

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Станкевич Ілля Віталійович

УДК 631.358

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І РОЗРОБКА
ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЦИБУЛІ-СІЯНКИ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ Станкевич І.В.

Керівник роботи

Куликівський В.Л.

кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2023

АНОТАЦІЯ

Станкевич Ілля Віталійович. Обґрунтування технологічних процесів і розробка технічних засобів для збирання цибулі-сіянки. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

В кваліфікаційній роботі встановлено, що найперспективнішим напрямом підвищення ефективності збирання цибулі-сіянки є вдосконалення процесів первинної та вторинної сепарації, з утворенням профільованого ложа для укладання цибулі-сіянки у валок.

Розроблено та обґрунтовано конструктивно-технологічні схеми роликового сепаратора відокремлення цибулин від ґрунтових домішок, котка-ложеутворювача та пруткового елеватора з асиметричним розташуванням струшувачів.

Розроблено робочі органи машини для збирання цибулі-сіянки, лабораторні дослідження яких дали змогу встановити оптимальні інтервали знаходження досліджуваних режимних і технологічних параметрів, що впливають на показники якості роботи машини для збирання цибулі-сіянки.

Для виготовлення і виробництва технічних засобів машини для збирання цибулі-сіянки конструктивні й технологічні параметри рекомендується вибирати з встановлених значень, за яких забезпечується якісне виконання технологічного процесу збирання цибулі-сіянки.

Ключові слова: цибуля-сіянка, сепаратор, каток, збирання, конструктивні параметри робочі органи.

ANNOTATION

Stankevich Ilya Vitalievich. Substantiation of technological processes and development of technical means for harvesting onions. – *Qualification work on the rights of the manuscript.*

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

In the qualification work, it was found that the most promising direction for increasing the efficiency of harvesting onions is to improve the processes of primary and secondary separation, with the formation of a profiled bed for laying onions in a windrow.

The design and technological schemes of a roller separator for separating bulbs from soil impurities, a bed-forming roller, and a bar elevator with an asymmetrical arrangement of shakers were developed and substantiated.

The working bodies of the machine for harvesting onions have been developed, laboratory studies of which made it possible to establish the optimal intervals for the studied operating and technological parameters that affect the quality indicators of the machine for harvesting onions.

For the manufacture and production of technical means of the machine for harvesting onion sets, it is recommended to choose the design and technological parameters from the established values, which ensure the quality performance of the technological process of harvesting onion sets.

Keywords: onion, separator, roller, harvesting, design parameters, working bodies.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. МЕХАНІЗОВАНЕ ЗБИРАННЯ ЦИБУЛІ-СІЯНКИ.....	8
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗБИРАННЯ ЦИБУЛІ-СІЯНКИ.....	16
РОЗДІЛ 3. ІНЖЕНЕРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОЛИКОВОГО СЕПАРАТОРА ВІДДІЛЕННЯ ЦИБУЛИН ВІД ҐРУНТОВИХ ДОМШОК.....	25
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	32

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Цибуля – цінна продовольча культура. Висока цінність цибулі зумовлена її хімічним складом, смаковими і лікувальними властивостями. Наразі в Україні для виробництва цибулі використовують дві технології обробітку – з насіння у дворічному циклі і з сіянки у трирічному циклі.

Найпоширенішим і найбільш освоєним способом, який використовується в Україні, є вирощування цибулі-ріпки із сіянки. В даний час найбільш ресурсовитратним технологічним процесом виробництва цибулі-сіянки залишається збирання. Ця обставина зумовлена підвищеним підйомом ґрунтового шару під час вилучення цибулин із ґрунту і подальше очищення вороху від ґрунтових і рослинних домішок на сепарувальних робочих органах. З огляду на те, що цибулини цибулі-сіянки мають малі розміри, процес відділення від ґрунтових домішок на сепарувальних робочих органах протікає незадовільно і остаточне очищення від ґрунтових домішок здійснюється на післязбиральному обробітку з широким застосуванням ручної праці.

Незважаючи на наявність великих досліджень питання механізованої технології збирання цибулі-сіянки, у цій галузі існують невирішені проблеми, які здебільшого пов'язані з недосконалістю конструкції підкопувальних і сепарувальних органів машин для збирання цибулі-сіянки, про що свідчить вміст у роздільній купі, яку розділяє ворох, сумірних із цибулинами цибулі-сіянки грудок ґрунту. Різного роду інтенсифікатори сепарації цибулі-сіянки значно їх травмують, за рахунок сил від взаємодії з сепарувальними робочими органами і безпосередньо з цибулинами.

Для підвищення ефективності збирання цибулі-сіянки необхідно проводити руйнування ґрунтових грудок до моменту їхнього надходження на приймально-підкопувальну частину машини для збирання цибулі-сіянки, що забезпечує зменшення ушкоджень (травмуваності) цибулин, зниження

енергетичних витрат за умови збільшення повноти сепарації оберемка цибулі-сіянки із щадною механічною дією на цибулини та, як наслідок, підвищення продуктивності процесу збирання.

Отже, створення технічних засобів, що сприяють підвищенню ефективності роботи машин для збирання цибулі-сіянки, є актуальним завданням при насінництві та товарному виробництві цибулі-сіянки, вирішення якого знизить собівартість насінневого матеріалу при післязбиральній обробки.

Мета роботи – підвищення ефективності збирання цибулі-сіянки удосконаленням технологічних процесів і розробкою технічних засобів.

Для реалізації поставленої мети у роботі необхідно вирішити такі **завдання**:

- проаналізувати існуючі механізовані технології збирання цибулі-сіянки;
- розробити технічні засоби технологічного процесу збирання цибулі-сімка, що забезпечують підвищення ефективності збирання.

Об'єкт дослідження. Технологічний процес і технічні засоби для збирання цибулі-сіянки.

Предмет дослідження. Показники ефективності технологічного процесу збирання цибулі-сіянки, конструктивні, технологічні та режимні параметри технічних засобів.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Куликівський В.Л, **Станкевич І.В.** Методика проведення виробничих досліджень роликового сепаратора відділення цибулин від ґрунтових домішок. *Технічний прогрес в АПВ: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 9-10 травня 2023 року.* Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. С. 92-94.

2. Куликівський В.Л, **Станкевич І.В.** Механізоване збирання цибулі-сіянки. *Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науковопедагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених*

факультету інженерії та енергетики. 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С..

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для аграрних підприємств України представляють встановлені конструктивні, режимні та технологічні параметри технічних засобів машин для збирання цибулі-сіянки, за яких забезпечується підвищення ефективності збирання

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 10 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 32 сторінок комп'ютерного тексту, містить 19 рисунків.

РОЗДІЛ 1

МЕХАНІЗОВАНЕ ЗБИРАННЯ ЦИБУЛІ-СІЯНКИ

Застосовувані машини для механізації процесів збирання цибулі-сіянки відрізняються як за призначенням, так і за типами застосовуваних робочих органів [5].

На збиранні цибулі-сіянки знайшли широке застосування машини підкопувального і терebильного типів [5].

З 1971 року випускалася універсальна цибулезбиральна машина ЛКГ-1,4, напівнавісна на просапний трактор тягового класу 1,4 [5].

