

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет аграрних технологій та екології

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістра

на тему: «Дослідження процесу садіння картоплі з удосконаленням механізму дозування добрив»

Виконав: студент 2 курсу, групи АІмз-21
спеціальності 208 Агроінженерія
за освітньо-професійною програмою
«Агроінженерія»

Зусько В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Цизь І.Є.

(прізвище та ініціали)

Гарант ОП

Сацюк В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Дацюк Л.М.

(прізвище та ініціали)

Луцьк 2023

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	<u>аграрних технологій та екології</u>
Кафедра	<u>аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса</u>
Галузь знань	<u>20 Аграрні науки та продовольство</u>
Освітній ступінь	<u>магістр</u>
Спеціальність	<u>208 Агроінженерія</u>
Освітньо-професійна програма	<u>Агроінженерія</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри аграрної інженерії
ім. проф. Г.А.Хайліса
доцент, к.т.н. В.В.Сацюк
«10» січня 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТУ

Зуську Владиславу Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження процесу садіння картоплі з удосконаленням механізму дозування добрив

керівник роботи Цизь Ігор Євгенович, к.т.н., доцент

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

затверджена наказом ЛНТУ від «10» січня 2023 р. № 11/01-02

2. Термін здачі студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

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

1. Титульний аркуш .
2. Завдання на роботу магістра.
3. Реферат.
4. Зміст.
5. Вступ.
6. Основну частину.
7. Загальні висновки.
8. Перелік джерел посилань.
9. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

	к-сть листів
1. Вихідні дані	1 лист
2. Теоретичні положення	1 лист
3. Апаратура та обладнання для експериментальних досліджень	1 лист
4. Методика багатофакторного експерименту	1 лист
5. Результати експерименту з використанням математичного методу планування	1 лист
6. Схема функціональна	1 лист
7. Креслення розроблюваного вузла	1 лист

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Юхимчук С..Ф., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури за темою, формування завдань досліджень	15.06. – 01.07.2023 р.	
2	Обґрунтування конструкції і теоретичні дослідження	22.08 – 31.08.2023 р.	
3	Розробка схеми експериментальної установки чи досліджуваної машини	01.09 – 30.09.2023 р.	
4	Розробка програми і методики експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2023 р.	
5	Реалізація та обробка результатів експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2023 р.	
6	Експериментальні дослідження з використанням математичного методу планування	15.10 – 01.11.2023 р.	
7	Розробка креслення розроблюваного чи удосконаленого вузла	01.11 – 15.11.2023 р.	
8	Узагальнення результатів та оформлення пояснювальної записки	15.11 – 25.11.2023 р.	
9	Оформлення ілюстративного матеріалу для захисту магістерської роботи	15.11 – 25.11.2023 р.	
10	Нормоконтроль	до 09.12.2023 р.	
11	Представлення кваліфікаційної роботи на перевірку на плагіат	09.12.– 19.12.2023 р.	

Студент

(підпис)

Зусько В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Цизь І.Є.

(прізвище та ініціали)

Гарант ОШ

(підпис)

Сацюк В.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Зусько В.О. Дослідження процесу садіння картоплі з удосконаленням механізму дозування добрив. Рукопис.

Кваліфікаційна робота магістра ОП «Агроінженерія» спеціальності 208 Агроінженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2023.

Кваліфікаційна робота магістра складається з вступу, чотирьох розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел, додатків (згідно структури кваліфікаційної роботи, затвердженої кафедрою).

У роботі наведено результати комплексних теоретичних та експериментальних досліджень, які дозволили розробити конструкцію картоплесаджалки для садіння картоплі із одночасним внесенням органічних добрив підвищеної вологості.

Ключові слова:

Органічні добрива, вологість, сапрпель, дослідження, картоплесаджалка, лопатка, сила, шар, розподіл.

ABSTRACT

Zusko V.O. Study of the potato planting process with improvement of the fertilizer dosing mechanism. Manuscript.

Master's qualification work of EP "Agricultural engineering" specialty 208 Agricultural engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2023.

The master's qualification work consists of an introduction, four sections, conclusions and proposals, a list of used sources, appendices (according to the structure of the qualification work approved by the department).

The paper presents the results of complex theoretical and experimental research, which made it possible to develop a design of a potato planter for planting potatoes with the simultaneous application of organic fertilizers of high humidity.

Keywords:

Organic fertilizers, moisture, sapropel, research, potato planter, spade, force, layer, distribution.

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ.....	2
АНОТАЦІЯ	3
ABSTRACT.....	4
ЗМІСТ.....	5
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	10
1.1. Загальна характеристика картоплі та технології її вирощування і збирання.....	10
1.2. Аналіз робочого процесу та конструкцій машин садіння картоплі.....	24
1.3. Огляд досліджень із удосконалення картоплесаджалок.....	28
1.4. Постановка проблеми, мета та завдання дослідження.....	30
РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ І ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДОЗУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ	32
2.1. Обґрунтування конструкції механізму для дозування органічних добрив.....	32
2.2. Обґрунтування продуктивності дозуючого пристрою.....	34
2.3. Визначення потужності на привід дозуючого пристрою.....	36
2.4 Визначення тягового зусилля трактора	41
РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	47
3.1. Програма експериментальних досліджень.....	47
3.2. Прилади, обладнання та апаратура які використовувались у дослідженнях.....	48
3.3. Методика визначення початкової вологості варіантів органічного добрива та ґрунту.....	49

3.4. Методика визначення вологості шарів ґрунту та органічного добрива.....	50
3.5. Методика дослідження розподілу вологи від органічних добрив до шарів ґрунту.....	51
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	54
4.1. Результати визначення початкової вологості варіантів органічних добрив та ґрунту	54
4.2 Результати дослідження розподілу вологи від органічних добрив до шарів ґрунту.....	55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	59
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	61
ДОДАТКИ.....	63

ВСТУП

Актуальність дослідження. Вирощування високих врожаїв картоплі, яка є надзвичайно важливим продуктом харчування в Україні, а також сировиною для переробної промисловості є важливих загальнодержавних завданням. Зважаючи на суттєві кліматичні зміни останніх років врожайність картоплі суттєво лімітується запасом вологи у родючому шарі ґрунту. Також отримання високого врожаю картоплі із належними якісними показниками вимагає внесення органічних добрив і особливо під час вирощування картоплі на ґрунтах легкого механічного складу. У той же час Поліська частина Волинської області має значну кількість запасів органічного сапропелю у вигляді покладів прісноводних озер. Дані поклади містять значну кількість органіки але є надто вологими. Їх вологість у момент добування складає 92-96 %. Зважаючи на викладене можна вносити таку речовину під рядки картоплі і забезпечувати таким чином і живлення картоплі органікою та створення додаткового запасу вологи. Але для внесення сапропелю природної вологості його доцільно змішувати із іншими органічними наповнювачами пониженої вологості. Такими наповнювачами може бути січка солома злакових культур або льону, деревна тирса тощо.

Для садіння картоплі в Україні та світі виготовляється широке коло машин із різного типу садильними апаратами.. Але в усіх проаналізованих картоплесаджалок передбачена можливість внесення під час садіння лише гранульованих добре сипких мінеральних добрив. Огляд експериментальних досліджень не виявив напрямків де б досліджувалось внесення органічних добрив одночасно із садінням бульб.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є теоретичне обґрунтування параметрів пристрою для локального внесення органічних добрив підвищеної вологості та встановленні експериментальної залежності розподілу вологи від органічних добрив до шарів ґрунту.

Для реалізації поставленої мети були сформульовані завдання досліджень:

- 1) Теоретично обґрунтувати конструктивні параметри пристрою для локального внесення органічних добрив підвищеної вологості;
- 2) Розробити методику експериментальних досліджень перерозподілу вологи від органічних добрив до шарів ґрунту.
- 3) Провести дослідження перерозподілу вологи від органічних добрив до шарів ґрунту.
- 4) Розробити конструкцію робочого органу пристрою для локального внесення органічних добрив підвищеної вологості.

Об'єкт дослідження. Технологічний процес локального внесення органічних добрив підвищеної вологості.

Предмет дослідження. Закономірність перерозподілу вологи від органічних добрив до шарів ґрунту.

Методи та способи вирішення поставлених завдань. У роботі знайшли застосування методи теоретичних та експериментальних досліджень. Так теоретичне обґрунтування продуктивності дозуючого пристрою здійснювалось на основі методів геометричного аналізу та синтезу, а визначення потужності на його привід – методів теоретичної механіки. Реалізація експериментальних досліджень базувалась на використанні сучасного вимірювального обладнання у вигляді електронного вологоміра.

Науково-технічна новизна одержаних результатів:

- обґрунтована продуктивність дозуючого пристрою та затрати потужності на його привід;
- встановлене тягове зусилля трактора необхідне для застосування розробленої картоплесаджалки;
- розроблено функціональну схему картоплесаджалки із одночасним внесенням органічних добрив підвищеної вологості;
- проведено експериментальні дослідження перерозподілу вологи від органічних добрив до шарів ґрунту.

Практичне значення одержаних результатів. Комплекс теоретичних та експериментальних досліджень дозволив розробити конструкцію

картоплесаджалки, яку можна використовувати для садіння картоплі із одночасним внесенням органічних добрив підвищеної вологості.

Апробація роботи. Основні положення наукових досліджень, що містяться в роботі, доповідались й обговорювались на III студентській науково-технічній конференції факультету АТЕ „Сучасні технології у агровиробництві та природокористуванні” (Луцьк, 2023 р.)

Публікації. Основні дослідження магістерської роботи опубліковано у тезах конференції.

Положення що виносяться на захист. Конструкція картоплесаджалки із дозуючим пристроєм для внесення органічних добрив підвищеної вологості та теоретично і експериментально обґрунтовані конструкційні та технологічні його параметри такого пристрою.

Структура і обсяг магістерської роботи. Необхідність розв’язання поставлених задач зумовила наступну структурно-логічну будову роботи: вступ, чотири розділів, висновки, список джерел посилання з 19 назв та 1 додатка. Основна частина магістерської роботи розміщена на 62 сторінках.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Загальна характеристика картоплі та технології її вирощування і збирання

Згідно видової класифікації картоплю відносять пасльонових. За вибагливістю до сонячного випромінювання картопля є рослиною довгого світлового дня. Спочатку картопля мала для європейців лише декоративне значення але у подальшому розпочалось споживання бульб, які є формою видозміненого стебла яке формується у ґрунті.

У світовій практиці картоплю вирощують як продукт харчування, як сировину для годівлі тварин а також як сировину для переробної промисловості. У нашій країні на теперішній час картопля в основному вирощується як товарний продукт. Картопля є невибагливою до умов вирощування але у той же час здатна формувати значний об'єм врожаю. Завдяки цьому прийнято називати її «другим хлібом».

Активне використання людиною картоплі, як продукту харчування пов'язане із значною кількістю блюд із високими смаковими якостями які людина опанувала до приготування. Також вживання картоплі є корисним завдяки високому вмісту вітамінів С1, В1, В2, В6. [3].

Завдяки високому вмісту у бульбах картоплі крохмалю, до 18%, їх використовують як сировину у переробній промисловості для виготовлення спирту, декстрину, крохмалю, глюкози, чіпсів. Доцільність використання картоплі для годівлі тварин обґрунтована поживною їх цінністю, яка складає 29,5 ко./ц. У той же час теперішня врожайність озимих зернових забезпечує отримання з гектара 100 і більше кормових одиниць. Для отримання такої кількості кормових одиниць від картоплі потрібно мати 300 ц/га, що є дуже високим показником навіть за сьогоднішніх умов господарювання. У той же

час для використання картоплі у якості корму її слід попередньо варити. Тому використання картоплі у якості корму сьогодні обмежене лише використанням дрібної фракції масою до 30 г у приватних господарствах [2].

Оскільки під картоплю вносять багато добрив і особливо органічних, а ґрунт через специфіку збирання врожаю є розпушеним, очищеним від бур'янів вона тому то вона має велике агротехнічне і агроекологічне значення. Це значення полягає у тому, що вона є добрим попередником для зернових, кукурудзи, зернобобових, льону, овочевих тощо.

Значна поширеність картоплі в Україні пояснюється біологічними її особливостями. Картопля - це однорічна рослина. Розмножують її у виробничих умовах та приватних господарствах бульбами. У той же час у селекційних установах в первинних ланках насінництва картоплю розмножують насінням.

Стосовно інтенсивності росту та розвитку а також формування врожаю період росту картоплі поділяють на три періоди: 1 - від появи сходів і до початку цвітіння; 2 – до припинення росту бадилля; 3 – до природного відмирання бадилля. Перший період характеризується наростанням бадилля. Бульби майже не ростуть. Інтенсивне зростання бульб картоплі у розмірі відбувається у періоді 2. Приріст бульб триває і у третьому періоді але він менш потужний ніж у попередньому періоді [1].



Рисунок 1.1 Етапи росту і розвитку рослини картоплі

Через найбільший приріст бульб другий період є найбільш важливим у формуванні валу майбутнього врожаю. Адже тут формується близько 65-75 % майбутнього врожаю. Тому у цьому періоді визначальними є погодні умови, забезпечення поживними елементами, достатність вологи тощо [3].

Але також важливою є вимога картоплі до освітлення. Так при затіненні бур'янами рослини картоплі останні будуть жовтіти, стебла буюти через порушення процесів фотосинтезу. Шкідлива і надмірна спека, яка впливає негативно. Оптимальним для вегетативних органів картоплі є довгий світловий день та погода із температурою протягом доби у межах 17-18 °С. Маємо на увазі середню температуру [1].

