

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 процесів садіння цибулі з удосконаленням саджалки сівку»

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

Воробчук П.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Дідух В.Ф.

(прізвище та ініціали)

Гарант ОП Сацюк В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Голій О.В.

(прізвище та ініціали)

Луцьк 2023

**ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

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

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**

Воробчуку Павлу Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження процесів садіння цибулі з удосконаленням саджалки сівку

керівник роботи Дідух Володимир Федорович, професор, д.т.н.

(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. Результати експериментальних досліджень	1 лист
5. Планування та результати експерименту з використанням математичного методу планування	1 лист
6. Схема експериментальної установки чи досліджуваної машини (функціональна або принципова)	1 лист
7. Складальне креслення розроблюваного чи удосконаленого 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)

Воробчук П.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Дідух В.Ф.

_____ (прізвище та ініціали)

Гарант ОПП

_____ (підпис)

Сацюк В.В.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота за спеціальністю 208 – агроінженерія, ОПП – агроінженерія. Луцький національний технічний університет, Луцьк, 2023.

Структура та обсяг магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, переліку джерел посилання. Загальний обсяг роботи складає 58 сторінок, включає 28 рисунків, 5 таблиць, перелік джерел посилання з 19 назв та 2 додатки.

У магістерській роботі проведено огляд літератури та сформульовано завдання досліджень за обраною темою. Виявлено, що із зміною кліматичних умов винила потреба в удосконаленні загальноприйнятних технологій вирощування сільськогосподарської продукції. Не є винятком цибуля, дворічна культура яка займає особливе місце у життєдіяльності людини. Через відсутність органічних добрив, вчасно внесених у ґрунти, все більше використовуються мінеральні. Такий підхід не дозволяє вирощувати якісну плодоовочеву продукцію, особливо органічну. Рослини цибулі досить вимогливі до родючості ґрунту. На 10 т врожаю цибуля ріпчаста виносить із ґрунту в середньому до 40,2 кг азоту, 11,6 - фосфору і 21,0 кг калію. Тому, посіви цибулі потрібно розміщати на високородючих, пухких, багатих на органічну речовину, структурних, чистих від бур'янів ґрунтах.

Теоретично обґрунтовано технологію промислового виробництва цибулі з сіянки. Дана технологія ставить особливі вимоги до підготовки ділянки для вирощування та характеризується смуговим способом посадки сіянки.. Тому, у магістерській роботі, вказано на конструктивні особливості саджалки сівку, удосконалення садильного апарату і встановлено основні параметрів і режими його роботи при взаємодії з насіннєвим матеріалом.

Запропоновано програму досліджень, яка включає опис лабораторного устаткування та методик проведення експериментальних досліджень. Приведені результати досліджень та вказано на подальше удосконалення технології садіння цибулі сівку.

Ключові слова: технологія, вирощування, органічні добрива, сівок, цибуля, саджалка, садильний апарат.

ABSTRACT

Master's thesis on specialty 208 - agricultural engineering, OPP - agricultural engineering. Lutsk National Technical University, Lutsk, 2023.

Structure and volume of the research work. The research work consists of entry, four sections, general conclusions, list of the used sources and additions. The general volume of work is made by an 58 page, includes 28 drawings, 5 tables, list of the used sources from 19 names and 2 additions.

In the master's thesis, a review of the literature was carried out and the task of research on the chosen topic was formulated. It was found that with the change in climatic conditions, there was a need for improved generally accepted technologies for growing agricultural products. Onions are no exception, a two-year crop that occupies a special place in human life. Due to the lack of organic fertilizers applied to the soil in a timely manner, mineral fertilizers are used more and more. This approach does not allow to grow high-quality fruit and vegetable products, especially organic ones. Onion plants are quite demanding on soil fertility. On 10 t of the crop, onion takes up to 40.2 kg of nitrogen, 11.6 - phosphorus and 21.0 kg of potassium from the soil. Therefore, onion crops should be placed on highly fertile, loose, organic matter-rich, structural, weed-free soils.

The technology of industrial onion production from seedlings is theoretically substantiated. This technology sets special requirements for the preparation of the plot for growing and is characterized by a strip method of planting seedlings. Therefore, in the master's thesis, the design features of the seedling planter, the improvement of the planting device and the main parameters and modes of its operation when interacting with the seed material are indicated.

A research program is proposed, which includes a description of laboratory equipment and methods of experimental research. The research results are presented and the further improvement of onion seed planting technology is indicated.

Key words: technology, cultivation, organic fertilizers, seedling, onion, planter, planting device.

ЗМІСТ

	стр.
ЗАВДАННЯ.....	3
АНОТАЦІЯ.....	4
ВСТУП.....	8
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ.....	11
1.1 Особливості технології вирощування цибулі та підготовка ґрунту.....	11
1.2 Сортові відмінності для механізованого вирощування цибулі.....	14
1.3 Аналіз процесу садіння сівки та конструкцій саджалок.....	17
1.4 Теоретичні відомості садильних апаратів транспортерного типу.....	19
1.5 Висновки до розділу 1.....	21
2 ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ І ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	22
2.1 Обґрунтування процесу садіння сівки цибулі.....	22
2.2 Обґрунтування конструкції аератора змішувача.....	25
2.3 Розрахунок технологічних параметрів садильного апарату.....	33
2.4 Висновки до розділу 2.....	34
3 ПРОГРАМА, МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	34
3.1 Програма експериментальних досліджень.....	34
3.2 Лабораторне обладнання, прилади проведення експериментальних досліджень.....	35
3.3 Методика і результати визначення параметрів і властивостей насіння цибулі.....	38
3.4 Висновки до розділу 3.....	44
4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПРОПОНОВАНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ.....	45
4.1 Методика та результати експерименту з використанням математичного методу планування.....	45

4.2 Польові дослідження вирощування цибулі смугами та доцільність реалізації запропонованої технології.....	48
4.3 Висновки до розділу 4.....	52
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	53
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	54
ДОДАТКИ.....	56

Перелік термінів

Технологія - це сукупність знань і прийомів, які впорядковано застосовуються для досягнення певної мети або вирішення проблеми.

Машина (від лат. *machina*, від дав.- гр. *Μηχανή* - пристрій, засіб, знаряддя) - технічний об'єкт, який складається із взаємопов'язаних функціональних частин (деталей, вузлів, пристроїв, механізмів та ін.), що використовує енергію для виконання покладених на нього функцій. Традиційно, під машиною розуміють технічну систему, яка виконує або допомагає у виконанні якогось виду роботи.

Площа живлення – це простір, який займає одна рослина на поверхні ґрунту. Рослині потрібно забезпечити оптимальну площу живлення, за якої ріст і розвиток відбуваються найбільш сприятливо і формується найвищі продуктивність.

Добрива - органічні й неорганічні речовини, які застосовують для поліпшення умов живлення культурних рослин з метою підвищення врожаю й поліпшення його якості.

ВСТУП

Актуальність проблеми. Одним із прибуткових та перспективних напрямків в агробізнесі серед овочівників на сьогодні – це вирощування цибулі. Тому багато фермерів-початківців та інвесторів починають рухатися в цьому напрямку. Проте, виявляється, цибуля не така проста сільськогосподарська культура, як здається на перший погляд. В чому полягають проблеми вирощування цибулі?

На першому місці необхідно правильно підійти до вибору посівного матеріалу, так як ринок посівного матеріалу досить великий, існує тисячі різних гібридів, серед них найбільш популярні сорто типи – це голландські та іспанські, сорти. Необхідно враховувати, що планується, після отримання врожаю робити з нею. Продавати одразу після збирання на внутрішньому ринку, чи планується зберігання, на який період.

Цибуля теплолюбна культура. Тому в основному вона культивувалася на півдні України. Але останнім часом, її почали активно вирощувати як у Центральній Україні, та і Заході. Проте, чим більше сонячних днів під час вегетації цибулі, тим краще буде врожайність. Також можна брати гібриди з більшим періодом вегетації, для збільшення врожайності в регіонах, де не вистачає сонця. Наявність вологи у ґрунтах також відіграє важливу роль. Тому, Північно – Західні регіони, де випадає більше опадів, у цьому плані мають перевагу. Адже, вирощувати цибулю на Півдні без крапельного поливу фактично неможливо. А це впливає на собівартість отриманого врожаю.

За типом висаджування розрізняють два види цибулі: перша – це цибуля сівка, паша, або саджанки. Її по різному називають в різних регіонах України. У такому випадку, маленькі цибулини висаджують спеціальною саджалкою. Другий вид цибулі вирощують методом висіву з насіння. Тоді по народному її називають чорнушкою. Сівок вважається ранньою цибулею. Вона на зберігання принципово не може йти, тому що швидко псується.

Цибуля любить рости на рівних, а ще краще – трохи підвищених ділянках, щоб не було застою води. Ґрунт має бути нейтральним: навіть на слабокислому

цибуля буде рости неохоче – підгниватиме і не утворюватиме великих ріпок, ідеальна земля для неї – суглинки чи супіщані ґрунти.

Посадку цибулі роблять з проміжками між рядками 15 - 20 см, відстань між цибулинами 6 - 10 см, а малогніздові сорти можна густіше. Цибулини розташовують денцем вниз, саджають на глибину 2,0 - 2.5 см.

У зв'язку з вище приведеним, постала проблема удосконалення процесів вирощування цибулі в умовах достатнього зволоження з пошуку раціональних зон живлення сівка. Все це вимагає проведенню нових досліджень та удосконалення саджалки сівка.

Об'єкт досліджень – технологічні процеси вирощування цибулі сівка.

Предмет досліджень – насіння цибулі - сівка, органічна добрива для смугового внесення, робочі органи саджалки цибулі.

Мета роботи. Удосконалити процеси садіння цибулі сівка смуговим способом.

Завдання досліджень:

1. Провести аналіз технологій і технічних засобів вирощування цибулі сівка.
2. Дослідити властивості цибулі сівка, придатної для вирощування у зоні достатнього зволоження ґрунту.
3. Розробити програму та методики експериментальних досліджень.
4. Встановити визначальні параметри саджалки для смугового садіння цибулі сівка.
5. Провести експериментальні дослідження з визначення властивостей цибулі сівка.
6. Запропонувати удосконалення процесу садіння цибулі і конструкції саджалки

Методи досліджень. Теоретичні дослідження проведені із застосуванням методів дослідження природи: спостереження, вимірювання, експеримент, моделювання і методів, що ґрунтуються на основних положеннях теорії класичної механіки. Експериментальні дослідження проводились за відомими галузевими та розробленими методиками на лабораторних установках і приладах. При

проведенні експериментальних досліджень для визначення основних параметрів саджалки застосовано математичний метод планування експерименту.

Результати роботи та їх новизна. В магістерській роботі запропонована технологія механізованого садіння цибулі сівка. Новизна результатів досліджень полягає у обґрунтуванні технології аеробного виробництва органічних добрив та параметрів аератора змішувача.

Апробація результатів магістерської роботи та публікації. Результати досліджень доповідались на студентській НТК ЛНТУ в 2023 році. За темою магістерської роботи опубліковано тези.

Структура роботи. Магістерська робота складається з вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, переліку джерел посилання і додатків. Загальний обсяг роботи складає 58 сторінки.

На захист виноситься процеси садіння цибулі і удосконалення саджалки цибулі - сівку.

РОЗДІЛ 1

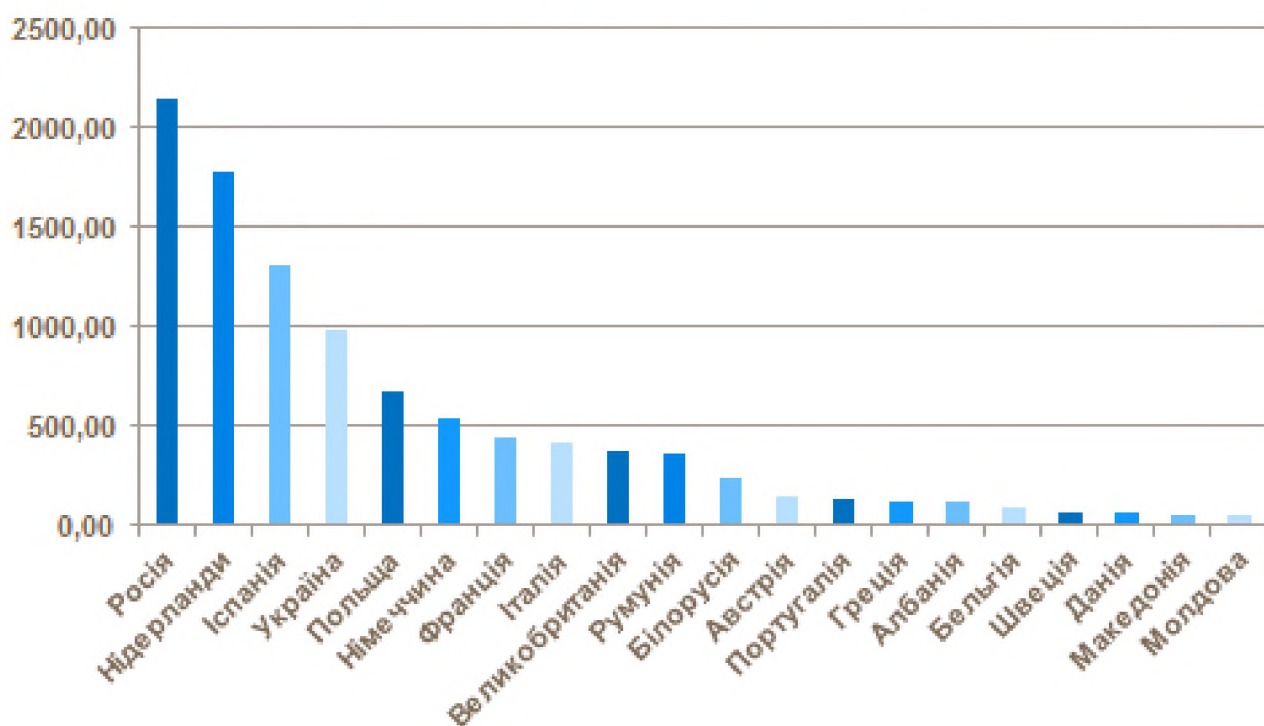
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ ТА ОБГУНТУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ

1.1. Особливості вирощування цибулі та підготовка ґрунту

Цибуля - це культура, яка взагалі не пробачає помилок. Якщо ви, наприклад, в чомусь помилилися за вирощування зернових культур, то у вас буде спостерігатися мінус за врожайністю, якщо ж ви не дотримувалися правил щодо вирощування цибулі, то ви взагалі не отримаєте врожаю.

Щорічно вирощується близько 98 млн. тон цибулі ріпчастої на 5 млн. га землі у 143 країнах світу. Аналіз статистичних даних свідчить про те, що протягом останніх десяти років показник вирощування цибулі подвоївся. Найбільшими виробниками є Китай та Індія. Інші країни вирощують біля половини світових запасів цибулі. Україна займає четверте місце по вирощуванню цибулі у Європі(рис. 1.1).

Топ-20 виробників цибулі ріпчастої в Європі, тис т



Джерело: FAOSTAT, 2017

Рисунок 1.1 Європейські об'єми вирощування цибулі

Середній світовий показник збору врожаю - 22 т/га, але найбільшим середнім показником врожайності є 66,82-65,68 т/га, якого було досягнуто в США та Молдові відповідно. Провідні фермерські господарства можуть вирощувати врожай понад 100 т/га. Україна займає чільне місце серед країн світу за площами, відведеними під вирощування цибулі(рис. 1.2).

