 1 | Аналітичний (оглядовий) | до 14.04.2026 | виконано |
| 2 | Технологічний | до 24.04.2026 | виконано |
| 3 | Конструкційний | до 18.05.2026 | виконано |
| 4 | Охорона праці | до 01.06.2026 | виконано |
| 5 | Економічний | до 05.06.2026 | виконано |
| 6 | Демонстраційна частина | до 12.06.2026 | виконано |

**Здобувач** _____ Жадан В.О. .
( підпис ) (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи** _____ Кобець О.М.
( підпис ) (прізвище та ініціали)

| № | Формат | Позначення | Найменування | К-ть докум. | Номер док. | Прим. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Текстові документи** | | | |
| 1 | А4 | 52ДП.117.00.000.ПЗ | Пояснювальна записка | 81 | | |
| | | | | | | |
| | | | **Графічні матеріали** | | | |
| 2 | А1 | 52ДП.117.01.000 | Технологія вирощування картоплі | 1 | 1 | |
| 3 | А1 | 52ДП.117.02.000.Сх | Схема гідравлічна | 1 | 2 | |
| 4 | А1 | 52ДП.117.03.000.СК | Картоплесаджалка | 1 | 3 | |
| 5 | А4 | 52ДП.117.03.001 | Скоба підрамника | 1 | 4 | |
| 6 | А3 | 52ДП.117.03.002.СК | Підрамник | 1 | 4 | |
| 7 | А4 | 52ДП.117.03.003 | Кронштейн розподільника | 1 | 4 | |
| 8 | А4 | 52ДП.117.03.004 | Скоба колектора | 1 | 4 | |
| 9 | А4 | 52ДП.117.03.005 | Колектор | 1 | 4 | |
| 10 | А4 | 52ДП.117.03.006 | Кронштейн колектора | 1 | 4 | |
| 11 | А4 | 52ДП.117.03.008 | Фітинг | 1 | 4 | |
| 12 | А1 | 52ДП.117.04.000.СК | Кронштейн насоса | 1 | 5 | |
| 13 | А2 | 52ДП.117.04.001 | Рама гідронасоса | 1 | 6 | |
| 14 | А3 | 52ДП.117.04.002 | Муфта з'єднувальна | 1 | 6 | |
| 15 | А4 | 52ДП.117.04.003 | Кронштейн гідронасоса | 1 | 6 | |
| 16 | А4 | 52ДП.117.04.004 | Кронштейн фільтра | 1 | 6 | |
| 17 | А1 | 52ДП.117.00.000.ПЕ | Економічні показники проєкту | 1 | 7 | |

| Зм. | Лист | № докум. | Підп. | Дата | 52ДП.117.00.000 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Розробив | | Жадан В.О. | | | Відомість дипломного проєкту | Літ. | Лист 4 / Листів 81 |
| Перевірив | | Кобець О.М. | | | | | |
| Н.контр. | | Пономаренко Н.О. | | | | ДДАЕУ АІ-3-22 | |
| Затвердив | | Теслюк Г.В. | | | | | |

# АНОТАЦІЯ

Жадан В.О. Удосконалення механізації вирощування картоплі з модернізацією картоплесаджалки / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

Перший розділ проєкту присвячений аналізу виробничої діяльності ТОВ «Олдрідж Груп», розглянуто природно-кліматичні умови, структуру посівних площ та матеріально-технічне забезпечення господарства.

У другому розділі виконано огляд сучасної технології вирощування картоплі та засобів її механізації. Проаналізовано комплекс машин для виконання основних технологічних операцій, а також визначено особливості та недоліки існуючих способів протруювання бульб.

У конструктивній частині обґрунтовано необхідність удосконалення картоплесаджалки та розроблено пристрій для одночасного протруювання бульб у процесі садіння. Наведено опис конструкції, принцип роботи та виконано інженерні розрахунки основних параметрів

В розділі «Охорона праці» розглянуто питання екологічної безпеки при експлуатації удосконаленого агрегату, з урахуванням впливу засобів захисту рослин і виробничих факторів.

Розділ «Техніко-економічна оцінку» підтверджує ефективность впровадження розробленого агрегату.

Ключові слова: картоплесаджалка, протруювання бульб, розпилювач, рівномірність покриття, інсектицид, фунгіцид, насос.

ЗМІСТ

ВСТУП ..... 8
1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «ОЛДРІДЖ ГРУП». ..... 10
1.1. Загальна характеристика господарства ..... 10
1.2. Природно-кліматична характеристика умов господарювання ..... 11
1.3. Матеріально-технічна база господарства ..... 13
1.4. Висновки до розділу ..... 15
2. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ ЇЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ..... 16
2.1. Агротехнічні основи вирощування картоплі ..... 16
2.2. Існуюча технологія вирощування картоплі ..... 18
2.3. Комплекс машин для вирощування картоплі ..... 25
2.4. Вимоги до протруювання картоплі та способи нанесення ЗЗР ..... 36
2.5. Висновки до розділу ..... 39
3. КОНСТРУКТИВНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ З ОДНОЧАСНИМ ПРОТРУЮВАННЯМ БУЛЬБ ..... 40
3.1. Обґрунтування необхідності протруювання насіннєвого матеріалу картоплі ..... 40
3.2 Конструкція вузла протруювання та принцип його роботи ..... 41
3.3 Визначення продуктивності картоплесаджалки ..... 43
3.4. Обгрунтування висоти розташування розпилювача ..... 44
3.5 Розрахунок трубопроводів гідролінії ..... 46
3.6. Вибір насоса ..... 49
3.7. Висновки до розділу ..... 50
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ..... 52
4.1 Заходи з охорони праці при роботі з удосконаленою картоплесаджалкою ..... 52
4.2 Оцінка впливу удосконаленого технологічного процесу на навколишнє середовище ..... 53

4.3. Висновки до розділу ..... 54
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ..... 55
5.1. Вихідні дані ..... 55
5.2. Розрахунок показників економічної ефективності ..... 56
5.3. Висновки до розділу ..... 57
ВИСНОВКИ ..... 58
ЛІТЕРАТУРА ..... 60
ДОДАТКИ ..... 62

# ВСТУП

Вирощування картоплі є однією з провідних галузей рослинництва, що має важливе продовольче, кормове та промислове значення. Картопля використовується як основний продукт харчування, джерело вуглеводів, біологічно цінних білків і вітамінів, а також як сировина для переробної промисловості. Вона характеризується високою адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов, що забезпечує можливість її ефективного вирощування в широкому діапазоні агроландшафтів. Разом з тим, виробництво картоплі належить до трудомістких і ресурсоємних процесів, що потребують застосування сучасних технологій та високого рівня механізації.

На сучасному етапі розвитку аграрного виробництва підвищення ефективності вирощування картоплі досягається за рахунок впровадження інтенсивних технологій, які передбачають оптимізацію всіх етапів технологічного процесу, зокрема підготовки посадкового матеріалу та його висаджування. Одним із важливих агротехнічних заходів є протруювання бульб, спрямоване на захист рослин від комплексу хвороб і шкідників на ранніх етапах розвитку. Застосування фунгіцидних та інсектицидних препаратів дозволяє знизити ураження рослин, покращити схожість, забезпечити рівномірність сходів і, як наслідок, підвищити врожайність культури [1,2].

Однак у більшості господарств процес протруювання здійснюється окремо від операції садіння, що потребує додаткових витрат праці, енергії та часу. Крім того, це ускладнює організацію виробничого процесу та може призводити до порушення технологічних вимог, зокрема нерівномірності нанесення препарату або повторного інфікування посадкового матеріалу. Існуючі картоплесадильні агрегати, як правило, не оснащені ефективними пристроями для одночасної обробки бульб, що обмежує можливості комплексної механізації технологічного процесу [12].

В умовах зростання вартості матеріально-технічних ресурсів та необхідності підвищення конкурентоспроможності аграрного виробництва

особливої актуальності набуває розробка технічних рішень, спрямованих на поєднання декількох технологічних операцій в одному робочому процесі. Такий підхід дозволяє зменшити кількість проходів агрегатів по полю, знизити витрати палива, підвищити продуктивність праці та забезпечити більш раціональне використання засобів захисту рослин.

Актуальність теми дипломного проєкту зумовлена необхідністю удосконалення картоплесадильних агрегатів шляхом оснащення їх пристроями для одночасного протруювання бульб, що забезпечить підвищення ефективності технологічного процесу садіння, покращення фітосанітарного стану посівів та зниження виробничих витрат.

Метою дипломного проєкту є підвищення ефективності процесу садіння картоплі шляхом удосконалення картоплесадильного агрегату та розробки пристрою для одночасного протруювання бульб.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- здійснити огляд існуючих конструкцій картоплесадильних машин і пристроїв для протруювання посадкового матеріалу;
- виявити основні недоліки наявних технічних рішень і обґрунтувати напрямки їх удосконалення;
- розробити конструкцію пристрою для одночасного протруювання бульб у складі картоплесадильного агрегату;
- виконати необхідні інженерні розрахунки для підтвердження працездатності та ефективності запропонованої конструкції;
- оцінити умови безпечної експлуатації агрегату та розробити заходи з охорони праці;
- провести техніко-економічне обґрунтування доцільності впровадження розробленого агрегату у виробництво.

Реалізація запропонованих технічних рішень сприятиме підвищенню рівня механізації процесу вирощування картоплі, забезпечить зниження втрат урожаю від хвороб і шкідників, а також дозволить підвищити економічну ефективність виробництва за рахунок оптимізації технологічних операцій.

# 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «ОЛДРІДЖ ГРУП».

## 1.1. Загальна характеристика господарства

Товариство з обмеженою відповідальністю «Олдрідж Груп» зареєстроване у місті Запоріжжя за адресою: проспект Соборний, будинок 152, офіс 28. Земельні угіддя підприємства розташовані на території Томаківського району Дніпропетровської області, в межах села Настасівка (рис.1.1). Загальна площа земельних угідь сільськогосподарського призначення складає близько 580 га, що включає орні землі, багаторічні насадження та площі під овочевими культурами, зокрема картоплею.

Основним напрямом господарської діяльності є вирощування зернових, технічних культур та картоплі. Підприємство застосовує сучасні агротехнології, забезпечує комплексну механізацію виробничих процесів і контроль за станом ґрунтів та рослин, що дозволяє підвищувати врожайність та якість продукції.




Рисунок 1.1 – Місце знаходження угідь товариства на карті району

Рослинницький напрям у господарстві організовано на основі сучасних агротехнологічних підходів, спрямованих на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур і раціональне використання земельних ресурсів. У виробництві застосовуються елементи точного землеробства, систематично

використовуються мінеральні добрива та засоби захисту рослин, що сприяє формуванню стабільних і високих урожаїв.

Значна увага приділяється якісному обробітку ґрунту та дотриманню науково обґрунтованої сівозміни, що дозволяє підтримувати і відновлювати родючість ґрунтів. Паралельно здійснюється оновлення матеріально-технічної бази підприємства: у виробничому процесі використовуються сучасні сільськогосподарські машини та агрегати, які забезпечують своєчасне і якісне виконання польових робіт відповідно до агротехнічних вимог.

Виробнича інфраструктура підприємства включає необхідні об’єкти для ефективного ведення господарської діяльності, зокрема складські приміщення для зберігання продукції, машинно-тракторний парк, ремонтні майстерні та допоміжні споруди. Наявність кваліфікованого персоналу та належний рівень організації виробництва забезпечують стабільне функціонування господарства, його економічну стійкість і внесок у розвиток аграрного сектору.

### 1.2. Природно-кліматична характеристика умов господарювання

Земельні угіддя ТОВ «Олдрідж Груп» розташовані в межах степової зони України, яка характеризується помірно континентальним кліматом із жарким, посушливим літом та відносно м’якою, малосніжною зимою. Такі природні умови загалом є сприятливими для вирощування широкого спектра сільськогосподарських культур, однак нестійкість погодних факторів може суттєво впливати на рівень їх урожайності.

Ґрунтовий покрив представлений переважно чорноземами звичайними середньогумусними. Ці ґрунти відзначаються високим вмістом гумусу, доброю структурою, сприятливими водно-фізичними властивостями та достатньою забезпеченістю основними елементами живлення рослин. Вони мають високу природну родючість і добре реагують на внесення мінеральних добрив, що створює передумови для отримання стабільно високих урожаїв. Разом з тим, за умов недостатнього зволоження можливе ущільнення орного шару та зниження ефективності використання поживних речовин.

Кліматичні умови останніх років (2023-2025 рр.) характеризуються підвищенням середньорічних температур повітря та збільшенням тривалості періодів із високими температурними показниками в літній період. Зими, як правило, є нестійкими, з частими відлигами та незначним сніговим покривом, що може впливати на перезимівлю озимих культур. Весняний період відзначається швидким підвищенням температур, що сприяє ранньому початку польових робіт, але водночас супроводжується дефіцитом вологи у верхніх шарах ґрунту.

Літній період характеризується високими температурами повітря, які нерідко перевищують оптимальні значення для росту і розвитку рослин. Це призводить до підвищеного випаровування вологи та формування посушливих умов, особливо у критичні фази розвитку культур. Осінній період, як правило, є теплим і відносно сухим, що створює сприятливі умови для проведення збирання врожаю та підготовки ґрунту до наступного сезону.

Річна кількість атмосферних опадів у зоні розташування господарства є недостатньою та характеризується значною нерівномірністю розподілу протягом року. Основна їх частина припадає на весняно-літній період, однак навіть у цей час можливі тривалі бездощові періоди. Така нестабільність зволоження є одним із лімітуючих факторів формування врожайності, особливо для культур із підвищеними вимогами до вологи, зокрема картоплі.

Умови зволоження та температурний режим суттєво впливають на ефективність технологічних операцій, пов’язаних із вирощуванням картоплі. Недостатня вологість ґрунту під час садіння може призводити до зниження польової схожості, а високі температури у поєднанні з дефіцитом вологи – до пригнічення росту рослин та зменшення врожайності. У зв’язку з цим виникає необхідність застосування технологічних прийомів і технічних засобів, спрямованих на збереження вологи в ґрунті та забезпечення якісного виконання агротехнічних операцій.

1.3. Матеріально-технічна база господарства

Матеріально-технічне забезпечення підприємства є визначальним чинником ефективного функціонування сільськогосподарського виробництва. Саме рівень оснащеності технічними засобами обумовлює ступінь механізації виробничих процесів, якість виконання технологічних операцій та можливість їх проведення у оптимальні агротехнічні строки. У ТОВ «Олдрідж Груп» сформована система машин і обладнання, яка забезпечує виконання основних польових робіт, починаючи від обробітку ґрунту і закінчуючи збиранням урожаю та його первинною доробкою.

Структура посівних площ господарства орієнтована на вирощування зернових і технічних культур, серед яких провідне місце займають озима пшениця, кукурудза на зерно та соняшник. Додатково у виробництві використовуються ярі зернові культури, ріпак, а також картопля як важлива продовольча культура. Такий підхід дозволяє забезпечити стабільність виробництва навіть за умов нестійкого клімату та обмеженого зволоження.