Розташування рядків картоплі з півночі на південь забезпечує максимальне використання сонячного освітлення, врожай і зростає у окремих випадках на 16-20 ц/га. Наведене зростання порівняно із напрямком рядків схід-захід

Найбільш сприятливою температурою для проростання бульб є температура 18-20 °С. За такої температури з'являються на 12-13 день. Проте зважаючи на дефіцит вологи у ґрунті в останні роки доводиться вести садіння картоплі коли температура ґрунту знаходиться у межах 9-10 °С. Такі терміни дозволяють максимально використати запаси вологи ґрунту, що сформувались у зимовий період.

У той же час прогрівання ґрунту до до 25 °С сповільнюється ріс бульб, а за температури 29-30 °С процес росту припиняється. Дослідженнями також підтверджено, що такі температури є причиною втрату сортових якостей картоплі [3].

Особливо згубними для рослини картоплі є мінусові температур. Наземна частина рослини картоплі гине при мінус 2-3 °С, а підземна (бульби) - мінус 3-5 °С.

Формування врожаю бульб потребує значної кількості води. Продуктивність сортів картоплі реалізується лише за умови, що вологість ґрунту складає 80-85% польової вологості. Проте підтоплення ґрунту також згубне для картоплі. Коли часті дощі підіймають вологість ґрунту до 85%

польової вологоємкості то розвиваються хвороби, які спричинюють загнивання бадилля і масове псування бульб [2].

Водозабезпечення молодих рослин у періоді 1 забезпечують запаси вологи посадкової (материнської) бульби, яка виконує роль резервуару і згладжують нестачу грантової вологи, яка може виникнути у критичні моменти росту. Подібну роль відведено і молодим бульбам. У випадку нестачі вологи можливий зворотній приріст врожаю. За певним наближенням бульби картоплі можна порівняти із акумулятором котрий заряджається у випадку наявності зовнішнього живлення у ґрунті, і віддає енергію споживачу (рослині) за відсутності достатнього зовнішнього живлення. Завдяки цьому рослини картоплі легко переносять короткочасні періоди нестачі вологи.

Проте критичним періодом у вимогах рослин стосовно надходження вологи, є фаза початку цвітіння. Нестача вологи тут спричинює різке зниження темпу формування врожаю бульб картоплі тобто зарядження «акумулятора». На врожай бульб картоплі впливають опади червня, липня, серпня та вересня, залежно від періоду дозрівання сортів [1].

Оскільки картопля формує свій врожай у ґрунті то для якісного формування кореневої системи рослин картоплі потрібно мати щільність ґрунту $1,1 \text{ г/см}^3$. У цьому випадку формується розвинена підземна крона та наступний врожай [3].

Для картоплі зазвичай найкращими вважають для вирощування добре удобрені супіщані і суглинкові ґрунти. Не поганим варіантом є окультурені дерново-підзолисті і сірі лісові ґрунти. Проте на легких за механічним складом ґрунтах не отримаємо врожаю без належного удобрення і особливо органічними добривами та звичайно без достатньої кількості опадів. Картопля задовільно преносить слабо-підкислену реакцію ґрунту. Оптимально є рН на рівні 5-6 [3].

У випадку прогнозування врожайності за бульбами картоплі використовують такі показники потреби поживних елементів для отримання 100 ц врожаю бульб: 50-60 кг азоту, 18-20кг фосфору, 80-100 кг калію.

Найбільшу кількість поживних речовин рослина картоплі засвоює у другому періоді вегетації. Це 60% азоту, дещо менше споживання фосфору і 50% калію від наведеної вище потреби у поживних елементах [3].

У виробничих умовах, як було вказано раніше, картопля розмножується бульбами або їх частинками. Бульби стають основою нової рослини після проходження в них складних біологічних та хімічних процесів після виходу із періоду спокою.

Уланках первинного насінництва, у випадку оздоровлення існуючих сортів, виділяються окремі клітини меристеми і поміщаються у спеціальне поживне середовище які стають основою пробіркові рослини. Далі ці рослини використовуються для подальшого розмноження [2].

Що до вимог до попередників то тут слід звертати увагу на те, щоб картопля не вирощувалась після інших рослин з родини пасльонових (баклажани, помідори, перець,) або з гарбузових та їх родичів: огірки, кавун. Оскільки у них є спільні хвороби і шкідники.

Також слід враховувати вимогу культур до елементів живлення. Так після культур, які забирають багато поживних елементів з ґрунту таких як кукурудза або соняшник, картопля може вирощуватись бо вона не вимагає великої кількості поживних речовин.

У картоплі низька стійкість проти вірусних хвороб, а тому слід уникати вирощування після культур із аналогічною слабкістю. Це наприклад, овочеві культури. [3].

Окрім наведених вище вимог до макроелементів для формування урожаю картоплі у 350 - 490 центнерів з га потрібна наявність в орному шарі ґрунту більше 2 – 3 % гумусу, а гуртового розчину має перебувати у межах рН від 5 до 6 [2].

Беззаперечним фактом є висока ефективність удобрення картоплі органічними добривами. Тваринні фекалії а також якісно виготовлені компости на їх основі (торфогнойові, гкоєсапропелеві тощо) забезпечують хороше зростання врожайності. Дослідженнями встановлено, що одна тонна органічних

добрив дає приріс до 0,53 - 0,9 центнерів з га бульб і окрім цього значно покращує їх якість [1].

Коли використовуються рідкі органічні добрива у вигляді гноївки, барди, дегестату, сапропелю природної вологості тощо (92 - 95% вологості) дозу добрив збільшують в 1,2 - 2,0 рази [4]. Проте слід шукати шляхи підвищення ефективності таких добрив. Так ефективним є поливання гноївкою попередньо подрібненої соломи із наступним заорюванням. У цьому випадку рекомендована така пропорція: «внесення на гектар 5 тон соломи та 60 тон рідкого гною за своєю ефективністю еквівалентні 40 тонам високоякісного підстилкового гною» [3].



Рисунок 1.2 Фото процесу внесення органічних добрив

Ефективність органічних добрив зростає за умови їх внесення осінню під основний обробіток або, якщо це можливо, під попередник картоплі. Внесення органічних добрив весною можна лише коли вони мають високу якість. Обмеженням накладають лише терміни садіння картоплі. Тому раціональним є пошук шляхів локального внесення таких добрив одночасно із садінням картоплі. Внесенні органічних добрив взимку даремна трата коштів та

ресурсів. Оскільки в цьому випадку немає можливості заробити добрива у ґрунт і як результат відбувається інтенсивна втрата азоту.

Збалансованою системою живлення картоплі вважаються усереднені показники за основним елементами живлення $N_{90}P_{60}K_{90}$ та норма органічних добрив 69 - 80 т/га [3].

Беззаперечним є факт зростання ефективності від використання добрив через локальне їх внесення, ефективність локалізації внесення мінеральних добрив. В умовах дерново-підзолистих ґрунтів Полісся у цьому випадку відбувається подвоєння від ефективності основних елементів живлення за умови збереження якісних показників бульб.

За актуальних цін (надзвичайно високих) на мінеральні добрива зростає ефективність висіву поживних сидеральних культур. Сидерати сприяють не тільки вагомому зростанню врожайності, а й покращують якісні показники включно зі смаковими якостями. Сидерати також інтенсифікують життєдіяльність корисної мікрофлори в ґрунті що загалом покращує родючість ґрунту [2].

Під час обрання способу обробітку ґрунту під садіння картоплі слід пам'ятати, що картопля формує врожай у ґрунті. Дослідження науковців стверджують, що при щільності ґрунту $1,0 - 1,2 \text{ г/см}^3$ для картоплі створюються оптимальні умови на дерново-підзолистих середніх і важких суглинках. При щільності $1,4 - 1,5 \text{ г/см}^3$ належні врожаї будуть на зв'язних піщаних дерново-підзолистих ґрунтах. Коли щільність ґрунту вища від $1,7 \text{ г/см}^3$ матимемо втрати врожаю.

Якщо попередником є озимі зернові то обробіток слід розпочинати з лущення стерні зразу за комбайнами (рис. 1.3). Лущення здійснюють дисковими боронами які дообладнані котками бажано планчастими. Далі через 7-14 днів проводиться основний обробіток ґрунту, який слід поєднувати із заробленням органічних добрив. Тому тут слід надавати перевагу оранці лемішним плугом із передплужниками

Якщо попередниками є просапні культури, то восени достатньо провести обробку дисковими боронами або культивуацію.

З метою усунення явища переущільненого підорного шару у вигляді підорної «п'яти» слід провести обстеження поля за допомогою щільноміра та встановити зони на яких наявне надмірне ущільнення. Усунення такого негативного явища проводять чизельними культиваторами обробітком на глибину розашування ущільненого шару.



Рисунок 1.3 Заробка стерні злакового попередника картоплі

Навесні здійснюють культивуацію ґрунту із використанням комбінованих знарядь. Альтернативою може бути використання ґрунтових фрез. Лише у випадку несприятливих погодних умов восени операцію основного обробітку ґрунту у вигляді оранки варто переносити на весну. Такій підхід дає можливість провести садіння картоплі у допустимі максимально дранні терміни чим створюються передумови для формування високого врожаю через використання зимових запасів вологи у ґрунті.

Для садіння використовують бульби масою 30 – 80 грамів, хоча можна використати і крупніші (80 г), які попередньо доцільно розрізати на шматки. Для отримання вирівняних сходів слід висаджувати різні вагові фракції окремо. Визначальним тут є дотримання рекомендованої оптимальної густоти рослин, а отже і площі асиміляційної листової поверхні.

Науковці та практики рекомендують садити картоплю коли ґрунт прогрівається до температури 3 – 5 і вище °С. Але, як уже зазначалось, через проблеми із запасом вологи у ґрунті слід максимально рано провести роботи із садіння. Рекомендована глибина вкладання насінневих бульб в межах 5 - 7 см від поверхні ґрунту [3].

Садіння картоплі здійснюють двох-, чотири- та шестирядними машинами. На ринку сільськогосподарської техніки є широка гамма виробників картоплесаджалок. Вони пропонують від найпростіших дворядних елеваторних саджалок до цілих комплексів з садіння картоплі (рис. 1.4). Зважаючи на викладене перспективою тут є машини які здатні вносити локально органічні та мінеральні добрива.



Рисунок 1.4 Комплекс для садіння картоплі

Тривалими дослідженнями встановлено, оптимальним показником площі асиміляції рослинного апарату картоплі є 40-45 тис. м². Зазначена площа

формують 200 - 250 тисяч штук кущів картоплі у межах одного гектару. З урахуванням сучасного рівня механізації, широкорядного способу посадки з шириною міжряддя 75 см та якості посадкового матеріалу у реальних умовах висаджують на гектарі 70 - 75 тис. бульб. З метою отримання посадкового матеріалу збільшують норму до - 80 – 85 тис. бульб [2].

Основним завданням догляду за картоплею є повне знищення бур'янів та формування оптимального водно-повітряного ґрунтового та поживного режимів. Під час вирощування картоплі на важких за механічним складом ґрунтах хороші результати дають культиватори із активним фрезерними робочими органами. Такі робочі органи забезпечують одночасне розпушення ґрунту, видалення бур'яни і нагортання гребеня (рис. 1.5). Міжрядний обробіток реалізують від появи сходів та досягнення 12-15 см рослинами картоплі. Завершення обробітку обмежене змикання бадилля у рядках.



Рисунок 1.5 обробіток міжрядь картоплі фрезерним культиватором

Коли завершується обробіток ґрунту то висота нагортання гребенів повинна досягти 18-20 см. За такої висоти гребеня забезпечуються умови для утворення максимальної кількості стolonів тобто для кращого формування врожаю [3].

Підживлення картоплі у процесі вегетації як правило не практикується. Тобто уся необхідна норма добрив вноситься під основний обробіток та під час садіння картоплі.

Процес збирання картоплі розпочинається із видалення бадилля. Такий захід окрім полегшення процесу копання забезпечує ще і кращі якісні показники як продовольчої так і насінневої бульби. Переважно видалення бадилля здійснюють спеціальними навісними машинами, які забезпечують скошування бадилля та одночасне його подрібнення (рис. 1.6). Може також застосовуватись хімічне видалення бадилля шляхом його десикації. У випадку використання самохідних комбайнів підвищеної продуктивності вони як правило мають окремий модуль для видалення бадилля під час копання картоплі.



Рисунок 1.6 Робота машини для видалення бадилля

Картоплю збирають, як правило, одно- та двофазним способами. Однофазний спосіб збирання застосовують коли задовільного відсіюється ґрунту на робочих органах комбайна. При цьому за один прохід картоплезбирального комбайна (рис. 1.7) виконують усі технологічні операції: скошування бадилля, підкопування бульб на 2...3 см більше ніж глибина

залягання бульб; відривання бульб від підземних пагонів; сепарація бульб від домішок; завантаження бульб у транспортні засоби і їх транспортування до картоплесортувальних пунктів.

Двофазний спосіб збирання застосовують за високої вологості ґрунту та коли однофазне збирання не забезпечує якісну сепарацію. Його можна реалізовувати роздільною або комбінованою технологіями.



Рисунок 1.7 Однофазне збирання картоплі самохідним комбайном

У випадку роздільної технології збирання картоплі, яка реалізується на ґрунтах з підвищеною вологістю, спочатку здійснюють такі технологічні операції, як викопування бульб, попередню їх сепарацію від домішок та формування валка викопаних бульб з двох, чотирьох або шести рядків (рис 1.8).



Рисунок 1.8 Викопування картоплі картоплекопачем

Друга стадія роздільного збирання картоплі реалізується картоплезбиральним комбайном обладнаним підбираючим пристроєм (рис.1.9) та передбачає підбирання утвореного валка бульб; очищення бульб від домішок; завантаження бульб у кузов ТЗ, що рухається поряд із картоплезбиральною машиною, і їх відвезення до картоплесортувальних пунктів.