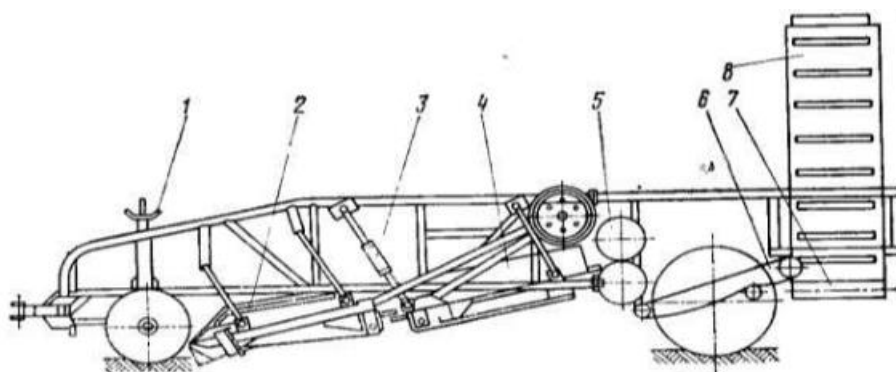


Рис. 1.1. Схема цибулезбиральної машини ЛКГ-1,4: 1 – гвинтовий механізм регулювання глибини підкопування; 2 - переднє решето грохоту; 3 – регульована підвіска; 4 - заднє решето грохоту; 5 - комкодавильні балони; 6 – поздовжній елеватор; 7 – поперечний елеватор; 8 - завантажувальний транспортер [5].

Вона використовується під час збирання цибулі, посадженої на гребеневій поверхні або на грядках. До основних вузлів машини належать опорні колеса, дворешітний грохот із лемешем, підвісками та ексцентриковим валом, комкодавитель, поздовжній і поперечний сепаруючі елеватори та завантажувальний елеватори.

ЛКП-1,8 складається з копіювальних котків, опорних коліс, підкопувального лемеша, дворешітного коливного грохота, автоматичного

регулятора глибини підкопування, поздовжнього сепарувального елеватора, поперечного і вивантажувального транспортерів, а також валкоутворювача [5].

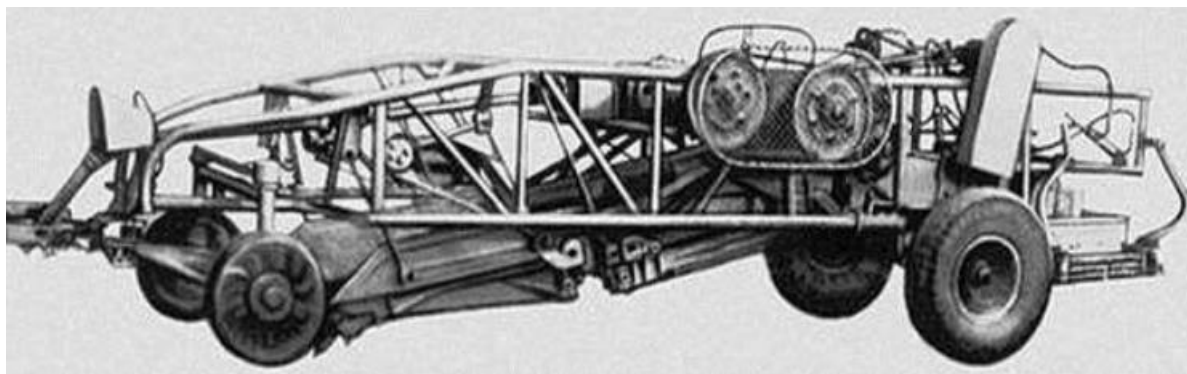


Рис. 1.2. Цибулезбиральна машина ЛКП-1,8 [5].

За кордоном на збиранні цибулі широко застосовують універсальні коренебульбозбиральні машини "Amas D-2" (рисунок 1.3), що випускається фірмами "Jonge" (Нідерланди), "Delfos" (Франція), "Benedict" (Велика Британія), машини фірм "Hestair Harvester", "Kay Agricultural" (Велика Британія), модифікація картоплезбирального комбайна ДС-80 фірми "Grimme" (Німеччина). Фірма "Farm-forze Landmaschinen" (Німеччина) випускає комплекси машин для збирання цибулі, що включають: комплекс машин для роздільного виконання операцій викопування й укладання у валок, що складається з дискового копача ZSR (рис. 1.4) [5].

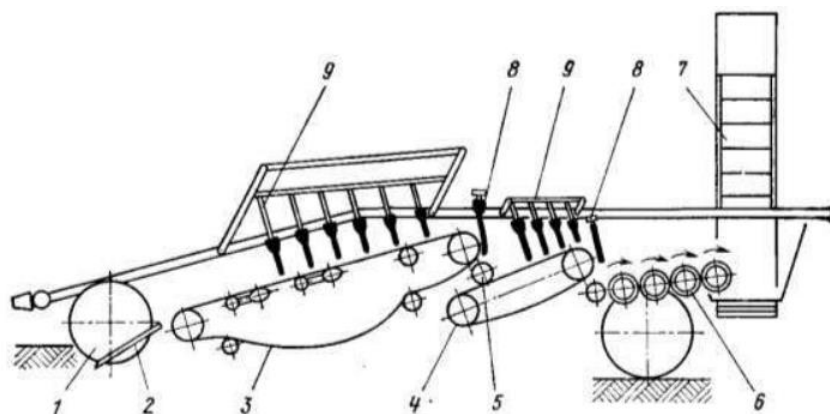


Рис. 1.3. Схема машини фірми "Amas D-2": 1 – дискові ножі; 2 – леміш; 3 – осн овний елеватор; 4 – другий елеватор; 5 – валик ботвоудалітеля; 6 – гвинтовий очищувач; 7 – навантажувальний транспортер; 8 – ботвопритискні пальці; 9 – розподільна решітка.

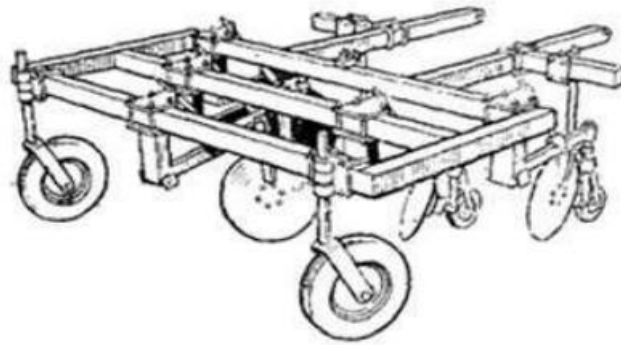


Рис. 1.4. Дисковий копач ZSR для збирання цибулі фірми «Farm-forze Landmaschinen» [5].

Викопувальний агрегат ZSR монтується попереду трактора і складається з викопувальних дискових секцій, шарнірно встановлених на рамі і що складаються з опорного колеса і дискового копача. Виходячи з виду культури, що прибирається, на викопувальний агрегат встановлюються під кутом до горизонту ґратчасті диски (для збирання цибулі-ріпки), або гладкі сферичні, встановлені під кутом до вертикалі до напрямку руху машини [5].

Відома самохідна коренеклубнезбиральна машина фірми "Ексцельсіор" (рис. 1.5), відмітною особливістю якої є наявність комбінованої колісно-гусеничної ходової системи: попереду машини міст керованих ведених коліс, у задній частині - ведучі гусениці [5].