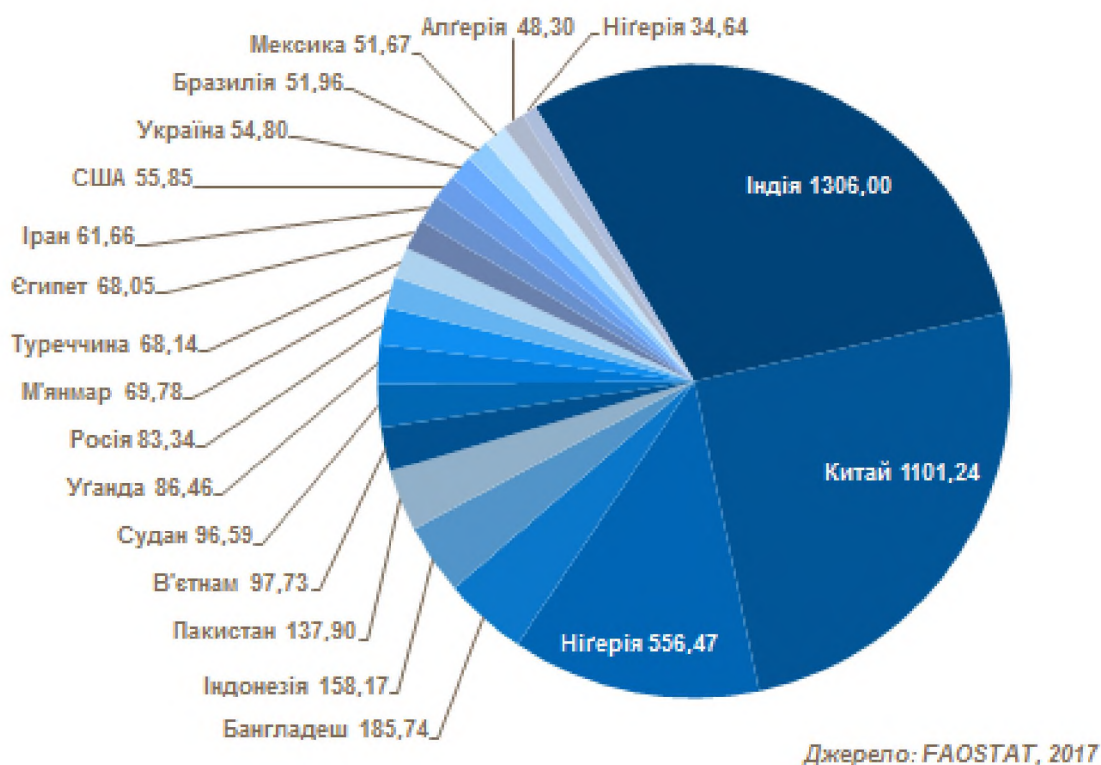


Рисунок 1.2 Площі, відведені під вирощування цибулі

Із дворічних овочевих культур, які вирощують в Україні, до родини Цибулеві відносять цибулю ріпчасту, цибулю шалот і цибулю порей, які формують ріпчасті або циліндричні цибулини, різні за формою, розміром та забарвленням, утворюють подібне насіння, мають тонкі ниткоподібні корінці, вузькі трубчасті або лінійні листки, квіткову стрілку та шапкоподібний зонтик. У листках, цибулинах та насінні є ефірна олія, яка сильно діє на органи відчуття має специфічні кулінарні та лікувальні властивості.

Технологія вирощування цибулі передбачає[4]:

- Вимоги до попередників, на площах яких вирощуватиметься цибуля;

- Правильна підготовка ґрунту з врахуванням природної зони;
- Вибір і застосування добрив;
- Підготовка ґрунту безпосередньо перед посадкою і посадка;
- Особливості догляду на різних стадіях вегетації;
- Методи забезпечення вологою;
- Підбір засобів захисту від захворювань, бур'янів і комах;
- Пошук шляхів підвищення врожайності.

Найкращими попередниками цибулі є плодовоовочеві культури, які дозволяють швидко звільнити площу під посадку.

Осіною рекомендується ділянку обробити гербіцидами, через дві неділі виорати на глибину 22-24 см та добре вирівняти шляхом культивації.

В процесі вирощування цибулі вважається, що показник середнього виносу живлення зазвичай варіюється в межах N4,4 - P1,5 - K3,5 кг на тонну продукту. З даного розрахунку необхідно забезпечити умови живлення. Органічні добрива варто вносити під органку, мінеральні на етапі посадки та підживлення рослин. Системи живлення рослин неможливі без попереднього фізичного і агрохімічного дослідження ґрунту на визначення вмісту гумусу, наявності елементів NPK і мікроелементів (магній, кальцій, сірка), рівень кислотності і обмінних катіонів. Тільки після виконання всіх вищевказаних досліджень можна безпосередньо переходити до створення точної схеми удобрення ґрунту на конкретних полях. Оптимальний показник забезпечення макроелементами за весь сезон - це N250-300-P130-150-K220-250 кг/га активно діючих речовин.

Весняна обробка ґрунту передбачає боронування ґрунту, щоб зберегти його вологість. Сіянку слід висаджувати в добре прогріту землю, інакше існує велика ймовірність масового стрілкування цибулі. Оптимальна температура ґрунту є +10-12°C, а повітря + 3-5 С.

Необхідно тримати грядки абсолютно чистими від бур'янів, не допускати їх розростання вище 5-8 см. На засміченій і не прополотій ділянці цибуля погано дозріває, стебла біля основи залишаються соковитими і уражаються грибово-бактеріальною гниллю, що різко знижує лежкість в зимовий час.

1.2. Сортові відмінності для механізованого вирощування цибулі

Для отримання високих врожаїв цибулі в умовах України Інститутом овочівництва і баштанництва Української академії аграрних наук (ІОБ УААН) розроблено стандарт: « ДСТУ 8072:2015 Насіння цибулі ріпчастої. Технологія вирощування. Загальні вимоги ».

Цибулю-сіянку починають вирощувати за рік до посадки. З насіння виростають невеликі цибулини – це і є цибуля-сіянка (саджанка / тиканка). Її висаджують під зиму і навесні наступного року.

Сорти ріпчастої цибулі за смаковими якостями поділяються на:

- гострі й гіркі, що містять від 9 до 12% цукру;
- напівсолодкі сорти з вмістом цукру 8–9%;
- солодкі, в яких цукру від 4 до 8%.

Гострі сорти цибулі найпридатніші для вирощування у західних областях України.



Рисунок 1.3 Загальний вигляд різних сортів цибулі сіянки

У напівгострих триваліший період вегетації і вища врожайність, ніж у гострих. Цибулини їх нещільні, за вмістом сухої речовини, цукрів і ефірної олії поступаються сортам гострої. Лежкість цибулин середня.

Солодкі сорти, хоч як це дивно, містять менше цукру, ніж гіркі, але й ефірних олій у них менше, тому вони видаються солодшими за гіркі. Сорти мають тривалий період вегетації і дають досить високий відсоток врожаю. Цибулини їх складаються із товстих соковитих лусок. Цибулини слабо і нещільно вкриті сухими лусками. Період спокою короткий, лежкість погана.

Цибуля - порей, або перлова цибуля відома ще з часів стародавніх держав - Греції, Риму та Єгипту. Це дворічна рослина з ланцетоподібним, вкритим восковим нальотом листям, яке складається по серединній жилці — воно схоже на часникове, але набагато більше за розміром. Цибуля - порей надзвичайно вимоглива до догляду і вологості ґрунту.

Цибуля - шалот вирізняється скоростиглістю, забарвлення цибулин цього виду таке ж, як і у цибулі ріпчастої - жовте, біле і фіолетове. Крім того, цибуля - шалот відрізняється високою лежкістю.

У загальному комплексі агротехніки найбільше значення для доброї лежкості цибулі мають агротехнічні прийоми, що сприяють визріванню (переходу в стан спокою) і збереженню періоду спокою. Витрати на догляд становлять до 40% загальних витрат на вирощування.

Догляд за посівами(рис. 1.4) включає у себе багаторазове розпушування міжрядь і ручні прополки бур'янів у рядах.



Рисунок 1.4 Сформована грядка цибулі

Розпушування забезпечує чистоту посівів від бур'янів, збереження вологи в ґрунті і вільний доступ до неї повітря, а також покращує поживний і тепловий режими. Верхній шар ґрунту постійно підтримують у рихлому стані, не допускаючи появи бур'янів й утворення ґрунтової кірки після дощу або поливу. Міжряддя розпушують своєчасно і ретельно, щоб не пошкодити в рядах рослини, не засипати їх ґрунтом. Від цього вони сильно пригнічуються і навіть гинуть. Кількість міжрядних розпушувань ґрунту залежить від засміченості поля. Всього за вегетаційний період цибулі розпушування проводять від 4 до 6 разів і 2–3 ручні прополки з розпушеннями в рядах.

Діаметр цибулини впливає на відстань при посадці між цибулинами у рядку(рис. 1.5). До 10 мм через 50 мм. Від 10 до 15 мм через 80 мм. Від 15 до 20 мм і більше через 100 мм. Ширина міжрядь залежить від методу їх обробки. У разі виконання всіх маніпуляцій вручну його можна робити від 200 до 250 мм., а якщо планується застосовувати мотоблоки, тоді – від 600 до 720 мм. Цибулини висаджуються на глибину від 30 до 40 мм., щільно обтиску ґрунт навколо них.

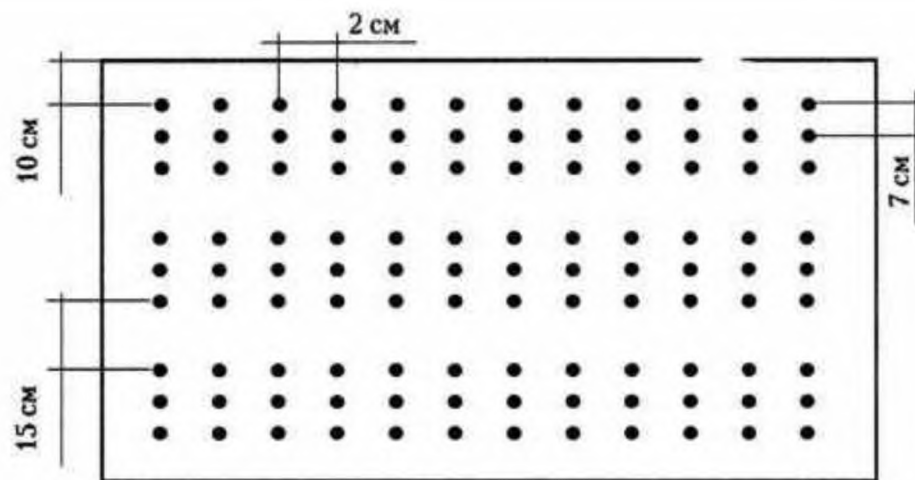


Рисунок 1.5 Варіанти формування грядки

Таким чином, механізоване вирощування цибулі з сіянки вимагає чіткого продуманого плану закладання грядок і ділянки загалом. Для зниження собівартості одержаної продукції важливо вести пошук нових технологій по зменшенню кількості технологічних операцій та ручної праці.

1.3. Аналіз процесу садіння сівки та конструкцій саджалок

Цибулини висаджують у добре розпушений ґрунт, як правило, широкорядним способом. Ширина міжрядь 30 - 45 см, у рядку їх висаджують на відстані 4 - 6 см. Дехто практикує стрічковий спосіб висаджування. При цьому ширина між стрічками 30 - 45 см, у стрічці розміщують 5 - 9 рядків з шириною між ними 15 - 20 см. У рядку цибулини висаджують на відстані 6 - 8 см одна від одної. На 1 м² грядки висаджують 200-400 г і більше цибулин сіянки залежно від її розміру.

Основними частинами саджалки мають бути: рама, бункер, садильні апарати, механізм передач, плужний пристрій, опорні колеса, маркери, механізм підкочування задніх коліс і редуктор. За даним принципом створено більшість саджалок, в тому числі СЛС – 12(рис.1.6), яка призначена для точного висіву цибулі - сівки та рядового посіву зубків часнику на рівній гребеневій та грядковій поверхні зі схемою посіву 15+55.

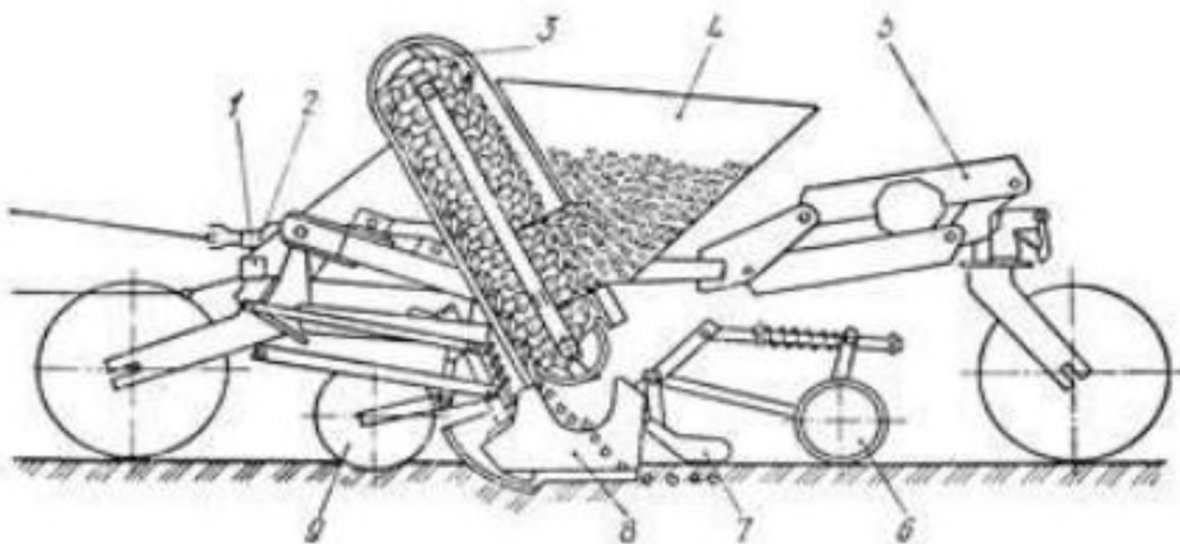


Рисунок 1.6 Схема сівалки точного висіву цибулі-сіянки СЛС-12:1 – рама; 2 – механізм передач; 3 – висівний апарат; 4 – бункер для насіння; 5 – механізм підкочування; 6 – коток прикочування; 7 – загортач; 8 – сошник; 9 – коток копіювальний

Принцип роботи даної сівалки полягає у наступному. Цибулю-сіянку будь-якої фракції засипають у бункер, заповнюючи приймальну частину короба. Під

час руху сівалки крутний момент від синхронного ВВП трактора через карданну передачу, редуктор і ланцюгову передачу передається на вали садильних апаратів, що приводить у рух транспортні ланцюги із захватами для насіння ріжкового типу. Рухаючись, вилки транспортного ланцюга захоплюють цибулини з приймальної частини короба і транспортують їх нерухомим дном короба. «Зайві» цибулини скочуються в зону забирання, а в кожній вилці залишається по одній цибулині. Цибулини, що притримуються гнучким, супровідним елементом, виносяться до зони скидання і падають у відкриту борозну, утворену сошником. Загортачі накривають ґрунтом борозни, забезпечуючи необхідну глибину загортання насіння. Шлейф вирівнює поверхню поля і дещо ущільнює ґрунт.