Рисунок 1.9. Підбирання комбайном попередньо викопаних копачем бульб картоплі

Комбінованого збирання картоплі дозволяє більш ефективно використовувати наявні картоплезбиральні комбайни та картоплекопачі валкоутворювачі. Позитивний результат від такого способу має місце на легких ґрунтах за умов якісної сепарації. Тут на першій стадії виконують викопування бульб, попереднє їх очищення від домішок, формування валка викопаних бульб з укладанням його у міжряддя невикопаних рядків (рис. 1.10).

Друга стадія комбінованої технології збирання картоплі реалізується картоплезбиральним комбайном (рис. 1.11) та передбачає викопування бульб з двох чи більше залишених рядків з одночасним підбиранням утвореного валка; сепарацію бульб від домішок; завантаження бульб у кузов ТЗ.



Рисунок 1.10 Вкладання картоплі копачем валкоутворювачем



Рисунок 1.11 Використання комбайна під час комбінованого збирання картоплі

Для повного збереження зібраного врожаю слід дотримуватись правил та рекомендацій підготовки його до закладання на зимове зберігання. До таких вимог належить дотримання висоти падіння бульб при навантажувально-розвантажувальних роботах не більше 30 - 35 см. Забезпечення оптимальних строків збирання які відповідають досягненню повної стиглості бульб [2].

Найбільш повне зберігання картоплі забезпечуються у постійних картоплесховищах які обов'язково обладнані примусовою вентиляцією, а також автоматизованим обладнанням для підтримання параметрів мікроклімату (температура, вологості повітря тощо). Дні параметри повинні знаходитись у межах: температура 2 – 4 °С; вологість повітря - 90 - 95% [3].

1.2. Аналіз робочого процесу та конструкцій машин садіння картоплі

Садіння картоплі, як зазначалось раніше, здійснюють машинами котрі називають картоплесаджалками. Типова начіпна картоплесаджалка, призначена для садіння бульб картоплі широкорядним способом із шириною міжряддя 65-70 см. Сьогодні найбільшого розповсюдження набули картоплесаджалки елеваторного типу. Загальна схема такої саджалки наведена на рис. 1.12. Вона містить основну раму 9, два опорно-привідних колеса 7, елеваторні садильні апаратів 1, бункер бульб, живильний ківш 5, сошники 8, дискові загортачі 6. Садильний апарат складається із тягового елемента у вигляді ланцюга або прогумованої нескінченної стрічки із закріпленими на них ложечками. При переміщенні вітки тягового елемента вгору в ложечки 2 заповнюються бульбами картоплі і переміщуються до кожуха 11, а далі униз до борозни утвореної сошниками 8. Загортаються борозни та утворення гребеня здійснюють дискові 6, як наведено на схемі, або полицеві загортачі 6. Кількість бульб що висаджуються регулюють блоком механізму приводу садильних апаратів 10. Привід садильних апаратів здійснюється від опорно-привідних коліс 10. Заслінка 4 дозволяє здійснювати механізоване завантаження картоплесаджалки. Для цього гідроциліндрами, на схемі не показано, заслінка 4 повертається у горизонтальне положення та опускається на поверхню поля. Далі із транспортного засобу або із сіток чи мішків на внутрішню поверхню заслінки завантажуються бульби. Після цього заслінка повертається у вертикальне положення, а бульби картоплі потрапляють у бункер 3.

Визнаним провідним світовим виробником техніки для картоплярства загалом та для садіння картоплі зокрема є фірма Grimme. У сегменті простих дво- або чотиррядних картоплесаджалок пропонуються машини із стрічковим тяговим елементом та дворядним розташуванням ложечок у садильному апараті (рис. 1.13).

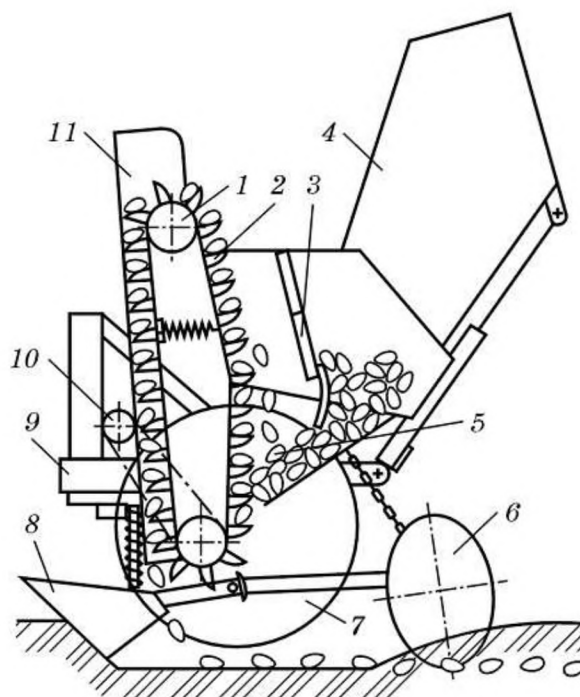


Рисунок 1.12 Функціональна схема картоплесаджалки: 1 - садильний апарат; 2 - ложечка; 3 - бункер; 4 - заслінка; 5 - живильний ківш; 6 - дисковий загортач; 7 - опорно-привідне колесо; 8 - сошник; 9 - рама; 10 - механізм приводу; 11 – кожух



Рисунок 1.13 Фото дворядної картоплесаджалки Grimme GL 32 F: а – загальний вигляд; б – садильний апарат

Для локального внесення мінеральних добрив, під час садіння картоплі, картоплесаджалка обладнується відповідним пристроєм. Він містить букер, зворушувач та дозуючий механізм із гвинтовою навивкою (рис. 1.14).



а



б



в

Рисунок 1.14. Фото пристрою для локального внесення мінеральних добрив для картоплесаджалки Grimme GL32F: а – бункер; б – зворушувач; в – дозуючий шнек

Значно розширені технологічні можливості має картоплесаджалка Grimme GL 420 Exacta (рис. 1.15). При допомогою GR 300 2 ґрунт обробляється за усією шириною захоплення саджалки завдяки 110 зубам котрі розташовані за спіраллю. Садильні апарати 5 обладнані гідравлічним приводом, який забезпечує безступінчасте регулювання густоти вкладання бульб у рядкові тобто норму садіння. Узгодження роботи садильних апаратів із швидкістю руху машини здійснюється завдяки мірному шпоровому колесу.



а



б

Рисунок 1.15 Фото картоплесаджалки Grimme GL 420 Exacta: 1 – опорний коток; 2 – розпушувач ґрунту Grimme GR 300; 3 – маркер; 4 – бункер ємкістю 1,6 т; 5 – садильні апарати; 6 – регульовані подавальні транспортери; 7 – гребенеутворююча плита

Машини такого класу окрім описаного раніше пристрою для локального внесення мінеральних добрив (див. рис. 1.14) також додатково обладнуються пристосуваннями для протруювання бульб у процесі їх садіння (рис. 1.16).



Рисунок 1.16. Схема локального внесення добрив та протруювання бульб у процесі роботи картоплесаджалки

1.3. Огляд досліджень із удосконалення картоплесаджалок

Аналіз відомих публікацій із удосконалення конструкцій картоплесаджалок показує, що дослідження здійснюються у таких напрямках: формування рівномірного потоку бульб садильним апаратом, формування борозни та гребеня; локальне внесення мінеральних добрив.

Так проведено експериментальні дослідження ланцюгово-ложкового висаджувального апарату для встановлення впливу факторів на кількість пропусків бульб картоплі у процесі садіння [9]. Було проведено експеримент на математичного методу планування з метою кількісної оцінки впливу частоти висадки бульб, висоти шару бульб у живильному ковші та маси бульби картоплі на кількість пропусків бульб картоплі. У результаті дослідження отримано рівняння регресії, яке описує цей процес. Наведений у статті аналіз даного рівняння показує, що автори статті віднесли формально до проведення дослідження.

Широкий аналіз конструкцій картоплесаджалок як вітчизняного так і закордонного виробництва наведений у праці Думич В. [10]. На основі цього аналізу встановлено, що для садіння неяровизованих бульб картоплі на полях з площею понад 20 га слід застосовувати картоплесаджалки з елеваторним пасово-ложковим апаратом, котрі забезпечують високі агротехнічні та експлуатаційно-технологічні показники. Під час розробки нових машин для садіння невідкаліброваних або пророщених бульб слід враховувати досвід таких фірм як Grimme, Miedema та NP Koning.

Дослідження впливу швидкості руху картоплесаджалки із ланцюгово-ложковим садильним апаратом та розміру бульб, що висаджуються, на відсоток пропусків, двійників та нервномірності розкладання бульб провів Mohamed Fayed A. Khairy [11]. У результатах дослідження зазначено, що для якісного садіння картоплі швидкість трактора повинна бути меншою за 6 км/год, а бульби картоплі із розміру 50 мм рівномірніше розкладаються ніж бульби із розміром 30 мм.

Подібні дослідження наведені у праці [12]. Тут додатково досліджувався вплив кулястої та еліптичної форми картоплини на рівномірність їх розкладання у рядку. Також зроблено висновок про необхідність мінімізації швидкості руху саджалки, а також про доцільність використання для садіння кулястої форми картоплини.

Дослідження порційного внесення мінеральних добрив у процесі садіння картоплі провів Мартинюк В.Л. [13, 14]. Вченим на основі аналізу розташування кореневої системи картоплі було обґрунтовано необхідність порційного кільцевого розташування добрив навколо насінневої бульби (рис. 1.17). Також було встановлено, що застосування пристрою для порційного внесення добрив забезпечує виконання агрономічних до виконання процесу садіння картоплі, а рівномірність розподілу зон висіяних гранул добрив буде тоді коли швидкість руху картоплесаджалки становить 0,5–1,38 м/с [13].

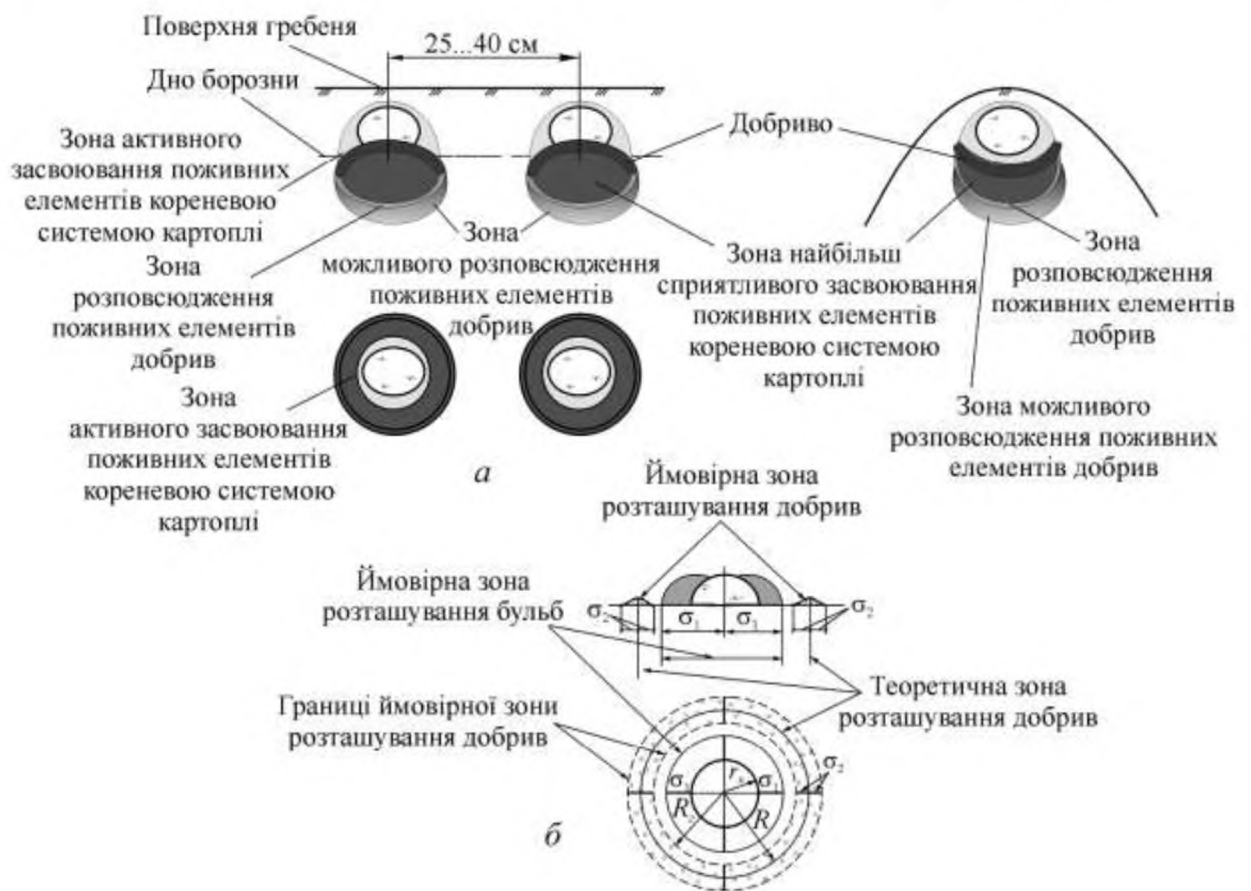


Рисунок 1.17 Схема зон розповсюдження кореневої системи картоплі та засвоєння добрив: а – вид збоку, поперечний переріз грядки та вид зверху; б – схема розташування бульб картоплі та добрив [14]

Підсумовуючи слід зазначити, що не зважаючи на значний об'єм досліджень у галузі дослідження машин для садіння картоплі лишається відкритим питання удосконалення їх конструкцій для внесення органічних добрив підвищеної вологості.