Формування посівних площ здійснюється щорічно з урахуванням науково обґрунтованої сівозміни, біологічних особливостей культур та кон’юнктури ринку. Це сприяє раціональному використанню земельних ресурсів, збереженню родючості ґрунтів і підвищенню економічної ефективності господарювання (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Структура посівних площ господарства

| № п/п | Культура | Площа посіву, га | У % до загальної площі |
|---|---|---|---|
| 1 | Пшениця озима | 200 | 34,5 |
| 2 | Ячмінь ярий | 80 | 13,8 |
| 3 | Кукурудза на зерно | 120 | 20,7 |
| 4 | Соняшник | 130 | 22,4 |
| 5 | Ріпак озимий | 30 | 5,2 |
| 6 | Картопля | 20 | 3,4 |
| **Всього** | | **580** | **100** |

Зернові культури займають переважну більшість посівних площ господарства, що відповідає спеціалізації на виробництві зерна та кормів. Соняшник і ріпак формують основний блок технічних культур, забезпечуючи рентабельність виробництва олії. Картопля займає окрему нішу – її площа незначна, але вирощування потребує високого рівня технологічного забезпечення, особливо при проведенні операцій садіння та протруювання бульб для забезпечення високої схожості та зменшення втрат від хвороб і шкідників.

Для виконання комплексу сільськогосподарських робіт у господарстві сформовано машинно-тракторний парк, який забезпечує механізацію основних виробничих процесів. Наявність техніки різного функціонального призначення дозволяє своєчасно та якісно виконувати операції з обробітку ґрунту, сівби, догляду за посівами, збирання врожаю та транспортування продукції.

До складу машинно-тракторного парку входять трактори різних класів тяги, зернозбиральні комбайни, транспортні засоби, а також широкий спектр причіпних і навісних машин (табл 1.2).

Таблиця 1.2 – Кількісний та якісний склад машинно-тракторного парку

| **Найменування та марки** | **Кількість** |
|---|---|
| **1** | **2** |
| **Трактори**: | |
| John Deere 6920 | 1 |
| МТЗ 1221 | 2 |
| МТЗ 82.1 | 2 |
| **Автомобілі самоскиди:** | |
| JAC N350 | 3 |
| SITRAK C7H | 2 |
| **Комбайни:** | |
| New Holland CX6090 | 1 |
| Claas Lexion 560 2008 | 1 |
| AVR 220B | 1 |
| **Сівалки:** | |
| СЗД-420V | 2 |
| VESTA-8 | 1 |
| Väderstad TEMPO F8 | 1 |

| 1 | 2 |
|---|---|
| **Плуги:** | |
| ПЛН-4-35 | 4 |
| **Культиватори:** | |
| АКПК-4 | 1 |
| KUHN HRB-302 | 1 |
| BASELIER FK-310 | 1 |
| BASELIER LK-310 | 1 |
| ALTAIR-5,6 | 2 |
| **Борони:** | |
| Pallada 3000 | 2 |
| **Розкидачі:** | |
| Rauch AXIS M 30.2 Q | 1 |
| РОУ-6 | 1 |
| **Оприскувачі:** | |
| ОП-24 | 1 |

Для вирощування картоплі у господарстві є усі наявні машини, які виконанують основні операцій технологічного процесу: садіння, догляду за посівами та збирання врожаю. Разом з тим, процес передпосадкової обробки бульб та їх протруювання реалізується окремо від операції садіння, що призводить до збільшення трудових і енергетичних витрат.

Це обумовлює доцільність розробки комбінованого агрегату, який забезпечуватиме одночасне виконання операцій садіння та протруювання бульб, що дозволить підвищити ефективність технологічного процесу та знизити витрати ресурсів.

## 1.4. Висновки до розділу

Аналіз виробничо-господарської діяльності показав, що господарство має необхідні ресурси для ефективного вирощування картоплі, однак існують технологічні та організаційні обмеження, які знижують рівень продуктивності. Виявлено втрати врожайності, пов’язані з недосконалістю окремих технологічних операцій і недостатнім рівнем їх механізації. Це обґрунтовує необхідність удосконалення технічного забезпечення виробництва.

# 2. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ ЇЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

## 2.1. Агротехнічні основи вирощування картоплі

Картопля є культурою, що висуває підвищені вимоги до фізичного стану ґрунту, зокрема до його структури та аерації. Найбільш придатними для її вирощування є супіщані, легкосуглинкові та середньосуглинкові ґрунти, які здатні зберігати пухкий стан протягом усього періоду вегетації. Забезпечення оптимальної структури ґрунту є однією з основних умов формування високого врожаю та якісних бульб.

Основний обробіток ґрунту під картоплю здійснюється на глибину 27-30 см. З цією метою застосовують оранку, плоскорізний обробіток та глибоке розпушування. Вибір способу обробітку залежить від типу ґрунту, попередника та рівня його ущільнення. У весняний період, після сходу снігу та підсихання верхнього шару ґрунту, проводиться боронування з метою закриття вологи, після чого виконують передпосівний обробіток культиваторами на глибину 14-16 см [11].

На важких суглинкових ґрунтах особливу увагу приділяють глибокому розпушуванню, яке сприяє покращенню водно-повітряного режиму. У таких умовах доцільним є проведення додаткового обробітку безполицевими знаряддями на глибину до 28-30 см за 5-7 днів до садіння, що дозволяє створити оптимальні умови для розвитку кореневої системи рослин і формування бульб.

Важливим елементом технології вирощування картоплі є дотримання сівозміни. Для виробництва товарної продукції найчастіше застосовують спрощені сівозміни з короткою ротацією, наприклад: чистий пар → картопля або чистий пар → картопля → картопля. Водночас для вирощування насіннєвого матеріалу використовують більш насичені сівозміни з включенням бобових і зернових культур, що сприяє покращенню фітосанітарного стану ґрунту та зниженню ураження рослин хворобами.

До таких сівозмін належать:

– чистий пар → картопля →горох → пшениця;

– ярі зернові з підсівом багаторічних трав → багаторічні трави → картопля насіннєва → картопля продовольча.

Система удобрення є одним із визначальних факторів підвищення врожайності картоплі. Особливу роль відіграють органічні добрива, які не лише забезпечують рослини поживними речовинами, але й позитивно впливають на фізичні та біологічні властивості ґрунту. Внесення органічних добрив сприяє накопиченню гумусу, активізації мікробіологічних процесів та покращенню структури ґрунту. Як правило, органічні добрива вносять у паровому полі в дозах до 60-80 т/га один раз за ротацію сівозміни [4,12].

Поряд із органічними добривами важливе значення має застосування мінеральних добрив, зокрема азотних, фосфорних і калійних, які вносять безпосередньо під час садіння або в процесі передпосівного обробітку. Однак у виробничих умовах не завжди вдається забезпечити внесення добрив у повному обсязі, що може негативно позначатися на врожайності культури.

Для садіння використовують насіннєві бульби масою 40-80 г, які забезпечують оптимальні умови для формування сходів та подальшого розвитку рослин. Важливим агротехнічним заходом є передпосадкова підготовка бульб, яка включає їх сортування, калібрування та обробку захисними препаратами.

З метою захисту рослин від хвороб і шкідників перед садінням необхідно проводити протруювання бульб із застосуванням фунгіцидних та інсектицидних препаратів. Найбільш ефективним є проведення цієї операції безпосередньо під час садіння або в процесі підготовки посадкового матеріалу. Проте на практиці ця технологічна операція часто виконується не в повному обсязі або взагалі відсутня, що призводить до зниження врожайності та погіршення якості продукції.

2.2. Існуюча технологія вирощування картоплі

Внесення органічних добрив сприяє формуванню пухкої структури ґрунту та її стабілізації, підвищує антифітопатогенний потенціал, покращує оброблюваність, збільшує запаси поживних речовин та мікроелементів, а також підвищує водоутримуючу здатність ґрунту.

Картопля, як культура, знижує вміст гумусу в ґрунті, тому в господарствах органічні добрива вносять зазвичай під попередники в нормі 70-100 т/га. Найчастіше як попередник використовується пшениця, також добрим попередником також є однорічні трави з горохом.

Внесення органічних добрив у господарствах здійснюється розкидачем РОУ-6. Джерелом органічних добрив є пташиний послід, який доставляється з ТОВ «МАРГАНЕЦЬКА ПТАХОФАБРИКА». Він містить широкий спектр макро- та мікроелементів, необхідних для розвитку рослин, та одночасно вирішує проблему утилізації відходів для птахофабрики.

Картопля висуває підвищені вимоги до якості обробітку ґрунту, особливо чутлива до його ущільнення та перезволоження. Основною метою обробітку є створення сприятливих умов для проростання бульб і росту рослин, а також забезпечення оптимального водно-повітряного та поживного режимів у ґрунті.

Основний осінній обробіток ґрунту в господарстві виконується плугами з метою формування достатньо глибокого та пухкого шару ґрунту на глибину до 30 см.

У міру появи сходів бур’янів та падалиці поле розпушують культиваторами на глибину 10-15 см. Це дозволяє заглибити грудковатий шар, досягти фізичної зрілості більшої частини орного горизонту, запобігти утворенню «гнізд» із соломи та вирівняти розвальні борозни та гребені. За один прохід здійснюється одночасне розпушування, перемішування та вирівнювання ґрунту. Разом із розпушенням відбувається знищення бур’янів та зменшення втрат вологи ранньої весни.

Мета передпосадкового обробітку ґрунту полягає у створенні стабільної дрібногрудкової структури ґрунту з достатнім об’ємом шпарин.

Передпосадкова обробка ґрунту здійснюється горизонтально-фрезерним культиватором на глибину 14-16 см. Безпосередньо перед культивацією мінеральні добрива рівномірно розкидають по поверхні ґрунту та відразу заорюють на глибину обробітку. Дози добрив визначаються залежно від родючості ґрунту та запасів ключових елементів живлення: азоту (100-180 кг/га), калію (150-250 кг/га) та фосфору (200 кг/га).

Для визначення вмісту поживних речовин восени з кожного поля беруть ґрунтові проби, які аналізують у лабораторних умовах. На основі результатів аналізу надаються рекомендації щодо внесення конкретних доз тих чи інших елементів живлення.

Під час садіння бульбу необхідно розташовувати на однаковій глибині, щоб забезпечити одночасне проростання сходів, що є важливим для механізованого догляду за рослинами та збору врожаю. Бульби слід садити якнайближче до поверхні ґрунту, оскільки завдяки прогріванню верхніх шарів вони швидше проростають і сходять (рис.2.1). Глибина садіння має відповідати діаметру бульби: верхня частина бульби повинна знаходитися на рівні поверхні поля.

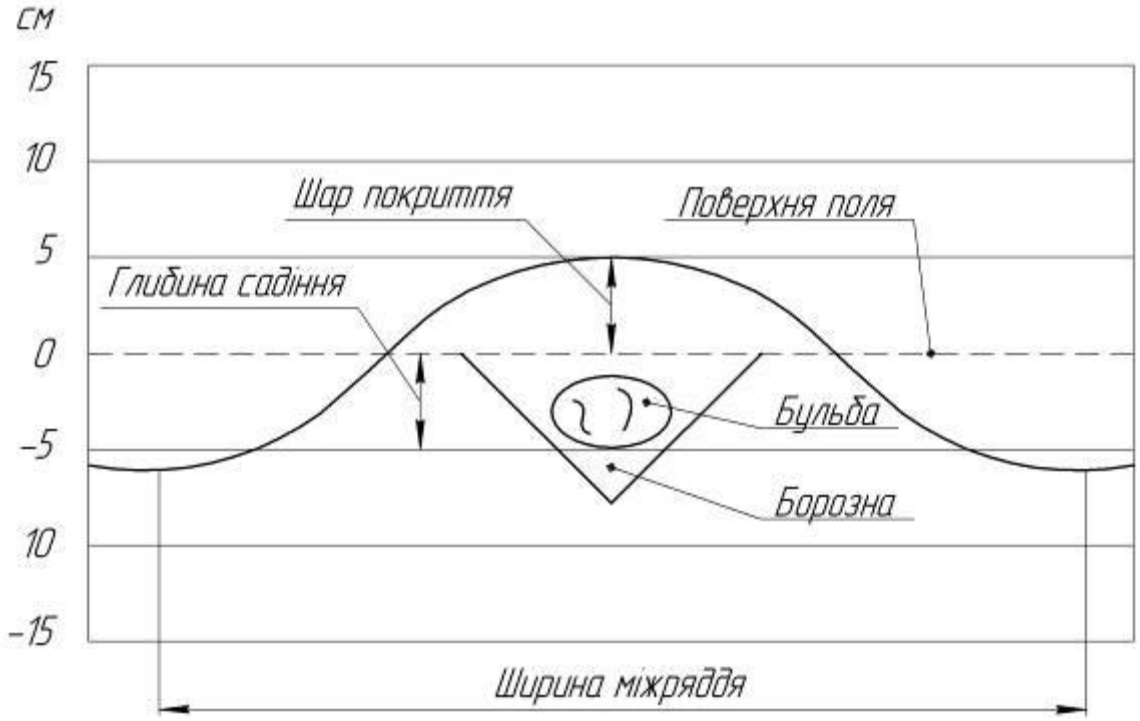



Рисунок 2.1 – Схема укладання картоплі в ґрунт

Правильна глибина розміщення бульби забезпечує зручне підкопування під час збирання. Формування «гнізд» бульб досягається під час підгортання, при цьому товщина шару ґрунту над бульбами не повинна перевищувати 10-15 см. Надто глибоке садіння негативно впливає на врожайність, підвищує втрати під час копання, збільшує ризик механічного пошкодження бульб та зменшує продуктивність збиральної техніки через більшу масу ґрунту, що відокремлюється. Надто поверхневе садіння може призвести до оголення «гнізд», утворення хлорофілу в бульбах, що робить картоплю непридатною для споживання.

Садіння картоплі проводиться за допомогою чотирирядних напівнавісних саджалок. Щільність посадки залежить від сорту, призначення посадок (продовольчий чи насіннєвий матеріал) та розміру бульб. Враховуючи ці фактори, на один гектар висаджують від 40 до 60 тис. бульб, використовуючи 2,6-5,0 т посадкового матеріалу [11].

Для насіннєвого матеріалу бульби висаджують із частотою 14-17 см залежно від фракції, при цьому норма висадження становить 4-5 т/га. Для продовольчого відстань між бульбами становить 24-27 см, витрати посадкового матеріалу – 2,6-3,5 т/га.

Після садіння картоплі необхідно виконувати комплекс агротехнічних заходів, спрямованих на збереження та формування пухкого стану ґрунту в міжряддях, боротьбу з бур’янами, прискорення появи сходів і процесу бульбоутворення, а також полегшення збирання врожаю шляхом формування гребенів із добре просіюваного, без грудок ґрунту.

У кліматичних умовах господарства перші сходи картоплі з’являються через 12-14 днів після садіння. Тому надзвичайно важливо сформувати гребені до появи листків, оскільки вже розгорнутий листок значно гірше проходить крізь новоутворений ущільнений шар ґрунту, що може призвести до зниження врожайності на 18-20 %. У зв’язку з цим підгортання розпочинають на 10-12 день після садіння.