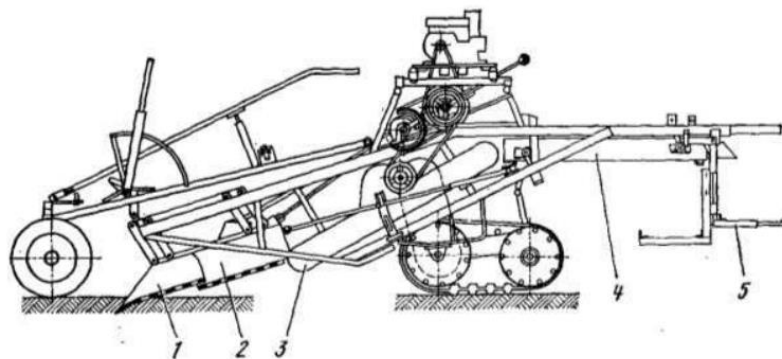


Рис. 1.5. Схема самохідної корнебульбозбиральної машини фірми Ексцельсіор: 1 – леміш, що коливається, і перше решето грохота; 2 – друге решето; 3 – очисний (щітковий транспортер); 4 – заднє решето; 5 – майданчик для тари [5].

Таке компонування забезпечує підвищену прохідність у складних погодних умовах сезону збирання.

Представляє інтерес навісний копач-валкоукладач Vibro (рис. 6) італійської фірми M. Rampesato, який дає змогу працювати на мінімально припустимій глибині та підрізати коріння цибулин зубчастим ножем, який коливається в поперечному напрямі на глибині до 7 см, і тим самим підрізаючи коріння цибулин.

Французька фірма Simon випускає цибулевий копач причіпного типу, призначений для викопування цибулі з одного рядка, її очищення і укладання в один рядок для полегшення подальшого збирання. В якості викопувального елемента виступає спеціальна планка.

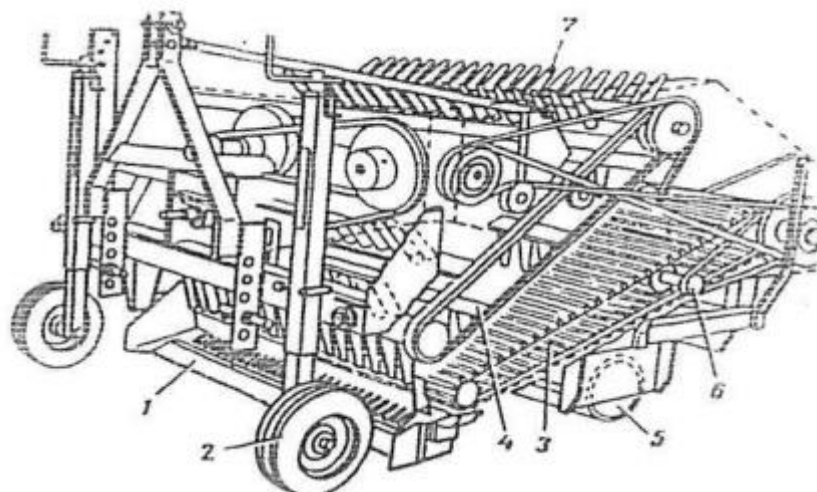


Рис. 1.6. Копач-валкоукладач Vibro (Італія): 1 – ніж зубчастий; 2 – колеса опорні; 3 – елеватор; 4 – транспортер; 5 – ложеутворювач; 6 – струшувач; 7 – пальці обгумовані [5].

Розташована в передній частині обертальна планка підкопує цибулю, що росте попереду, і завантажує її разом із ґрунтом на приймальний транспортер, де відбувається подальше очищення цибулі від ґрунтового-рослинних домішок. Встановлені передні опорні диски дають змогу витримувати задану глибину підкопування цибулі, що знижує ступінь пошкодження прибраної продукції.

У Голландії для викопування цибулі знайшла широке застосування машина фірми Samon (рис. 7), що складається з викопувального пристрою

(залежно від виконання, машина обладнується чотиригранним валом, лемешем, диском), глибину підкопування якого регулюють використанням підкопувальних дисків із гідравлічним приводом.

При цьому опорні колеса розташовані поруч із викопувальним валом, і їхня колія збігається з колією трактора.



Рис. 1.7. Копач цибулі фірми Samon (Голландія) [5].

Бітер, встановлений над викопувальним валом, подає цибулегрунтову масу на пруткові елеватори. Решітчасті грохоти забезпечені механічними регульованими струшувачами. Машина може бути обладнана 1 або 2 ґратчастими грохотами, створюючи два різні потоки. Цибулини сходять з елеваторів і укладаються валкоутворювачем у валок на поверхню поля, підготовлену пасивним прикочувальним котком, встановленим під елеватором і який створює оптимально плоску грядку, для полегшення операції підбору валка.

Для підвищення якості очищення цибулі на зовнішній стороні копача встановлено регулятор інтенсивності струшування [5].

Дисковий копач однойменної голландської фірми (рис. 8), призначений для роботи на важких, важко оброблюваних ґрунтах.

Дисковий копач викопує цибулю, не пошкоджуючи цибулин і з мінімальними домішками землі [5].

Для кожного ряду гряди встановлено дисковий ніж із гідравлічним керуванням. Тому обробляється тільки ділянка ґрунту, де є цибуля.

Підбірний вал "метелик" забезпечує надходження цибулі для обробки на грохот.



Рис. 1.8. Дисковий копач цибулі фірми Samon (Голландія) [5].

Копач із лемешем фірми Samon (мал. 9) має мінімальну кількість обертових компонентів і, отже, є однією з найпростіших машин.



Рис. 1.9. Лемешний копач цибулі фірми Samon (Голландія) [5].

Копач має підрізну головку з лемешами по всій ширині. Над лемешем розташовується клапан, який його закриває наприкінці ходу. Решітчасті грохоти забезпечені механічно регульованими струшувачами.

Технологічний процес роботи дискового і лемішного копачів аналогічний копачу з обертовим чотиригранним валом.

Таким чином, з аналізу цибулезбиральних машин випливає висновок про те, що купа цибулі під час сходження з сепарувальних пристроїв містить велику

кількість рослинних залишків і кореневищ бур'янів, що не може позначитися на якості товарної продукції цибулі-сіянки.

До сучасних цибулезбиральних машин, що випускаються на всьому пострадянському просторі та в країнах СНД, належить машина для збирання цибулі-сіянки МУЛС-1,4 (рис. 1.10).



а



б

Рис. 1.10. Загальний вигляд машини для збирання цибулі-сіянки МУЛС-1,4: А) – вид збоку; Б) – вид спереду [5].

Машина прибирає цибулю-сіянку як під час однофазного збирання (підкопування з навантаженням у транспортний засіб), так і під час двофазного (підкопування з укладанням на прикатану поверхню поля та подальшим підбиранням і навантаженням у транспортний засіб) [5].

МУЛС-1,4 додатково комплектується сепарувальними елеваторами для збирання ріпчастої цибулі. Добре працює на легких суглинках і супіщаних ґрунтах вологістю до 18%, має ширину захвату 1,2 м і агрегується з тракторами класу 1,4.

Випробування машини МУЛС-1,4 в агрегаті з трактором "БЕЛАРУС-82.1" із визначенням експлуатаційно-технологічних показників із відповідними функціональними показниками якості виконання технологічного процесу проводили в "Інститут овочівництва" під час збирання та підбирання цибулі-сіянки з валка з навантаженням її в транспортний засіб.

Було встановлено, що машина виконує технологічний процес збирання цибулі-сіянки відповідно до всіх агротехнічних вимог [5].

Оцінювання показників якості виконання технологічного процесу проводилося на прямому збиранні цибулі-сіянки з валка з подальшим завантаженням його в транспортний засіб за робочих швидкостей 2,3 і 5,2 км/год - на підборі цибулі-сіянки, 3,2 км/год - на прямому прибиранні цибулі з навантаженням у транспортний засіб і 2,8 км/год - з укладанням у валок [5].