1.4. Постановка проблеми, мета та завдання дослідження

Вирощування високих врожаїв картоплі, яка є надзвичайно важливим продуктом харчування в Україні, а також сировиною для переробної промисловості є важливих загальнодержавних завданням. Зважаючи на суттєві кліматичні зміни останніх років врожайність картоплі суттєво лімітується запасом вологи у родючому шарі ґрунту. Також отримання високого врожаю картоплі із належними якісними показниками вимагає внесення органічних добрив і особливо під час вирощування картоплі на ґрунтах легкого механічного складу. У той же час Поліська частина Волинської області має значну кількість запасів органічного сапропелю у вигляді покладів прісноводних озер. Дані поклади містять значну кількість органіки але є надто вологими. Їх вологість у момент добування складає 92-96 % [5, 8]. Зважаючи на викладене можна вносити таку речовину під рядки картоплі і забезпечувати таким чином і живлення картоплі органікою та створення додаткового запасу вологи. Але для внесення сапропелю природної вологості його доцільно змішувати із іншими органічними наповнювачами пониженої вологості [6, 7]. Такими наповнювачами може бути січка солома злакових культур або льону, деревна тирса тощо.

Для садіння картоплі в Україні та світі виготовляється широке коло машин із різного типу садильними апаратами. Проте за результатами досліджень під час садіння не яровизованої картоплі найкращі результати показує пасовий садильний апарат картоплесаджалок фірми Grime. Але в усіх проаналізованих картоплесаджалок передбачена можливість внесення під час садіння лише гранульованих добре сипких мінеральних добрив. Огляд експериментальних

досліджень не виявив напрямків де б досліджувалось внесення органічних добрив одночасно із садінням бульб

Мета досліджень полягала у теоретичному обґрунтуванні параметрів пристрою для локального внесення органічних добрив підвищеної вологості та встановленні експериментальної залежності розподілу вологи від органічних добрив до шарів ґрунту. Об'єкт досліджень – технологічний процес локального внесення органічних добрив підвищеної вологості. Предмет досліджень – закономірність перерозподілу вологи від органічних добрив до шарів ґрунту.

Відповідно до поставленої мети визначена наступна програма теоретично-експериментальних досліджень, відповідно до якої необхідно:

- 1) Теоретично обґрунтувати конструктивні параметри пристрою для локального внесення органічних добрив підвищеної вологості;
- 2) Розробити методику експериментальних досліджень перерозподілу вологи від органічних добрив до шарів ґрунту.
- 3) Провести дослідження перерозподілу вологи від органічних добрив до шарів ґрунту.
- 4) Розробити конструкцію робочого органу пристрою для локального внесення органічних добрив підвищеної вологості.

РОЗДІЛ 2

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ І ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДОЗУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

2.1. Обґрунтування конструкція механізму для дозування органічних добрив

На основі наведених у попередньому розділі висновків встановлено, що існує потреба на модернізації існуючих картоплесаджалок шляхом розробці та встановлення на них пристрою для внесення органічних добрив підвищеної вологості. Такий пристрій повинен забезпечувати смугове внесення органічних добрив, наприклад на основі сапропелю природної вологості та органічних наповнювачів типу січки соломи злакових культур, одночасно із садінням картоплі. Також бажано, щоб конструкція такого пристрою біла універсальною і швидко монтувалась на існуючі машини для посадки картоплі. Також слід передбачити легке масштабування конструкції, тобто виготовлення пристрою як для дворядних так і чотирирядних картоплесаджалок. Завдяки такому пристрою буде формуватися у ґрунті поживний шар, який окрім забезпечення рослин картоплі поживними елементами міститиме у собі додатковий запас вологи для початкового етапу розвитку рослин. Завдяки підвищеній сорбційній здатності цей шар буде затримувати у собі вологу опадів і створювати відповідний запас, що особливо важливо на ґрунтах легкого механічного складу.

Основною функцією розроблюваного дозуючого пристрою є формування із загального потоку органічних добрив, що знаходяться у бункері дві (чотири) стрічки та спрямовувати їх на дно борозенок утворених сошниками.

Основою дозуючого пристрою є вал. Загальна довжина на якій встановлені елементи дозуючого пристрою складає 1150 мм. У випадку масштабування пристрою для чотирирядної картоплесаджалки вал дозуючого пристрою буде

складатися із двох окремих частин, які з'єднані між собою шліцьовою муфтою із прямобічним шліцами. У той же час шліцьова муфта обертається у підшипниковій опорі, а осьове її переміщення фіксується штопорним кільцем. Інші кінці валів дозуючого пристрою опираються на власні підшипникові опори. Дані опори це корпуси із кульковим підшипником 305 котрі герметизовані кришкою із манжетою.

Переріз основної частини валу (валів) є квадратним зі стороною квадрату 28 мм. Лише на кінцях виконані циліндричні посадочні місця під підшипникову опору. У випадку чотирирядного механізму один кінець валу міститиме шліци. Окрім цього на валу передбачено циліндричне посадочне місце під зірочку ланцюгової передачі. На квадратній частині валу встановлено по дві пари циліндричних фланців.

Дані фланці містять по чотири отвори у які встановлюються осі із лопатками. Фланець на валу, а лопатки із осями у фланцях фіксуються шплінтами.

На кожній осі встановлено по десять лопаток. Лопатки виконані таким чином, що їх робоча площа нахилена під кутом 30° та складає 20 мм. При чому лопатки встановлюються на кожну вісь таким чином, що 5 лопатей є дзеркальним відображенням відносно інших п'яти. Завдяки цьому досягається формування спрямованого потоку органічних добрив.

Дозуючий вал змонтований у нижній частині бункера, який у свою чергу виготовляється із листової сталі товщиною 3 мм та кутників. До внутрішньої поверхні бункера приварений спрямовувач, який забезпечують розділення загального потоку органічних добрив, що рухається у бункері на два потоки (рівно до кількості рядків, що висаджуються). Бункер за допомогою болтів кріпиться до рами картоплесаджалки. Привід дозуючого пристрою здійснюється від валу відбору потужності трактора через конічний редуктор та ланцюгову передачу. Окрім цього у механізмі приводу встановлюється запобіжна фрикційна муфта.

2.2. Обґрунтування продуктивності дозуючого пристрою

Визначимо площу поперечного перерізу шару органічних добрив з наступних міркувань. Згідно проведених експериментальних досліджень прийнято, що у ґрунті будемо формувати шар органічних добрив підвищеної вологості товщиною **0,05** м. Також врахуємо що між добривами та бульбами картоплі буде прошарок ґрунту **0,02** м. Також рекомендована глибина розташування бульб від поверхні ґрунту за гребеневого способу посадки повинна складати не більше 5 см. Для забезпечення формування необхідної глибини вкладання картоплі слід забезпечити відповідні розміри борозни. Для цього проаналізуємо схему на рис. 2.1.

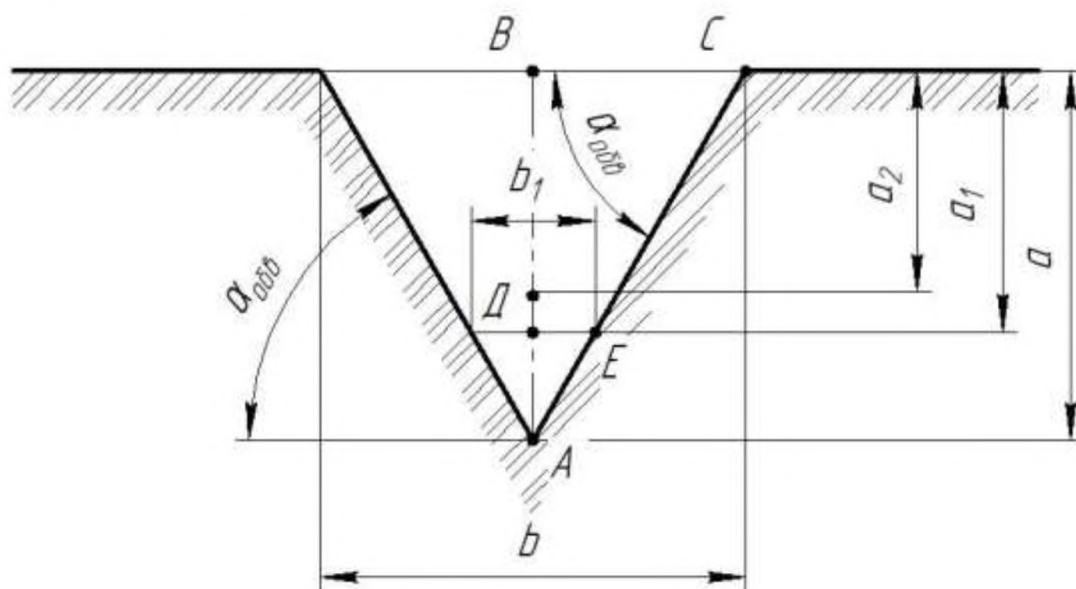


Рисунок 2.1 Схема формування борозни сошником

На наведеній на рис.2.1 схемі a - глибина ходу сошника; a_1 - глибина на якій завершується шар органічних добрив; a_2 - глибина вкладання (садіння) бульб картоплі. На основі наведеної на рис. 2.1 та наведеної раніше інформації можна записати

$$a = a_2 + 0,02 + 0,05 = 0,05 + 0,02 + 0,05 = 0,12 \text{ м.}$$

А також

$$\operatorname{tg} \angle DEA = \frac{AD}{DE}. \quad (2.1)$$

Звідки

$$DE = \frac{AD}{\operatorname{tg} \angle DEA}.$$

Або

$$DE = \frac{h}{\operatorname{tg} \angle \alpha_{\text{обв}}}, \quad (2.2)$$

де $h = 0,02$ м – висота шару органічних добрив;

$\alpha_{\text{обв}} = 40 \dots 75^\circ$ - кут природного відкосу ґрунту утворений обваленням.

Зважаючи, що використання машини передбачається на ґрунтах легкого механічного складу то приймемо мінімальне значення $\alpha_{\text{обв}} = 40^\circ$. Тому отримаємо

$$DE = \frac{0,02}{\operatorname{tg} 40^\circ} = 0,024 \text{ м.}$$

Тоді площа поперечного перерізу шару добрив складе

$$S_0 = AD \cdot DE = 0,05 \cdot 0,024 = 0,001 \text{ м}^2.$$

А об'єм добрив, що вноситься на одному погонному меті рядка $V_1 = 0,001$ м³.

Тоді об'єм добрив, який вноситься на 1 га складатиме

$$V_{\text{га}} = \frac{V_1 \cdot S_{\text{га}}}{b} = \frac{0,001 \cdot 10000}{0,7} = 14,28 \text{ м}^3;$$

де $S_{\text{га}} = 10000$ м² – площа одного гектара у м²;

$b = 0,7$ м – ширина міжряддя з якими вирощується картопля.

За умови, що об'ємна маса органічних добрив внесення яких буде здійснюватися машиною знаходиться у межах $\gamma = 0,7 \dots 0,8$ т/м³ то норма внесення ддобрив також знаходитиметься у межах $Q = (700 \dots 800) \cdot 14,28 = 9996 \dots 11424$ кг/га. Для подальших розрахунків приймемо $Q = 11000$ кг/га.

Згідно даних про машини аналоги картоплесаджалка працюватиме при швидкості машини $V = 5 \text{ км/год}$ та ширині захвату машини $B = 1,4 \text{ м}$. У такому випадку площа, що обробляється машиною за 1 с становитиме

$$S_c = V_m \cdot B = \frac{5 \times 1.4}{3.6} = 1,95 \text{ м}^2.$$

де V_m - швидкість машини у м/с.

Тоді час за який обробляється 1 га становитиме

$$t_{za} = \frac{S_{za}}{S_c} = \frac{10000}{1,95} = 5128,2 \text{ с},$$

У такому випадку секундна продуктивність дозуючого пристрою повинна становити

$$Q_c = \frac{Q}{t_{za}} = \frac{11000}{5128,2} = 2,15 \text{ кг/с}.$$

2.3. Визначення потужності на привід дозуючого пристрою

Розрахункову потужність на привід дозуючого пристрою визначимо за формулою

$$N_2 = N_d + N_p, \quad (2.3)$$

де N_d - потужність на деформацію органічних добрив лопатками, з метою їх відокремлення від загального масиву у бункері, кВт;

N_p - потужність на подавання добрив у борозну, кВт.

Першу складову можна визначити за формулою [15, 16]

$$N_d = \frac{10^{-4} \cdot k \cdot V_{об.} \cdot n}{6}, \quad (2.4)$$

де k - питомий опір деформації органічних добрив, приймемо дане значення як для середніх ґрунтів $k = 40 \text{ МПа}$;

$V_{об.}$ - об'єм добрив, що дозується за 1 оберт вала, см^3 ;

n - частота обертання вала дозуючого пристрою у об/хв.

Об'єм добрив, що дозується за 1 оберт вала визначимо за формулою

$$V_{об.} = \frac{60 \cdot Q_{v1c}}{n}, \quad (2.5)$$

де Q_{v1c} - секундна об'ємна продуктивність дозуючого пристрою.

Секундну об'ємну продуктивність визначимо за відомою Q_c таким чином

$$Q_{v1c} = \frac{Q_v}{\gamma \cdot 1000} = \frac{2,15}{0,8 \cdot 1000} = 0,0027 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Колова швидкість лопаток дозуючого пристрою визначимо з умови їх самоочищення від органічних добрив. Розглянемо дію сил на частинку добрив наведену на рис. 2.2. Дана схема відповідає граничному моменту коли сила ваги G сприятиме очищенню лопатки.