Формування гребенів здійснюється вертикально-фрезерними просапними культиваторами типу в агрегаті з трактором, оснащеним вузькими технологічними колесами. Використання таких агрегатів забезпечує підвищення пористості ґрунту, покращення його аерації та збереження вологи в зоні гребенів, а також ефективне знищення проростих бур'янів. У результаті створюються сприятливі умови для росту та розвитку молодих рослин (рис.2.2).

Приблизно на 21-23 день після садіння у рослин починають формуватися бічні горизонтальні пагони, на яких у подальшому утворюються столони, а з них – бульби. Ці органи є дуже крихкими та легко пошкоджуються, тому після формування гребенів і до моменту збирання міжрядний обробіток, як правило, не проводять. Контроль бур'янів у цей період здійснюється переважно із застосуванням гербіцидів.

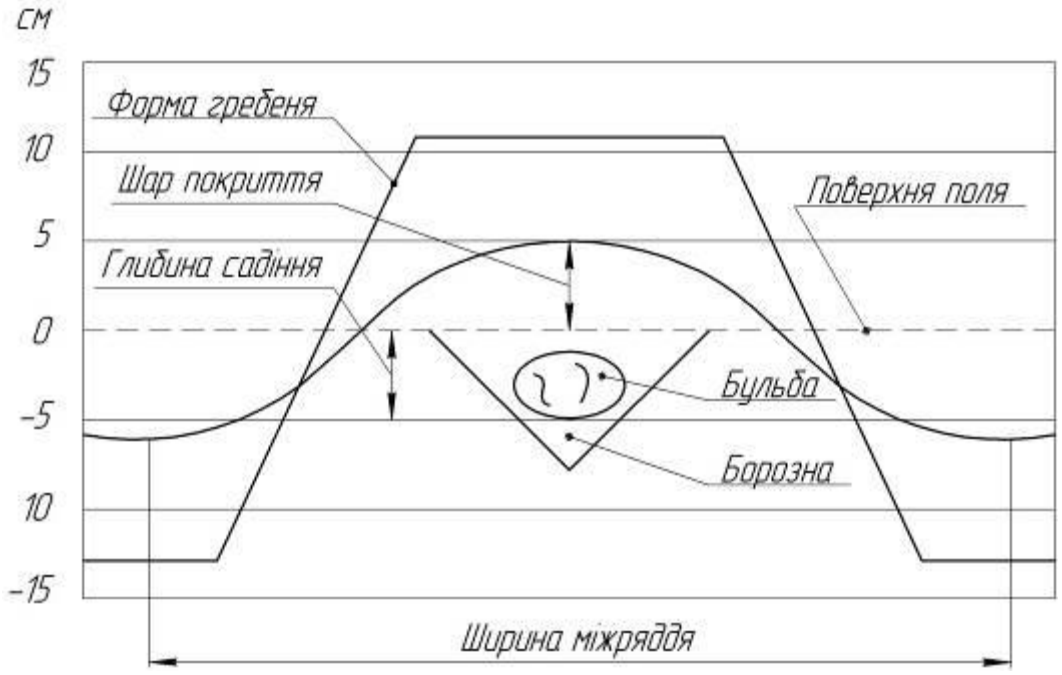



Рисунок 2.1 – Форма гребеня після підгортання

За такого способу не відбувається пошкодження столонів, що сприяє формуванню високого врожаю. Крім того, виключається додатковий механічний вплив на ґрунт, запобігається його ущільнення та зменшується ризик пошкодження кореневої системи рослин. Застосування такої технології дозволяє уникнути втрат урожайності, які можуть досягати до 30 %, однак при

цьому обов’язковою умовою є ефективне використання гербіцидів для контролю бур’янів.

Картопля як широкорядна культура характеризується повільним ростом на початкових етапах розвитку, особливо за прохолодних погодних умов. У період від появи сходів до змикання рядків вона має низьку конкурентоспроможність щодо бур’янів, які інтенсивно використовують поживні речовини, вологу та світло. Уже на стадії сходів наявність п’яти бур’янів на 1 м² або близько 1 % покриття площі призводить до досягнення порогу шкодочинності. У фазі повного розвитку рослин цей поріг становить приблизно 4-5 % забур’яненості або ті ж п’ять рослин бур’янів на 1 м².

За відсутності заходів контролю бур’янів втрати врожайності можуть сягати 75 %. Необхідність ретельної боротьби з бур’янами зумовлена також тим, що багато з них є резерваторами збудників хвороб картоплі. Крім того, забур’янені посіви мають гіршу вентиляцію, що створює сприятливі умови для розвитку фітофторозу. Пізнє забур’янення також ускладнює процес збирання врожаю та знижує продуктивність техніки.

У технології вирощування картоплі гербіциди застосовують різними способами: довсходово – незадовго до появи сходів, у фазі появи 5-10 % сходів та після появи сходів.

При довсходовому та ранньому внесенні використовують препарати ґрунтової дії, тоді як післясходові гербіциди впливають як через листкову поверхню, так і через ґрунт.

У виробничих умовах господарства після формування гребенів проводять довсходове обприскування препаратами, надалі, залежно від рівня забур’яненості, виконують одну або дві післясходові обробки у фазі висоти рослин 10-15 см.

Для захисту рослин від фітофторозу застосовують фунгіциди контактної та системної дії. Перше обприскування проводять при появі перших ознак захворювання, наступні – за потреби з інтервалом 8-14 днів.

Боротьба з бур’янами та хворобами є одним із визначальних факторів отримання високих урожаїв картоплі. Водночас застосування лише пестицидів не забезпечує належного ефекту. Відповідно до концепції інтегрованого захисту рослин у системі адаптивного землеробства, контроль бур’янів і хвороб здійснюється на основі комплексного підходу. Він включає: раціональні сівозміни, якісний основний і передпосадковий обробіток ґрунту, формування здорових і конкурентоспроможних посівів, механічні методи боротьби, а також обґрунтоване застосування пестицидів. Усі ці заходи повинні бути економічно доцільними та екологічно безпечними і застосовуватись у взаємозв’язку на всіх етапах сівозміни.

Видалення бадилля є важливим технологічним прийомом, який виконується з кількох причин: зменшення його маси та полегшення процесу збирання, що знижує навантаження на сепарувальні органи техніки, підвищує її продуктивність і зменшує втрати бульб; регулювання фізіологічного достигання бульб і строків збирання; покращення умов прогрівання та підсихання гребенів; знищення бур’янів; підвищення механічної міцності шкірки бульб; зменшення їх пошкоджуваності під час збирання та покращення лежкості при зберіганні; зниження ризику ураження бульб хворобами, зокрема бурою гниллю.

Бадилля починають видаляти, коли відмирає близько 70-75 % стебел або значна їх частина вже втратила листковий апарат. У разі ураження рослин фітофторозом видалення бадилля проводять раніше, ніж при природному достиганні. При цьому спочатку виконують хімічну обробку, а потім – механічне видалення бадилля. Внесення десикантів здійснюють обприскувачами, що використовуються для захисту рослин.

Механічне видалення бадилля та його подрібнення в господарствах виконують за допомогою подрібнювачів бадилля.

Після видалення бадилля бульби залишають у ґрунті приблизно на 10 діб. Такий агротехнічний прийом сприяє формуванню фізіологічно зрілого та здорового врожаю, а також забезпечує зміцнення та ущільнення шкірки бульб.

Збирання картоплі доцільно проводити у стислі строки за умов, коли частка бульб із добре сформованою щільною шкіркою становить не менше 95%, гребені не встигли зарости бур'янами, погодні умови є сухими, а температура ґрунту перевищує 10 °С. Основною метою є збирання врожаю з мінімальними втратами та механічними пошкодженнями бульб.

Для збирання використовують картоплезбиральний комбайн. Ефективна робота комбайна забезпечується за таких умов: твердість ґрунту понад 1,4 МПа, засміченість камінням (діаметром до 150 мм) – не більше 8 т/га, урожайність культури – в межах 10-50 т/га, глибина залягання нижніх бульб – до 22 см, ширина гнізда – до 40 см.

Втрати бульб після проходу картоплезбирального комбайна не повинні перевищувати 3 % (до 0,6 т/га), а чистота зібраної продукції має становити не менше 80 %. Рівень механічних пошкоджень бульб на ґрунтах із вологістю понад 24 % та за наявності каміння діаметром до 150 мм не повинен перевищувати 10 % [1,3].

На етапі післязиральної обробки продукції першочерговим завданням є відбір якісного товарного матеріалу, що відповідає вимогам ринку. Післязбиральна обробка в господарстві здійснюється на сортувальному комплексі MIEDEMA, де продукцію розподіляють на фракції: насіннєву, продовольчу та дрібну.

Насіннєва картопля повинна відповідати встановленим стандартам якості. Відповідно до вимог, її поділяють за ступенем репродукції на елітну та репродукційну.

Після сортування картоплю закладають на зберігання. До зберігання допускаються лише бульби, що відповідають таким вимогам: вони мають бути непроростими, фізіологічно зрілими, здоровими, чистими, сухими та без сторонніх домішок. Додатково встановлюються обмеження за показниками якості: частка сильно пошкоджених бульб не повинна перевищувати 3 %, із сухою гниллю – до 1 %, у тому числі уражених фітофторозом – до 0,5 %, паршею звичайною – до 3 %, а вміст сторонніх домішок – не більше 3 %.

Насіннєвий матеріал у господарстві переважно є власного виробництва, за винятком випадків оновлення або впровадження нових сортів.

## 2.3. Комплекс машин для вирощування картоплі

Ефективність вирощування картоплі значною мірою визначається рівнем механізації технологічних процесів та раціональним підбором технічних засобів. Сучасна технологія виробництва цієї культури передбачає використання комплексу машин, які забезпечують виконання всіх основних операцій – від підготовки ґрунту до збирання врожаю та його післязбиральної обробки [1-3].

Комплекс машин для вирощування картоплі формується з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, прийнятої технології, структури посівних площ, а також економічних можливостей господарства. До його складу входять машини для основного та передпосадкового обробітку ґрунту, внесення добрив, садіння, догляду за посівами, захисту рослин, видалення бадилля та збирання врожаю. Важливою умовою є узгодженість параметрів і продуктивності машин, що забезпечує безперервність технологічного процесу та мінімізацію втрат продукції.

Раціонально сформований машинно-тракторний агрегат дозволяє підвищити продуктивність праці, зменшити витрати ресурсів, забезпечити дотримання агротехнічних строків виконання робіт і, як наслідок, отримати стабільно високий урожай якісної продукції.

Комплес машин, який застосовується для вирощування картоплі в господарстві наведено на рис. 2.3.

Розкидач органічних добрив РОУ-6 (табл. 2.1, рис.2.4) призначений для внесення органічних добрив на поля з метою рівномірного забезпечення рослин поживними речовинами та покращення фізичних і біологічних властивостей ґрунту. Тверді добрива вносять у полуперепрілому або перепрілому стані, після чого вони закладаються у верхній шар ґрунту, що сприяє їх ефективному використанню [15].

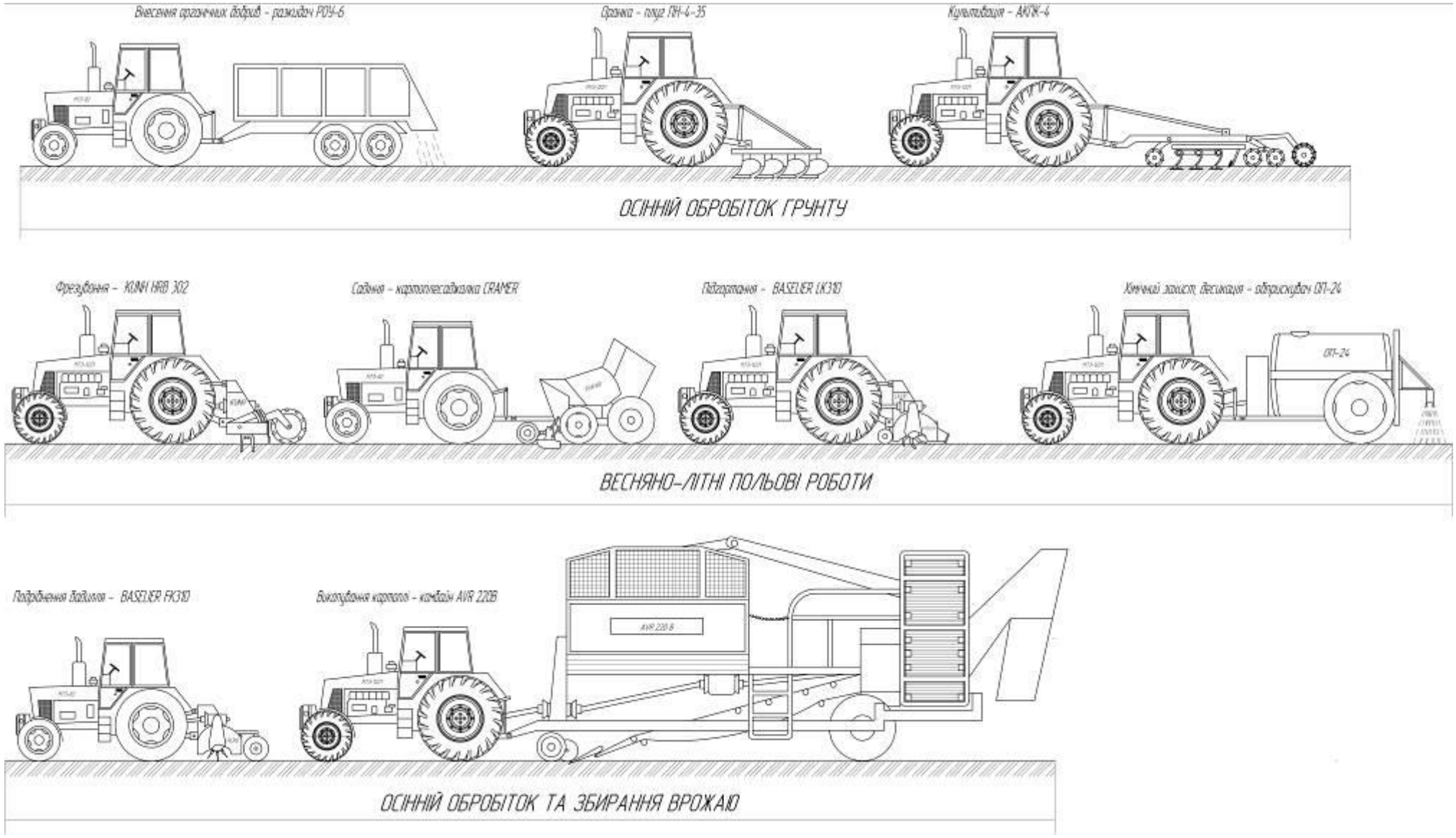



Рисунок 2.3 – Комплес машин для вирощування картоплі




Рисунок 2.4 – Розкидач органічних добрив РОУ-6

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика РОУ-6

| № | Параметр | Одиниця виміру | Значення |
|---|---|---|---|
| 1 | Вантажопід’ємність | т | 6 |
| 2 | Ширина розкидання | м | 6-7 |
| 3 | Норма внесення | т/га | 15-45 |
| 4 | Робоча швидкість | км/год | до 12 |
| 5 | Агрегатування | тк | 1,4 |

Плуг ПН-4-35 (рис. 2.5., табл 2.2) призначений для виконання основного обробітку ґрунту шляхом оранки з обертанням скиби. Його застосування забезпечує загортання рослинних решток і органічних добрив у ґрунт, знищення бур’янів, а також створення пухкого орного шару з оптимальною структурою. Це сприяє накопиченню вологи, покращення аерації та формування сприятливого середовища для розвитку кореневої системи рослин.