Продуктивність за годину основного часу за швидкості 2,3 і 5,2 км/год становила 0,32 і 0,73 га відповідно. Втрати цибулі-сіянки склали 1,3% і 1,5% на доборі цибулі-сіянки та 1,7% на прямому збиранні. Повнота збирання цибулі-сіянки становила 98,7% і 98,5%. Пошкодження стандартних цибулин за швидкості 2,3 км/год не спостерігалось, а при збільшенні швидкості до 5,2 км/год пошкодження становило 0,5%, що задовольняє вимогам [5].

Висновки по розділу

Таким чином, аналіз технологічного процесу цибулезбиральних машин показує що, незважаючи на насичення машини сепарувальними робочими органами, ефективність їхньої роботи залишається досить низькою, у зв'язку з тим, що сепарації піддається весь підкопаний лемешем пласт землі. Причому маса підкопуваного при цьому пласта збільшується в 1,6...1,8 раза, порівняно з підкопуванням пасивним лемешем, який своєю чергою має мале розпушування.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗБИРАННЯ ЦИБУЛІ-СІЯНКИ

Під час збирання коренебульбоплодів, до яких також належать цибуля-сіянка та картопля гостро стоїть проблема відділення ґрунтових домішок від товарної продукції.

Це спричинено тим, що більша частина ґрунтових домішок у купі цибулі-сіянки порівнянна з ними за розмірами, що призводить до неможливості їхнього відокремлення на сепарувальних робочих органах збиральних машин, тому що міжпруткова відстань пруткового елеватора з метою унеможливлення втрат цибулин виконана меншою, ніж мінімальний розмір продукції, що сепарується. Неможливість відокремлення ґрунтових домішок на сепарувальних робочих органах збиральних машин як у першій, так і в другій фазі збирання призводить до широкого застосування ручної праці на операції післязбиральної доробки, що збільшує собівартість виробництва цибулі.

Розроблена методологія моделювання технологічного процесу машин для збирання цибулі-сіянки на основі теорії штучних нейронних мереж дала змогу розробити технічні засоби для підвищення якісних показників процесу збирання цибулі-сіянки.

Для відокремлення ґрунтових грудок, порівнянних за розмірами з цибулинами цибулі-сіянки, пропонується роликівий сепаратор відділення цибулин від ґрунтових домішок у складі машини для збирання цибулі-сіянки.

Робота роликівого сепаратора відокремлення цибулин від ґрунтових домішок (рис. 1) ґрунтується на принципах розділення за різною здатністю до тертя і маси цибулин цибулі-сіянки від порівнянних з ними ґрунтових грудок.

Робоча поверхня роликівого сепаратора відділення цибулин від ґрунтових домішок утворена набором паралельних прогумованих вальців: приймального 1 і сепарувальних 2, установлених на рамі 3 очищувача. Для інтенсифікації процесу

очищення цибулин цибулі-сіянки від ґрунтових домішок, приймальний валець 1 сепаратора з боку пруткового елеватора 4 розташований зі зміщенням у вертикальній і горизонтальній площинах на величину h і l відповідно з технологічним зазором T .

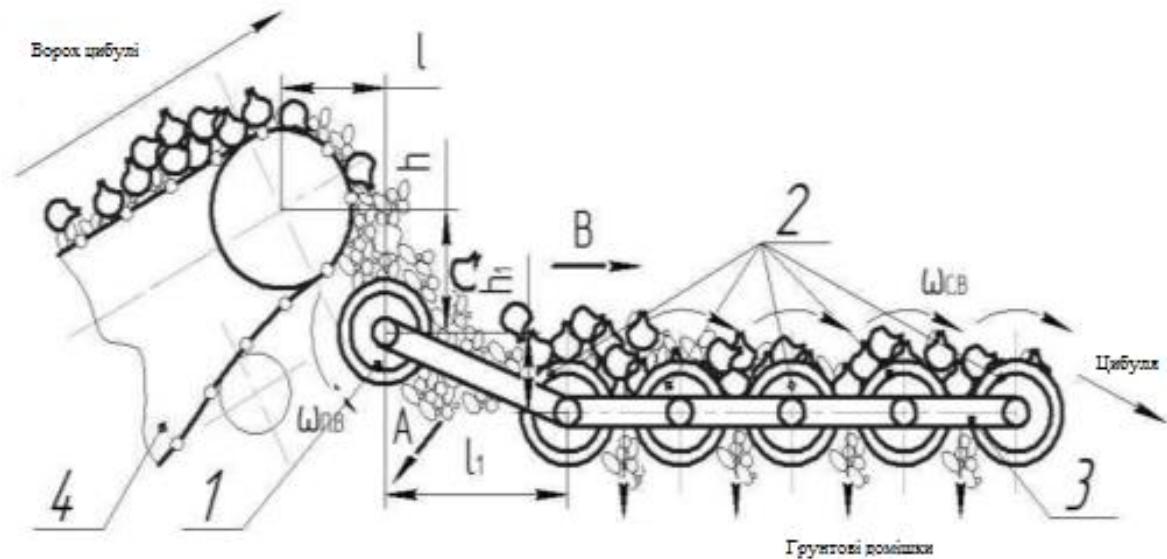


Рис. 2.1. Схема роликового сепаратора відділення цибулин від ґрунтових домішок машини для збирання цибулі-сіянки: 1 – валець приймальний; 2 – вальці сепаруючі; 3 – рама; 4 – прутковий елеватор

Вальці 1 і 2 роликового сепаратора ґрунтових домішок встановлені на загальній рамі 3, при цьому вальці 2, що сепарують, обертаються в бік сходу цибулин з однаковою кутовою швидкістю, а приймальний валець 1 обертається в протилежному напрямку з кутовою швидкістю .

Принцип роботи роликового сепаратора відділення цибулин від ґрунтових домішок полягає в такому.

Оброблювана купа цибулі-сіянки рухається в напрямку обертання сепарувальних вальців 2 з поверхні пруткового елеватора 4. У момент сходу купи цибулі-сіянки після попереднього очищення з поверхні пруткового елеватора 4 цибулини та грудки ґрунту взаємодіють із поверхнею приймального вальця 1.

Ґрунтові грудки під час зіткнення з поверхнею приймального вальця 1 набувають кінетичну енергію і відскакують від його поверхні в напрямку сходження А, оскільки порівняні з цибулинами грудки ґрунту мають більшу масу, а їхня траєкторія руху відрізнятиметься від траєкторії польоту цибулини.

Цибулини, що володіють більшою еластичністю і здатністю до кочення порівняно з ґрунтовими грудками, а крім того, мають округлішу форму, скочуються в протилежному напрямку обертання приймального вальця 1 на подальшу сепарацію в напрямку сходу В по поверхні роликового сепаратора.

Дрібні ґрунтові домішки та рослинні рештки проходять у зазор між сепарувальними вальцями 2, а цибулини очищені від ґрунтових грудок і дрібних ґрунтово-рослинних домішок сходять на поверхню поля й укладаються у валок.

Для зниження надходження ґрунтових грудок на сепаруючі робочі органи разом із цибулинами цибулі-сіянки в другій фазі її збирання, тобто під час підбирання з валків, а також інтенсифікації сепарації цибулі-сіянки від порівнянних ґрунтових грудок запропоновано каток-ложеутворювач машини для збирання цибулі-сіянки, що сприяє зниженню надходження ґрунтових грудок на сепаруючі робочі органи в другій фазі збирання цибулі-сіянки.