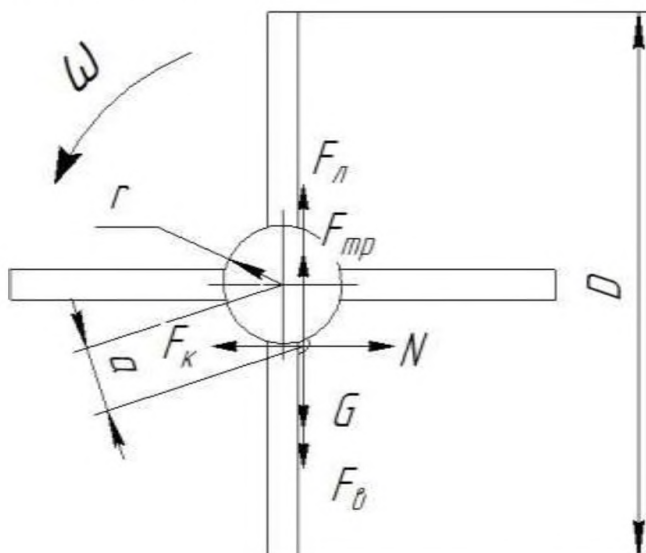


Рисунок 2.2 Схема дії сил на частку органічних добрив, що знаходиться на лопатці дозуючого пристрою

Відповідно до наведеної схеми на частинку діють такі сили:

- сила тертя по лопатці

$$F_{тр} = f \cdot N, \quad (2.6)$$

де f = коефіцієнт тертя органічних добрив по матеріалу лопатки, згідно літературних джерел для сапропелю природної вологості $f = 0,3...0,5$;

- сила нормальної реакції поверхні лопатки, яка спричинена коріолісовою силою F_{θ}

$$N = -F_k; \quad (2.7)$$

- сила ваги

$$G = m \cdot g, \quad (2.8)$$

де m - маса частинки добрив, кг;

$g = 9,81$ м/с² – прискорення вільного падіння;

- відцентрова сила

$$F_c = m \cdot \omega^2 \cdot r_i, \quad (2.9)$$

де ω - кутова швидкість обертання валу дозуючого пристрою, с⁻¹;

r_i - віддаль від центра обертання лопатки до центра мас частинки добрив, м;

- сила липкості, яка виникає між поверхнею частинки добрив та лопаткою

[19]

$$F_l = P_0 \cdot S + \rho \cdot N \cdot S, \quad (2.10)$$

де P_0 - питоме дотичне зусилля липкості, яке діє за відсутності нормального тиску, яке згідно експериментальних досліджень знаходиться у межах 2...3 кПа;

S - площа контакту між частинкою добрива та лопаткою, м²;

ρ - коефіцієнт, який враховує інтенсивність дій питомих дотичних сил прилипання, що викликані нормальним тиском.

Проте данок 2 формул (2.10) враховувати не будемо, оскільки ця складова липкості враховується під час дослідження коефіцієнта тертя.

Очищення лопатки від органічних добрив матиме місце за виконання умови

$$F_c + G \geq F_l + F_{mp}. \quad (2.11)$$

Після підстановки значень отримаємо

$$m \cdot \omega^2 \cdot r_i + m \cdot g \geq P_0 \cdot S + f \cdot m \cdot \omega^2 \cdot r_i. \quad (2.12)$$

Розділивши праву та ліву частини нерівності на m та згрупувавши члени з ω отримаємо

$$\omega^2 (r_i - f \cdot r_i) \geq \frac{P_0 \cdot S}{m} - g,$$

Звідки

$$\omega \geq \sqrt{\left(\frac{P_0 \cdot S}{m} - g\right) / r_i(1-f)} . \quad (2.13)$$

Зважаючи що

$$m = \gamma \cdot V_\delta ,$$

де $V_\delta = S \cdot h_\delta$ - об'єм частинки добрив, яку розглядаємо, м³ ;

тут h_δ висота частинки добрив, м.

Отримаємо

$$\omega \geq \sqrt{\left(\frac{P_0}{\gamma \cdot h_\delta} - g\right) / r_i(1-f)} \quad (2.14)$$

Оскільки згідно з ескізного компонування дозуючого пристрою $r_i = a = 40$ мм, а також взявши діапазон зміни товщини шару добрив від 5 до 15 мм за формулою (2.14) побудовано графічні залежності зміни кутової швидкості (рис.2.3). На основі аналізу отриманих поверхонь можна зробити висновок, що за умови величини зусилля липкості $P_0 = 3000 \text{ Па}$ та коефіцієнта тертя $f = 0,45$ для очищення лопаток потрібно щоб кутова швидкість валу складала не менше $\omega = 120 \text{ с}^{-1}$.

Тоді колову швидкість лопатки визначимо за формулою

$$V_\delta = \omega \cdot R . \quad (2.15)$$

де R - радіус лопаток дозуючого пристрою, який згідно ескізного компонування склав $R = 0,12$ м.

Тому

$$V_\delta = \omega \cdot R = 120 \cdot 0,12 = 14,4 \text{ м/с}.$$

А часто обертання валу дозуючого пристрою складе

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 120}{3,14} = 1147 \text{ об/хв}$$

Тоді потужність на деформацію органічних добрив становитиме

$$N_\delta = \frac{10^{-4} \cdot 40 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 1147}{6} = 0,76 \text{ кВт}.$$

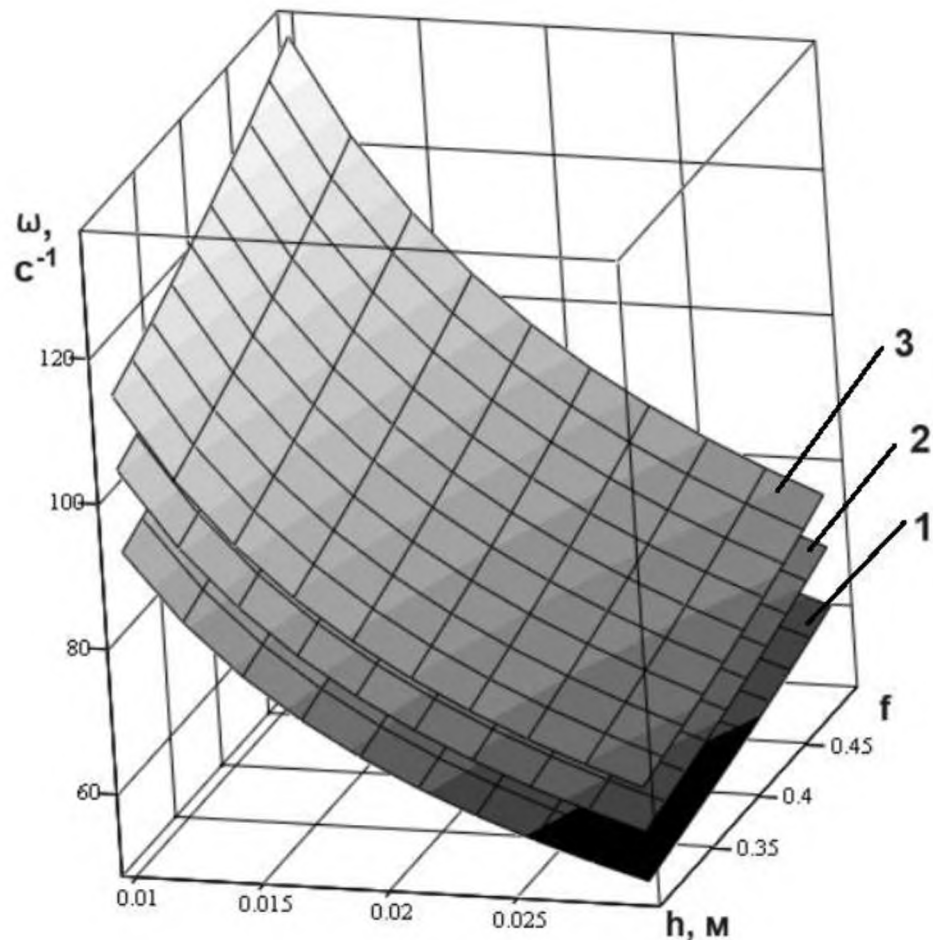


Рисунок 2.3 Графічна залежність частоти обертання валу дозуючого пристрою від висоти шару матеріалу на лопатці h_0 , коефіцієнта тертя f та зусилля липкості P_0 : 1 - $P_0 = 2000 \text{ Па}$; 2 - $P_0 = 2500 \text{ Па}$; 3 - $P_0 = 3000 \text{ Па}$

Другу складову знаходять з виразу [17]

$$N_p = 5 \cdot 10^{-4} \cdot \delta \cdot Q_{1c} \cdot V_\sigma^2, \quad (2.16)$$

де δ - коефіцієнт відкидання, який для випадку прямої лопатки можна прийняти рівним 1;

V_σ - колова швидкість дозуючого бітера, м/с .

Тоді

$$N_p = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot 2,15 \cdot 14,4^2 = 0,22 \text{ кВт}.$$

Загальна розрахункова потужність на привід розкидаючого механізму складатиме

$$N = 0,76 + 0,22 = 0,98 \text{ кВт}$$

Дана потужність буде додатково затрачатись двигуном енергетичного засобу з яким агрегатуватиметься картоплесаджалка обладнана дозуючим пристроєм органічних добрив. Оскільки привід саме дозуючого пристрою здійснюватиметься від валу відбору потужності трактора.

2.4. Визначення тягового зусилля трактора

Тяговий опір, який має долати енергетичний засіб, що агрегатується із картоплесаджалкою містить наступні складові [18]

$$R = R_1 + R_2 + R_3, \quad (2.17)$$

R_1 - опір на пересування саджалки із завантаженим картоплею та органічними добривами бункерами, кН;

R_2 - опір, що затрачається на привід садильних апаратів від опорно-привідних коліс, кН;

R_3 - опір, що виникає у результаті деформування ґрунту сошниками та формувачами гребня саджалки, кН.

Першу складову опору можна визначити так [18]

$$R_1 = G \cdot f \cdot \cos \alpha + G \cdot \sin \alpha, \quad (2.18)$$

де G - вага картоплесаджалки із максимально завантаженими бункерами картоплі та органічних добрив.

f - коефіцієнт опору коченню, який для свіжозораного поля на суглинку складає $f = 0,15$;

$\alpha = 10^\circ$ - максимальний кут нахилу схилу рельєфу для роботи на якому проектується машина.

Оскільки маса саджалки разом із додатковим обладнанням у вигляді бункера для органічних добрив, дозуючого пристрою та додаткових пристроїв сошників складає 300 кг, маса завантаженої картоплі – 1000 кг, а маса завантажених органічних добрив 2000 кг то

$$G = (300 + 1000 + 2000) \cdot 9,81 = 32373 \text{ Н}.$$

Тому отримаємо

$$R_1 = 32373 \cdot 0,15 \cdot \cos 10^\circ + 32373 \cdot \sin 10^\circ = 4782,18 + 5621,51 = 10404 \text{ кН}.$$

Другу складову опору визначимо за формулою

$$R_3 = \frac{N_c}{\omega \cdot r_k}, \quad (2.19)$$

де N_c - потужність, що затрачається на привід 2 садильних апаратів, кВт4

ω - кутова швидкість обертання опорно-привідних коліс саджалки, с^{-1} .

r_k - радіус опорно-привідних коліс саджалки, який для машин аналогів складає $r_k = 0,6 \text{ м}$.

Обґрунтування величини потужності, що затрачається на привід одного садильного апарата проведемо на основі формули для визначення потужності на приводу стрічкового транспортера. При цьому рахуватимемо, що кут нахилу конвеєра (елеватора садильного апарату) до горизонту складає $\alpha = 90^\circ$.

Потужність для такого типу конвеєрів розраховують за формулою:

$$N_1 = \frac{Kn \cdot Q \cdot L}{367} (W \cos \alpha + \sin \alpha), \quad (2.20)$$

де Kn – коефіцієнт, що враховує втрати потужності у момент пуску (рушання агрегату з місця), на перегин стрічки на барабані, у зоні завантаження ложечок та ін., для $L < 2 \text{ м}$ $Kn = 5,8$;

Q – продуктивність транспортера, яка залежить від норми садіння, $\text{м}^2/\text{год}$;

L – довжина транспортера, яка у машин аналогів складає $L = 1 \text{ м}$;

W – коефіцієнт опору руху, який обирається із довідкової літератури залежно від продуктивності транспортера;

α - кут нахилу транспортера.

Продуктивність садильного апарату (конвеєра) визначимо із залежності

$$Q = 3,6 \cdot K_c \cdot m_{max}, \quad (2.21)$$

де K_c - секундна подача картоплин, яка забезпечує необхідну густоту бульб на гектарі поля, шт.;

$m_{max} = 0.08$ кг - максимальна маса бульб картоплі висаджувати які може садильний апарат саджалки.

Тоді з урахуванням

$$K = 10^4 / b \cdot a \quad (2.22)$$

де $b = 0.7$ м - ширина садіння картоплі

$a = 0,2$ м - віддаль між бульбами у рядку.

$$K_c = 10^{-4} \cdot b \cdot v_m \cdot K \quad (2.23)$$

$$Q = \frac{3,6 \cdot 10^{-4} \cdot b \cdot V_m \cdot m_{max} \cdot 10^4}{b \cdot a} = \frac{3,6 \cdot V_m \cdot m_{max}}{a} = \frac{3,6 \cdot 1,39 \cdot 0,08}{0,2} = 2,0 \text{ т/год.}$$

Оскільки для $Q = 2,0$ т/год згідно довідкової літератури $W = 4,2$, то отримаємо:

$$N_1 = \frac{5,8 \cdot 2,0 \cdot 1}{367} (4,2 \cos 90^\circ + \sin 90^\circ) = 0,031 \text{ кВт.}$$

Сумарна потужність на привід двох садильних апаратів саджалки з урахуванням втрат у приводі складатиме

$$N_c = \frac{2 \cdot N_1}{\eta_n \cdot \eta_{en}}, \quad (2.24)$$

де η_n - коефіцієнт корисної дії підшипникових опор, який для однієї пари складає $\eta_n = 0,99$, а у приводі садильних апаратів, у приводі наявні 3 пари;

$\eta_{en} = 0,9$ - коефіцієнт корисної дії відкритої ланцюгової передачі приводу від опорно-привідних коліс.