Основним робочим органом є садильний апарат транспортерного типу. На рамі встановлено шість двострічкових апаратів. Кожний апарат складається з приймального короба, опори, супровідних рамок, вала, зірочок, транспортних ланцюгів, до ланок яких приклепано вилки, які мають кут нахилу до днища короба і кут 50° між ріжками вилок. Кожний ланцюг надітий на відповідну зірочку приводного валу і натягну зірочку, закріплену в кронштейні нижньої труби рами. Для утримання цибулин у виловках після виходу із зони заповнення використовують гнучкий обмежувач, який закріплено у щитах і має можливість зміщуватися відносно вилок за допомогою регулятора, який, у свою чергу, зміщується відносно фланця. На регуляторі є чотири пази, що відповідають чотирьом положенням обмежувача і напрямних залежно від фракції цибулі-сіянки.

Фактично кожна країна у світі, де вирощують цибулю має свій варіант конструкції. Україна також випускає уніфіковані саджалки для цибулі та часнику від одно до восьмирядних.

1.4. Теоретичні відомості садильних апаратів транспортерного типу

Підбір саджалок для цибулі здійснюють за двома параметрами(рис.1.7) та врахуванням природніх умов вирощування, в основі яких лежить механічний склад ґрунту. Такий підхід дозволяє отримувати максимальні врожаї не зважаючи

на широкий спектр погодно – кліматичних умов на протязі всього періоду вегетації.

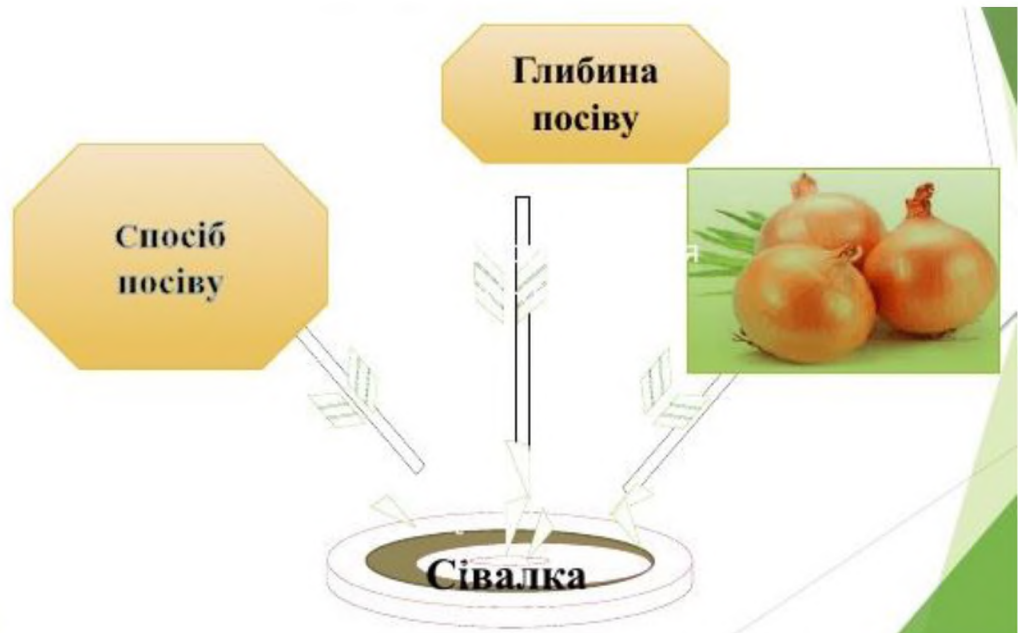


Рисунок 1.7 Визначальні параметри механізованого вирощування цибулі

Метою операції (основними агротехнічними вимогами) садіння є рівномірний розподіл заданої кількості насіння (норми висіву) по площі на задану глибину у вологий ґрунт для забезпечення оптимальних умов живлення кожної рослини.

Маса (g_1 , кг) насіння, яку повинна висадити сівалка за один повний оберт приводного колеса за залежністю:

$$g_1 = \frac{Q \cdot \pi \cdot D \cdot B_c}{10000 \cdot (1 - \delta)} \quad (1.1)$$

де Q – норма висіву насіння, кг/га;

$\pi \cdot D$ – довжина ободу приводного колеса саджалки ;

δ – ковзання приводного колеса саджалки, $\delta \approx 0,05 \dots 0,1$.

Для конкретного поля з його довжиною, норми висіву (Q кг/га), дорівнює:

$$G = \frac{Q \cdot B_c \cdot L}{10000}, \quad (1.2)$$

де L – довжина гону, м

Основним робочим органом саджалки є садильний апарат. Для садіння цибулі використовують апарати транспортерного типу, тяговим елементом у яких може бути стрічка(рис. 1.8, а) або ланцюг(рис. 1.8, б). на тяговий елемент жорстко кріпляться захвати насіння або чашечки у які попадають окремі цибулини при русі тягового елемента у бункері насіння.

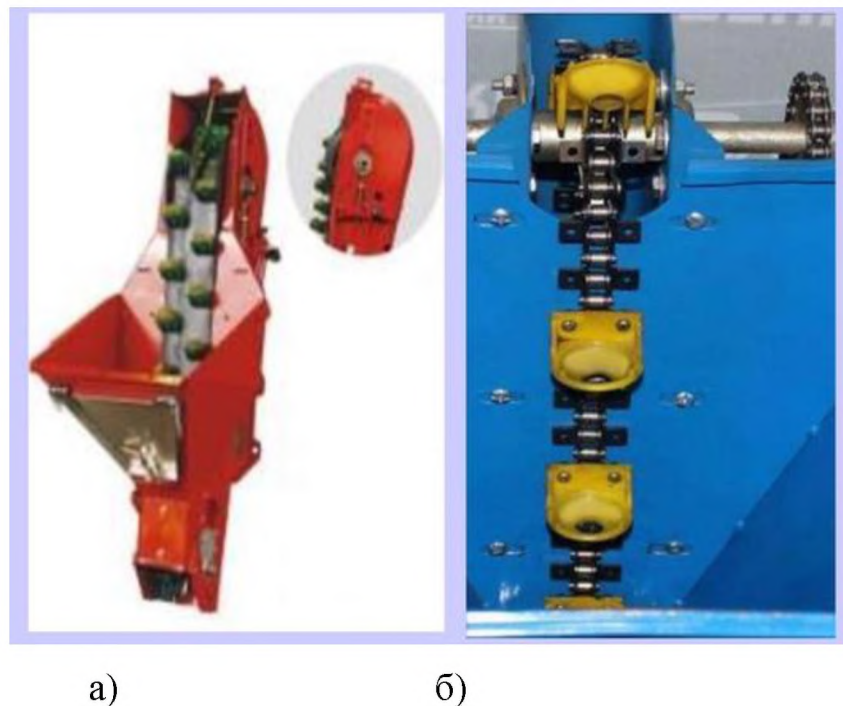


Рисунок 1.8 Варіанти тягових елементів садильних апаратів: а- стрічковий;
ланцюговий

Ланцюговий тяговий елемент забезпечує більш точну подачу окремих цибулин у ґрунтову борозенку. Це важливо при смуговій посадці сільськогосподарських культур. Робочий процес саджалки можна розділити на дві основні фази:

- створення рівномірного потоку цибулин, що відбираються з бункера і подаються в сошник;
- утворення сошником борозни, вкладання на її дно цибулин і закриття їх ґрунтом.

Вихідними даними для технологічного розрахунку саджалки є загальна кількість цибулин K , яка повинна бути висаджена на гектарі поля, а також схема

їх розташування. При ширині міжрядь b та розрахунковій віддалі між цибулинами у рядку a :

$$K = \frac{10^4}{(b-a)}, \quad (1.3)$$

Кількість цибулин висаджена таким апаратом за один оберт привідного барабана чи зірочки $K_{об.}$ становитиме:

$$K_{об.} = \frac{\pi-d}{t_d}, \quad (1.4)$$

де d - діаметр привідного барабана чи ділильного кола привідної зірочки, м;
 t_d - крок розташування ложечок на транспортері, м.

1.5 - Висновки до розділу

На основі аналізу літературних джерел і патентної літератури зроблені наступні висновки:

1. Для отримання високих врожаїв цибулі важливо провільно підійти до вибору ділянки та провести всі техніко –технологічні заходи для створення раціональних зон живлення майбутньому насінню..

2. Вибір технології садіння цибулі сівка залежить від природо – кліматичних умов та стану ґрунту. Новим у технологіях вирощування може стати смугове вирощування

3. Запропонована технологій вирощування цибулі передбачає осінню підготовку смуг шляхом внесення органічних добрив і посадки цибулі за схемою 25x25, що передбачає чотири рядки з міжряддями і відстанню між у рядку 8x8см.

4. Проведений аналіз теоретичних положень основного робочого органу саджалки – садильного апарату, вказує на їх ідентичність з теоретичними положеннями транспортерних садильних апаратів.

РОЗДІЛ 2

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІ І ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Обґрунтування процесу садіння цибулі сівка

Цибуля найкраще росте на окультурених супіщаних і легкосуглинкових ґрунтах. Посіви ріпчастої цибулі слід розміщувати на родючих полях, багатих на органічні речовини, легких за структурою, не засмічених бур'янами. Непридатні для неї важкі за механічним складом, перезволожені та кислі ґрунти. Висока вимогливість цибулі до родючості ґрунтів та елементів живлення зумовлена слабкорозгалуженою кореневою системою.

З органічних добрив під цибулю вносять перегній із розрахунку 20–30 т/га та мінеральні добрива. Вид і норма мінеральних добрив на ріпчастій цибулі підбираються залежно від посівного або садивного матеріалу, етапу росту, розвитку рослин і способу застосування. На початку вегетації цибуля негативно реагує на високу концентрацію ґрунтового розчину, тому не рекомендують вносити в рядки високі норми мінеральних добрив.

Тому, за достатньої кількості органічної сировини необхідно змінити підходи до застосування як органічних, так і мінеральних добрив для створення зон живлення цибулі. Таке формування зон живлення варто проводити круглий рік (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 Схема формування зон живлення при смуговому вирощуванні цибулі сівка

Відповідно до схеми смугове закладання органічних добрив із використанням анаеробного принципу, необхідно проводити в осінній період, після прибирання ділянки від попередника та проведення відповідних операцій зі знищення бур'янів, оранки і вирівнювання. Як правило такі роботи припадають на липень-серпень місяці. Таким чином для утворення поживних речовин з органічної сировини до початку садіння цибулі сівка є 9-10 місяців. За даний час відбудеться не тільки перетворення органічної сировини, але й накопичення певної кількості вологи у даному шарі.

Ширину смуг у 320 мм для рядкового садіння цибулі вибираємо кратною п'яти, що відповідає відстані між цибулинами у рядку 80 мм. Така відстань є раціональною для посадки у шаховому порядку і сприяє для виконання операції обробітку на ранній вегетації рослин з використанням засобів механізації.

Відповідно до агротехнічних рекомендацій посіви цибулі вимагають мінерального підживлення у процесі вегетації рослин. Таке підживлення варто проводити у зонах міжсмугової відстані у 250 мм, активно перемішуючи необхідні мінеральні добрива з ґрунтом.

Вказані розміри дозволяють розрахувати загальну ширину захвату саджалки B_c за формулою.:

$$B_c = a \cdot n + b(n - 1), \quad (2.1)$$

де a – ширина смуги для рядкового розміщення насіння, мм;

n – кількість смуг у саджалці;

b – міжсмугова відстань, мм

Так, для чотирьохсмугової саджалки ширина захвату дорівнює 1930мм, для шестисмугової -3170 мм.

Відповідно до аналізу відомих саджалок, основними конструктивними вузлами саджалки є: рама, бункери, садильні апарати, механізм передач, плужний пристрій, опорні колеса, маркери. Серед них необхідно звернути увагу на

бункери, у яких розміщують садильні апарати. Відповідно до прийнятої схеми садіння встановлюється і необхідна кількість бункерів із садильними апаратами(рис. 2.2).



Рисунок 2.2 Промислова шестирядна саджалка для цибулі і часнику

Як видно з рисунка такі саджалки розраховані на однорядну висадку цибулі з широкими до 250 мм міжряддями. Відповідно, кожен бункер комплектується окремим садильним апаратом з сошниками та загортачами насіння.

У запропонованій технологічній схемі посадки цибулі сівка смугами, немає потреби виготовляти окремим кожен бункер. Наприклад, для чотирьох смугової сівалки достатньо чотири бункери, у кожному з яких буде встановлено по п'ять садильних апаратів(рис. 2.3).

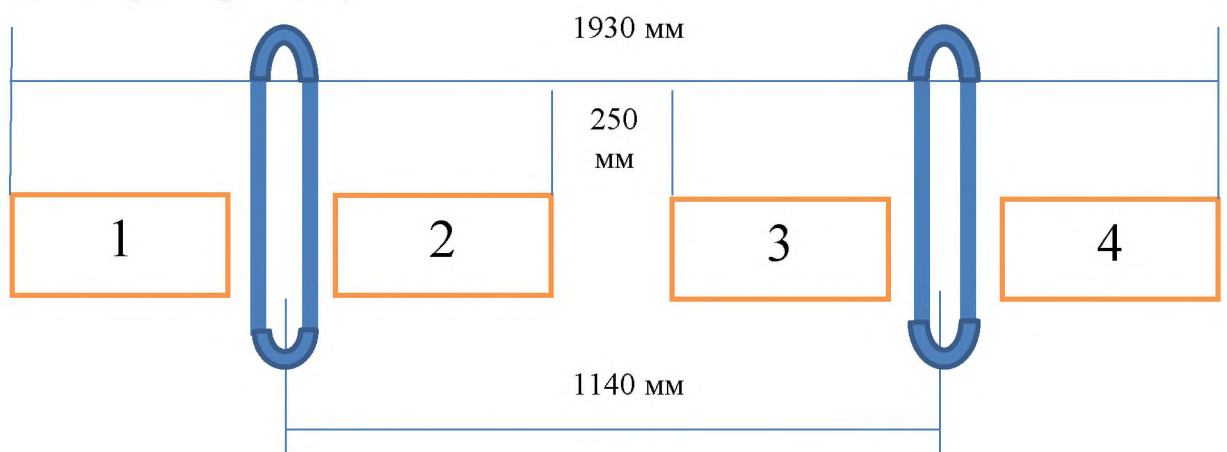


Рисунок 2.3 Розміщення бункерів відносно ходових коліс трактора

2.2. Обґрунтування конструкції саджалки

Щоб заощадити час і сили при посадці цибулі на великих територіях і площах знадобиться допоміжна техніка - мотоблок або трактор і навісне обладнання до них. Механізоване садіння провадиться агрегатами у складі енергетичного засобу та саджалки з врахуванням кількості одночасної посадки рядків. Для одночасної посадки до шести рядків необхідний енергетичний засіб у вигляді трактора класу тяги 0,6 -1,4 з вузьким профілем шин.