Каток-ложеутворювач (рис. 2.2) містить раму 1, циліндричний валець 2, лоток, що звужує лоток 3, і утворювач валка 4. На рамі 1 встановлено спіральний валець 5 із периферійно розташованою вздовж усієї його довжини спіральною поверхнею, що має форму поперечного перерізу у вигляді сегмента 6, лоток 7 сходження домішок, гідродвигуни 8 і 9.

Ґрунтові грудки внаслідок зіткнення з приймальним вальцем 1 через своїх фізико-механічних характеристик набувають траєкторії руху, відмінної від траєкторії руху відмінну від цибулин, тобто ґрунтові грудки скочуються в напрямку обертання приймального вальця 1 і сходять на поверхню поля.

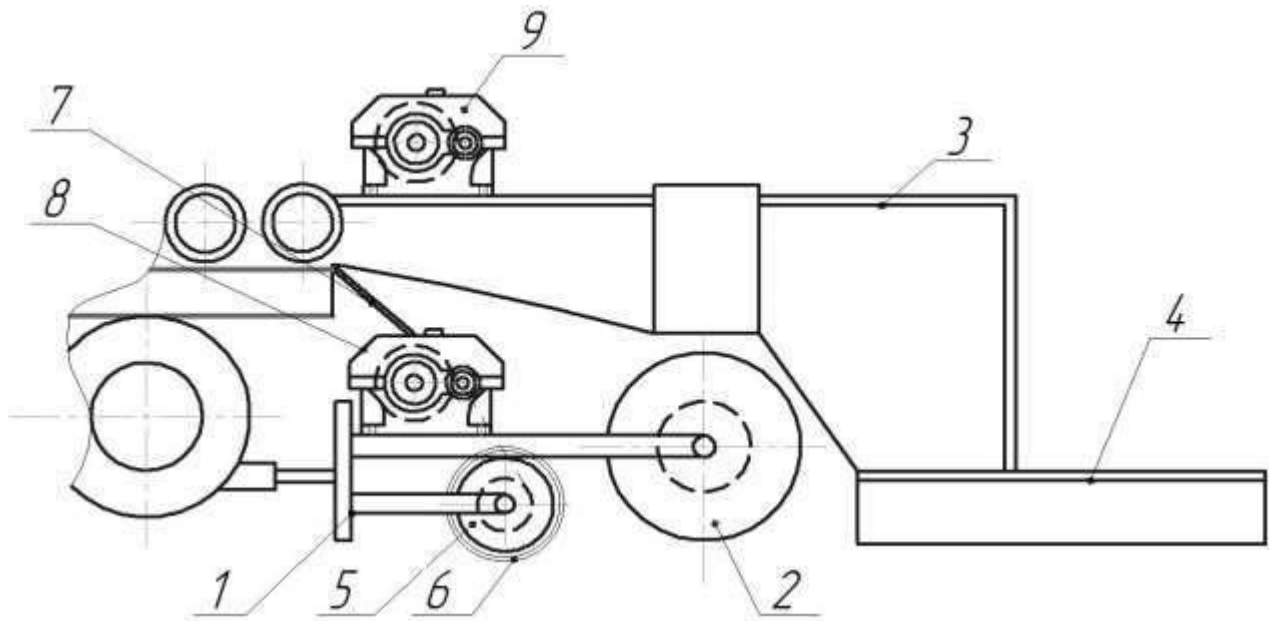


Рис. 2.2. Схема катка-ложеутворювача машини для збирання цибулі-сіянки: 1 – рама; 2 – валець циліндричний; 3 – лоток, що звужує; 4 – валкоутворювач; 5 – валець спіральний; 6 - спіраль; 7 – лоток сходження домішок; 8, 9 – гідро двигун.

Каток-ложеутворювач працює в такий спосіб.

Під час обертально-поступального руху спірального вальця 5 по полю він своєю циліндричною поверхнею ущільнює ґрунт до оптимального значення, а виступами у вигляді сегмента 6, розміщеними на поверхні спірального вальця 6 симетрично відносно поперечної осі, створює хвильовий рельєф на поверхні ґрунту. Спіралі 6 вальця 5 утворюють западину на поверхні поля, причому за рахунок того, що початок і кінець кожного виступу сегмента 6 розташовані на одній утворюючій спірального вальця 6 та збігаються із серединою наступного за ним виступу, коток переміщується рівномірно, не зміщує ґрунт та не чинить на нього ударного впливу.

Циліндричний валець 2, встановлений за спіральним вальцем 5, ущільнює й утворює обмежувальні валики, розташовані по краях прибраної поверхні поля.

Таким чином, ложе, сформоване котком-ложеутворювачем, перешкоджає розкочуванню цибулин та утворюється з пухкого відсепарованого дрібногрудкуватого ґрунту без ущільнення, що виключає подальше надходження

або максимальне зниження надходження ґрунтових грудок на сепарувальні органи машини під час підбирання цибулин із валка, і, як наслідок, зниження вмісту ґрунтових і рослинних домішок, а також травмування цибулі-сіянки під час її підбирання з валків, шляхом формування ложа під валок регульованої щільності, що забезпечує дозарювання продукту на його поверхні.

Після дозарювання цибулі-сіянки в природних умовах протягом 10-14 днів відбувається її підбір з валків з навантаженням у транспортний засіб.

Підбір цибулі-сіянки проводиться в період, коли цибулинки покриваються сухими лусками, а шийка стає тонкою і сухою.

На етапі другої фази збирання цибулі-сіянки використовуються машини, технологічний процес роботи яких повторює етап першої фази збирання, то виникає суперечлива ситуація, яка зумовлена сталістю режимно-технологічних параметрів збиральної машини на всіх етапах робіт збирання цибулі-сіянки, що є неприйнятними для робіт другої фази збирання, що призводить до пошкодження цибулин.

Дана обставина зумовлена тим, що, з одного боку, зменшення заглиблення лемеша в ґрунті на етапі добору цибулин із валків призводить до зниження підйому разом із цибулинами співрозмірних із ними ґрунтових грудок, що сприяє підвищенню якості сепарації цибулі.

З іншого боку, за рахунок зниження надходження кількості ґрунту на підкопувальні та сепарувальні органи виникають ушкодження цибулин цибулі-сіянки внаслідок зменшення ґрунтового прошарку між робочою поверхнею сепаратора та продукцією, яку очищають, крім того, пруткові елеватори не завжди забезпечують якісне відокремлення ґрунтових домішок.

Крім того, під час вилучення з ґрунту та підбирання цибулин цибулі-сіянки з валків і подачі оберемка на сепарувальні робочі органи збиральної машини з метою підвищення якості сепарації, потрібен рівномірний розподіл оберемка на робочій поверхні сепаруючого пристрою.

У зв'язку з цим, на сепарувальних пристроях збиральних машин встановлюють різного роду інтенсифікатори з різним приводом, які і є джерелом травмування коренеплодів і цибулин.

У процесі сепарації ґрунту цибулини взаємодіють з активними та пасивними робочими органами. Цибулини падають під час проходження ділянки струшування на прутки елеватора та під час переходу з одного елеватора на інший. На перепадах з одного елеватора на інший цибулини падають із висоти не більше ніж 0,2 м, що відповідає швидкості зіткнення 1,9 м/с і задовольняє допустиму швидкість зіткнення цибулин із робочими органами (2,2 м/с).