Тому

$$N_c = \frac{2 \cdot 0.031}{0.99^3 \cdot 0.9} = 0.071 \text{ кВт.}$$

Кутова швидкість обертання осі опорно-привідного колеса можна встановити за формулою

$$\omega = \frac{v_m(1-\varepsilon)}{r_k}, \quad (2.25)$$

де $\varepsilon = 0,07$ - прийнятий для розрахунків коефіцієнт ковзання опорно-привідних коліс картоплесаджалки.

Підставляючи (2.25) у (2.19) отримаємо

$$R_2 = \frac{N_c}{V_m(1-\varepsilon)}. \quad (2.26)$$

Звідки отримаємо

$$R_2 = \frac{0,071}{1,39 \cdot (1-0,07)} = 0,055 \text{ кН}$$

Опір на деформування ґрунту сошниками та формувачами гребня саджалки визначимо відповідно до теорії опору ґрунтообробних знарядь за площею перерізу деформованого шару, кількістю робочих органів та питомим опором ґрунту за формулою [17, 19]

$$R_3 = k \cdot n \cdot (S_\sigma + S_\varepsilon), \quad (2.27)$$

де k - питомий опір ґрунту, значення якого зважаючи на те, що машина працюватиме на ґрунтах з легким механічним складом приймемо рівним $k = 10 \text{ кПа}$;

$n = 2$ - кількість сошників, яка рівна кількості пар дисків для нагортання гребнів та загалом кількості рядків що садить машина за один прохід;

S_σ - площа поперечного перерізу шару ґрунту, що деформується під час утворення однієї борозни, м^2 ;

S_ε - площа поперечного перерізу ґрунту, що деформується під час утворення одного гребня, м^2 .

Площу поперечного перерізу шару ґрунту, що деформується під час утворення однієї борозни встановимо на основі аналізу схеми наведеної на рис. 2.1. За даною схемою можна записати

$$\text{tg} \angle BCA = \frac{BA}{BC}. \quad (2.28)$$

Звідки

$$BC = \frac{BA}{\operatorname{tg} \angle BCA},$$

або

$$BC = \frac{a}{\operatorname{tg} \angle \alpha_{\text{обв}}}, \quad (2.29)$$

де $a = 0,12$ м – глибина ходу сошника;

Тому отримаємо

$$BC = \frac{0,12}{\operatorname{tg} 40^\circ} = 0,143 \text{ м.}$$

Тоді площа перерізу шару ґрунту, що деформується під час утворення однієї борозни складе

$$S_\delta = BA \cdot BC = 0,120 \cdot 0,143 = 0,017 \text{ м}^2.$$

Для пристроїв, що проводять нагортання гребня основними параметрами розміри дисків, кут їх встановлення до горизонту та напрямку руху. Висота гребня, що утворюється повинна досягати 0,2 м. У такому випадку повинні виконуватись умови

$$b_2 = 2 \cdot h_2 \cdot \operatorname{ctg} \gamma, \quad (2.30)$$

$$S_{\Delta cde} = S_{\Delta c'fg}. \quad (2.31)$$

Тобто площа площі січення забраного із борозни ґрунту та гребня мають бути рівними (рис. 2.4).

Оскільки диски встановлені вертикально з кутом атаки α_1 , то площу січення борозенки S_δ і гребня S_2 можна встановити з виразів

$$S_\delta = \frac{2}{3} \cdot d'_d \cdot h \cdot \sin \alpha_1 = \frac{4}{3} \cdot h \cdot \sin \alpha_1 \cdot \sqrt{h \cdot d_d - h}, \quad (2.32)$$

$$S_2 = 0,25 \cdot h_2 \cdot b_2, \quad (2.33)$$

де d_d - діаметр диска, який як правило складає $d_\delta = 0,4$ м;

h - глибина занурення в ґрунт дисків (0,1...0,2 м);

d'_d - хорда диска, яку він має на глибині h ;

α_1 - кут атаки дисків;

h_2 і b_2 - відповідно висота і ширина гребня.

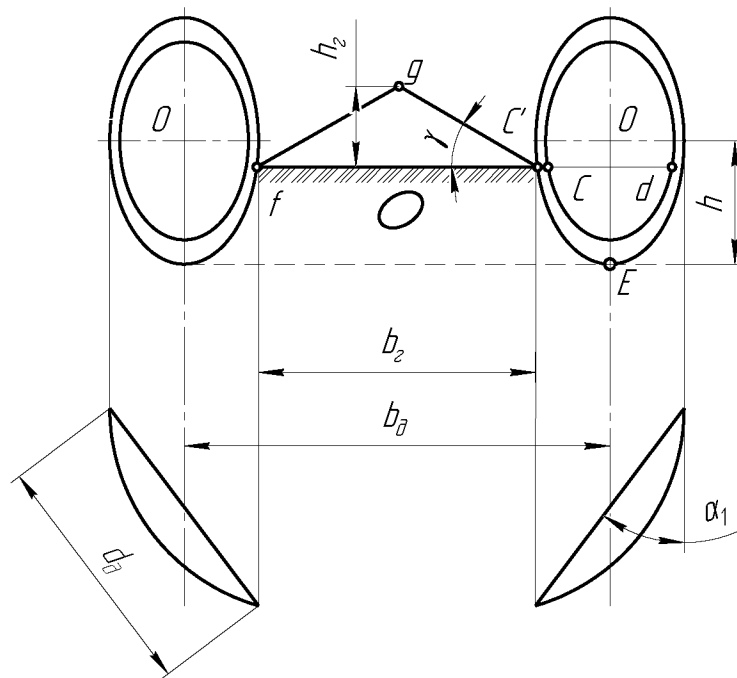


Рисунок 2.4 Схема до встановлення площі деформованого дисками ґрунту

На основі взятої з рекомендацій висоти гребня $h_2 = 0,2 \text{ м}$, а ширину гребня – пропорційну ширині міжряддя садіння картоплі, тобто $b_2 = 0,50 \text{ м}$ площа S_2 становитиме

$$S_2 = 0,25 \cdot 0,20 \cdot 0,50 = 0,025 \text{ м}^2.$$

Тоді

$$R_3 = 10 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot (0,017 + 0,025) = 0,84 \text{ кН}.$$

$$R = 10,404 + 0,055 + 0,84 = 11,3 \text{ кН}.$$

Отримане значення вказує на те, що розроблювану машину слід агрегатувати з тракторами з тяговим зусилля 14 кН.

РОЗДІЛ 3

ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Програма експериментальних досліджень

Під час аналізу інформації за темою дослідження було встановлено, що завдяки локальному внесенню під час садіння (висіву) органічних добрив підвищеної вологості можна створити резерв вологи для майбутнього використання рослинами. Також встановлено, що у якості таких добрив доцільно використовувати органічний сапропель природної вологості із органічними наповнювачами. Органічні наповнювачі потрібні для отримання добриває яке можна вносити існуючими машинами для внесення твердих добрив. Тому вирішено було провести дослідження можливості формування у ґрунті вологоутримуючого поживного шару на основі сапропелю природної вологості. З цією метою була розроблена програма експериментальних досліджень, якою передбачено дослідити перерозподіл вологи від шару органічних добрив до шарів ґрунту.

Програмою експериментальних досліджень також передбачено візуальну оцінку впливу органічних добрив на онові сапропелю на стан шарв ґрунту та їх сумарну усадку .

З метою реалізації описаної програми експериментальних досліджень необхідно вирішити наступні задачі:

- підібрати та виготовити потрібне лабораторне обладнання;
- визначення вологості ґрунту та органічних добрив методом висушування;
- розробити методику дослідження перерозподілу вологи від органічних добрив до шарів ґрунту за допомогою електронного вологоміра ґрунту МГ-44.

3.2. Прилади, обладнання та апаратура які використовувались у дослідженнях

Для проведення експериментальних досліджень використано 18 пластикових посудин виготовлених із PET пляшок. Такий вибір був обґрунтований зручністю проколювання цих посудин щупом електронного вологоміру для контролю вологості шарів ґрунту. Висота кожної посудини складала 200 ± 5 мм.

Для визначення початкової вологості зразків ґрунту, сапропелю та органічних наповнювачів використовувалось таке лабораторне обладнання: сушильна електрошафа СНОЛ – 3,5.3,5.3,5/3 ИЗ з діапазоном автоматичного регулювання температури в робочому просторі від $+50$ до $+350$ $^{\circ}\text{C} \pm 2$ $^{\circ}\text{C}$; ексикатор; бюкси; щипці; лабораторні ваги ТВЛ 0,5.



Рисунок 3.1 Обладнання, яке використовувалось у дослідженнях: сушильна електрошафа СНОЛ – 3,5.3,5.3,5/3 ИЗ; лабораторні ваги ТВЛ 0,5; ексикатор; щипці; бюкси

Для вологості ґрунту використовували електронний цифровий вологомір групи МГ-44 (рис. 3.2), який дозволяє експрес методом визначати вологість шарів ґрунту та шару органічних добрив.



Рисунок 3.2 Електронний цифровий вологомір групи МГ-44

3.3. Методика визначення початкової вологості варіантів органічного добрива та ґрунту

Визначення вологості компонентів органічного добрива та ґрунту здійснювали на обладнанні описаного у п. 3.2 (рис. 3.1).

Для встановлення вологості зважували матеріал (сапрпель, органічні наповнювачі, ґрунт) масою 10-12 г в лабораторні бюкси, попередньо просушені і зважені та важили з точністю до 0,01г.

Після цього бюкси з матеріалом поміщали їх у нагріту сушильну шафу. Температура у сушильній шафі складала 100 ± 5 °С. Така температура підтримувалась протягом усього періоду дослідження. Після 120 хв.

перебування у нагрітій шафі бюкси з матеріалом виймали звідти, охолоджували в ексікаторі до кімнатної температури. Визначали знову масу і повертали до сушильної шафи. Наступне зважування реалізовували через 40 хв. У випадку коли різниця маси між попереднім та наступним зважуванням не перевищувала 1 % дослід припиняли. Коли ж маса наважки зростала то для розрахунків приймали менше значення.

Відносну вологість розраховували так:

$$W = \frac{(m - m_1) \cdot 100}{m}, \quad (3.1)$$

де W – відносна вологість матеріалу, %;

m – маса наважки матеріалу до сушіння, г;

m_1 – маса наважки матеріалу після сушіння, г.

3.4. Методика визначення вологості шарів ґрунту та органічного добрива

Для вимірювання вологості шарів ґрунту та органічного добрива використовувався описаний у п. 3.2 цифровий вологомір МГ-44.

У процесі вимірювання вологості шарів ґрунту та органічного добрива електроди датчика вводили у відповідні шари ємкості шляхом проколювання бічної стінки. Проколювання проводили лише перший раз. У наступних вимірюваннях використовували ті ж отвори. Після повного входження електродів у вимірювальний шар натискали кнопку „Вимірювання” (рис. 3.3). На дисплеї приладу відображається, у першому рядку назва матеріалу першого у списку калібрування, а у другому - значення вологості у %: „Н=...%”.

Шляхом натискання на кнопку \Leftarrow переходимо до списку калібрування, який записаний у пам'яті приладу. За допомогою стрілок \Leftarrow та \Rightarrow обираємо необхідний матеріал та натискаємо кнопку „Ввід” і на табло відображається назва матеріалу та його вологість.



Рисунок 3.3 Процес визначення вологості шарів ґрунту та органічних добрив

3.5 Методика дослідження розподілу води від органічних добрив до шарів ґрунту

Для проведення експериментального дослідження води від органічних добрив до шарів ґрунту використовували пластикові ємкості описані у п. 3.2 в які пошарово закладались ґрунт, органічні добрива підвищеної вологості та знову ґрунт. Товщина кожного шару складала 50 мм. Таким чином у ємкості формувалась нижній і верхній шар із ґрунту та середній шар – органічні добрива. У якості органічних добрив використовували двокомпонентну суміш органічного сапропелю природної вологості $W=92\%$ із органічним наповнювачем (рис. 3.4) відповідно до варіантів дослідження наведених у табл. 3.1. Для всіх складових проводили визначення вологості за методикою описаною у п. 3.3. В усіх варіантах дослідження співвідношення за вагою між сапропелем та органічним наповнювачем складало 8:1. Таке співвідношення забезпечує набуття сумішшю механічних властивостей, які дозволяють забезпечити його

механізоване внесення робочими органами існуючих машин для внесення твердих органічних добрив.



Рисунок 3.4 Фото варіантів органічних добрив: а - сапрпель + січка соломи пшениці; б - сапрпель + деревна тирса; в -сапрпель + січка соломи льону

Таблиця 3.1. - Варіанти складу суміші органічного добрива та ґрунту за дослідями

Варіант дослідю	Склад органічного добрива (8:1)	Механічний склад ґрунту
1	сапрпель + січка соломи пшениці	супіщаний
2	сапрпель + січка соломи пшениці	глинистий
3	сапрпель + деревна тирса	супіщаний
4	сапрпель + деревна тирса	глинистий
5	сапрпель + січка соломи льону	супіщаний
6	сапрпель + січка соломи льону	глинистий

Кожен і шести варіантів дослідю закладавсь у трикратні повторюваності, що забезпечило формування 18 дослідних зразків (рис. 3.5).