Риснунок 2.5 – Плуг ПН-4-35

Таблиця 2.2 – Технічна характеристика ПН-4-35

| № | Параметр | Одиниця виміру | Значення |
|---|---|---|---|
| 1 | Продуктивність | га/год | 0,9-1,2 |
| 2 | Глибина обробітку | см | до 30 |
| 3 | Робоча швидкість | км/год | 6-9 |
| 4 | Ширина захвату | м | 1,4 |
| 5 | Агрегатування | тк | 1,4-2 |

Компактор АКПК-4 (рис 2.6, табл. 2.3) призначений для передпосівного обробітку ґрунту після оранки. Його використання дозволяє за один прохід виконати декілька технологічних операцій, що забезпечує формування якісного посівного ложа з оптимальною структурою ґрунту. Це особливо важливо при вирощуванні картоплі, оскільки рівномірний дрібногрудочкуватий шар сприяє дружним сходам та рівномірному розвитку рослин.

Агрегат поєднує у своїй конструкції декілька робочих органів: стрілчасті лапи, вирівнювальні планки та котки (планчасті або кільчасто-шпорові типу Crosskill). Завдяки цьому забезпечується розпушування верхнього шару ґрунту,

подрібнення грудок, вирівнювання поверхні та часткове ущільнення посівного шару.




Рисунок 2.6 – Компактор АКПК-4

Таблиця 2.3 – Технічна характеристика АКПК-4

| № | Параметр | Одиниця виміру | Значення |
|---|---|---|---|
| 1 | Продуктивність | га/год | 3,2-4,8 |
| 2 | Глибина обробітку | см | 4-12 |
| 3 | Робоча швидкість | км/год | 8-12 |
| 4 | Ширина захвату | м | 4 |
| 5 | Агрегатування | тк | 2-3 |

Горизонтально-фрезерний культиватор KUHN HRB-302 (рис. 2.7., табл 2.4.) призначений для суцільного передпосадкового обробітку ґрунту. Його застосування у технології вирощування картоплі забезпечує ефективне розпушування верхнього шару ґрунту, подрібнення грудок і створення поверхні поля, яка сприяє рівномірному розміщенню бульб і дружним сходам [19].

Конструкція агрегату передбачає використання активних робочих органів фрезерного типу, які здійснюють інтенсивне перемішування ґрунту без значного винесення нижніх шарів на поверхню. Це дозволяє зберігати капілярну структуру підґрунтя, що є важливим для підтримання оптимального водного режиму та забезпечення розвитку кореневої системи рослин.




Рисунок 2.7 – Горизонтально-фрезерний культиватор KUHN HRB-302

Обробіток ґрунту виконують у період досягнення ним фізичної стиглості. Весняне фрезерування проводиться на глибину близько 14 см, що дає змогу створити дрібногрудочкувату структуру верхнього шару, не порушуючи щільнішого капілярного горизонту, у якому в подальшому формується коренева система та бульбове гніздо.

Таблиця 2.4 – Технічна характеристика KUHN HRB-302

| № | Параметр | Одиниця виміру | Значення |
|---|---|---|---|
| 1 | Продуктивність | га/год | до 1,2 |
| 2 | Глибина обробітку | см | до 20 |
| 3 | Робоча швидкість | км/год | 5-7 |
| 4 | Ширина захвату | м | 3 |
| 5 | Агрегатування | тк | 1,4-2 |

Картоплесаджалка CRAMER (рис. 2.8, табл 2.5) використовується для механізованого садіння бульб картоплі з дотриманням заданих параметрів глибини, інтервалів у рядку та ширини міжрядь. Агрегат забезпечує рівномірне розміщення посадкового матеріалу, що є важливою умовою для формування дружних сходів і рівномірного розвитку рослин [13].

Завантаження бульб у бункер машини здійснюється безпосередньо з транспортних засобів (самоскидів або причепів), що спрощує організацію технологічного процесу та зменшує витрати часу.




Рисунок 2.8 – Чотирьохрядна каортоплесаджалка CRAMER

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика CRAMER

| № | Параметр | Одиниця виміру | Значення |
|---|---|---|---|
| 1 | Продуктивність | га/год | 1,4-2,5 |
| 2 | Кількість рядків | шт. | 4 |
| 3 | Ширина міжрядь | см | 75 |
| 4 | Робоча швидкість | км/год | 5-9 |
| 5 | Місткість бункера | кг | 2300 |
| 6 | Ширина захвату | м | 3 |
| 7 | Тип висаджувального апарату | ковшово-елеваторний | |
| 8 | Агрегатування | тк | 1,4-2 |

Висаджування бульб виконується за допомогою елеваторного механізму з ковшами, який забезпечує поштучне захоплення та укладання бульб у ґрунт. Така конструкція робочого органа дозволяє зменшити травмування посадкового матеріалу та підвищити точність висаджування.

Під час руху агрегат одночасно формує борозни, розміщує бульби на визначеній глибині та частково засипає їх ґрунтом із формуванням початкового гребеня.

Вертикально-фрезерний культиватор BASELIER FK-310 (рис. 2.9, табл 2.6) призначений для міжрядного обробітку картоплі з одночасним формуванням гребенів.

У процесі роботи культиватор розпушує ґрунт у міжряддях, подрібнює грудки та одночасно формує об’ємні гребені над висадженими бульбами. Це сприяє покращенню аерації ґрунту, збереженню вологи та активізації ростових процесів.



Рис. 2.10 – Вертикально-фрезерний культиватор BASELIER FK-310

Конструкція агрегату передбачає використання вертикально розташованих фрезерних робочих органів, які інтенсивно перемішують ґрунт без значного ущільнення нижніх шарів. У результаті забезпечується утворення пухкої структури гребеня, що є сприятливим середовищем для формування столонів і бульб [18].

Таблиця 2.6 – Технічна характеристика BASELIER FK-310

| № | Параметр | Одиниця виміру | Значення |
|---|---|---|---|
| 1 | Продуктивність | га/год | 1,6-2,0 |
| 2 | Кількість рядків | шт. | 4 |
| 3 | Ширина міжрядь | см | 70-75 |
| 4 | Робоча швидкість | км/год | 6-8 |
| 5 | Висота сформованих гребенів | см | до 30 |
| 6 | Ширина захвату | м | 3 |
| 7 | Агрегатування | тк | 2-3 |

Штанговий причіпний обприскувач ОП-24 (рис. 2.10, табл 2.7) призначений для внесення засобів захисту рослин і рідких добрив у посівах сільськогосподарських культур. У технології вирощування картоплі він використовується для обробки посівів гербіцидами, інсектицидами та фунгіцидами з метою захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб.




Рисунок 2.10 – Причіпний обприскувач ОП-24

Конструкція обприскувача включає бак для робочого розчину, насос, систему трубопроводів і розпилювальні штанги з форсунками. Завдяки великій

ширині захвату та високій робочій швидкості агрегат характеризується значною продуктивністю. Наявність змінних форсунок дозволяє регулювати норму витрати робочої рідини залежно від типу препарату, фази розвитку культури та умов обробки.

Таблиця 2.7 – Технічна характеристика ОП-24

| № | Параметр | Одиниця виміру | Значення |
|---|---|---|---|
| 1 | Ємність бака | л | 3000 |
| 2 | Робоча швидкість | км/год | 8-15 |
| 3 | Ширина захвату | м | 24 |
| 4 | Агрегатування | тк | 2-3 |

BASELIER LK-310 призначений для механічного видалення надземної частини рослин картоплі перед збиранням врожаю. Видалення бадилля проводиться, як правило, за 10-12 днів до початку збирання. Цей захід забезпечує прискорення достигання бульб, формування міцної шкірки, а також зменшує їх пошкоджуваність під час збирання та транспортування.

Агрегат забезпечує ефективне подрібнення та видалення бадилля з поверхні гребенів, що також сприяє зменшенню поширення хвороб, зокрема фітофторозу. За необхідності технологія може передбачати попередню хімічну десикацію рослин із подальшим механічним видаленням.

Конструкційною особливістю є можливість його агрегатування як у передній, так і у задній частині трактора, що забезпечує гнучкість у використанні та підвищує ефективність технологічного процесу.

Картоплезбиральний комбайн AVR 220B (рис. 2.11, табл 2.8) призначений для механізованого збирання картоплі. Його використання забезпечує комплексне виконання технологічного процесу, що включає підкопування бульб, відокремлення їх від ґрунту, очищення від домішок та накопичення у бункері з подальшим вивантаженням у транспортні засоби.



Рисунок 2.11 – Картоплезбиральний комбайн AVR 220B

Агрегат здійснює дворядне збирання, конструкція робочих органів передбачає ефективне просіювання ґрунту та рослинних решток із мінімальним рівнем вібрації та шуму [17].

Таблиця 2.8 – Технічна характеристика AVR 220B

| № | Параметр | Одиниця виміру | Значення |
|---|---|---|---|
| 1 | Кількість рядків | шт. | 2 |
| 2 | Ширина міжрядь | см | 75 |
| 3 | Робоча швидкість | км/год | 5-7 |
| 4 | Агрегатування | тк | 2-3 |
| 5 | Продуктивність | га/год | 0,8-1,1 |
| 6 | Місткість бункера | кг | 4500 |

Особливу увагу в конструкції комбайна приділено зменшенню механічних пошкоджень бульб. Це досягається завдяки застосуванню гумованих елементів транспортерів і мінімізації перепадів висоти під час

переміщення продукції. У результаті знижується травмування картоплі, що є важливим фактором для її подальшого зберігання.

На сучасному етапі в господарстві передпосадкова обробка (протруювання) насіннєвого матеріалу картоплі не проводиться, що призводить до втрат урожайності на рівні до 20 %. Залежно від погодних умов у період проростання та появи сходів ураження рослин хворобами може досягати 50 %, що зумовлює необхідність додаткових витрат на захисні заходи.

Захист від ґрунтових шкідників у наявній технології є недостатньо ефективним. Зокрема, пошкодження бульб дротяниками на окремих полях може досягати 60 %, що становить 10-25 % від загальної маси врожаю. У зв'язку з цим виникає потреба у вдосконаленні технологічного процесу вирощування картоплі шляхом впровадження передпосадкового протруювання насіннєвого матеріалу, а також його обробки під час закладання на зберігання.

Аналіз існуючих технологій показує, що протруювання насіннєвих бульб може здійснюватися як у стаціонарних умовах, так і безпосередньо під час садіння із застосуванням спеціального обладнання, встановленого на картоплесаджалці. Обробка в процесі садіння має певні переваги, зокрема забезпечує захист не лише бульби, а й насіннєвого ложа, що підвищує ефективність боротьби з ґрунтовими шкідниками.

Разом з тим, такий спосіб має і суттєві недоліки. До них належать додаткові витрати на транспортування препаратів і води, затрати часу на приготування робочих розчинів та заправку обладнання.

## 2.4. Вимоги до протруювання картоплі та способи нанесення ЗЗР

Картопля у процесі вирощування зазнає значного впливу численних шкідливих організмів, серед яких грибні, бактеріальні, вірусні та мікоплазмові хвороби, а також ґрунтові шкідники. Їх розвиток призводить до суттєвого зниження врожайності та погіршення якості продукції [4,12].

З метою захисту насіннєвого матеріалу від збудників таких захворювань застосовують протруювання бульб. Цей захід дозволяє значно зменшити інфекційне навантаження ще на початкових етапах розвитку рослин.

Важливою складовою є також боротьба з ґрунтовими шкідниками, зокрема дротяниками, які можуть спричиняти значні втрати врожаю. Для цього застосовуються спеціалізовані препарати інсектицидної дії, які можуть вноситися як під час передпосадкової обробки, так і безпосередньо у процесі садіння.

Слід враховувати, що протруюванню підлягає лише якісний посадковий матеріал. Використання бульб із проростими вічками не допускається, оскільки це може призвести до їх пошкодження та зниження польової схожості.

При проведенні протруювання необхідно дотримуватися таких основних вимог:

– забезпечення повного та рівномірного покриття поверхні бульб робочим розчином;

– точне дотримання норм витрати препаратів і робочої рідини залежно від способу обробки та типу обладнання;

– недопущення механічних пошкоджень бульб у процесі обробки;

– проведення обробки у визначені строки: завчасно (за 1-1,5 місяця до садіння), безпосередньо перед садінням або в процесі садіння із застосуванням спеціалізованого обладнання.

Для підвищення ефективності дії протруйників до складу робочого розчину доцільно додавати мікроелементи. Зокрема, рекомендується використання 0,02 % розчину мідного купоросу, 0,05 % борної кислоти та до 2 % витяжки суперфосфату. Це сприяє покращенню живлення рослин на початкових етапах розвитку та підвищенню їх стійкості до несприятливих умов.

Норма витрати робочої рідини при протруюванні залежить від технології та може становити від 5 до 70 л на 1 т бульб.

Якість протруювання оцінюється за ступенем покриття поверхні бульб препаратом. Частка обробленої поверхні повинна становити не менше 80-90 %, при цьому кількість необроблених бульб не повинна перевищувати 5 %.

Особливу увагу слід приділяти збереженню цілісності бульб. Допустимий рівень механічних пошкоджень під час обробки не повинен перевищувати 1 %. До пошкоджень відносять здирання шкірки, пошкодження м'якоті на значну глибину, а також порізи, що можуть негативно впливати на схожість і подальший розвиток рослин.

Для протруювання насіннєвої картоплі застосовують різні способи нанесення захисно-стимулюючих препаратів: занурення (окунання), обприскування, нанесення у вигляді піни та порошкоподібними засобами [12,13].

Метод занурення характеризується простотою та високою якістю покриття бульб, однак має суттєві недоліки: необхідність попереднього миття, утворення забрудненого осаду з пестицидами, потреба в його утилізації, а також перезволоження бульб, що вимагає їх подальшого підсушування. Це ускладнює процес і обмежує застосування методу переважно передпосадковим періодом.

Більш раціональним є обприскування, яке забезпечує достатньо високу якість обробки при значно менших витратах робочої рідини. Ефективність цього способу зростає зі зменшенням розміру крапель, оскільки дрібнодисперсний розпил дозволяє рівномірніше покривати поверхню бульб і економніше використовувати препарат.

Перспективним є також спосіб нанесення препаратів у вигляді піни, який забезпечує якісне покриття при мінімальних витратах робочого розчину та відповідає санітарно-гігієнічним вимогам. При цьому відпадає необхідність у сушінні бульб після обробки.

Протруювання може виконуватися як у стаціонарних умовах (на сортувальних пунктах або пересувних установках), так і безпосередньо під час садіння за допомогою спеціальних пристроїв, встановлених на

картоплесаджалках. При цьому встановлено, що витрати на протруювання є економічно виправданими, особливо за умови дотримання рекомендованих норм внесення препаратів, причому у стаціонарних умовах витрата робочої рідини, як правило, є меншою.