Швидкість зіткнення цибулин, підкинутих прутками елеватора від впливу струшувача, за вертикальної складової швидкості прутків елеватора 0,7 м/с і більше становитиме понад 2,6 м/с, що є вищою за допустиму швидкості зіткнення цибулин із робочими органами машин. І як наслідок, на цій ділянці цибулини травмуються.

За результатами аналізу конструкцій інтенсифікаторів сепарації основного елеватора, у Поліському національному університеті розроблено конструктивно-технологічну схему пруткового елеватора з асиметричним розташуванням струшувачів, яка забезпечує зменшення ушкоджень і підвищенням якості продукції, що сепарується, внаслідок зниження до мінімуму впливу вертикальної складової сили тяжіння цибулини.

Сепарувальний елеватор машини для збирання цибулі-сіянки містить установлений на рамі 1 прутковий елеватор 2, під боками 3 і 4 якого встановлені ведучі 5, підтримувальні 6 і ведені 7 ролики, змонтовані на рамі 1 (рис. 2.3).

Під протилежними сторонами 3 і 4 пруткового елеватора 2 встановлені струшувачі 8 зі зміщенням осей обертання в горизонтальній площині по довжині на величину S і розбіжністю фаз підйому й опускання протилежних сторін 3 і 4 пруткового елеватора 2. За такого розташування струшувачів 8 на сепарувальному елеваторі забезпечується режим роботи, за якого відбувається переміщення оберемка цибулі-сіянки поверхнею пруткового елеватора 2 без

підкидання. У момент опускання сторони 3 пруткового елеватора 2 відбувається підйом протилежної сторони 4 по довжині S_5 пруткового елеватора, тобто протилежні сторони 3 і 4 пруткового елеватора 2 працюють у протифазі. Імовірність пошкодження цибулин у цьому разі менша, а якість сепарації краща, тому що час зіткнення цибулини з поверхнею пруткового елеватора буде тривалішим.

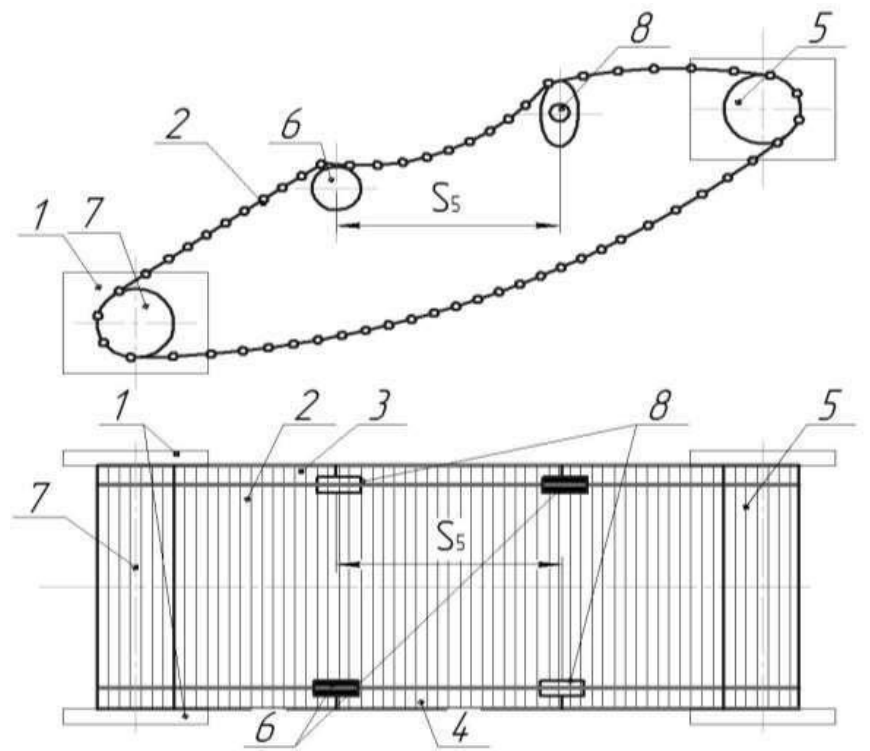


Рис. 2.3. Схема пруткового елеватора з асиметричним розташуванням струшувачів машини для добору цибулі-сіянки: 1 – рама; 2 – елеватор прутковий; 3, 4 – гілки пруткового елеватора; 5 – ролики ведучі; 6 – ролики підтримувальні; 7 – ролики ведені; 8 – еліптичні струшувачі.

Сепарувальний елеватор з асиметричним розташуванням струшувачів працює таким чином.

Купа цибулі-сіянки з подавального транспортера або з підкопувального робочого органа надходить на прутковий елеватор 2. У міру просування оберемка по прутковому елеватору 2, відбувається підйом сторони 3 пруткового елеватора 2 струшувачем 8. Підйом і подальше переміщення бульбоносного вороху досягається в результаті набуття прискорення, що повідомляється

струшувачем 8 прутковому елеватору 2 і є більшим за прискорення вільного падіння. Унаслідок підйому сторони 3 пруткового елеватора 2 і опускання протилежної сторони 4 пруткового елеватора 2, купа цибулі-сіянки зміщується до центру пруткового елеватора 2 під кутом до горизонту.

У момент опускання сторони 3 пруткового елеватора 2 відбувається підйом протилежної сторони 4 пруткового елеватора, що призводить до деформації ґрунтового шару шляхом його зламу та розпушення, а також до рівномірного розподілу оберемка цибулі-сіянки по всій ширині робочої поверхні транспортера та поліпшення процесу сепарації.

Прибрану купу цибулі-сіянки після її підбирання з валків доставляють транспортними засобами на майданчик для подальшого післязбирального відминки, очищення і калібрування за фракціями. Потокова лінія післязбиральної обробки цибулі-ріпки ПМЛ-6, що випускалася серійно на території колишнього СРСР, містила 5 приймальних бункерів ПБ-2, грохотний очищувач ОГЛ-6, перебіркові столи, цибулевідминку машину ЛПС-6 барабанного типу, вальцевий очищувач цибулі ОВЛ-6, сортувальник цибулі СЛС-7 і систему транспортерів.

Обслуговують лінію 10-15 осіб, продуктивність – до 5 т/год цибулі за сумарної потужності встановлених електродвигунів 40 кВт.

Природно, в ринкових умовах використання витратних технологій стає недоцільним. З огляду на високі трудовитрати на збирання і післязбиральне доопрацювання цибулі, сучасні технології обробітку цибулі передбачають якраз мінімізацію цих витрат завдяки використанню комплексу машин, що дають змогу механізувати завершальний цикл виробництва цієї культури.

На сьогодні комплекси машин для післязбиральної доробки цибулі, що випускаються, побудовані за модульним принципом, аналогічним лініям "Bijlsma-Hercules" (Нідерланди), "Grimme" (Німеччина), і містять у собі: приймальний бункер-дозатор із воронкоочисником ПБ, виносний і розвантажувальний транспортери, сортувальний модуль МСЛ-40 на 4-5 фракцій

із завантажувальним транспортером, розподільним і перебірковим столами, транспортером виносу відходів, скутера-підбирача, телескопічного стрічкового конвеєра, самохідного поворотного телескопічного завантажувача.

На сортуванні цибулю ділять на дві фракції - стандартну і нестандартну - вибірок. Кожна з фракцій надходить на перебірні столи, де вручну відбирають гнилі та пошкоджені цибулини, дочищають листя в тих, що залишилися.

Висушену і розсортовану на групи цибулю-сіянку зберігають у засіках шаром 2...3 см за активного вентилявання тепло-холодним способом, яким навесні проводять посадку.