Базовим вузлом саджалки цибулі сівка є садильний апарат, який забезпечує переміщення цибулин на поверхню поля. Виконують садильні апарати за одне ціле з бункером(рис.2.4).

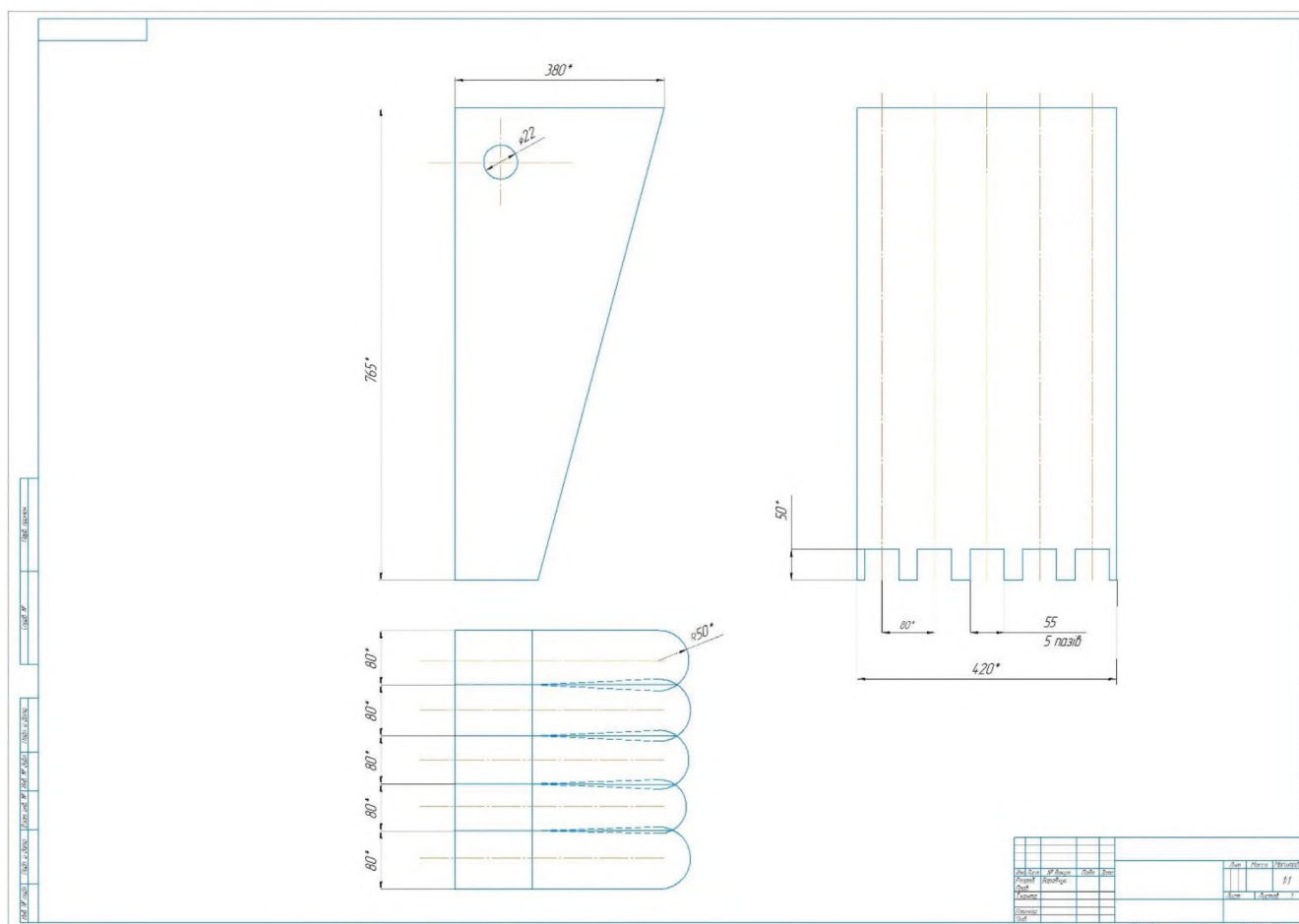


Рисунок 2.4 Параметри бункера для п'ятирядкового смугового садіння цибулі сівка

Цибулини розміщені у бункері, через який рухається робоча вітка ланцюга з чашками. Після захоплення цибулин чашкою у верхній частині бункера, цибулини випадають з чашки на попередню (холоста вітка, яка рухається у лотку). У нижньому положенні при переході з холостої вітки на робочу, цибулина випадає у простір анкерного сошника. Невелика віддаль від нижньої осі садильного апарату до поверхні поля не вимагає додаткових механізмів поштучного вкладання цибулин у борозенки.

Кількість цибулин у бункері саджалки обмежується розмірами насіння та має достатньою для довжини гону не менше 100 м. Корпус бункера забезпечує достатню міцність, так як у якому передня стінка суцільна, а п'ять садильних апаратів, для синхронної роботи, монтуються на одному ведучому валу.

Аналіз бункерів відомих саджалок цибулі показує, що їм надають форму, яка забезпечує точність потрапляння цибулин у чашечки садильних апаратів. Цибулини у загальній масі не є достатньо сипким матеріалом. Тому, кути нахилу бункера повинні бути достатньо великими. Задню стінку бункера, у нашому випадку, виконуємо радіальною. А у нижній частині передньої стінки робимо п'ять пазів для виходу ланцюгів з чашечками за межі бункера та кріплення захисного кожуха.

Розрахунок секції об'єму бункера проводимо за формулою:

$$V_{\text{бункера}} = V_1 + V_2 = h(S_1 + S_2) \quad (2.2)$$

де S_1, S_2 - відповідно площа основ бункера окремих частин бункера, мм;

h - висота бункера, мм;

Визначимо площу основи прямокутної частини бункера:

$$S_1 = a \cdot b \quad (2.3)$$

де a і b - сторони основи прямокутної частини бункера, мм

$$S_1 = 125 \cdot 315 = 39375 \text{ мм}^2$$

Площа основи оберненого половини конуса:

$$S_2 = \frac{\pi R^2}{2}, \quad (2.4)$$

де – R радіус основи оберненого половини конуса, мм.

$$S_2 = 3,14 \cdot 155 / 2 = 243 \text{ мм}^2$$

Отже, після підстановки даних об'єм бункера для однорядної машини для садіння часнику буде рівний:

$$V_{\text{секції}} = 765 (39375 + 243) = 30308037,75 \text{ мм}^3 = 0,03 \text{ м}^3$$

Відповідно загальний об'єм бункера з п'яти секцій буде становити $V_6 = 0,15 \text{ м}^3$. Для чотирьосмугової саджалки необхідний об'єм становить $V_c = 0,6 \text{ м}^3$. Якщо врахувати, що насипна маса насіння сівка становить 200 кг/м^3 , то максимальна вага цибулин у чотирьох бункерах буде у межах 120 кг.

Садильні апарати, так як бункери насіння, відповідають кількості рядків, які одночасно висаджуються. Їх необхідно встановлювати максимально наближено до поверхні поля, що дозволяє забезпечити точність посадки цибулі Сівка.

Таким чином, враховуючи максимальну масу насінневого матеріалу та незначну масу самої саджалки, можна зробити висновок, що дана саджалка має бути навісною. Для цього потрібна жорстка рама з навісним обладнанням. Враховуючи те, що саджалка повинна забезпечити точність висаджування цибулин не тільки між рядками, але і у рядках, то привід садильних апаратів найкраще виконати від мідного ходового колеса. На валу даного колеса встановлюється зірочка для передачі крутного моменту на привідний вал садильних апаратів. Такий вал виконується суцільним для всіх апаратів

відповідно до ширини захвату сушарки. У нижній частині рами закріплено сошники відповідно до кількості рядків у смугах і саджалки загалом.

Таким чином кінематична схема саджалки є простою та не пов'язана з силовим блоком трактора. Функціональна схема(рис. 2.5) призначена для розробки принципової схеми.

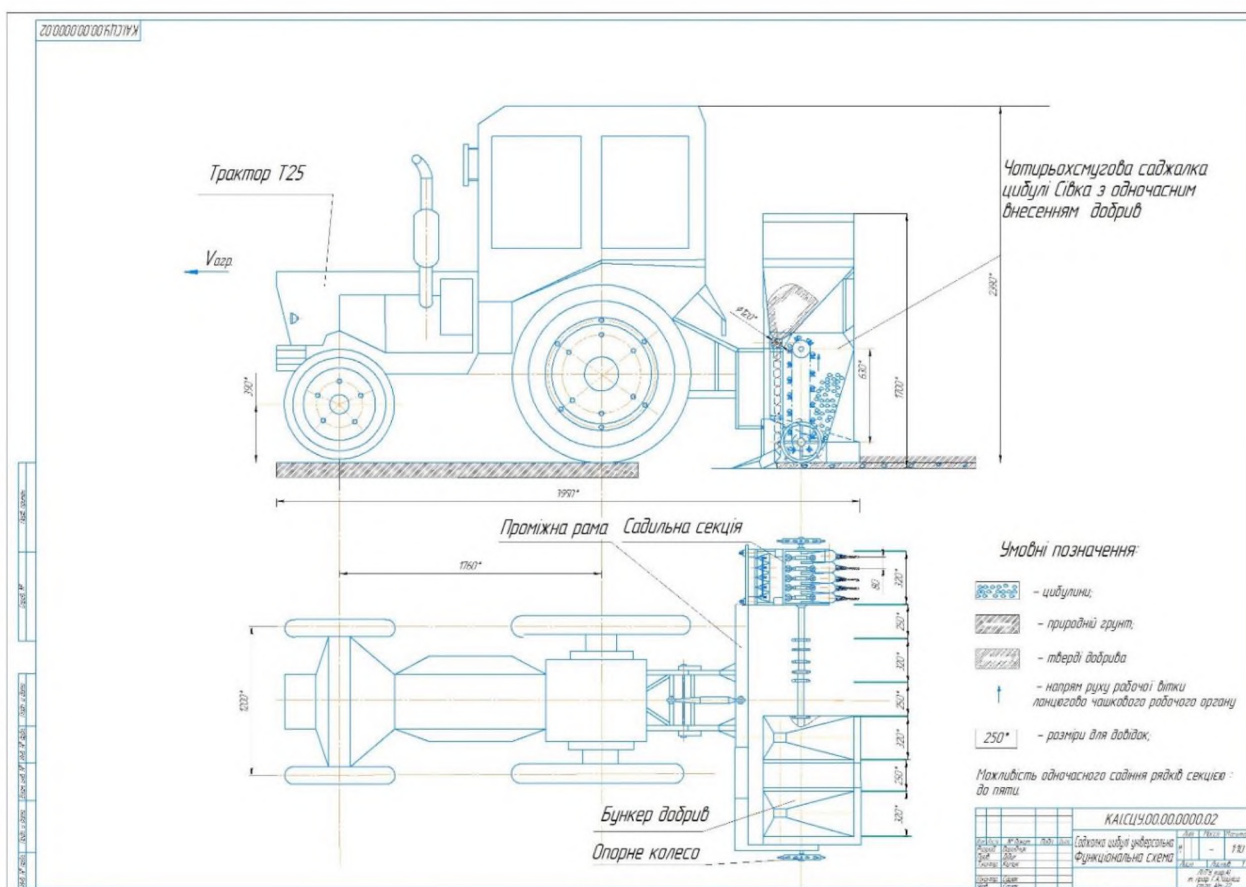


Рисунок 2.5 Функціональна схема чотирьохсмугової саджалки цибулі сівка

Дані схеми необхідні для вивчення принципу роботи саджалки, налагодження її роботи, проведення контролю та ін., Вони являються основою для подальшої розробки конструкторської документації, графічного креслення на збірні вузли і окремі деталі. Основними вузлами чотирьохсмугової саджалки сівка є: рама з пристроєм приєднання до трактора, два опорно – привідних колеса, чотири п'ятирядкових садильних апарати, привід ланцюгових садильних апаратів, захисні огороження, чотири бункери добрив, привід дозуючих апаратів для добрив.

2.3. Визначення технологічних параметрів садильного апарату

Основними технологічними параметрами садильного апарату (рис. 2.6) є розрахунок продуктивності, від роботи якого залежить якість садіння цибулі.

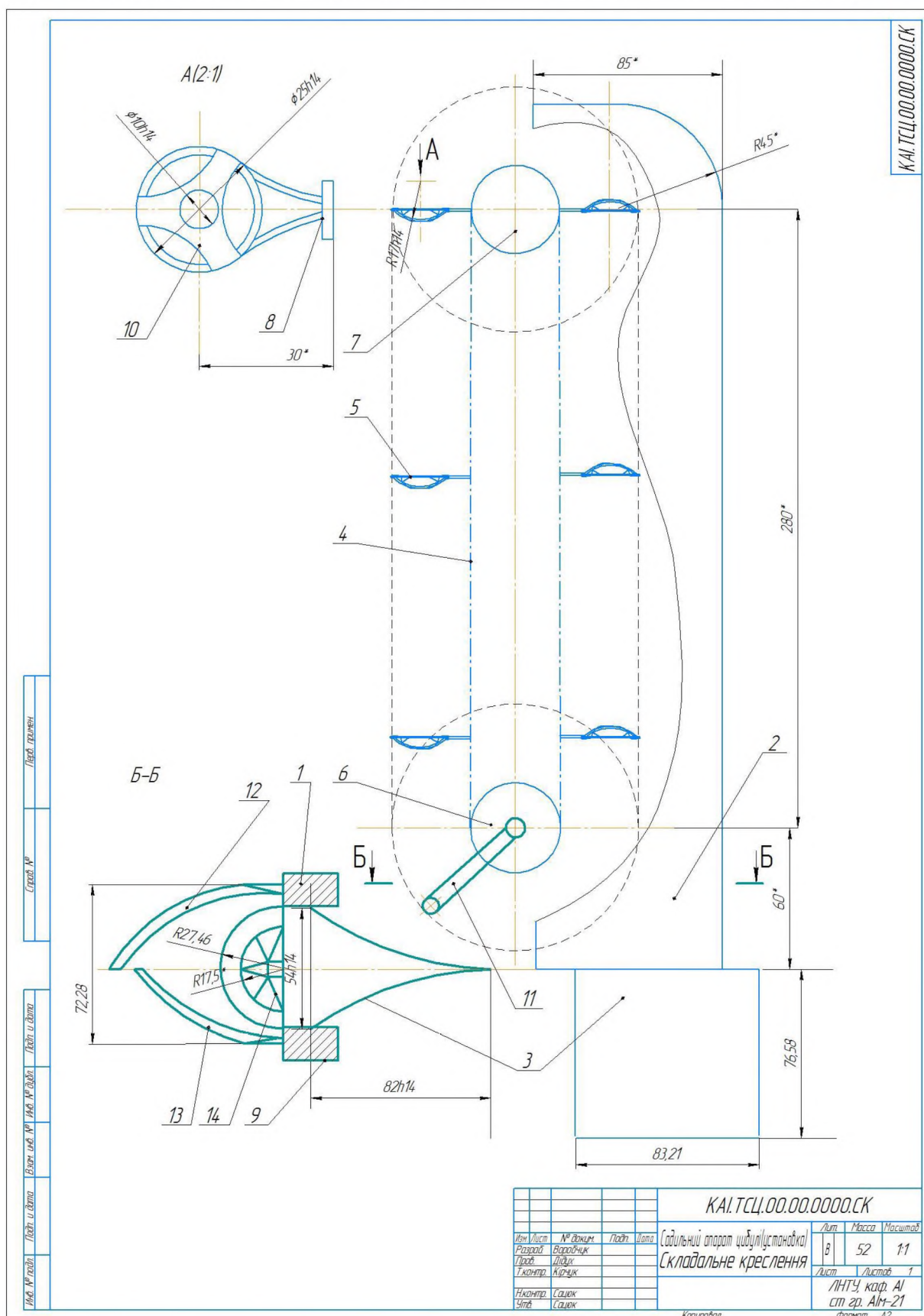


Рисунок 2.6 Складальне креслення робочого органу садильного апарату

В більшості випадків маса насіння цибулі(кількість цибулин) у бункерах саджалки обмежується її габаритними розмірами. При цьому повинна забезпечуватись робота агрегату з довжиною гонів не менше 200 м. Для запропонованої чотирьох смугової рядної саджалки найкраще бункери насіння виконувати загальними з розділенням на секції відповідно до кількості рядків. Таким чином бункер насіння виконує функцію каркасу, у якому монтуються п'ять ланцюгово - чашковий садильних робочих органи. Робочий орган повинен якісно відбирати цибулини з бункера та забезпечувати їх подачу на поверхню поля у сформовані сошниками ложа. При цьому форма чашечки має бути такою, щоб зменшити можливість пошкодження цибулин з одночасним відбором не більше однієї або двох.