## 2.5. Висновки до розділу

У результаті аналізу сучасної технології вирощування картоплі встановлено, що формування врожайності значною мірою визначається якістю обробітку ґрунту, дотриманням сівозміни, системою удобрення та ефективністю заходів захисту рослин. Особливу роль відіграє створення оптимальних водно-повітряних умов у ґрунті та забезпечення рівномірних сходів.

Виявлено, що в умовах виробництва окремі технологічні операції виконуються з відхиленнями від агротехнічних вимог або не реалізуються повною мірою. Зокрема, недостатня увага приділяється передпосадковому протруюванню насіннєвого матеріалу, що призводить до ураження бульб хворобами та пошкодження ґрунтовими шкідниками, а також до зниження польової схожості та врожайності.

Аналіз застосовуваних технічних засобів показав, що існуючий машинно-технологічний комплекс загалом забезпечує виконання основних операцій, однак має обмеження щодо підвищення якості виконання окремих процесів. Відсутність інтегрованих технічних рішень для одночасного виконання кількох операцій, зокрема садіння та протруювання, знижує загальну ефективність виробництва.

# 3. КОНСТРУКТИВНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ З ОДНОЧАСНИМ ПРОТРУЮВАННЯМ БУЛЬБ

## 3.1. Обґрунтування необхідності протруювання насіннєвого матеріалу картоплі

Передпосадкова обробка насіннєвого матеріалу картоплі фунгіцидними або біологічними препаратами є обов'язковим елементом сучасної технології вирощування культури. Основною метою цього заходу є захист бульб від збудників хвороб, які уражають проростки, столони та бульби. Особливо інтенсивно розвиток цієї хвороби спостерігається на важких, перезволожених і недостатньо аерованих ґрунтах із високим вмістом органічної речовини [12,13].

Ураження рослин призводить не лише до зниження врожайності, але й суттєво погіршує товарні якості картоплі, що знижує її ринкову цінність.

Аналіз існуючої технології вирощування картоплі в господарстві показує, що процес протруювання насіннєвого матеріалу наразі не застосовується. Експериментальні дані свідчать, що відсутність цієї операції призводить до щорічного недобору врожаю на рівні 20-25 %. У зв'язку з цим виникає необхідність удосконалення технологічного процесу шляхом впровадження протруювання бульб.

Розв'язання поставленої задачі можливе шляхом інтеграції процесу обробки насіннєвого матеріалу у загальну технологічну схему. Зокрема, доцільним є проведення протруювання на стадії підготовки бульб перед садінням із використанням фунгіцидних препаратів, а також одночасне внесення інсектицидів під час садіння безпосередньо в зоні сошника. Такий підхід дозволяє забезпечити комплексний захист як від збудників хвороб, так і від ґрунтових шкідників, зокрема дротяників.

Впровадження комбінованої системи протруювання створює передумови для підвищення врожайності, покращення якості продукції та зниження втрат у процесі вирощування і зберігання картоплі.

### 3.2 Конструкція вузла протруювання та принцип його роботи

Удосконалення картоплесаджалки передбачає встановлення додаткового вузла для протруювання бульб безпосередньо під час садіння. До складу цього вузла входять (рис. 3.1): резервуар для робочого розчину (1) об’ємом 300 л з гідравлічною мішалкою (2), фільтр (4), регулятор-розподільник (6), колектор (9) із розпилювачами (8), а також гідравлічний насос (5), змонтований на тракторі та захищений спеціальним кожухом.

Як базові елементи системи використовуються стандартні вузли та деталі обприскувальної техніки, що дозволяє спростити конструкцію та зменшити витрати на виготовлення. Особливу увагу приділено розробці кронштейна для встановлення гідронасоса – він повинен бути швидкознімним, що дає можливість оперативно агрегатувати сівалку з іншим трактором у разі виходу з ладу основного енергетичного засобу.

Принцип роботи вузла полягає в наступному. Робочий розчин із резервуара надходить у фільтр, де очищується від механічних домішок, після чого подається до насоса. У конструкції передбачається використання наявного в господарстві мембранного насоса, який раніше застосовувався на обприскувачі. Далі рідина під тиском надходить до регулятора-розподільника, що забезпечує керування подачею та тиском робочого розчину.

Регулятор-розподільник обладнаний редукційно-запобіжним, дросельним і запірним клапанами, що дозволяє підтримувати стабільні параметри роботи системи. Він має один вхідний патрубок і кілька вихідних: два – для подачі рідини до розпилювачів та один – для живлення гідравлічної мішалки. Крім того, передбачено штуцер для підключення манометра (7) з метою контролю тиску в системі.

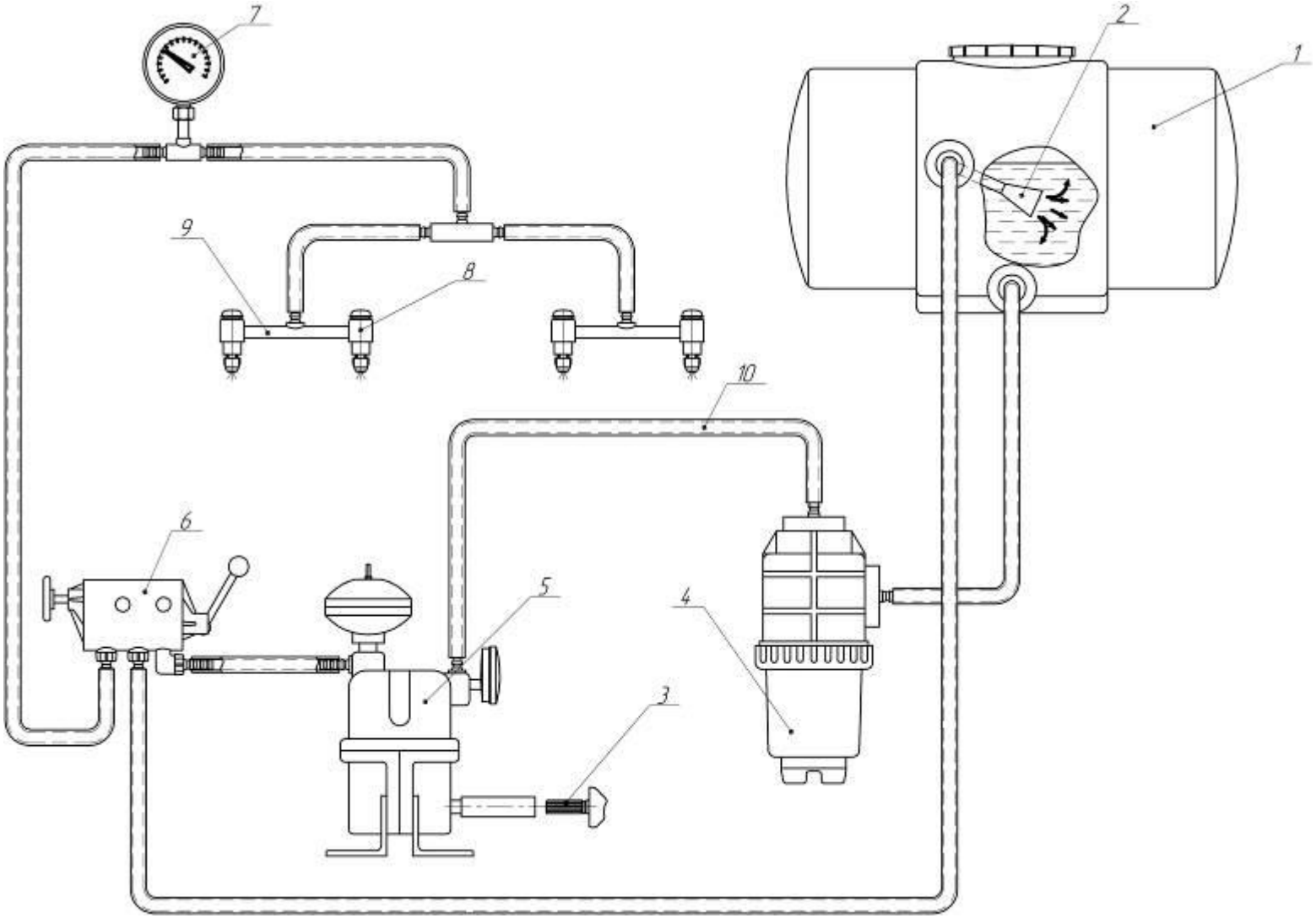



Рисунок 3.1 – Гідравлічна схема протруювання бульб під час садіння: 1 – бак; 2 – мішалка; 3 – ВВП; 4 – фільтр; 5 – насос; 6 – пульт керування; 7 – манометр; 8 – розпилювач; 9 – колектор; 10 – гідравлічна лінія.

Усі елементи гідросистеми з'єднуються між собою за допомогою ПВХ-рукавів, які герметично фіксуються хомутами. Для забезпечення безпеки експлуатації рухомі частини приводу насоса закриваються захисним кожухом, виготовленим із листової сталі товщиною близько 2 мм. Конструкція кожуха базується на штатному захисті вала відбору потужності трактора, проте має збільшені габарити.

Резервуар для робочої рідини встановлюється на рамі картоплесаджалки за допомогою додаткової платформи, виготовленої з використанням зварних з'єднань. При цьому передбачено можливість швидкого демонтажу резервуара у разі необхідності. На його кріплення також монтуються фільтр і регулятор-розподільник.

Колектори з розпилювачами закріплюються таким чином, щоб забезпечити можливість регулювання кута розпилення вздовж напряму руху агрегату. Один колектор обслуговує два висаджувальні апарати і оснащується двома розпилювальними головками та штуцером для підключення напірного рукава.

### 3.3 Визначення продуктивності картоплесаджалки

Під час посадки картоплі механізатори працюють дві зміни, тобто загальний час роботи становить $T_{заг} = 14$ годин. При цьому обсяг виконуваних робіт приймаємо $S = 20$ га.

Чистий час роботи, протягом якого агрегат фактично знаходиться в роботі, визначається за формулою [6]:

$$T = T_{заг} - T_{запр} - T_{обсл} = 14 - 1{,}5 - 2{,}0 = 10{,}5 \; год \qquad (3.1)$$

де: $T_{запр}$ – час на заправку агрегату;

$T_{обсл}$ – час на обслуговування обладнання;

$T_{заг}$ – загальний час роботи за півтори зміни.

Фактична продуктивність саджалки визначається як:

$$S_{\Phi} = \frac{S}{T} = \frac{20}{10,5} = 1,9 \text{ га/год} \quad (3.2)$$

Таким чином, за умови роботи в дві зміни та враховуючи час на заправку й обслуговування, картоплесаджалка фактично обробляє близько 1,9 га на годину.

3.4. Обгрунтування висоти розташування розпилювача

Розпилювачі формують струмінь рідини у вигляді суцільного або порожнистого конуса, віяла або суцільної плівки. Вони є найбільш відповідальними елементами системи внесення препаратів, від правильного підбору яких залежить рівномірність нанесення робочої рідини.

Встановлюються на трубах-колекторах розподільних систем, у які насос подає робочу рідину. У колекторах виконані отвори, через які рідина надходить у порожнину розпилювальної головки, закріпленої на трубі-колекторі. До головок приєднані вставки форсунок, оснащені отворами для розпилення рідини.

Відповідно до рекомендацій застосовуваного препарату AKTARA 25WG [10], норма внесення при протруюванні дна борозни для картоплі становить 0,5 кг/га, а витрата робочої рідини – 80 л/га.

Аналіз існуючих розпилювачів показав, що найбільш ефективними для даної технології є щілинні з кутом розпилу $\alpha = 80...120°$. Вони забезпечують утворюють краплини розміром 200-300 мкм та рівномірно покривають по ширині захвату. Форма факела повністю відповідає вимогам для обробки дна борозни [3,15].

Крім того, при виборі цих форсунок враховано наявність даного типу обладнання в господарстві, оскільки практично всі наявні обприскувачі працюють саме з такими насадками. Щілинні розпилювачі зарекомендували себе як надійні в експлуатації, що усуває необхідність пошуку альтернативних аналогів.

Обраний розпилювач формує факел у вигляді віяла, а зона падіння крапель має форму гострого еліпса. Для забезпечення рівномірного внесення препарату необхідно визначити площу покриття, щоб гарантувати повне оброблення дна борозни та клубнів.

Кут розпилу факела розпилювача становить для розрахунків приймаємо $\alpha = 100°$. Наступним кроком є визначення висоти його встановлення над дном борозни, щоб ширина захвату факела забезпечувала мінімум 120 мм (рис. 3.2).

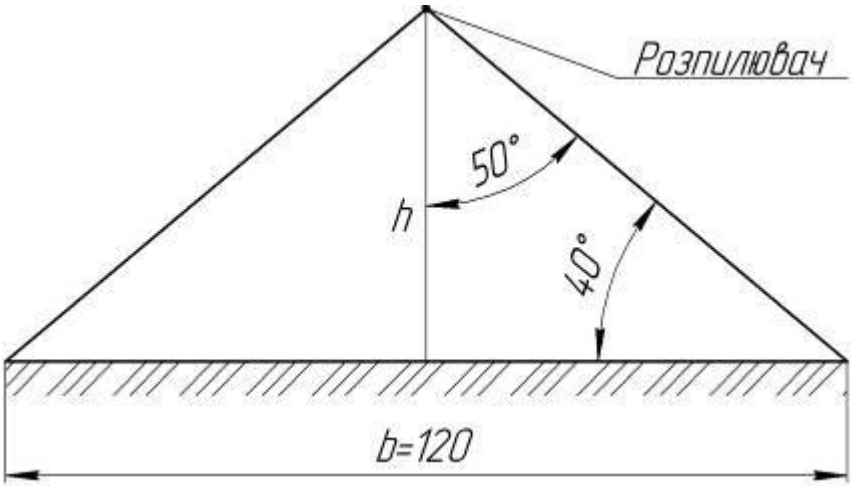



Рисунок 3.2 – Схема до визначення висоти розташування розпилювача

Висота розташування розпилювача над поверхнею дна борозни визначається за формулою:

$$h = \frac{b}{2 \cdot \tan(\alpha / 2)} = \frac{120}{2 \cdot 1{,}19} \approx 50\,мм \qquad (3.3)$$

де $b$ – необхідна ширина покриття;

$\alpha$ – кут факела розпилу.

Отже, висота встановлення розпилювача над дном борозни повинна становити не менше 50 мм, що забезпечує необхідну ширину покриття. Водночас, з урахуванням конструктивних обмежень картоплесаджалки, максимальна висота не може перевищувати 100 мм. Для подальших розрахунків і практичного застосування приймаємо $h = 80$ мм.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що зона осадження крапель при роботі щілинного розпилювача має форму витягнутого (гострого)

еліпса (рис. 3.3), що відповідає характеру розподілу рідини у віялоподібному факелі. Така форма забезпечує рівномірне покриття оброблюваної поверхні в межах робочої ширини.