Висновки по розділу

Механізація технологічного процесу збирання цибулі-сіянки передбачає використання спеціалізованих технічних засобів, які забезпечують високі якісні показники збирання, до числа яких слід віднести комплекси робочих органів машини для збирання (роликовий сепаратор відокремлення цибулин від ґрунтових домішок і коток-ложоутворювач) і добирання (прутковий елеватор з асиметричним розташуванням струшувачів) цибулі-сіянки.

РОЗДІЛ 3

ІНЖЕНЕРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОЛИКОВОГО СЕПАРАТОРА ВІДДІЛЕННЯ ЦИБУЛИН ВІД ҐРУНТОВИХ ДОМІШОК

Дослідження машини для збирання цибулі-сіянки з роликівим сепаратором відокремлення цибулин від ґрунтових домішок було розроблено на основі методик випробувань машин для збирання овочевих і баштанних культур, а також на основі приватних і загальних методик проведення експериментальних досліджень.

Виробничі дослідження роликівого сепаратора відділення цибулин від ґрунтових домішок проводилися відповідно до ДСТУ.



Рис. 3.1. Загальний вигляд машини для збирання цибулі-сіянки, оснащеної роликівим сепаратором відділення цибулин від ґрунтових домішок (вигляд збоку).



Рис. 3.2. Загальний вигляд машини для збирання цибулі-сіянки, оснащеної роликівим сепаратором відділення цибулин від ґрунтових домішок (вигляд ззаду).

Експериментальна машина для збирання цибулі-сіянки (рис. 3.3) складається з рами 1, підкопувального лемеша 2, ходових коліс 3, гвинтового механізму 4 регулювання глибини підкопування, дискового ножа 5, основного 6 і допоміжного 7 сепарувальних елеваторів, ботвопротягувальних 8 і підтримувальних 9 роликів, роликового сепаратора 10, лотка звужувального 10, лотка, що звужує, 11, валкоутворювача 12, ботвовидаляча 13 рослинних домішок, редуктора 14 привода робочих органів.

Машину оснащено еліптичними струшувачами 15 на основному 6 і допоміжному 7 сепарувальних елеваторах, і встановленим на рамі 16 лотком 17 сходження домішок та котком-ложеутворювачем, що складається зі спірального 18 і гладкого циліндричного 19 вальців. Привід активних вальців 18 і 19 здійснюється через гідромотори 20 і 21.

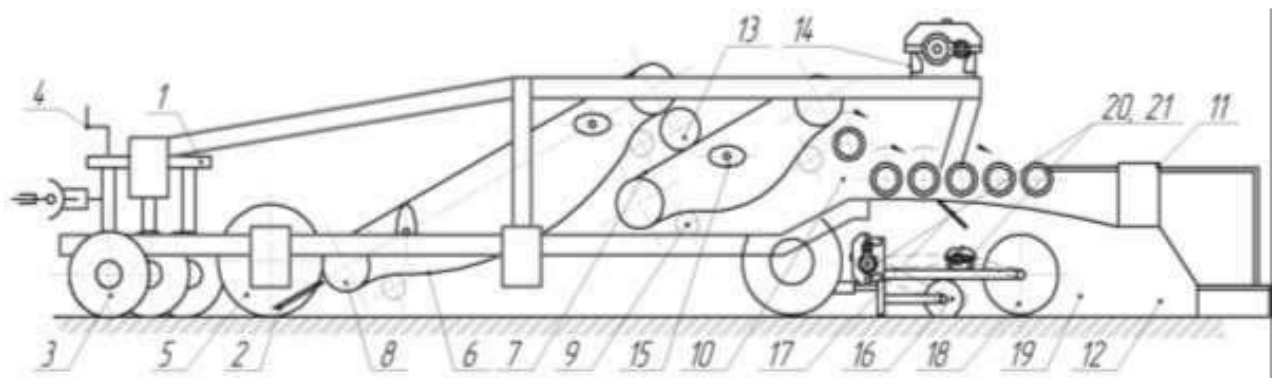


Рис. 3.3. Конструктивно-технологічна схема машини для збирання цибулі-сіянки: 1 – рама; 2 – леміш; 3 – колеса ходові; 4 – механізм регулювання глибини підкопування; 5 – ніж дисковий; 6, 7 – основний і допоміжний сепарувальні елементи; 8, 9 – ботвопротягувальний і підтримувальний ролик; 10 – роликовий сепаратор; 11 – лоток звужувальний; 12 – утворювач валка; 13 – ботвоудаляювач; 14 – редуктор; 15 – струшувачі еліптичні; 16 – рама котка-ложеутворювача; 17 – лоток сходження домішок; 18, 19 – спіральний і циліндричні вальці; 20, 21 – гідромотори приводу вальців котка-ложеутворювача.

Перед початком проведення виробничих досліджень склали повну характеристику ділянки та культури відповідно до ДСТУ.

Довжина облікової ділянки щонайменше 10 м відзначалася встановленими по краях ділянки вішками. Оцінювання якості виконання технологічного процесу збирання цибулі-сіянки сорту "Штутгартер Різен" здійснювалося за такими показниками:

- пошкодження цибулин цибулі-сіянки;
- кількість ґрунтових домішок у прибраній купі цибулі-сіянки;
- втрати цибулин цибулі-сіянки.



Рис. 3.4. Загальний вигляд роликового сепаратора відділення цибулин від ґрунтових домішок машини для збирання цибулі-сіянки: 1 – елеватор прутковий; 2 – валець приймальний; 3 – вальці

Для визначення якісних показників сепарації купи цибулі-севка закріплювали брезент безпосередньо в машині для збирання цибулі-севка сіянки машиною для збирання цибулі-сіянки закріплювався брезент безпосередньо під роликовим сепаратором 10 і під утворювачем валка 12, в який збиралася вся прибрана маса.

Якісні показники збирання цибулі-сіянки визначали відбором проб із поверхні брезенту після проходу облікової ділянки.



Рис. 3.5. Агрегат для збирання цибулі-сіянки: 1 – трактор John Deer; 2 – машина для збирання цибулі-сіянки "Амас D - 2"; 3 – роликівий сепаратор відділення цибулин від ґрунтових домішок; 4 – звужувальний лоток; 5 – утворювач валка.

Графічне відображення результатів досліджень із визначення залежності висоти розташування сепаруючої поверхні для попереднього розміщення вороху відносно приймального вальця роликівого сепаратора відокремлення цибулин від ґрунтових домішок із врахуванням втрат цибулин цибулі-сіянки представлено на рис. 3.6.