У робочому процесі саджалки цибулі варто виділити наступні основні етапи: створення рівномірного потоку цибулин і подача їх до сошника, підготовка сошниками борозенок, за необхідності забезпечити подачу добрив, укладання цибулин у ложе та загортання їх ґрунтом. Вихідними даними для обґрунтування маси насіння аналогічне відповідно до сівалок точного висіву. Таким параметром є загальна кількість цибулин шт./га(відповідно норм). Для цього розроблена схема розміщення - крок садіння l_n м, та ширина міжрядь b , м.

Якщо відомі швидкість руху трактора, то можна встановити частоту обертання опорно ходового колеса xv^{-1} , передаточне число i від них до ведучого валу садильних робочих органів і кількість чашечок на кожному з п'яти ланцюгів z_q . Тоді визначити швидкість руху агрегату V_m буде визначатись за формулою:

$$V_m = \frac{600 \cdot n_m \cdot i \cdot z_d}{Q_c b}, \quad (2.5)$$

Загальну кількість цибулин на 1 га, з врахуванням можливого подвійного їх захоплення чашками, визначаємо за формулою:

$$Q_c = \frac{10^4 Z_n}{b l_n} \quad (2.6)$$

Згідно з формули крок садіння l_C у рядку, буде дорівнювати:

$$l_C = \frac{50v_M}{3n_T i Z_{\Pi}} \quad (2.7)$$

Максимальна швидкість садильного агрегату пов'язана з частотою винесення цибулин за межі бункера. Дослідження показують, що при частоті винесення цибулин за 1 секунду за межі бункера більше ніж сім штук, миттєво будуть появлятися пропуски. Тому, за цим параметром розраховують максимально допустиму швидкість руху агрегату, км/год:

$$v_{M \max} = \frac{Q_C \max l_C}{Z_C} \quad (2.8)$$

де Z_C - парна кількість цибулин у гнізді(подвійне захоплення чашкою).

Якщо відома середня маса однієї цибулини m_{CP} , г, то, користуючись формулою (2.8), можна підрахувати витрати посадкового матеріалу Q кг/га:

$$Q = \frac{0,6n_T i Z_{\Pi} m_{CP}}{bv_M} \quad (2.9)$$

Садильні робочі органи, якими виноситься насіння за межі бункера рекомендується встановлювати максимально наближено до поверхні поля для забезпечення точності вкладання насіння у рядку. Точність міжрядь забезпечує жорстке кріплення сошників до рами саджалки. Так як відстань між рядками становить 80 мм, то відповідно відстань між цибулинами у рядках також має дорівнювати 80 мм. Таке розміщення дозволить вкладати цибулини у шаховому порядку і, відповідно забезпечить якісний обробіток посівів на перших порах вегетації рослин. Окрім того, наявність приводу ланцюгово – чашкового апарату від опорних ходових коліс на спільний для всіх чотирьох смуг забезпечує точність садіння посадкового матеріалу.

2.4. Висновки до розділу

Складність вирощування цибулі з використанням добрив полягає у складності їх застосування. Вирішення посталої проблеми полягає у часовому розділенні внесення органічних і мінеральних добрив. Для цього, у процесі підготовки ґрунту необхідно осінню вносити смугами, відповідно рядності посадки цибулин на смуги, тверді органічні добрива. Відповідно, згідно агротехнологічних вимог, мінеральні добрива пропонується вносити у міжсмугові міжряддя. У даному розділі виконані наступні дослідження:

1. На основі проведеного аналізу технологічних процесів вирощування цибулі сівка, запропоновано садити насіння смугами по 5 рядків з відстанню між рядками 80 мм. Дана величина вибрана з умови відстані між цибулинами у рядку, яка має становити 60 – 100 мм.

2. Запропоновано конструктивну компоновальну схему начіпної саджалки цибулі сівка з врахуванням міжколісної відстані трактора класу тяги 0,6, яка дозволяє запропонувати чотирьохсмугову саджалку з відстанями між смугами 250 мм.

3. Визначено технологічні параметри п'ятисекційного садильного апарату відповідно до запропонованої схеми смугового садіння цибулі. Приведені формули для визначення бункера насіння садильного апарату, як основи для розміщення активних робочих органів.

4. З врахуванням запропонованої конструкції начіпної саджалки розробленні функціональна схема та ланцюговий робочий орган, які слугують базою для розробки принципової схеми машини та конструкторської документації.

РОЗДІЛ 3

ПРОГРАМА, МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Програма експериментальних досліджень

Пошук нових технологій для вирощування цибулі потребує нових досліджень з розробки технічного забезпечення при їх реалізації. Застосування смугової посадки у такому виробництві вимагає спеціальної машини – саджалки цибулі сівка.

Глобальне потепління та переміщення теплого клімату на Північ на відстань до 500км дозволяє стверджувати, що тут можна вирощувати цибулю з сівка за відповідною технологією. Для цього необхідно створити відповідні умови живлення рослин протягом всього періоду вегетації рослин, як з органічної сировини, так і мінеральних добрив.

Проведені теоретичні дослідження у попередньому розділі не дозволили визначитись з кінцевими конструктивними і технологічними параметрами запропонованої начіпної саджалки через відсутність результатів по окремих значеннях насінневого матеріалу та взаємодії його з моделлю садильного апарату. Розроблена програма експериментальних досліджень передбачала:

1. Дослідження властивостей цибулі сівка сорту Штудгарт.
2. Дослідити зміну кута укусу насінневих цибулин.
3. Визначення коефіцієнта ковзання насінневих цибулин по поверхнях, які використовуються у саджалці.
4. Запропонувати конструкцію саджалки цибулі для технології смугового розміщення насіння.
5. Виробити рекомендацій щодо вдосконалення технології садіння цибулі в умовах достатнього зволоження.

Обробка експериментальних даних проводилась відповідно до стандартних методів [18]. Результати окремих дослідів оцінювали шляхом підрахунку цілого ряду значень, серед яких:

- середнє арифметичне:

$$x_{\text{сер.}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (3.1)$$

- значення за середньою квадратичною похибкою:

$$S_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{сер.}})^2}{n-1}}, \quad (3.2)$$

- за середньою квадратичною похибкою середнього арифметичного значення:

$$\sigma = \frac{S_c}{\sqrt{n}}, \quad (3.3)$$

- встановленням коефіцієнта варіації:

$$V = \frac{S_c}{x_{\text{сер.}}} \cdot 100\%, \quad (3.4)$$

- визначали похибку проведення досліджу:

$$\nu = \pm \left(\frac{S_c}{x_{\text{сер.}} \cdot \sqrt{n}} \right) \cdot 100\%. \quad (3.5)$$

3.2. Лабораторне обладнання, прилади та методики проведення експериментальних досліджень

Для проведення експериментальних досліджень використовувалось спеціально розроблене лабораторне обладнання. Стандартні прилади дозволили встановити масові і розмірні характеристики посівного матеріалу.

Для дослідження процесу переміщення цибулин за межі бункера використовували розроблену дослідну установку, загальний вигляд зображено на рис. 3.1.

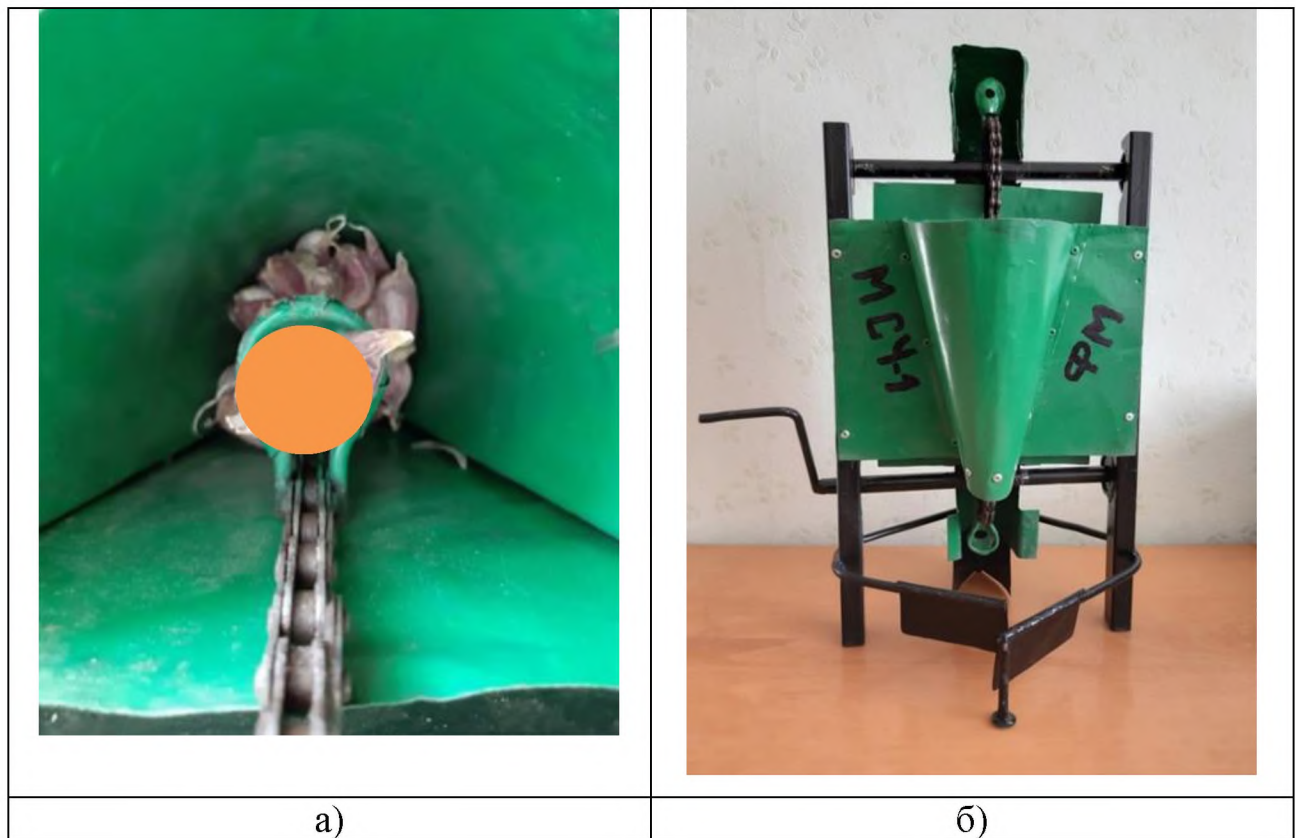


Рисунок 3.1 Дослідна установка для виносу насінневого матеріалу за межі бункера: а- захоплення насінини чашечкою; б- загальний вигляд

Установка використовувалась для встановлення ефективності захоплення чашечками цибулин і виносу їх за межі бункера. Встановлення мінімальної висоти над поверхнею поля зони розвантаження чашечки на ґрунт потребувало додаткових дослідів із застосуванням факторного експерименту для визначення відхилення у рядку та забезпечення точності попадання у сформоване ложе сошником. Для досягнення поставленої мети за зразки брали насіння сорту Штудгарт, проводили їх оброзмірення та профілювання на горизонтальну

поверхню. Функцією відгуку була відхилення від точки падіння зразка на горизонтальну поверхню.

Кут укосу цибулин визначали на розробленій установці(рис.3.2), яка включає опорну поверхню 1. На опорній поверхні 1 передбачено стійку 2 з тримачем лійки 3. Це дозволяє змінювати і контролювати такий параметр, як висота H . Тримач 3 фіксується гвинтом 4. До опорної поверхні 1 у нижній частині жорстко закріплено вимірювач кута 5, що складається з рухомої лінійки 6 і транспортера 7. У тримач 3 вставляється лійка 8 з трубкою 9. Трубка має ряд щілин, в які встановлюється засувка 10.