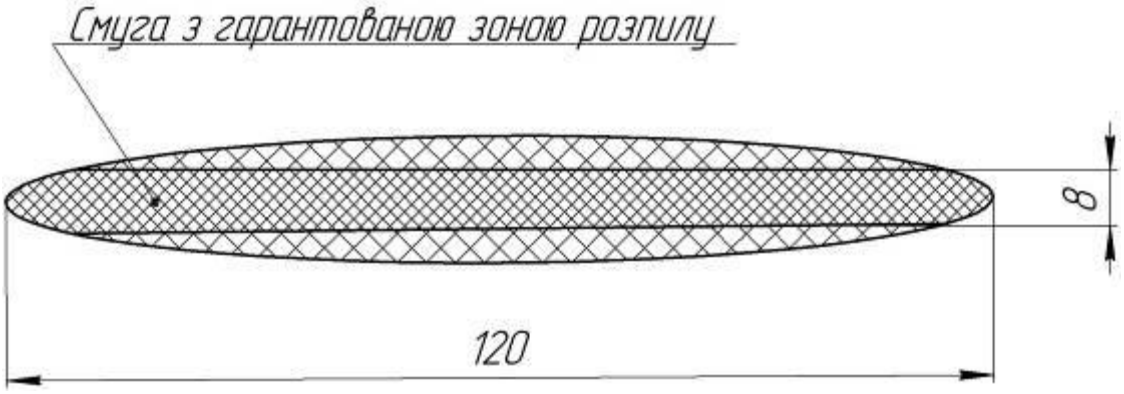



Рисунок 3.3 – Утворювана щілинним розпилювачем форма плями в зоні осадження краплин

За обраного способу розпилення та прийнятої висоти встановлення розпилювача створюються оптимальні умови для обробки дна борозни і прилеглого до бульби шару ґрунту після її загортання. Це сприяє ефективному захисту насіннєвого матеріалу від ґрунтових шкідників, зокрема дротяників, а також підвищує загальну результативність технології вирощування картоплі.

3.5 Розрахунок трубопроводів гідролінії

Повертаючись до визначення параметрів роботи картоплесаджалки, приймаємо її продуктивність $S = 1,9$ га/год. Норма витрати робочого розчину становить $Q = 80$ л/га. Відповідно, погодинна витрата рідини визначається як [6]:

$$Q_{год} = Q \cdot S = 1,9 \cdot 80 = 152 \ л / год \tag{3.4}$$

Хвилинна витрата робочого розчину становитиме:

$$Q_{хв} = \frac{Q_{год}}{60} = \frac{152}{60} = 2,53 \ л / хв \tag{3.5}$$

або в секунду $Q_c \approx 42,2 \ см^3 / с$

Подача робочої рідини забезпечується чотирма розпилювачами, тому витрата одного становитиме:

$$q = \frac{2,53}{4} = 0,63 \; л / хв$$

Відповідно до табличних характеристик розпилювачів, зазначеним умовам відповідає щілинний розпилювач Lechler LU 120-015, який забезпечує витрату близько $q = 0,68$ л/хв при робочому тиску близько 0,4 МПа.

Для забезпечення безперервної роботи агрегату протягом чистого робочого часу $T = 10,5$ годин загальна витрата робочого розчину становитиме:

$$Q_{заг} = Q_{год} \cdot T = 152 \cdot 10,5 = 1596 \, л \qquad (3.6)$$

У конструкції передбачається використання резервуара об'ємом $V = 300$ л, що забезпечує зручність транспортування та монтажу. Відповідно, протягом робочого дня необхідно виконати:

$$n = \frac{Q_{заг}}{V} = \frac{1596}{300} = 6 \text{ заправок} \qquad (3.7)$$

Для забезпечення рівномірності концентрації робочого розчину в резервуарі застосовується гідравлічна мішалка. Допустима нерівномірність перемішування не повинна перевищувати 2%, що досягається за умови, що коефіцієнт циркуляції становить не менше $I = 0,04$ [16].

Для резервуара об'ємом 300 л доцільно використовувати гідромішалку з продуктивністю близько $Q_м$=15 л/хв, що забезпечує необхідну інтенсивність перемішування та стабільність складу робочого розчину під час роботи агрегату. Коефіцієнт циркуляції робочої рідини визначається за формулою:

$$I = \frac{Q_м}{V} = \frac{15}{300} = 0,05 \qquad (3.8)$$

де $Q_м$ – продуктивність гідравлічної мішалки ($Q_м$ = 15 л/хв);

$V$ – об'єм резервуара для робочої рідини ($V = 300 \, л$).

Отримане значення коефіцієнта циркуляції $I = 0,05$ перевищує мінімально допустиме значення (0,04), що свідчить про достатню інтенсивність перемішування робочого розчину.

Загальна необхідна подача насоса визначається як сума витрати на гідромішалку та розпилювачі:

$$Q = Q_м + 4q = 15 + 2,53 = 17,53 л / хв \approx 300 см^3 / с \quad (3.9)$$

У гідравлічній схемі передбачено всмоктувальну магістраль (від резервуара до насоса) та напірно-зливні лінії. Виходячи з допустимих швидкостей руху рідини, приймаємо [7]:

- у всмоктувальній лінії $V_{вс} = 1,5$ м/с;
- у напірній лінії $V_н = 3$ м/с.

Внутрішній діаметр трубопроводів визначається за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{V}} \quad (3.10)$$

Для всмоктувальної лінії

$$d_{вс} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q_{вс}}{V_{вс}}} = \sqrt{\frac{4}{3,14} \cdot \frac{3,0 \cdot 10^{-4}}{1,5}} = 17 мм$$

Для напірної лінії:

$$d_н = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q_н}{V_н}} = \sqrt{\frac{4}{3,14} \cdot \frac{3,0 \cdot 10^{-4}}{3}} = 12 мм$$

де $Q_{вс} = Q_н = Q$ – необхідна подача насоса;

З урахуванням стандартних типорозмірів та з метою зменшення гідравлічних втрат приймаємо [7]:

- діаметр всмоктувальної лінії $d_{вс} = 32$ мм;
- діаметр напірної лінії $d_н = 12$ мм.

Збільшений діаметр всмоктувальної магістралі обрано з урахуванням приєднувальних розмірів насоса, фільтра та резервуара, а також для зниження втрат тиску і забезпечення стабільної роботи гідросистеми.

Визначимо втрати тиску в гідравлічній системі по довжині трубопроводів. Згідно з довідковими даними для ПВХ-шлангів при витраті 2,1 л/хв, довжині всмоктувальної магістралі $l_{вс} = 2$ м та діаметрі $d_{вс} = 32$ мм, втрати тиску становлять: $\Delta P_{вс} = 0,0059 МПа$ [6].

Для напірної магістралі довжиною $l_н = 3,7$ м і діаметром $d_н = 12$ мм втрати тиску складають: $\Delta P_н = 0,0137\,МПа$ [7].

Місцеві втрати тиску (у з'єднаннях, поворотах, штуцерах тощо) приймаємо на рівні 20 % від втрат по довжині трубопроводів:

$$\Delta P_м = 0,2 \cdot \left(\Delta P_{вс} + \Delta P_н\right) \tag{3.11}$$

$$\Delta P_м = 0,2 \cdot \left(0,0059 + 0,0137\right) = 0,004\,МПа$$

Відповідно до технічних характеристик елементів гідросистеми, приймаємо такі втрати тиску [7]:

- у фільтрі: $\Delta P_ф = 0,035\,МПа$;
- у регуляторі-розподільнику: $\Delta P_р = 0,021 МПа$;
- у гідравлічній мішалці: $\Delta P_г = 0,016\,МПа$.

Загальні втрати тиску в гідросистемі визначаються як сума всіх складових:

$$\Delta P_{заг} = \Delta P_{вс} + \Delta P_н + \Delta P_р + \Delta P_г + \Delta P_м + \Delta P_ф \tag{3.12}$$

$$\Delta P_{заг} = 0,0059 + 0,0137 + 0,021 + 0,016 + 0,004 + 0,035 \approx 0,01 МПа$$

Отже, сумарні втрати тиску в гідравлічній системі становлять приблизно $\approx 0,01 МПа$, це необхідно враховувати при виборі насоса та визначенні робочого тиску системи.

### 3.6. Вибір насоса

З урахуванням того, що розроблюване обладнання передбачається використовувати не лише для внесення препарату при протруюванні насіннєвого матеріалу картоплі, але й для обробки стимуляторами росту та іншими робочими розчинами, витрата бакової суміші може змінюватися у більший бік.

У зв'язку з цим фактичну подачу насоса доцільно приймати із запасом відносно розрахункового значення. Як правило, такий запас становить близько 30 % [4]. Таким чином, розрахункова подача насоса приймається:

$$Q_{пр} = 1{,}3 \cdot Q_{ф} \approx 30 \ л / хв \qquad (3.13)$$

Для забезпечення необхідних параметрів роботи обрано мембранно-поршневий насос Hardi, який найбільш повно відповідає вимогам технологічного процесу за показниками подачі, тиску та надійності.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика насоса

| Частота обертів ВВП, об/хв | Подача, л/хв | Тиск, МПа | Потужність, кВт |
|---|---|---|---|
| 540 | 42 | 0 | 0,3 |
| 540 | 30 | 1,0 | 0,9 |
| max 800 | | до 1,5 | |

Обраний насос працює від вала відбору потужності трактора при частоті обертання 540 об/хв. За цих умов його подача становить близько 30 л/хв при тиску до 1,0 МПа, а споживана потужність – близько 0,9 кВт.

Застосування такого насоса забезпечує необхідні параметри роботи гідравлічної системи з урахуванням втрат тиску та вимог до роботи розпилювачів.

## 3.7. Висновки до розділу

Обґрунтовано необхідність конструктивного удосконалення картоплесаджалки шляхом інтеграції пристрою для протруювання бульб у процесі садіння. Запропоноване технічне рішення базується на використанні гідравлічної системи з баком для робочої рідини, насосом, фільтром, регулятором-розподільником та колекторами з розпилювачами, що забезпечують рівномірне нанесення препарату.

Виконані інженерні розрахунки дозволили визначити основні параметри роботи системи: продуктивність агрегату, витрату робочої рідини, параметри розпилювання, подачу насоса та втрати тиску в гідравлічній системі.

Встановлено, що обрані конструктивні та режимні параметри забезпечують необхідну якість обробки бульб і дна борозни при дотриманні агротехнічних вимог.

Реалізація запропонованого технічного рішення дозволяє поєднати операції садіння та протруювання, зменшити кількість проходів техніки по полю, знизити ущільнення ґрунту та підвищити ефективність використання засобів захисту рослин. Крім того, це сприяє зниженню втрат урожайності та покращенню якості продукції.

# 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

## 4.1 Заходи з охорони праці при роботі з удосконаленою картоплесаджалкою

Експлуатація удосконаленої картоплесаджалки, оснащеної системою протруювання бульб, пов’язана з дією комплексу небезпечних і шкідливих виробничих факторів. До них належать механічні (рухомі та обертові елементи машин), гідравлічні (робота систем під тиском), хімічні (використання пестицидів). У зв’язку з цим важливим є забезпечення безпечних умов праці шляхом впровадження комплексу інженерно-технічних і організаційних заходів.

Конструкція розробленого агрегату повинна відповідати принципам безпечності та ергономічності. Усі рухомі елементи приводу, зокрема вал відбору потужності, карданні передачі та гідропривід насоса, мають бути закриті захисними кожухами. Особливу увагу приділено захисту приводу гідронасоса, для якого передбачено металевий кожух, що унеможливлює випадковий доступ обслуговуючого персоналу до обертових частин.

Гідравлічна система повинна бути герметичною, а її елементи – розрахованими на робочий тиск із відповідним запасом міцності. Для запобігання аварійним ситуаціям система обладнується редукційно-запобіжними клапанами, що обмежують максимальний тиск, а також фільтрами для очищення робочої рідини від механічних домішок.

Окрему групу небезпек становить робота з пестицидами, що використовуються для протруювання бульб. Хімічні речовини можуть потрапляти в організм людини через органи дихання та шкіру, тому необхідно забезпечити максимальну ізоляцію оператора від контакту з робочим розчином. Конструкція обладнання передбачає герметичні з’єднання трубопроводів, надійне кріплення розпилювачів та зручне розташування елементів керування.

Заправка резервуара та приготування робочої рідини повинні виконуватися на спеціально відведених майданчиках із твердим покриттям, що

запобігає забрудненню ґрунту. Обслуговуючий персонал при цьому зобов’язаний використовувати засоби індивідуального захисту: спецодяг, гумові рукавички, захисні окуляри та фільтрувальні респіратори.

Важливим елементом безпеки є організація робочого місця механізатора. Керування подачею робочої рідини здійснюється дистанційно, що дозволяє уникнути безпосереднього контакту з пестицидами. Додатково передбачено систему сигналізації для зв’язку між оператором саджалки та механізатором трактора, що підвищує оперативність реагування у разі виникнення несправностей.

Під час роботи агрегату необхідно дотримуватись безпечної швидкості руху, уникати різких маневрів і перевантажень машини. Забороняється виконання будь-яких регулювальних або ремонтних робіт при увімкненому приводі. Перед початком роботи обов’язково проводиться технічний огляд агрегату, що включає перевірку стану кріплень, герметичності з’єднань, справності розпилювачів і гідравлічної системи.

## 4.2 Оцінка впливу удосконаленого технологічного процесу на навколишнє середовище

Технологія вирощування картоплі з використанням протруювання насіннєвого матеріалу супроводжується впливом на компоненти навколишнього середовища: ґрунт, атмосферне повітря та водні ресурси. Основним джерелом потенційного негативного впливу є застосування хімічних засобів захисту рослин.

Під час внесення пестицидів можливе їх накопичення у ґрунті, що може впливати на ґрунтову мікрофлору та біологічну активність. Крім того, існує ризик потрапляння діючих речовин у підґрунтові води, особливо при порушенні норм внесення або за несприятливих погодних умов. У процесі роботи агрегатів також утворюються викиди продуктів згоряння палива, що впливають на атмосферне повітря.

Разом із тим удосконалена технологія має суттєві екологічні переваги. Поєднання операцій садіння та протруювання в одному агрегаті дозволяє зменшити кількість проходів техніки по полю, що сприяє зниженню ущільнення ґрунту, зменшенню витрат пального та скороченню викидів шкідливих речовин у атмосферу. Локальне внесення препарату безпосередньо в зону розміщення бульб забезпечує підвищення ефективності його використання та зменшення загальної норми витрат.

Важливою перевагою є також зниження забруднення навколишнього середовища за рахунок більш точного дозування та рівномірного розподілу робочої рідини. Це дозволяє уникнути перевитрати препаратів і зменшити їх негативний вплив на екосистему.

Для мінімізації екологічних ризиків необхідно дотримуватись комплексу природоохоронних заходів:

– застосування лише дозволених препаратів із урахуванням регламентів їх використання;

– суворе дотримання норм витрати робочих розчинів;

– запобігання витокам і розливам хімічних речовин;

– використання спеціально обладнаних майданчиків для приготування та заправки робочих розчинів;

– своєчасне очищення та технічне обслуговування обладнання;

– правильна утилізація залишків препаратів і тари;

– врахування погодних умов (швидкість вітру, температура, вологість) під час виконання обробок.

## 4.3. Висновки до розділу

Визначено основні небезпечні та шкідливі фактори при експлуатації удосконаленого агрегату та запропоновано комплекс організаційних і технічних заходів щодо їх мінімізації. Проведено оцінку впливу технологічного процесу на навколишнє середовище та обґрунтовано заходи щодо зниження негативного екологічного навантаження.