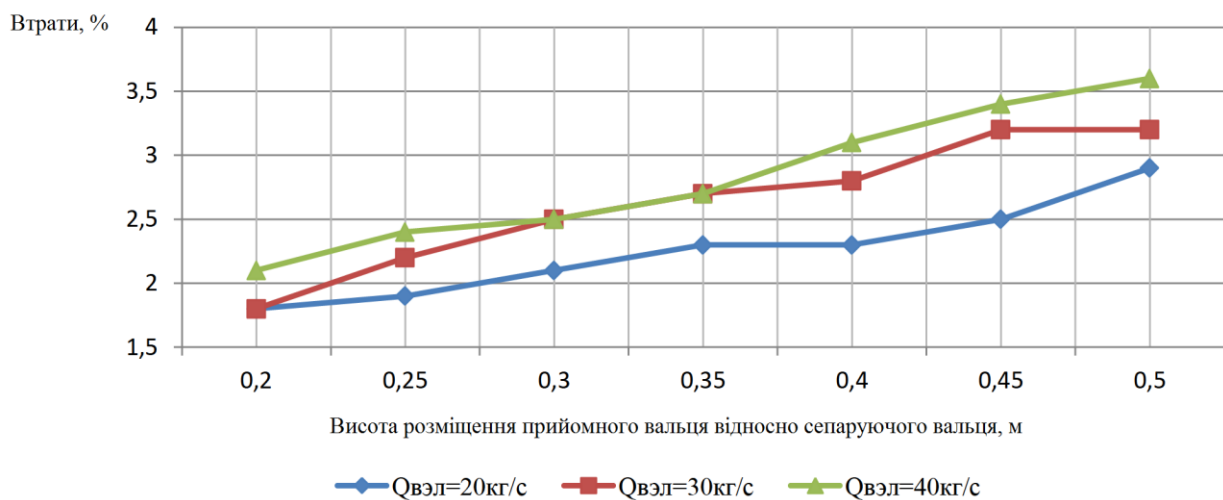


Рис. 3.6. Залежність втрат цибулин цибулі-сіянки δ , % від висоти розташування приймального вальця відносно поверхні, що сепарує, та подачі оберемка цибулі-сіянки.

Графічна інтерпретація залежності дає змогу визначити втрати цибулин цибулі-сіянки згідно з агротехнічними вимогами в разі зміни висоти розташування приймального вальця відносно поверхні, що сепарує, для

попереднього розміщення оберемка залежно від подачі оберемка цибулі-сіянки. Для цього, після визначення висоти розташування приймального вальця, необхідно провести паралельно осі ординат пряму, до перетину з графіком.

При цьому, згідно з результатами лабораторних досліджень з визначення оптимальних технологічних параметрів роликового сепаратора відокремлення цибулин від ґрунтових домішок, маємо, що за оптимального подавання оберемка цибулі-сіянки в межах $= 20,8 \dots 28,1$ кг/с висота розташування приймального вальця за мінімальних втрат до 2 % відповідає інтервалу значень $0,25 \dots 0,28$ м.

Висновки по розділу

Результати інженерних досліджень машини для добору цибулі-сіянки, оснащеної прутковим елеватором з асиметричним розташуванням струшувачів, засвідчили якісне виконання технологічного процесу сепарації вороху цибулі-сіянки за оптимальних значень параметрів:

- міжосьова відстань між еліптичним струшувачем і підтримувальним роликом $0,36 - 0,4$ м за повноти сепарації $97,0 - 97,2\%$ та ушкодженнями цибулин цибулі-сіянки $1,65 - 1,68\%$;

- поступальна швидкість руху пруткового елеватора з асиметричним розташуванням еліптичного струшувача та підтримуючого ролика $1,6$ м/с за повноти сепарації $98,5\%$ та ушкодження продукції $1,3\%$;

- швидкості руху машини для добору цибулі-сіянки $1,38$ м/с за повноти сепарації $95,7\%$ і пошкодження цибулин $1,6\%$;

- глибині підкопування підкопувального лемеша, яка дорівнює $0,02$ м, за повноти сепарації вороха цибулі-сіянки більше ніж 98% і пошкодження продукції менше ніж $1,5 \%$.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Найперспективнішим напрямом підвищення ефективності збирання цибулі-сіянки є вдосконалення процесів первинної та вторинної сепарації, з утворенням профільованого ложа для укладання цибулі-сіянки у валок.

Розроблено та обґрунтовано конструктивно-технологічні схеми роликового сепаратора відокремлення цибулин від ґрунтових домішок, котка-ложеутворювача та пруткового елеватора з асиметричним розташуванням струшувачів.

Розроблено робочі органи машини для збирання цибулі-сіянки, лабораторні дослідження яких дали змогу встановити оптимальні інтервали знаходження досліджуваних режимних і технологічних параметрів, що впливають на показники якості роботи машини для збирання цибулі-сіянки.

Для виготовлення і виробництва технічних засобів машини для збирання цибулі-сіянки конструктивні й технологічні параметри рекомендується вибирати з встановлених значень, за яких забезпечується якісне виконання технологічного процесу збирання цибулі-сіянки:

- для роликового сепаратора відділення цибулин від ґрунтових домішок (діаметр приймального вальця 0,30 м, діаметр сепарувальних вальців 0,18 м, частота обертання приймального вальця 48,4 хв⁻¹, частота обертання сепарувальних вальців 43, 4 хв⁻¹, міжосьова відстань між приймальним і сепарувальним вальцями 0,30 м, міжосьова відстань між сепарувальними вальцями 0,01 м, подача оберемка цибулі-сіянки на роликовий сепаратор 26,7 кг/с);

- для катка-ложеутворювача (ширина захвату спірального вальця котка-ложеутворювача 1,20 м, діаметр спіралі спірального вальця 0,06 м, діаметр спірального вальця 0,18 м, крок спіралі спірального вальця 0,05 м, ширина захвату циліндричного вальця 1,2 м, діаметр циліндричного вальця 0,44 м, поступальна швидкість руху машини для збирання цибулі-сіянки 1,60 м/с,

частота обертання спірального вальця $38,6 \text{ хв}^{-1}$, частота обертання циліндричного вальця $34,6 \text{ хв}^{-1}$, відстань між спіральним і циліндричним вальцями $0,65 \text{ м}$);

- для пруткового елеватора з асиметричним розташуванням струшувачів (діаметр підтримуючого ролика $0,17 \text{ м}$, міжосьова відстань між осями еліптичного струшувача та підтримуючого ролика $0,40 \text{ м}$, подавання оберемка цибулі-сіянки на прутковий елеватор $24,6 \text{ кг/с}$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сенчук М. М. Демещук В.А., Сільськогосподарські машини в насінництві: Навчально-методичний посібник. Біла Церква, 2014. 164 с.
2. Вітанов О.Д., Бутов В.М., Савостяник С.Ю., Савостяник О.С. Вирощування озимої цибулі ріпчастої на краплинному зрошенні. Миколаїв, 2016. 10 с.
3. Войтюк Д.Г., Дубровін В.С., Іщенко Т.Д.. Сільськогосподарські та меліоративні машини. Київ : Вища освіта, 2004. 542 с.
4. Тудель М.В., Козаченко Б.О. та ін. Спеціальні комбайни. Київ : Урожай 1988. 183 с.
5. Куликівський В.Л, **Станкевич І.В.** Методика проведення виробничих досліджень роликового сепаратора відділення цибулин від ґрунтових домішок. *Технічний прогрес в АПВ: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 9-10 травня 2023 року.* Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. С. 92-94.
6. Dubas J. W. *Możliwości i ograniczenia produkcji biomasy pochodzącej z roślin energetycznych z przeznaczeniem jej na cele energetyczne.* Режим доступу: http://www.iso-tech.home.pl/biomasa/pliki/Artykul_drDubas.pdf .
7. Сиротинський О.А., Дмишук М.Д. Механізація лісового і сільського господарства.: Лабораторний практикум. Навчальний посібник. Березне: Надслучанський інститут, 2007. 250 с.
8. Кравчук В.І. Машини для збирання зернових та технічних культур. Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілова, 2009. 296 с.
9. Долгов И.А. Уборочные сельскохозяйственные машины (конструкция, теория, расчёт). Ростов н/Д: Издательський центр ДГТУ, 2003. 707 с.
10. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник. Київ : Кондор, 2007. 333 с.