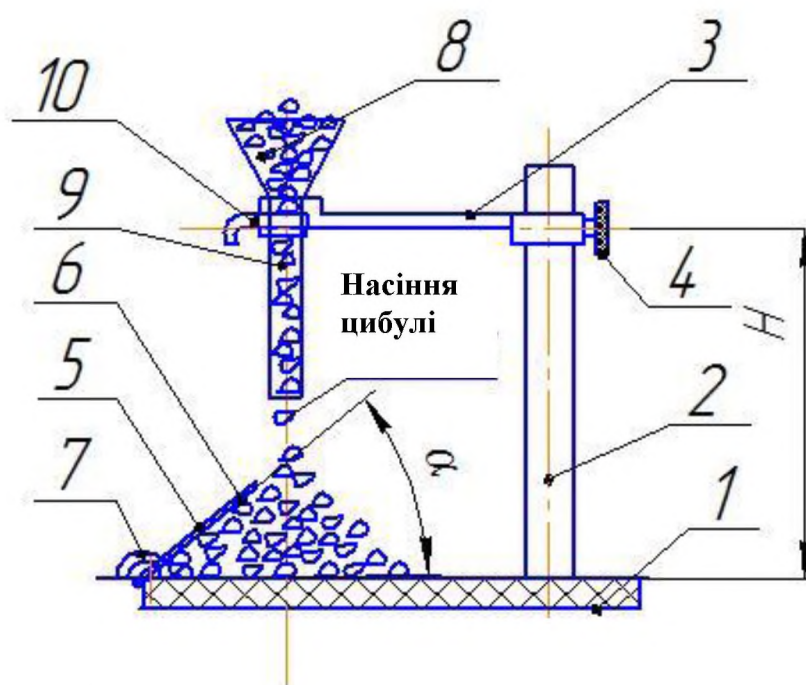
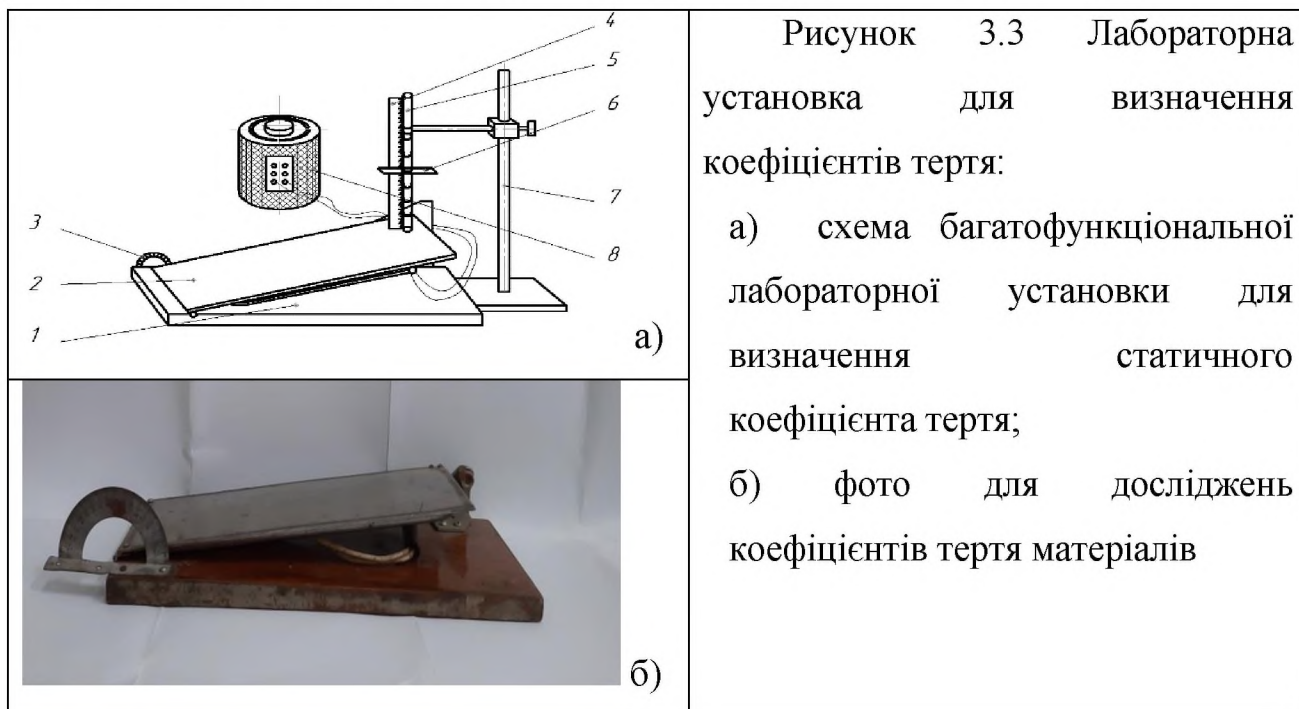


Рисунок 3.2 Лабораторна установка для визначення кута укосу насіння цибулі

Коефіцієнти тертя по поверхні визначали на лабораторній установці загальний вигляд показано рис. 3.3.

Як похилу площину використовували металеву поверхню нагрівального елемента 2, закріпленого на основу 1. В необхідних дослідах до даної поверхні кріпили пластмасову площадку. Положення поверхні контролювали кутоміром 3. На підставці 7 закріплено трубку 5 для подачі матеріалу з мірною лінійкою 4 та щілинами. У щілини вставляється плоска пластина 6, чим забезпечується зміна

висоти падіння матеріалу на поверхню. Прилад 8 для регулювання напруги «Латер» від'єднували і не використовували.



Ефективна робота саджалки цибулі можлива, якщо всі технологічні операції будуть виконанні якісно. До таких слід відносити: формування борозенки сошником (відповідно до агротехнічних вимог на глибину до 2 см з незначним ущільненням основи борозенки), забезпечити роботу елементів ланцюгового робочого органу та загортання рядка ґрунтом з його ущільненням. Моделювання окремих вузлів передбачено у вище приведених установках і розробленій фізичній моделі секції садильного апарату. Серед вказаних вузлів не досліджено, вплив опорно-приводних коліс на ланцюгову передачу, яка є основою садильного апарату. Створити діючу динамічну модель садильного апарату не можливо. Тому, у фізичній моделі моделювання відбору з бункера цибулин і подача їх на поверхню приводилось у ручному режимі.

3.3. Методики та результати досліджень з визначення параметрів і властивостей насіння цибулі

Методика проведення досліджень з визначення кута укосу передбачала використання наступних варіантів дослідів на розробленій лабораторній установці (рис. 3.2):

- від сепаровані цибулини за масою: - 2 варіанти: 5 і 9 гр.;
- зміна висоти відкриття лійки Н – три варіанти: 50,100 і 150 мм;
- кількість звільнених лійок від насіння однієї маси цибулин: 1, 2 та 3.

Таблиця 3.1. – Результати визначення кута насіння цибулі сорту Штудгарт

№, п/п	№, варіанту	Маса однієї цибулини m, гр.	Висота падіння H, мм	К-ть лійок n, шт..	Кут укусу α , град	Середнє значення дослідів $\alpha_{сер}$, град
1	2	3	4	5	6	7
1	1	5/9	50	1	12/9	12,3/12,7
2	2				14/15	
3	3				11/14	
4	1	5/9	100		13/8	12,3/13,0
5	2				14/16	
6	3				10/15	
7	1	5/9	150		13/17	13,0/17,3
8	2				15/18	
9	3				11/17	
10	1	5/9	50	2	12/13	14,3/16,3
11	2				16/20	
12	3				15/16	
13	1	5/9	100		14/14	14,0/17,6
14	2				15/22	
15	3				13/19	
16	1	5/9	150		13/19	15,0/23,3
17	2				17/26	
18	3				15/25	
19	1	5/9	50	3	17/20	18,0/22,0
20	2				17/24	
21	3				19/22	
22	1	5/9	100		17/20	19,0/24,3
23	2				21/29	
24	3				19/24	
25	1	5/9	150		19/22	20,7/26,0
25	2				23/30	
27	3				20/26	

У таблиці маса однієї насінини цибулі у 5 і 9 грам вказані через дробову риску. Відповідно і середні значення кута укусу для даних фракцій вказані через

дробову риску. На основі цифрових значень, представлених у табл.3.1 у програмі Excel, будували графічні залежності, які представлені на рис. 3.4 і 3.5.

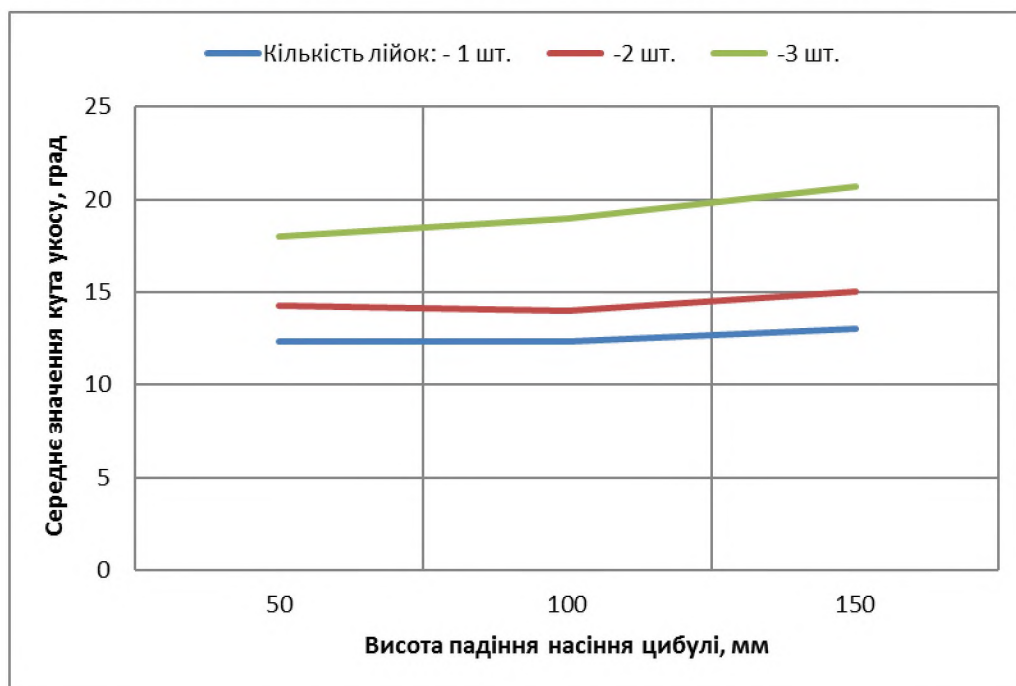


Рисунок 3.4 Середнє значення кута укошу від висоти подачі насіння цибулі фракції у межах 5 грам: 1,2 і 3 – кількість опорожнювальних лійок

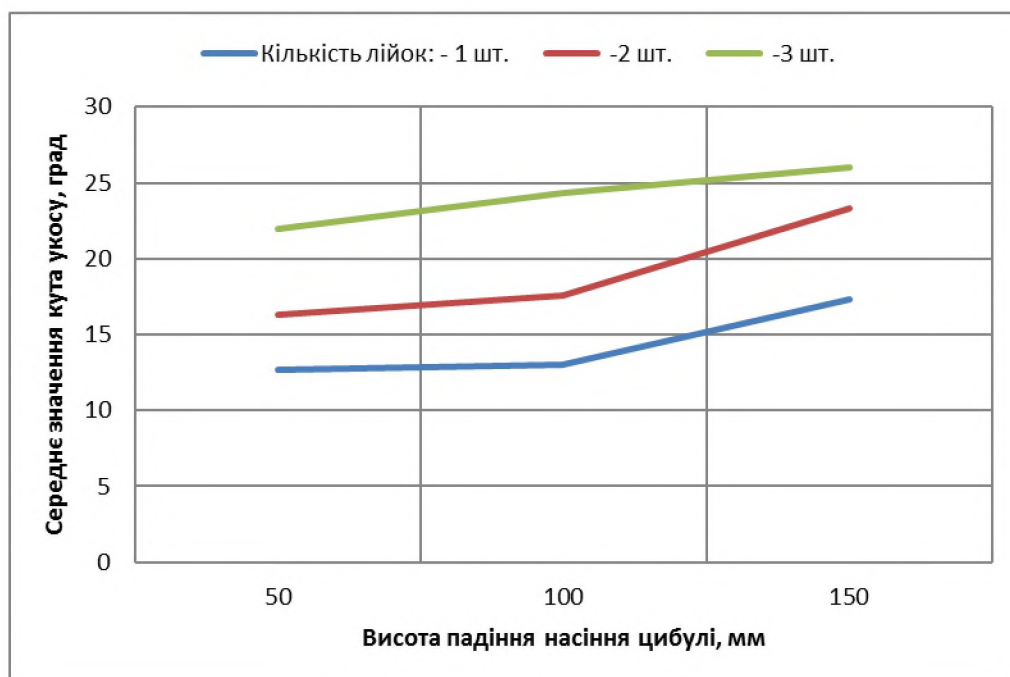


Рисунок 3.5 Середнє значення кута укошу від висоти подачі насіння цибулі фракції у межах 9 грам: 1,2 і 3 – кількість опорожнювальних лійок

Аналіз графіків вказує, що кут укосу насіння цибулі, фракції у межах 5 грам, не змінюється із висотою подачі на поверхню та не залежить від об'єму. Для фракції насіння цибулі у межах 9 грам, середні значення кута укосу, також не змінюються із збільшенням висоти подачі, а залежить від об'єму із значенням висоти 150 мм. Тоді кут укосу збільшується до $17,3-23,3^{\circ}$ і далі знову значення вирівнюється, тобто процес стабілізується.

При підготовці насіння цибулі до садіння, необхідно звертати увагу як на чистоту поверхонь цибулин, наявність у них хвостової частини(рекомендується провести обрізку). Як показує практика, ці дві властивості суттєво впливають на кути кочення і ковзання по робочих поверхнях, серед яких, металеві і пластмасові найбільш поширені у саджалках цибулі.

Методика визначення коефіцієнта кочення насіння цибулі наступна. Закладаємо у перекриту пластиною 6 трубку 4 зубці часнику на висоті 20,40,60 мм. Встановлюємо мінімальний кут нахилу поверхні 2(рис.3.4). Витягуємо пластинку 6 та візуально спостерігаємо за рухом цибулини у трубці та на похилій поверхні 2. Якщо цибулина після контакту з поверхнею не котиться, то збільшуємо кут нахилу поверхні, що відповідає куту кочення. Тангенс кута нахилу буде визначати коефіцієнт кута кочення.

Повторність дослідів для окремих розмірних партій цибулин не менше трьох. Дані проведення дослідів заносимо у табл. 3.2 та проводимо аналіз отриманих результатів. У даних дослідженнях особливу увагу було звернено на точність встановлення похилої площини та фіксації кута її нахилу та відсутність домішок у загальній масі насіння цибулі.

Аналіз результатів(табл. 3.2) вказує що при встановленні кутів нахилу робочих поверхонь краще враховувати кути кочення, так як фактично при профілюванні(рис.3.6) зразків цибулі один із геометричних розмірів являє собою коло. Якщо при підготовці насіннєвого матеріалу відрізати хвостову частину, згідно агротехнічних рекомендацій, то при подачі насіння цибулі на похилій поверхні не відбувається їх ковзання, а цибулини к значення коефіцієнта тертя ковзання зубців часнику по металевій котяться не залежно від матеріалу поверхні та її чистоти.