# 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

## 5.1. Вихідні дані

Техніко-економічна оцінка є важливою складовою обґрунтування ефективності будь-яких інженерних рішень у сільськогосподарському виробництві. Її проведення дозволяє не лише кількісно визначити переваги запропонованого удосконалення порівняно з існуючими технологіями, але й встановити економічну доцільність його впровадження у конкретних виробничих умовах. Саме техніко-економічні показники є основою для прийняття рішень щодо модернізації машинно-тракторного парку та вдосконалення технологічних процесів.

Розроблене удосконалення картоплесаджалки з одночасним протруюванням бульб спрямоване на підвищення ефективності вирощування картоплі за рахунок зменшення втрат від хвороб і шкідників, покращення якості посадки та оптимізації використання засобів захисту рослин. Поєднання технологічних операцій в одному агрегаті дозволяє скоротити кількість проходів техніки по полю, зменшити витрати пального та знизити негативний вплив на ґрунт.

З метою об’єктивної оцінки ефективності запропонованого технічного рішення у даному розділі проведено розрахунок основних техніко-економічних показників. Порівняльний аналіз існуючої та удосконаленої технологій дозволяє оцінити рівень підвищення врожайності, зміну витрат на виробництво та величину отриманого економічного ефекту.

Економічна ефективність запропонованого удосконалення визначається шляхом зіставлення основних показників базового та нового варіантів технології. Для проведення розрахунків використано вихідні дані, наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані

| № | Показники | Позначення | Базова | Проєктна |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Технічні засоби | | МТЗ-80+ CRAMER | МТЗ-80+ CRAMER_M |
| 2. | Балансова вартість, грн | $Б$ | | |
| | Машини | | 200000 | 270000 |
| | Трактор | | 400000 | 400000 |
| 3. | Продуктивність, га/год | $W_{год}$ | 2,1 | 2,1 |
| 4. | Вартість 1 кг палива, грн | $Ц_к$ | 70 | 70 |
| 5. | Обсяг роботи, га | $S$ | 20 | 20 |
| 6. | Врожайність, ц/га | $Q$ | 160 | 200 |
| 7. | Ціна реалізації, грн/ц | $Ц_р$ | 1000 | 1000 |
| 8. | Витрати на додактове обладнання, грн | $К$ | - | 70000 |

5.2. Розрахунок показників економічної ефективності

Основним завданням розрахунку є визначення річного економічного ефекту, який формується за рахунок підвищення врожайності, зменшення втрат від хвороб і шкідників, а також раціональнішого використання матеріальних і трудових ресурсів. Крім того, важливим показником є термін окупності додаткових капіталовкладень, що характеризує ефективність інвестицій у модернізацію техніки.

Розрахунок економічних показників виконано на основі порівняння існуючої та запропонованої технологій вирощування картоплі із використанням загальноприйнятих методичних підходів [9]. Отримані результати узагальнено та наведено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Економічна ефективність проєкту

| Показники | Базова | Проєктна |
|---|---|---|
| 1. Об’єм роботи, га | 20 | 20 |
| 2. Склад агрегату | МТЗ-80+ CRAMER | МТЗ-80+ CRAMER_M |
| 3. Врожайність, ц/га | 160 | 200 |
| 3. Валовий збір, ц | 3200 | 4000 |
| 4. Виручка, тис. грн | 3200 | 4000 |
| 5. Загальні витрати, тис. грн | 2240 | 2880 |
| 6. Прибуток, тис. грн | 960 | 1120 |
| 7. Річний економічний ефект, тис. грн | - | 160 |
| 8. Термін окупності, років | - | 0,44 |

5.3. Висновки до розділу

Порівняльний аналіз існуючої та запропонованої технологій показав, що застосування розробленого технічного рішення дозволяє підвищити врожайність картоплі з 160 до 200 ц/га, що забезпечує зростання валового збору продукції на 25 %. Загальний прибуток від вирощування культури збільшується за рахунок зменшення втрат та підвищення якості врожаю.

Річний економічний ефект від впровадження удосконаленої технології становить 160 тис. грн, що свідчить про її високу ефективність у виробничих умовах. Термін окупності додаткових капіталовкладень становить близько 0,44 року, що підтверджує доцільність інвестування у дане технічне рішення.

# ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті виконано комплексне дослідження технології вирощування картоплі та обґрунтовано доцільність удосконалення технічних засобів для підвищення ефективності виробництва.

Проаналізовано виробничо-господарську діяльність підприємства, рівень його матеріально-технічного забезпечення та існуючу технологію вирощування картоплі. Встановлено, що наявна технологія не забезпечує повною мірою реалізацію потенціалу культури через недосконаліть окремих технологічних операцій, зокрема відсутність протруювання насіннєвого матеріалу, що призводить до значних втрат урожаю.

Проведено огляд сучасних технологій вирощування картоплі та технічних засобів їх реалізації. Визначено основні агротехнічні вимоги до обробітку ґрунту, садіння, догляду за посівами та збирання врожаю. Проаналізовано склад машинно-тракторного агрегату, який використовується у виробничому процесі, та встановлено, що існуючий комплекс машин не забезпечує виконання всіх технологічних операцій на належному рівні, зокрема відсутня інтеграція процесу протруювання бульб у технологічний цикл.

Розроблено конструктивне удосконалення картоплесаджалки шляхом оснащення її пристроєм для одночасного протруювання насіннєвих бульб під час садіння. Обґрунтовано конструкцію, принцип роботи та основні параметри гідравлічної системи, виконано необхідні інженерні розрахунки продуктивності, витрати робочої рідини, параметрів розпилення та вибору обладнання. Запропоноване рішення дозволяє забезпечити рівномірне нанесення препарату, підвищити якість захисту рослин та зменшити втрати від хвороб і ґрунтових шкідників.

Визначено основні небезпечні та шкідливі фактори при експлуатації удосконаленого агрегату та запропоновано комплекс організаційних і технічних заходів щодо їх мінімізації. Проведено оцінку впливу технологічного процесу на навколишнє середовище та обґрунтовано заходи щодо зниження

негативного екологічного навантаження, зокрема шляхом раціонального використання пестицидів і дотримання екологічних норм.

Виконано техніко-економічну оцінку запропонованого удосконалення. Встановлено, що впровадження модернізованої картоплесаджалки дозволяє підвищити врожайність культури з 160 до 200 ц/га, що забезпечує зростання валового збору продукції. Річний економічний ефект становить 160 тис. грн, а термін окупності додаткових капіталовкладень – близько 0,44 року, що свідчить про ефективність запропонованого технічного рішення.

## ЛІТЕРАТУРА


1. Войтюк Д. Г., Аніскевич Л. В., Волянський М. С. та ін. Сільськогосподарські машини: навч. посіб. Київ: Агроосвіта, 2017. 180 с.

2. Войтюк Д. Г., Аніскевич Л. В., Іщенко В. В. та ін. Сільськогосподарські машини: підручник / за ред. Д. Г. Войтюка. Київ: Агроосвіта, 2015. 678 с.

3. Войтюк Д. Г., Барановський В. М., Булгаков В. М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підручник. Київ: НУБіП України, 2018. 736 с.

4. Довідник із захисту рослин /Під ред. М.П. Лісового.-К.:Урожай, 1999.-744 с.

5. ДСТУ 4397: 2005. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 15 с.

6. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 1 (Ч. 2). Машини для сівби та садіння. Харків: Око, 2016. 452 с.

7. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1 (ч. 4). Машини для захисту рослин від шкідників і хвороб. Харків: Око, 2016. 272 с.

8. Кравчук В.І., Грицишин М.І., С.М. Коваль С.М. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки. Київ: Аграрна наука, 2015. 396с.

9. Методичні рекомендації по економічному обґрунтуванню дипломних проектів для студентів факультету механізації сільського господарства, які захищають диплом на кафедрі сільськогосподарські машини. / ДДАУ. Дніпропетровськ, 2011 20 с.

10. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Київ : Юні вест Маркетинг, 2021. 352 с

11. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : навчальний посібник. 4-те вид., випр. і доп. Львів : Українські технології, 2014. 1040 с.

12. Писаренко В. М. Піщаленко М. А., Поспєлова Г. Д., та ін. Інтегрований захист рослин. Полтава, 2020. 245 с.

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

14. Свірень М.О., Смірнов В.П., Осипов І.М. та ін. Процеси, машини та обладнання АПВ: Навчальний посібник. Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2018. 296 с.

15. Сисолін П. В., Сало В. М., Кропивний В. М. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн. 1. Машини для рільництва: обробіток грунту, сівба, садіння, внесення добрив. Київ: Урожай, 2017. 382 с

16. Цизь І.Є. Конструювання і розрахунок сільськогосподарських машин: Навчальний посібник. Луцьк: Ред.-вид. відділ Луцького НТУ, 2016. 172 с.

17. AVR. Potato equipment catalogue. 2021. Режим доступу: https://avr.be (дата звернення: 04.05.2026).

18. Baselier BV. Potato cultivation machinery catalogue. 2020. Режим доступу: https://baselier.com (дата звернення: 04.05.2026).

19. KUHN Group. Agricultural machinery catalogue. 2021. Режим доступу: https://www.kuhn.com (дата звернення: 04.05.2026).

# ДОДАТКИ

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

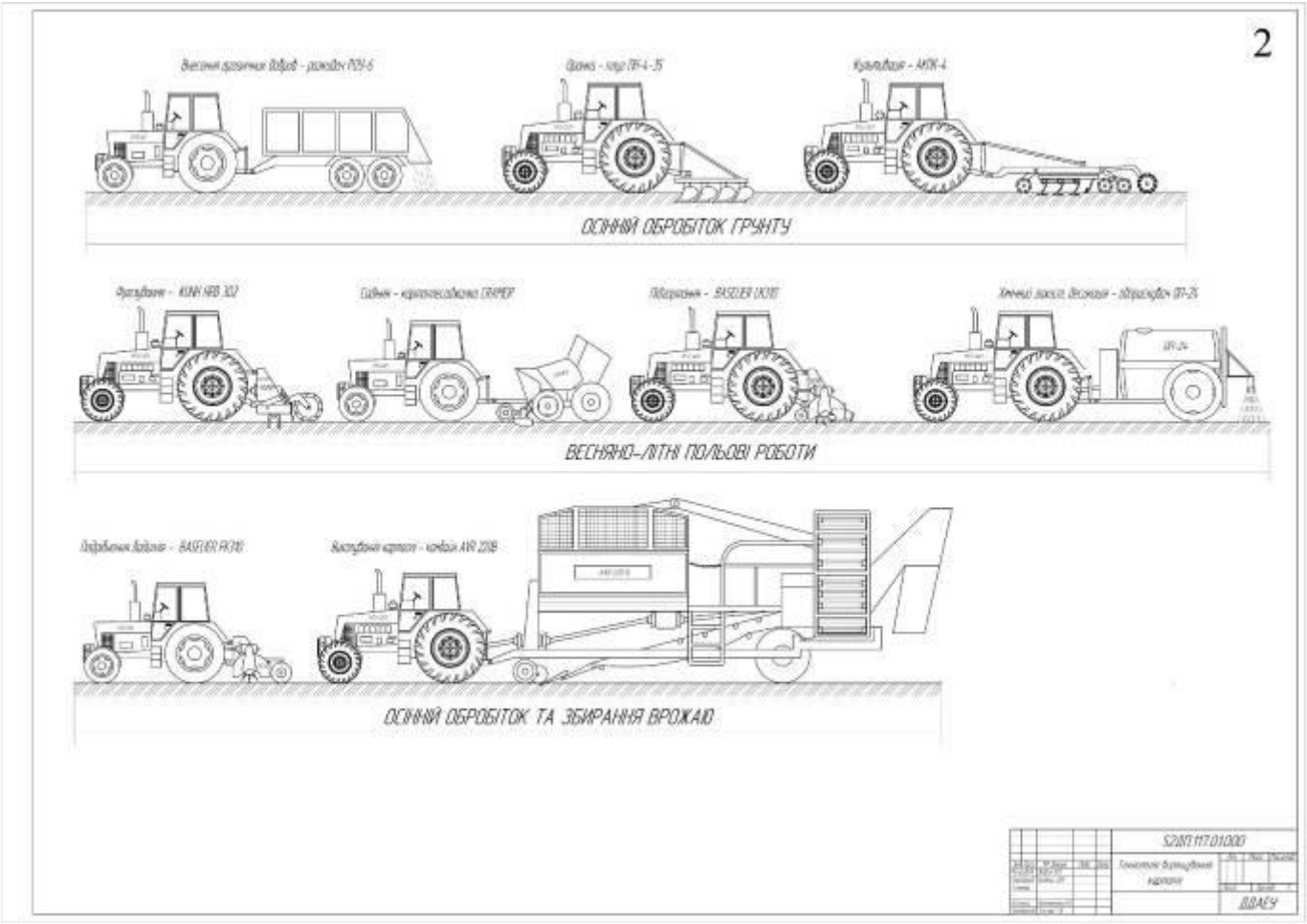
**«УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ»**

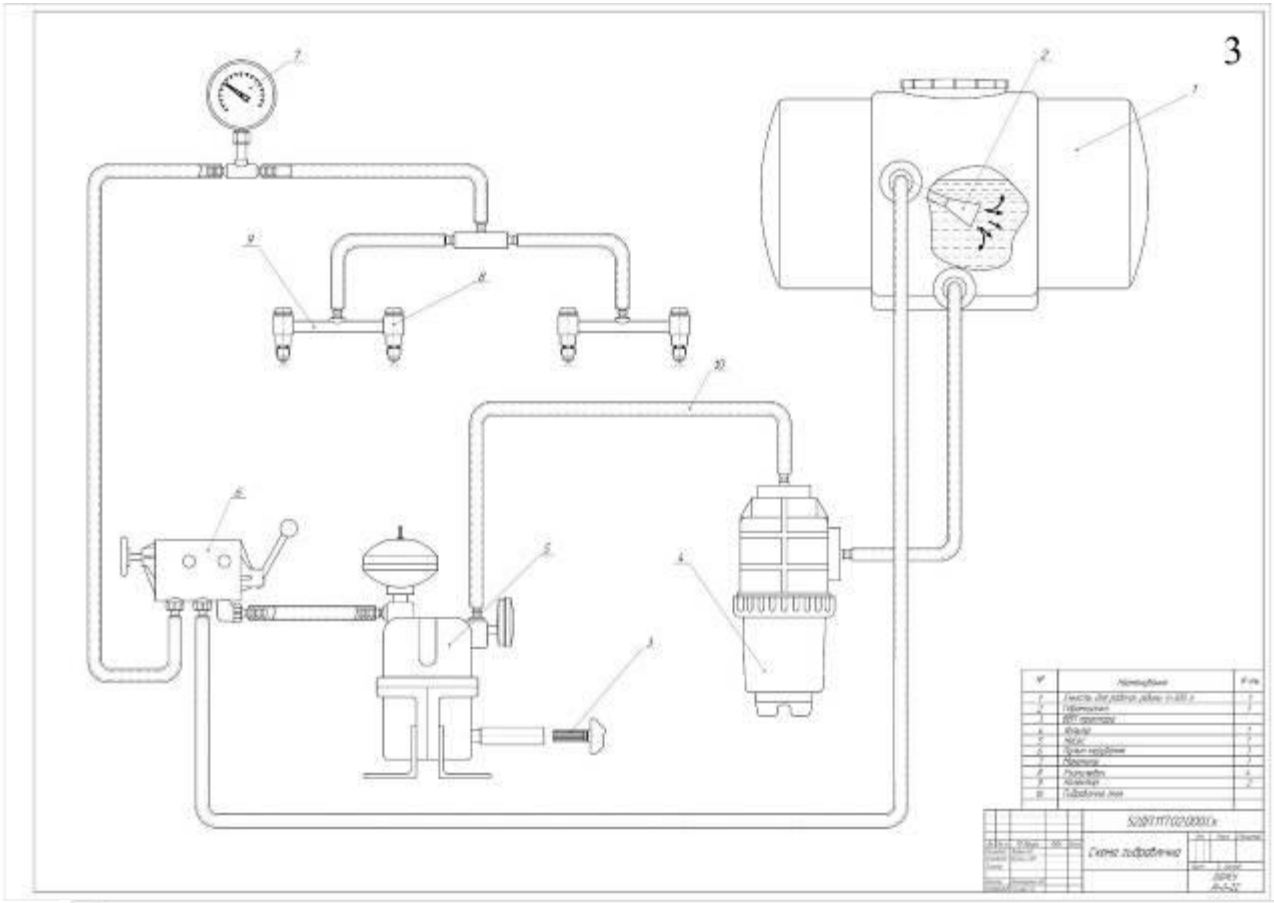
до захисту дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