Далі, у процесі реалізації експерименту, проводили вимірювання вологості кожного із трьох сформованих у ємкості шарів за допомогою електронного

вологоміра ґрунту МГ-44 за методикою описаною у п. 3.4. Для контролю величини усадки шарів на бічну поверхню ємкостей було наклеєно міліметрову шкалу. Вимірювання проводили із періодичністю 7-10 діб. Експеримент було закладено 28.02.2023 р.



Рисунок 3.5 Фото досліджуваних зразків на початку експерименту

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Результати визначення початкової вологості варіантів органічного добрива та ґрунту

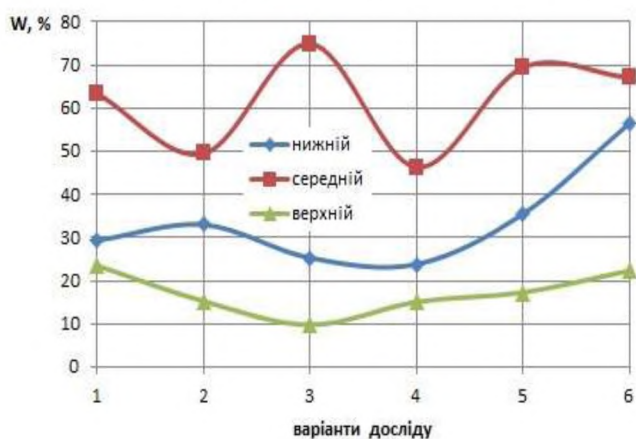
З метою визначення вихідних умов експерименту з використанням обладнання описаного у п. 3.2 на основі методики описаної у п. 3.4 проведено визначення початкової вологості варіантів органічного добрива та ґрунту. Результати дослідження наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. - Результати визначення початкової вологості варіантів органічного добрива та ґрунту

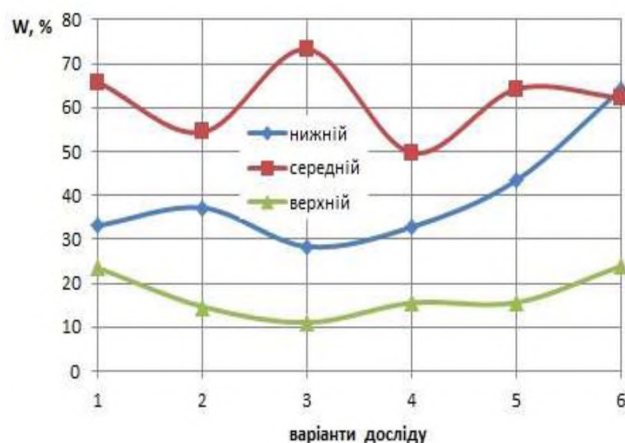
Варіант досліджу	Органічне добриво		Ґрунт	
	склад (8:1)	вологість, %	механічний склад	Вологість, %
1	сапропель + січка соломи пшениці	87,6	супіщаний	11,9
2	сапропель + січка соломи пшениці	87,6	глинистий	18,5
3	сапропель + деревна тирса	80,0	супіщаний	11,9
4	сапропель + деревна тирса	80,0	глинистий	18,5
5	сапропель + січка соломи льону	83,3	супіщаний	11,9
6	сапропель + січка соломи льону	83,3	глинистий	18,5

4.2. Результати дослідження розподілу вологи від органічних добрив до шарів ґрунту

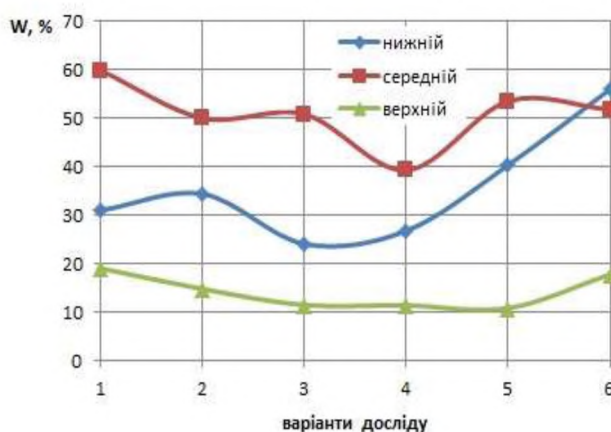
За середніми значеннями отриманих у процесі експерименту вологості шарів досліджуваних зразків побудовані графічні залежності (рис. 4.1).



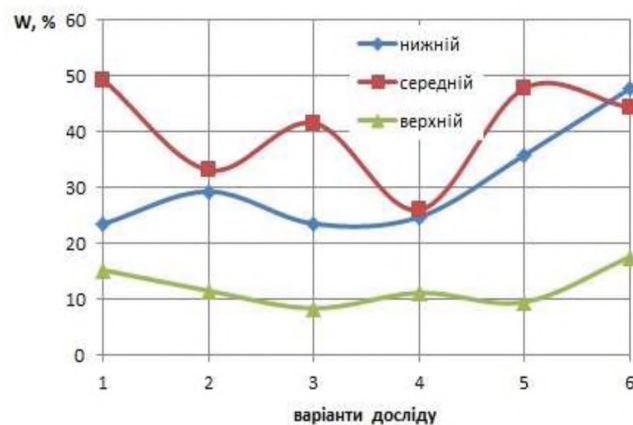
а



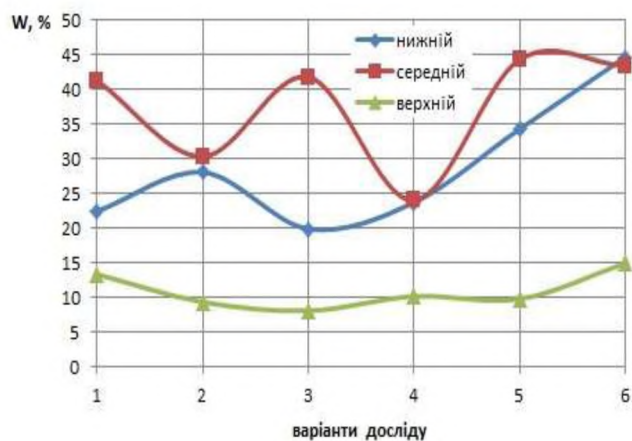
б



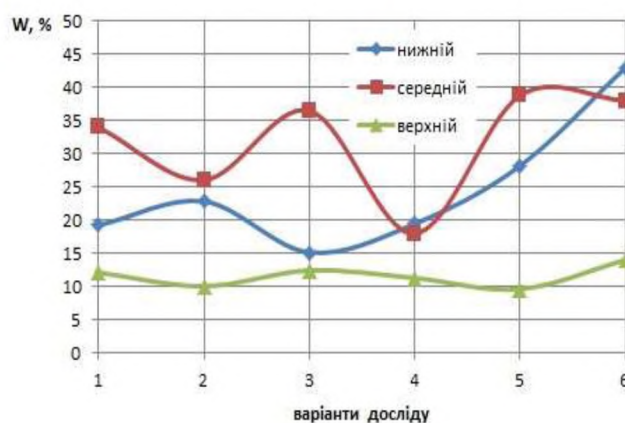
в



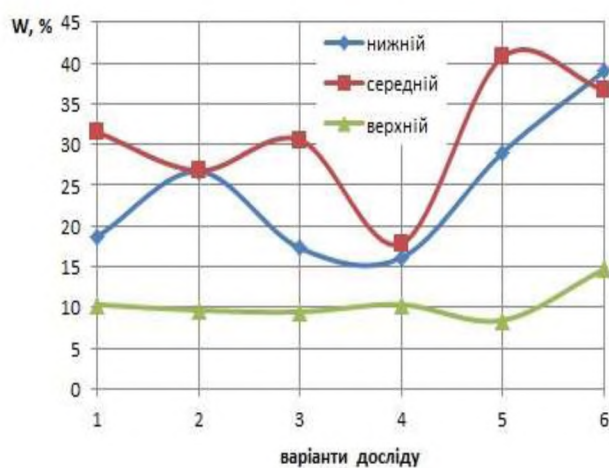
г



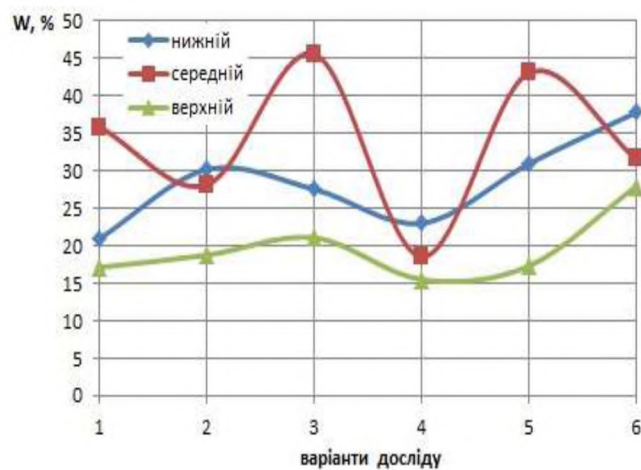
д



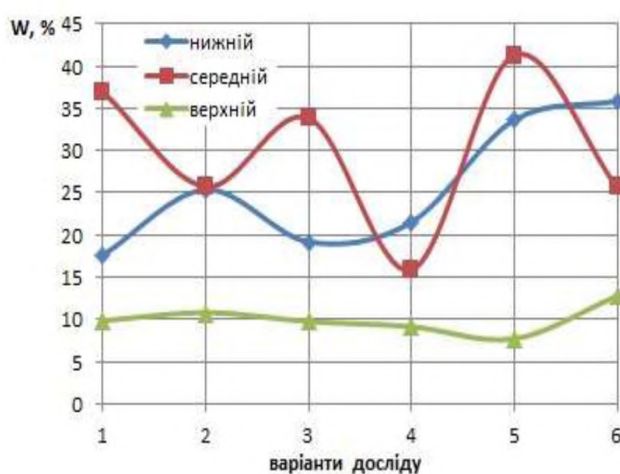
е



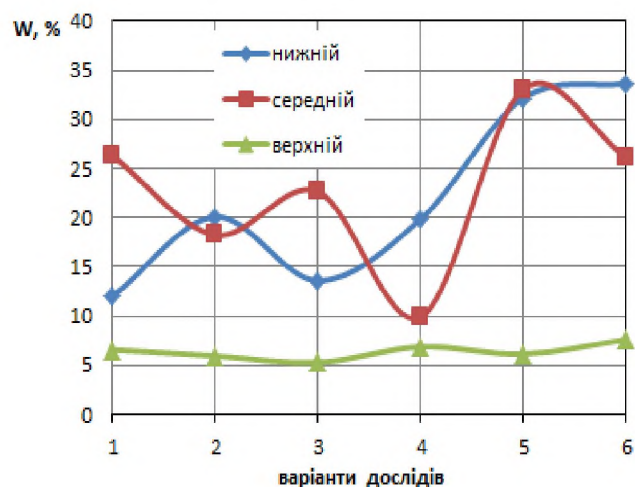
Є



Ж



З

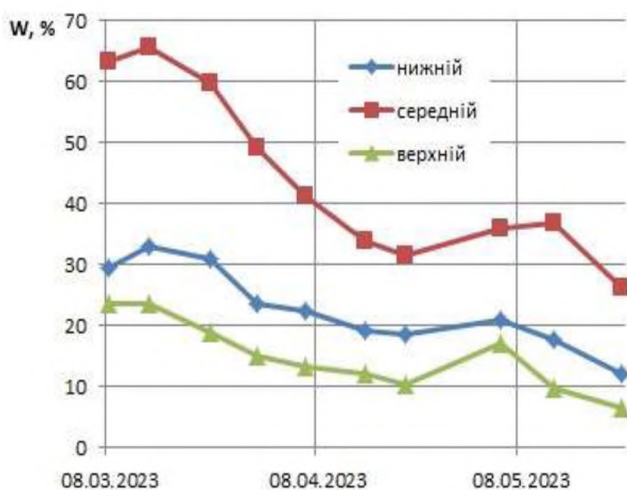


И

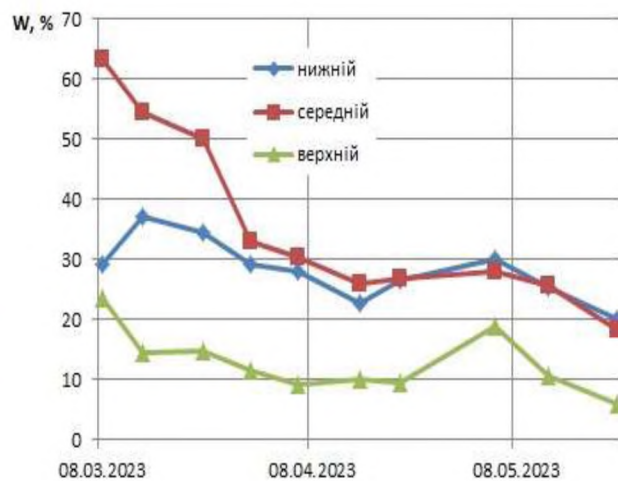
Рисунок 4.1 Графічні залежності зміни вологості шарів досліджуваних зразків ґрунту та органічних добрив за варіантами дослідів (див табл. 4.1) та датами вимірювання: а – 8.03; б -14.03; в – 23.03; г – 30.03; д – 6.04; е – 15.04; є – 21.04; ж – 5.05; з -13.05; и – 23.05

У процесі реалізації експерименту було проведено одноразовий полив досліджуваних зразків з метою імітації опадів у кількості 20 мм. Такий полив було проведено 3.05. З метою кращого аналізу впливу часу та факту проведення поливу побудовано графічні залежності зміни вологості зразків за часом дослідження (рис. 4.2).