Таблиця 3.2. - Визначення кутів кочення насіння цибулі сорту Штудгарт

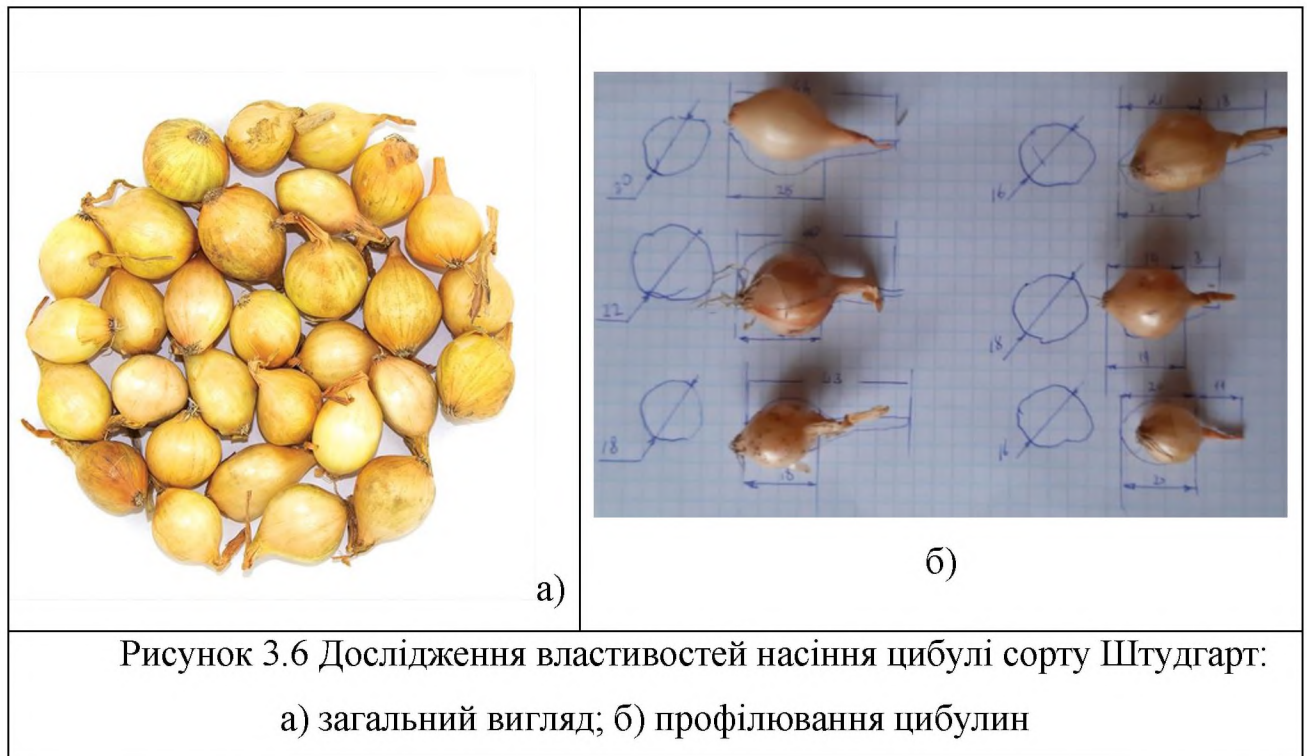
Середня маса цибулини	Відстань від похилої поверхні, мм	Матеріал поверхні	Кут тертя кочення, α град.	Коефіцієнт тертя, $f = \operatorname{tg} \alpha$
У межах 5 г. з покриттям лускою 95% і обрізаною хвостовою частиною	20	металева	27	0,51
	40		26	0,49
	60		23	0,42
	20	металева окрашена	27	0,51
	40		23	0,42
	60		22	0,40
	20	пластмасова	31	0,60
	40		30	0,58
	60		28	0,53
У межах 9 г. з покриттям лускою 95% і обрізаною хвостовою частиною	20	металева	30	0,58
	40		27	0,51
	60		26	0,49
	20	металева окрашена	30	0,58
	40		25	0,47
	60		25	0,47
	20	пластмасова	35	0,70
	40		32	0,62
	60		29	0,55

Відповідно, незалежно чи металева чи окрашена поверхня коефіцієнт кочення насіння цибулі становить 0,40 - 0,55. Незначне його збільшення при переміщені по пластмасовій поверхні пов'язано з складністю підібрати цибулини однакової форми і розмірів і наявністю на поверхні цибулин луски. Тому, для більш точно визначення даних параметрів варто дослідити окремо коефіцієнт тертя луски по різних поверхнях, які використовуються у сільськогосподарських машинах.

На сьогодні, ринок пропонує велику кількість насінневого матеріалу цибулі сівка. З врахуванням умов вирощування, зони розміщення ділянок, особливо наявності вологи у ґрунтах. Сорт Штудгарт виведений для помірного клімату з достатньою кількістю вологи протягом періоду вегетації рослин. Тому, в експериментальних дослідженнях використовувався саме цей сорт.

Для проведення лабораторних досліджень складно отримати однорідний посадковий матеріал. Запропонована методика досліджень передбачала

встановлення розмірних параметрів шляхом профілювання на папір (рис. 3.6, б) цибулин, загальний вигляд відібраного матеріалу представлено на (рис. 3.6, а). Таких чином було відібрано окремі групи цибулин за масою: 5-8 гр., 9-11 гр., 12-13 гр., 14-15 гр..



Розміри по посадкового матеріалу дозволи визначитись із геометричними параметрами чашечок при проектуванні лабораторної установки(рис. 3.1). Таким чином максимальний діаметр чашечки був вибраний 25 мм з глибиною 10 мм для створення умов захоплення однієї цибулини.

Результати дослідження(табл. 3.3) процесу захоплення насіння цибулі чашечкою садильного апарату проводили на розробленій установці (рис. 3.1) з ручним приводом. Для цього в бункер засипали насіння цибулі різних розмірів та кількості(максимально на 2/3 бункера) та прокручували ланцюг садильного апарату, на якому розміщено 6 чашечок. Частоту обертання привідного вала обмежували до 60 об/хв. Кількість обертів було 1, 5 і 10 з п'ятьма повторностями. При цьому враховували як пусті чашечки(не захоплення зубців 2-3 %), так і захоплення чашечкою 2 і більше зубців.

Таблиця 3.3 - Результати досліджень виносу цибулин ланцюгово – чашковим пристроєм за межі бункера

Досліди для п'яти повторностей		Пропуски або більше цибулини у чашечці					Середнє значення з п'яти повторностей	Відсоток пропусків, %
№ п/п	К-ть чашок	1	2	3	4	5		
1	6	-	1	1	-	-	0,4	6,72
2	30	5	3	6	3	4	4,2	14,05
3	60	7	10	12	8	7	8,8	14,61

Збільшення частоти обертання привідного валу збільшувало кількість пропусків через виникнення інерційних сил. Так як маса цибулин незначна, то вони випадали не тільки з чашечки, але й за межі бункера.

3.4. Висновки за розділом

1. Запропонована програма, обладнання і методики експериментальних досліджень для встановлення параметрів і властивостей насіння цибулі.
2. Експериментально встановлено, що середні значення кута укосу, також не змінюються із збільшенням висоти подачі, а залежить від об'єму із значенням висоти 150 мм. Тоді кут укосу збільшується до $17,3-23,3^{\circ}$ і далі знову значення вирівнюється, тобто процес стабілізується.
3. Доведено, що при встановленні кутів нахилу робочих поверхонь краще враховувати кути кочення. Незалежно від стану поверхні коефіцієнт кочення насіння цибулі становить 0,40 - 0,55.
4. Результати профілювання розмірів цибулин на папір і проведення досліду з визначення швидкості руху ланцюга, вказують, що для відбору з бункера по одній цибулині, діаметр чашечки має становити 25 мм з глибиною 10 мм.

РОЗДІЛ 4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПРОПОНОВАНО РОБОЧОГО ОРГАНУ

4.1. Методика та результати проведення експерименту з використанням методу математичного планування

Даний експеримент необхідний для уточнення ефективності роботи ланцюгово – чашкового робочого органу. Даний механізм має забезпечити точність вкладання насіння цибулі з врахуванням як його конструктивно – технологічних параметрів, так і властивостей насіння цибулі.

Точність вкладання насіння цибулин полягає у встановленні відхилення від центра падіння одиночних цибулин з врахуванням їх розмірних даних та величини заповнення бункера. Серед значної кількості конкретних даних були вибрані наступні фактори:

- висота падіння цибулин H на поверхню, мм;
- комплексний показник k , який враховує властивості цибулин і повноту заповнення бункера.

Досліди з визначення точності вкладання насіння цибулин були проведені із використанням лабораторної установки, яка представлена на рис. 3.1. Методика застосування математичного методу планування експерименту [18] є стандартною.

У дослідженнях було використано симетричний некомпозиційний план Бокса-Бенкіна другого порядку [18], який розрахований на використання трьох рівнів для кожного фактора: верхнього (+1), основного (0) і нижнього (-1).

Таблиця 4.1 - Фактори та рівні варіювання

Рівні варіювання	Фактори	
	Висота подачі цибулин H , мм	Комплексний показник ГОД, k
	x_1	x_2
Верхній (+1)	200	1,5
Основний (0)	150	1,0
Нижній (-1)	50	0,5

Інтервал варіювання ε	50	0,5
-----------------------------------	----	-----

При проведенні двох факторного експерименту необхідно провести 4 досліди відповідно до матриці планування експерименту, яка представлена у табл. 4.2. Черговість проведення дослідів встановлювали, використовуючи таблицю випадкових чисел.

Таблиця 4.2. - Черговість виконання дослідів

Номер дослідів	Фактори	
	h , мм	k
1	50	0,5
2	50	1,5
3	200	0,5
4	200	1,5

Запропонована методика проведення експерименту за планом Бокса - Бенкіна дозволила отримати математичну модель у вигляді рівняння регресії(4.1), яка відображає точність вкладання насіння цибулин на поверхню ланцюгово - чашковим робочим органом садильного апарату з врахуванням умов їх переміщення та властивостей цибулин.

$$y = 2,25 - 0,917x_1 + 0,75x_2, \quad (4.1)$$

Кінцеве рівняння з факторами у натуральному вигляді набуло вигляду:

$$R_e = 3,778 - 0,061H + 0,016k, \quad (4.2)$$

За рівнянням регресії (4.2) було побудована поверхня відгуку (рис. 4.1) та її двомірне січення (рис. 4.2).

Проведенні дослідження дозволяють оцінити роботу ланцюгово – чашкового робочого органу садильного апарату для смугового садіння насіння сівки цибулі з

врахуванням умов вирощування. Відхилення якості виносу однобункерного робочого органу від багатобункерного не більше 10-15%.

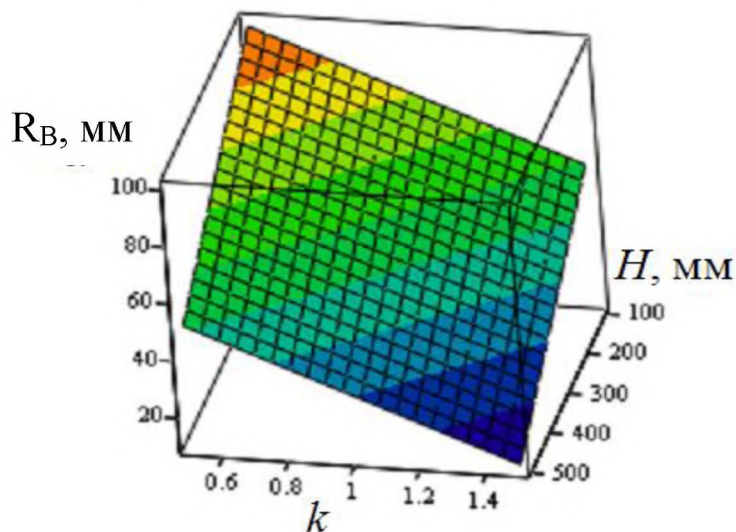


Рисунок 4.1 Поверхня відгуку, яка відображає якість виносу цибулин за межі бункера з врахуванням розміщення точки розвантаження чашечки та умов її заповнення

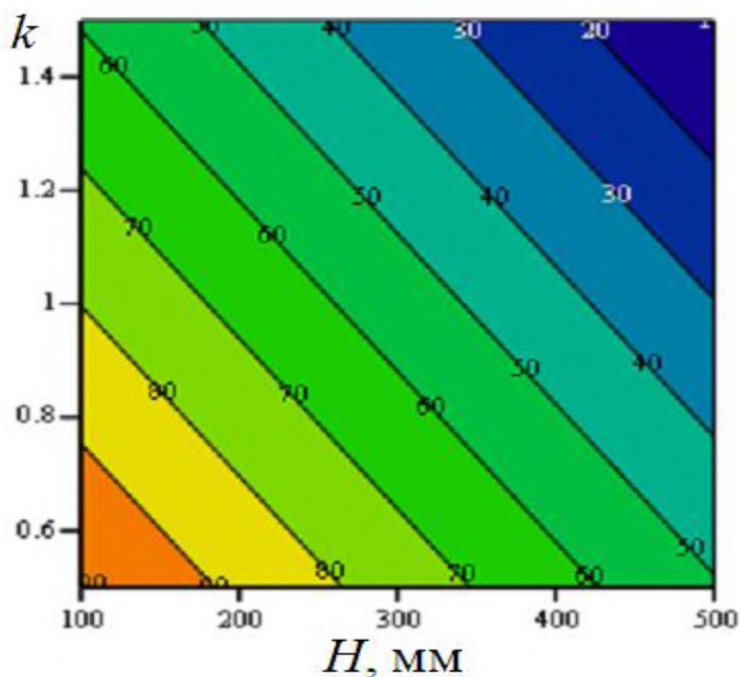


Рисунок 4.2 Двомірне січення поверхні відгуку, представленої на рис 4.1

Як видно з графіків, раціональними показниками роботи ланцюгово – чашкового робочого органу садильного апарату слід вважати мінімальну висоту точки розвантаження чашки від цибулини, яка становить 50 мм. Також позитивно

на якість їх подачі впливає комплексний показник органічних добрив, який враховує властивості, розмір цибулин і заповнення бункера не менше 25%.

4.1. Польові дослідження вирощування цибулі смугами та доцільність вирощування цибулі сівка смугами

Відповідно до представлених вище досліджень, основною ідеєю смугового вирощування цибулі сівка є створення раціональних зон умов живлення рослин. Вона досягається комплексним підходом до внесення органічних і мінеральних добрив на різних етапах вирощування цибулі.

До першого етапу відносимо підготовку ділянки для вирощування. Вказана ділянка розміщена на території ЛНТУ раніше не використовувалась для вирощування сільськогосподарських культур, а була під паром. Відповідно перед проведенням досліджень з вирощування сільськогосподарських культур, в т. ч. цибулі провели боротьбу з бур'янами шляхом оранки на глибину 18-20см з послідуною дворазовою культивуацією, засіванням сидерату, приорюванням сидерату. Окремим дослідом було закладання різних варіантів твердих органічних добрив з соломи злакових культур і сапропелю вологістю 92-95% на глибину до 20см(рис. 4.3). Всі вказані операції проводились в осінній період 2022року.



Рисунок 4.3 – Варіанти закладених дослідів у 2022р.

Підготовка до закладання дослідів вирощування цибулі передбачала весняну культивуацію для забезпечення затримання вологи. Однак даний рік виявився безсніжним і лише протягом квітня місяця безперервно йшли дощі. Після проведення культивуації тривалий час дощ був відсутній, що вплинуло на проростання та розвитку стебел цибулі у травні – червні місяці(рис.4.4). Посадку здійснили 29.04.2023 року рядковим способом 25 цибулин з відстанню між ними у межах 10 см з метою створення можливості ручного обробітку.