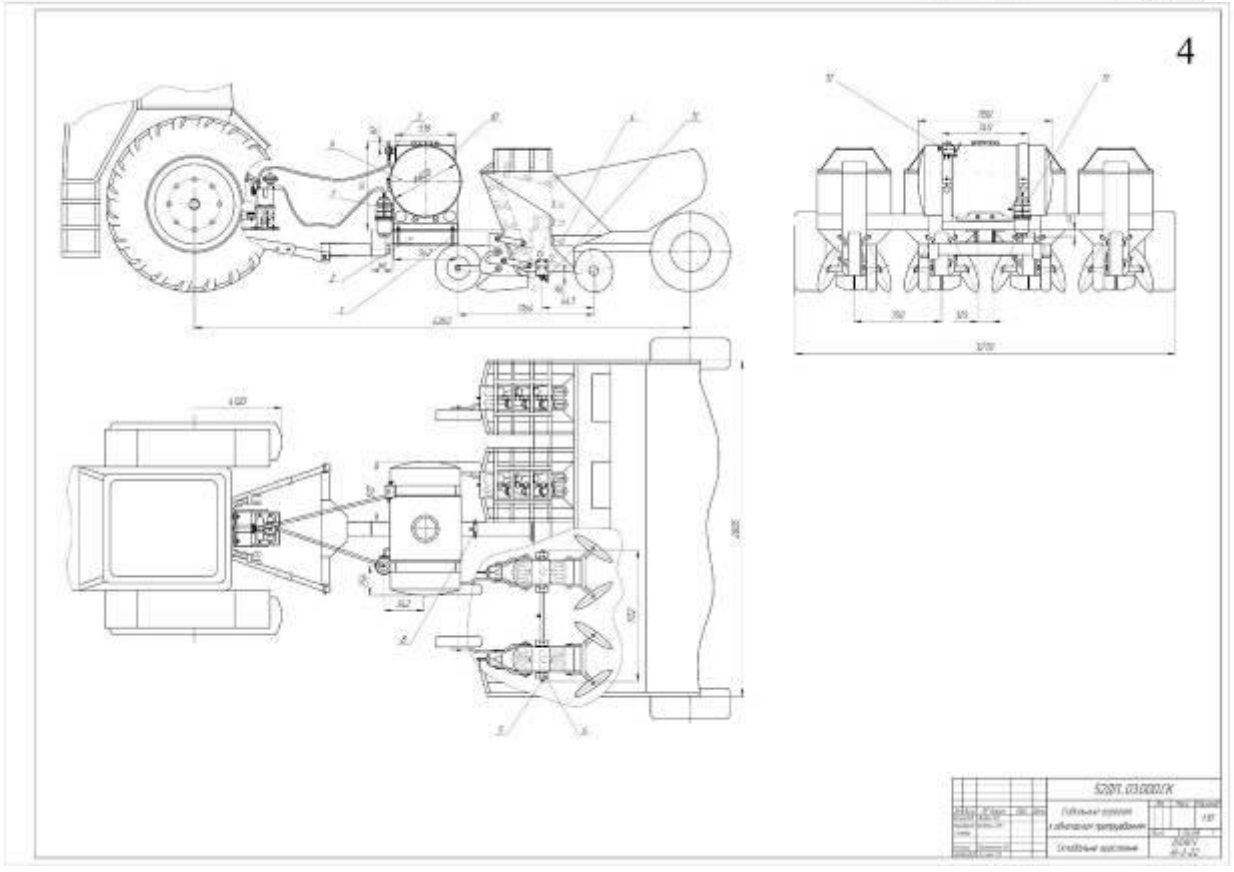
**Виконав**: здобувач 4 курсу, групи АІ-3-22
Жадан Владислав Олександрович

**Керівник:** к.т.н., доцент
Кобець Олександр Миколайович

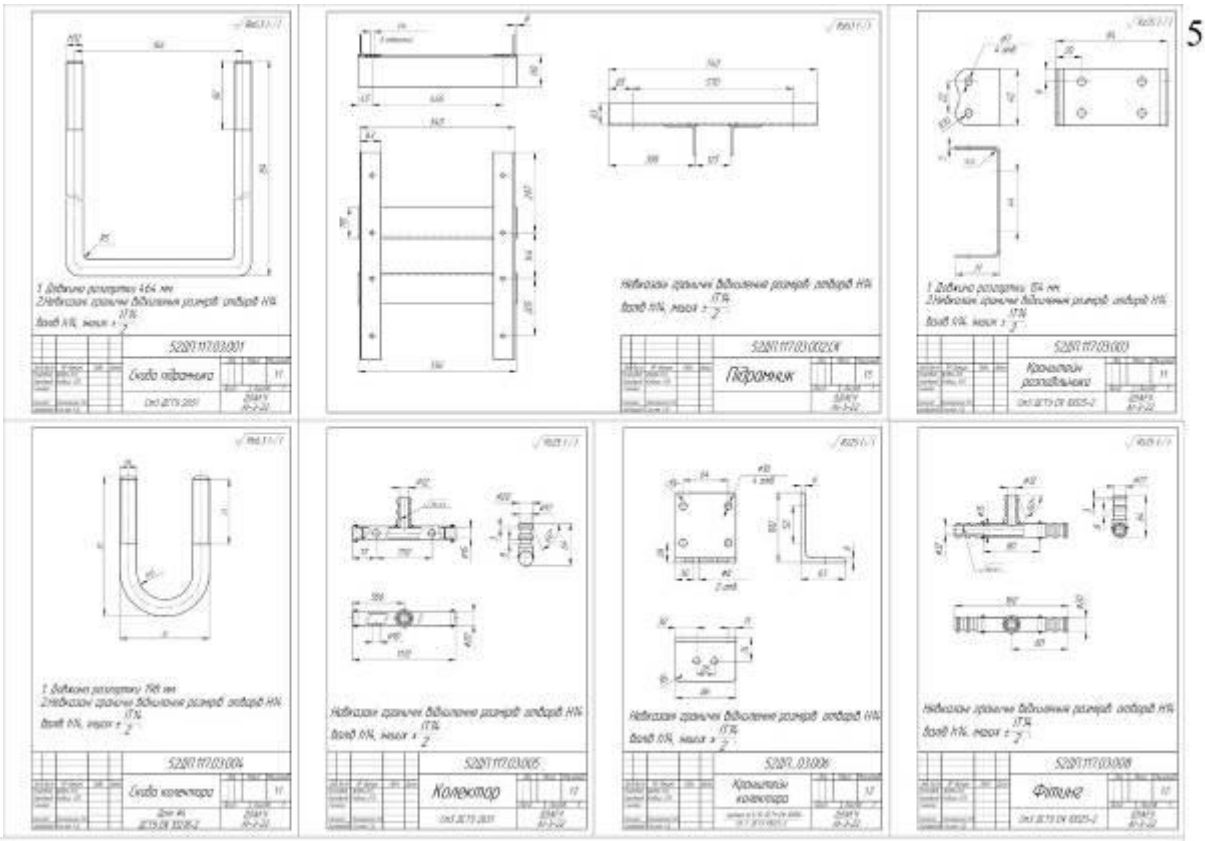
Дніпро-2026



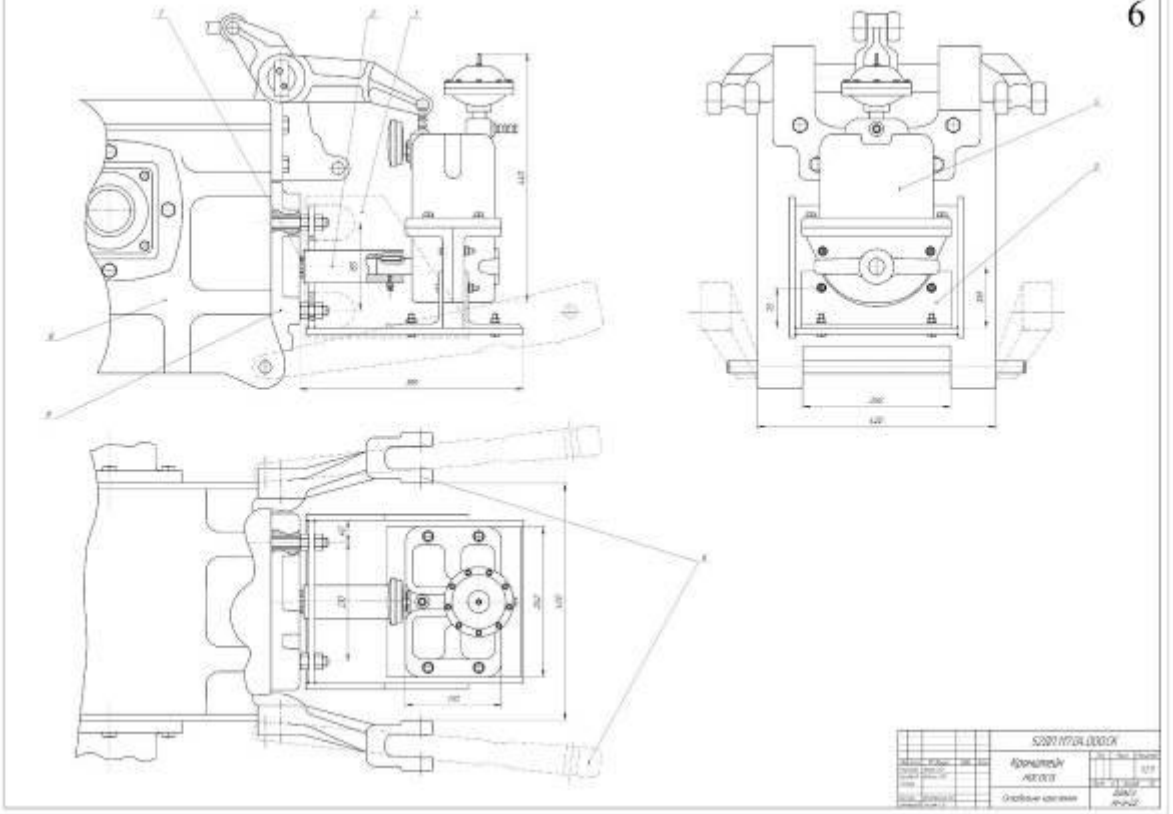

3


4

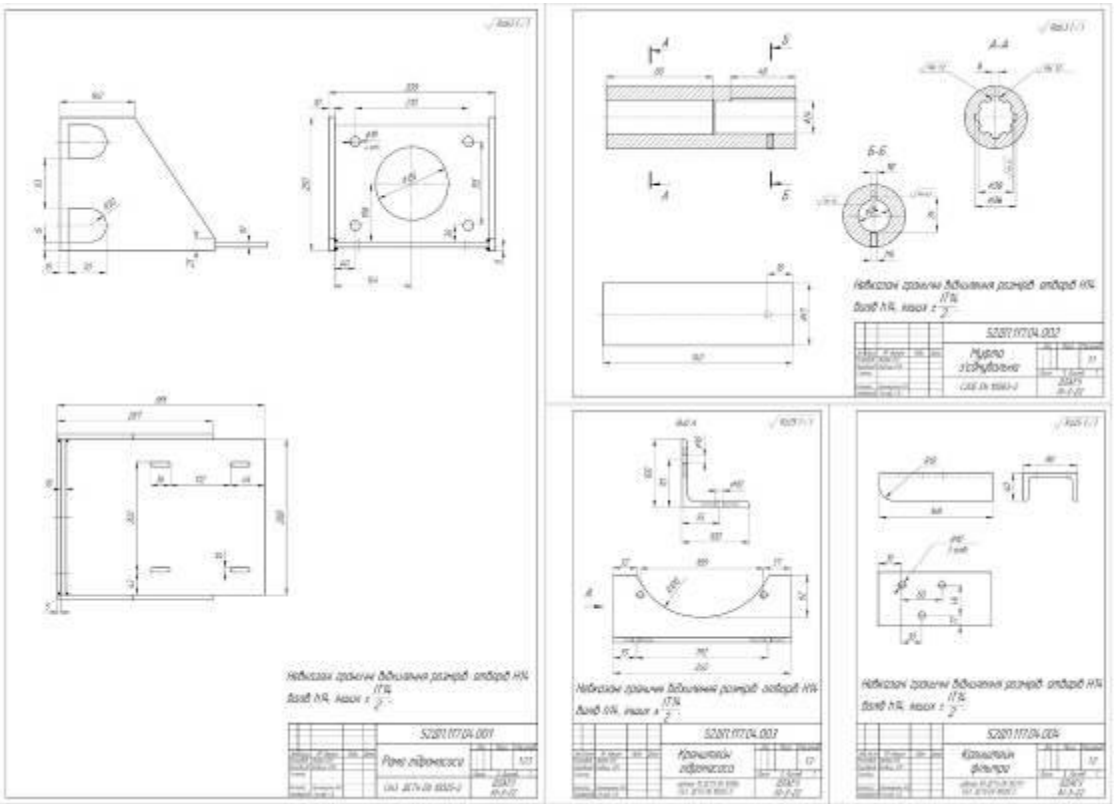
5



6



7



8

| Показники | Базова | Проєктна |
|---|---|---|
| 1. Об'єм роботи, га | 20 | 20 |
| 2. Склад агрегату | МТЗ-80+ CRAMER | МТЗ-80+ CRAMER_M |
| 3. Врожайність, ц/га | 160 | 200 |
| 3. Валовий збір, ц | 3200 | 4000 |
| 4. Виручка, тис. грн | 3200 | 4000 |
| 5. Загальні витрати, тис. грн | 2240 | 2880 |
| 6. Прибуток, тис. грн | 960 | 1120 |
| 7. Річний економічний ефект, тис. грн | - | 160 |
| 8. Термін окупності, років | - | 0,44 |