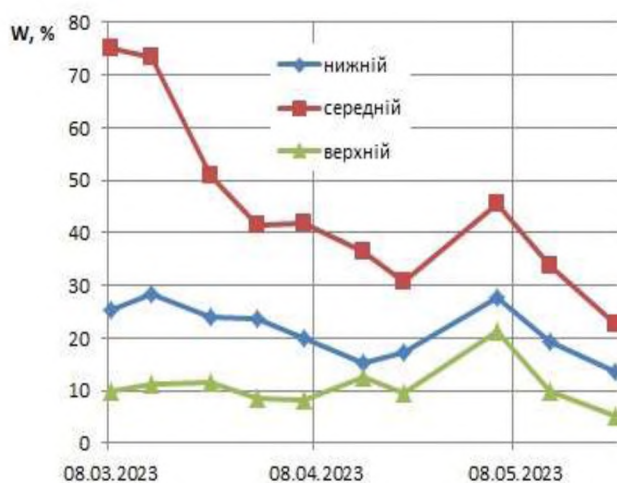
Аналіз отриманих результатів вказує на наявність чіткого розподілу вологості за досліджуваними шарами в усіх варіантах дослідів. Особливо чітко диференціація спостерігалась на початку дослідження (рис. 4.1, а).



а



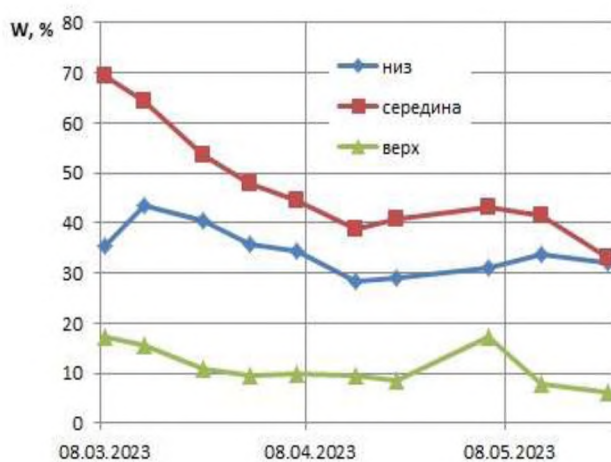
б



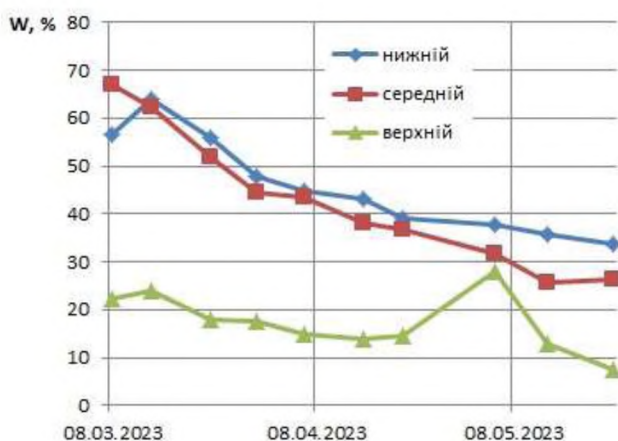
в



г



д



е

Рисунок 4.2 Графічні залежності зміни вологості шарів досліджуваних зразків ґрунту та органічних добрив з часом дослідження для варіантів досліду (див табл. 4.1): а – 1; б – 2; в – 3; г – 4; д – 5; е – 6

При цьому мінімальна вологість виявлена у верхньому шарі. Найбільші значення вологості верхнього шару спостерігалась у варіантах досліду 1 та 6 і знаходилась у межах від 22-23 % (рис. 4.1, а) на початку експерименту до 12-14% перед поливом (рис. 4.1, е). У той же час вологість верхнього шару у решті варіантів досліду (2-5) знаходилась у межах 8-17% (рис. 4.1, а) на початку експерименту та 8-10 % перед поливом (рис. 4.1, е). Таким чином найбільша міграція вологи до верхнього шару мала місце на глинистому ґрунті і застосуванні органічного добрива сапропель + січка соломи пшениці та на піщаному ґрунті і шарі органічного добрива сапропель + січка соломи льону.

Результати експерименту також вказують, що волога накопичена у середньому шарі органічних добрив найбільш інтенсивно мігрувала у нижній шар у всіх варіантах досліду із глинистим ґрунтом де вирівнювання вологості у середньому та нижньому шарах відбулось протягом перших 30 діб дослідження (рис. 4.1, г). При цьому у варіантах дослідів із органічним добривом сапропель + січка соломи льону та сапропель + деревна тирса (рис. 4.2, г та е) вологість нижнього шару ставала рівною вологості середнього шару. Така ж тенденція збережена і після проведеного поливу. Так у варіантах досліду 1, 3 та 5 максимальна кількість доданої вологи була накопичена у середньому шарі (рис. 4.1, ж та з).

У варіантах досліду із піщаним ґрунтом максимальне утримування вологи середнім шаром виявлена у випадку використання в якості органічного добрива сапропелю + деревна тирса та сапропелю + січка соломи пшениці. Різниця у вологість між відповідними шарами тут знаходилась у межах 10-12% (рис. 4.2, а та в).

Таким чином експериментальні досліджень підтверджують гіпотезу про можливість створення вологоутримуючого шару органічних добрив на основі сапропелю та органічних наповнювачів у вигляді січки соломи злакових культур, льону, деревної тирси тощо. Особливий ефект має місце на ґрунтах легкого механічного складу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Вирощування високих врожаїв картоплі, яка є надзвичайно важливим продуктом харчування в Україні, а також сировиною для переробної промисловості є важливих загальнодержавних завданням. Зважаючи на суттєві кліматичні зміни останніх років врожайність картоплі суттєво лімітується запасом вологи у родючому шарі ґрунту. Також отримання високого врожаю картоплі із належними якісними показниками вимагає внесення органічних добрив і особливо під час вирощування картоплі на ґрунтах легкого механічного складу. У той же час Поліська частина Волинської області має значну кількість запасів органічного сапропелю у вигляді покладів прісноводних озер. Дані поклади містять значну кількість органіки але є надто вологими. Їх вологість у момент добування складає 92-96 %. Тому можна вносити такі добрива під рядки картоплі і забезпечувати таким чином і живлення картоплі органікою та створення додаткового запасу вологи.

Для садіння картоплі в Україні та світі виготовляється широке коло машин із різного типу садильними апаратами. Проте за результатами досліджень під час садіння не яровизованої картоплі найкращі результати показує пасовий садильний апарат картоплесаджалок фірми Grime. Але в усіх проаналізованих картоплесаджалок передбачена можливість внесення під час садіння лише гранульованих добре сипких мінеральних добрив. Огляд експериментальних досліджень не виявив напрямків де б досліджувалось внесення органічних добрив одночасно із садінням бульб.

Обґрунтовано функціональну схему модернізації картоплесаджалки з метою забезпечення локального внесення органічних добрив підвищеної вологості одночасно із садінням картоплі. Модернізація полягає у встановлення дозуючого пристрою та бункера для таких добрив. При цьому маса добрив, що завантажуються у бункер складає **2000 кг**.

У результаті теоретичних досліджень та обґрунтувань встановлено, що для забезпечення формування шару органічних добрив товщиною **50 мм** на дні борозни глибиною **120 мм** потрібно вносити **11000 кг/га** таких добрив.

Також встановлено що, вал дозуючого пристрою для внесення вологих органічних повинен обертатись із кутовою швидкістю 120 с^{-1} . Затрати потужності на привід дозуючого пристрою при цьому складатимуть **0,98** кВт. Сумарний розрахунковий тяговий опір модернізованої картоплесаджалки склав **11,3 кН**. Що вказує на доцільність агрегування такої машини із тракторами з тяговим зусиллям **14 кН**.

Експериментальні дослідження перерозподілу вологи від органічних добрив до шарів ґрунту виявили потужний ефект накопичення вологи у шарі органічних добрив підвищеної вологості на основі сапропелю у піщаному ґрунті. У той же час саме такого механічного складу ґрунти найбільш часто примикають до озер, що є родовищами органічного сапропелю. Такий ефект створює передумови до впровадження способу вирощування сільськогосподарських культур з широкорядним способом посіву (посадки), який передбачає створення у ґрунті смуг із органічних добрив підвищеної вологості на основі сапропелю із одночасним посівом цих культур. Такий спосіб може бути реалізований на основі картоплесаджалки модернізованої за схемою наведеною у роботі.

Перспективи подальших досліджень мають бути спрямовані на підбір оптимальних співвідношень між сапропелем природної вологості та органічними наповнювачами, а також можливістю введення до складу суміші додаткових макро - та мікроелементів необхідних для забезпечення комплексного живлення рослин за конкретних ґрунтових умов.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. – Львів: НВФ Українські технології, 2002. – 800 с.
2. Дегодюк Е.Г. та ін. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва. - К.: Урожай, 1992. - 317 с.
3. Дудченко І.В., Шевчук М.Й. Технології вирощування екологічно чистих видів рослинницької продукції з основами землеробства. Методичний посібник для фермерів та сільських землевласників. - Луцьк: Надстир'я, 1995. - 265 с.
4. Шевчук, М.Й. (1996). Сапропелі України: запаси, якість та використання. Луцьк: Надстир'я.
5. Цизь, І.Є., Хомич, С.М. & Сацюк, В.В. (2021). Агро-екологічні аспекти добування та використання сапропелю. Сільськогосподарські машини, вип. 47, 37-45.
6. Grantina-Ievina, L., Karlsons, A., Andersone-Ozola, U., & Ievinsh, G. (2014). Effect of freshwater sapropel on plants in respect to its growth-affecting activity and cultivable microorganism content. *Zemdirbyste-Agriculture*, 101(4), 355–366.
7. Stankevica, K., Vincevica-Gaile, Z. & Klavins M. (2016) Freshwater sapropel (gyttja): Its description, properties and opportunities of use in contemporary agriculture. *Agronomy Research*, 14(3), 929-947.
8. Tsiz I., Khomych S., Didukh V., Yukhymchuk S. Study of dehydration of organic sapropel by compression method // 22nd International Scientific Conference Engineering for Rural Development. Jelgava, 24.-26.05.2023. Pp 173-178.
9. Сацюк В.В., Толстушко М.М. Дослідження процесу посадки картоплі ланцюгово-ложковим висаджувальним апаратом. Сільськогосподарські машини. Випуск 29-30, 2014. С. 89-92.
10. Думич В. Аналіз конструкції машин для садіння картоплі. Техніка і технології АПК № 12 (39), 2012. С. 10-13.

11. Khairy M-F. A. Performance Evaluation of Potato Planter In Sandy Soil. *Misr J. Ag. Eng.*, 14(1), 1997. P. 119-129.
12. Al-Gaadi K.A., S.A. Marey S.A. Effect of Forward Speed and Tuber Characteristics on Tuber Spacing Uniformity for a Cup-Belt Potato Planter. *Middle-East Journal of Scientific Research* 8 (4), 2011. P. 753-758.
13. Мартинюк В.Л., Налобіна О.О., Пуць В.С. Результати експериментальних досліджень процесу садіння картоплі з одночасним порційним внесенням добрив. *Міжвузівський збірник "Наукові нотатки"*. Випуск №30, 2011. С. 110-114.
14. Мартинюк В.Л. Оцінка технологічного процесу садіння картоплі порційним висіванням добрив. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*, №1 1 т. 2 (66) 2012. С. 229-233.
15. Коновалюк Д.М., Ковальчук Р.М. Деталі машин. Підручник. - Луцьк:ЛДТУ, 2001.-564с., іл.
16. Козуб Ю.Г., Маслійов С.В. Підйомно-транспортні машини: Підручник / Ю.Г. Козуб, С.В. Маслійов – Старобільськ: вид-во ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2018. – 277с.
17. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
18. Діденко М. К. Експлуатація машинно-тракторного парку. Київ : Вища школа, 1983. 456 с.
19. Хайліс Г.А., Коновалюк Д.М. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин: Навч. посібник, – К.: НМК ВО, 1992. – 320 с.
20. Зусько В. Методика дослідження розподілу вологи від органічних добрив до ґрунту // Тези III студентської науково-технічної конференції «Сучасні технології у агровиробництві та природокористуванні». Луцьк: Факультет аграрних технологій та екології, Луцький НТУ. С. 11-13

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
			КАІМСК.17.00.0000	Пристрій дозуючий	1	
				<u>Деталі</u>		
		1	КАІМСК.17.00.0001	Лопать	80	
		2	КАІМСК.17.00.0002	Боковина	7	
		3	КАІМСК.17.00.0003	Вісь	8	
		4	КАІМСК.17.00.0004	Вал	1	
		5	КАІМСК.17.00.0005	Кришка глуха	1	
		6	КАІМСК.17.00.0006	Корпус підшипника	2	
		7	КАІМСК.17.00.0007	Кришка наскрізна	1	
		8	КАІМСК.17.00.0008	Зірочка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Шпінти ГОСТ397-79		
		9		4×25.2	4	
		10		2,5×25.2	8	
				Шайби ГОСТ 11371-78		
		11		10.02.ВСтЗ	8	
		19		8.02.ВСтЗ	6	
				Болти ГОСТ 7798-70		
		12		М6-8д×28	1	
		13		М6-8д×30	6	
		20		М8-8д×32		
С				КАІМСК.17.00.0000.03 СП		
Зм. Лист	№ док.м.	Підп.	Дата			
Разроб.	Зусько					
Перев.	Цизь					
Н.контр.	Юхимчук					
Затв.	Сацюк					
				Механізм дозуючий		
				Лит.	Лист	Листів
				К	1	2
				ЛНТУ каф. АІ ім. проф. Г.А. Хайліса гр. АІмз-21		