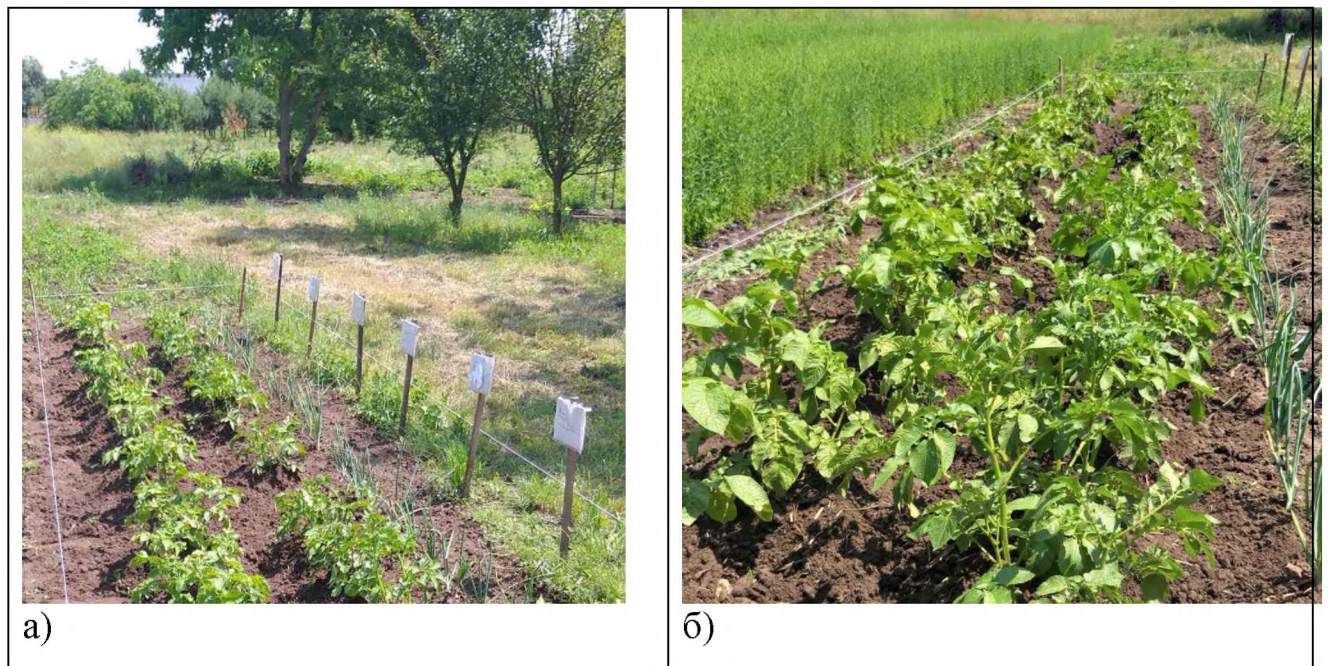


Рисунок 4.4 Закладення дослідна ділянка ЛНТУ: а- рядок цибулі Штудгарт після 100% проростання рослин; б – рядок після двомісячного догляду без поливу

На формування цьогорічного врожаю вплинуло нерівномірність та незначна кількість випадання опадів у період вегетації рослин. Окрім того, було прийнято рішення не використовувати мінеральні добрива у період догляду а залишити з можливістю отримати органічну продукцію.

Догляд за рослинами передбачав зворушення ґрунту з метою підтягування вологи з ґрунтового шару та боротьбу з бур'янами. Візуальні спостереження та фотофіксація відповідних періодів вегетації показала ефективність закладених в осінній період дослідів з органічними добривами. На смугах з добривами не

відмічався інтенсивний ріст бур'янів, окрім лободи, яка характерна для розвитку на полях удобрених сапропелем з прісноводних озер.

Збирання врожаю проводили у перших числах вересня (рис. 4.5, а). Одночасно проведено зрізи для встановлення стану органічних добрив(рис.4.5, б).

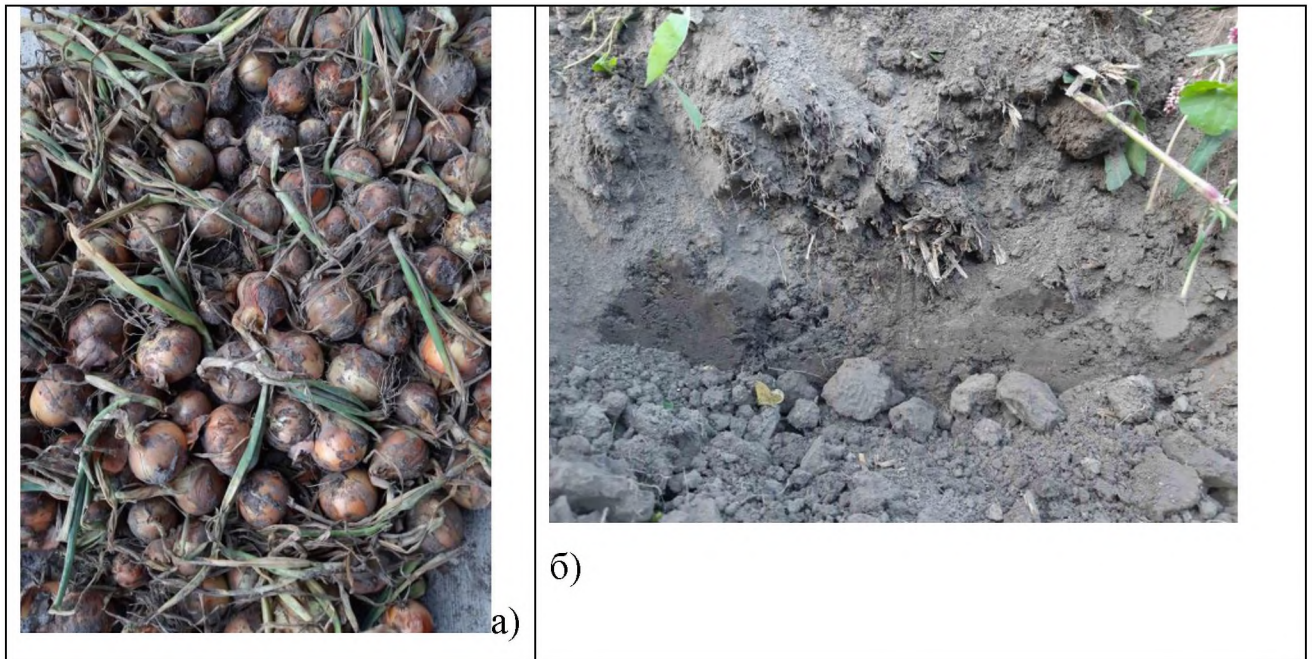


Рисунок 4.5 Результати вирощування цибулі сорту Щтудгарт на органічній основі: а- отриманий врожай; б- зрізи із залишками органічних добрив

Як видно із рис. 4.5, а кількість цибулин значно більше від зазначеної цифри при посадці. Таке явище пояснюється тим, що фактично всі цибулини подвоїлись або з однієї насінини вийшло чотири(максимальна кількість). Відповідно до літературних джерел таке явище спостерігається при вирощуванні цибулі за нестачі вологи під час другого вегетаційного періоду, коли формується основна цибулина. Також, відповідно до рис. 4.5, а величина окремих цибулин є достатньо великими, що говорить про наявність вологи на ділянках, де були закладені тверді органічні добрива. Тому, технологія смугового внесення твердих органічних добрив в осінній період має перспективу накопичення вологи та підходить для вирощування сільськогосподарських культур з слабозвинutoю кореневою системою.

Таким чином, запропонована технологія промислового вирощування цибулі полягає у садінні насіння сівка з обов'язковим внесенням волого утримуючих органічних добрив. Осіннім або весняним в процесі посадки.

До волого утримуючих органічних добрив відносять такі добрива, тверда фаза яких включає гелеві дрібнодисперсні структури, які здатні вбирати вологу та утримувати у собі тривалий час. Серед відомих органічних речовин, наділених вказаними властивостями є сапропелі прісноводних озер, тверда фаза яких формувалась тисячоліттями. Відомо, у природному стані вологість озерних сапропелів становить у межах 90%, залежно від глибини залягання у котловині. Проте при їх якісному добуванні, можна досягти зниження вологості до 85% без втрати хімічно і фізико – хімічної зв'язної вологи.. Якщо їх використовувати у чистому вигляді, то норма внесення смугами при вирощуванні цибулі має становити 2,5 ц/га. Основними технологічними операціями при вирощуванні цибулі сівку(рис.4.6) є: підготовка ґрунту, садіння, догляд і збирання. При цьому, садіння і збирання тісно пов'язані між собою.



Рисунок 4.6 Схема технологічних процесів вирощування цибулі

У відповідності до представленої схеми, різниця у технологічному процесі базової і запропонованої технології полягає у водопостачанні рослини вологою у період вегетації рослин. Якщо у базовій технології це крапельний полив, то згідно запропонованої пропозиції для удосконалення технологічного процесу промислового вирощування цибулі – волога до рослин поступає від вологоутримуючих твердих органічних добрив. Для реалізації удосконаленої технології необхідна нова саджалка, яка забезпечить виконання схеми посадки цибулі сівка смугами 5x80x80 -250.

4.3. Висновки за розділом 4

1. Результати досліджень з визначення ефективності садіння насіння цибулі сівка ланцюгово-чашковим робочим органом садильного апарату із використанням математичного методу планування експерименту, вказують на необхідність встановлення точки розвантаження чашки на висоті 50 мм при заповненні бункера не менше 25%.

2. Вирощування цибулі у значній мірі залежить від погодних умов у період вегетації рослин а саме вчасного випадання опадів. Їх нестача призводить до зниження врожайності та використання твердих органічних добрив з високою вологоутримуючою здатністю.

3. Запропоновано удосконалення технології вирощування цибулі сівку з використанням вологоутримуючих добрив, які необхідно вносити в осінній період при підготовці ґрунту або весною у процесі висадки насіння.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Виробництво екологічно чистих продуктів харчування, покращення та відновлення родючості ґрунтів залежить від впровадження інноваційних технологій у галуззі рослинництва. Для реалізації новітніх технологій важливо проводити лабораторні та польові дослідження у реальних умовах зміни клімату. Особливо це відноситься до сільськогосподарських культур із слаборозвинутою кореневою системою. Таким проблемам увага ще є недостатньою.

Проведенні дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

1. Одним із ключових проблем вирощування цибулі є потреба забезпечення рослин вологою. Тому у різних кліматичних районах пропонують адаптовані технології. Для Півночі держави характерні умови з випаданням достатньої кількості дощів. Однак розподіл їх за періодом вегетації рослин часто не співпадає з потребами.

2. Забезпечити вологою посіви цибулі можна шляхом застосування вологоутримуючих твердих органічних добрив внесених у ґрунт смугами. Такий підхід дозволяє впровадити технологію смугового вирощування цибулі за схемою: 5x80x80 -250.

3. Однією з основних технологічних операцій процесу садіння цибулі сівка є виніс цибулин за межі бункера. Запропонований робочий орган ланцюгово - чашкового типу. Встановлено, що нижня точка розвантаження чашки має знаходитись на висоті 50 мм від поверхні поля. При цьому бунке з насінням не може бути розвантажений більше ніж 25%.

4. Конструктивне виконання ланцюгово - чашкового робочого органу садильного апарату дозволяє якісно виконувати технологічний процес садіння насіння з відхиленням від точності попадання на ґрунт 10%.

5. Для реалізації запропонованої технології вирощування цибулі сівка розроблено функціональну схему навісної саджалки та креслення робочого органу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Виробництво органічних добрив зросло на 71% / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://superagronom.com/news/2706-virobnitstvo-organichnih-dobriv-zroslo-na-71>(ост. відвідування 01.10.2023).
2. Петриченко В.Ф. Наукове забезпечення та перспективи органічного землеробства в Україні /В.Ф. Петриченко, В.Ф. Камінський //Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і реалізації якісної органічної продукції (Матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., 26 червня 2013 р., Київ – Іллінці). – К.: ФОП «А.І. Каштелянов», 2013. – С. 5–15.
3. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія / за ред. д-ра с.-г. наук, проф., акад. НААН Я.М. Гадзала, д-ра с.-г. наук, проф., чл.-кор. НААН В.Ф. Камінського. – К.: Аграрна наука, 2016. – 592 с.
4. Інформаційний ресурс: <https://uapg.ua/blog/suchasna-tehnologiya-viroshhuvannya-cibuli-rpchastoi-i-cibuli-zelenoi-na-pero/> (ост. відвідування 10.11.2023).
5. Войтюк Д.Г. та ін. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку. – К.: Вища освіта, 2005. – 463 с.
6. Інформаційний ресурс: http://vladam-seeds.com.ua/ua/agronomiya/tehnologija_vyraschivaniya_ozimogo_luka/ (Ост. відв.10.10.2023)
7. Інформаційний ресурс: <https://organic-d.com.ua/doyouknow-blog/tsybulya-yak-biznes/>. (Ост. відв.1.10.2023).
8. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур [навчальний посібник] / Володимир

- Володимирович Лихочвор. – К.: «Центр навчальної літератури», 2004. – 807 с.
9. Удобрення польових культур на основі максимального застосування місцевих органічних ресурсів / В. М.Кабанець, М.Г. Собко, М.І. Радченко О.В. - Сад, 2015. – 23 с.
 10. Інформаційний ресурс:<https://propozitsiya.com/ua/nayvazhlyvishi-elementy-tehnologiyi-vytozhchuvannya-tybuli>. (Ост. відв.1.10.2023).
 11. Каленська С.М., Єрмакова Л. М., Паламарчук В. Д., Поліщук І.С., Поліщук М.І. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві : підручник. Вінниця, 2015. 448 с.
 12. Hood R.C. (2001). The effect of soil temperature and moisture on organic matter decomposition and plant growth. *Isot. Environ. Health Stud.*, 37, 25-41.
 13. Хомик Н. І., Цьонь Г. Б., Довбуш Т. А., Олексюк В. П. : навчальний посібник (курс лекцій). Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.
 14. Petr Novak, Petr Sarec, Oldrich Lata, Martin Brtnicky, Jiri Masek. Influence of manure with activators of organic matter on physical properties of soil. Jelgava, 22.-24.05.2020.s. 457- 461.
 15. Березівський П. С. Організація виробництва в аграрних формуваннях: Навчальний посібник/ П. С. Березівський, Н. І. Михалюк; Мін-во освіти і науки України, Львівський держ. аграрний ун-т. - К.: Центр навчальної літератури, 2005. - 559 с.
 16. Лінник М.К., Сенчук М.М. Технології і технічні засоби виробництва та використання органічних добрив: [монографія] / За ред. доктора технічних наук, академіка НААН В.В. Адамчука; – Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2012. – 248с.
 17. Дідух В.Ф. Техніка і технології приготування компостів. Матеріали МНПК «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики» – Тернопіль 29-30 вересня 2022. С.12-15.
 18. Білецький В. С. Методологія наукових досліджень технічних об'єктів та їх оптимізація (Навчальний посібник), Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т».- Київ: ФОП Халіков Руслан Халікович, 2023.- 118 с.

19. Шейко В.М., Кушнарєнко Н.М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Знання-Прес, 2002. – 295 с.

ДОДАТКИ

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Назва	К-ть	Примітка
				<u>Документація</u>		
			КАІ. ТСЦ.00.00.0000.СК	Садильний апарат(установка)		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	КАІ. ТСЦ.00.01.0000.СК	Корпус	1	
		2	КАІ. ТСЦ.00.02.0000.СК	Кожух	1	
		3	КАІ. ТСЦ.00.03.0000.СК	Сошник	1	
		4	КАІ. ТСЦ.00.04.0000.СК	Ланцюг	1	
		5	КАІ. ТСЦ.00.05.0000.СК	Ложка	10	
		6	КАІ. ТСЦ.00.06.0000.СК	Вал ведений	1	
		7	КАІ. ТСЦ.00.07.0000.СК	Вал ведучий	1	
		8	КАІ. ТСЦ.00.08.0000.СК	Тримач	10	
		9	КАІ. ТСЦ.00.09.0000.СК	Стійка	2	
		10	КАІ. ТСЦ.00.10.0000.СК	Вловлювач	10	
		11	КАІ. ТСЦ.00.11.0000.СК	Ручка	1	
		12	КАІ. ТСЦ.00.12.0000.СК	Загортач лівий	1	
		13	КАІ. ТСЦ.00.13.0000.СК	Загортач правий	1	
		14	КАІ. ТСЦ.00.14.0000.СК	Обмежувач	1	

					КАІ. ТСЦ.00.00.0000.СК			
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Воробчук				Садильний апарат(установка) Складальне креслення	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевіри	Дідух					М	1	2
						ЛНТУ, каф. АІ ім. проф. Г.А. Хайліса, ст. гр. АІм-21		
Н.	Юхимчук							
Затвер	Сацюк							