

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи

освітнього ступеня "Магістр" на тему:

**Обґрунтування параметрів та дослідження
агрегату для сівби цибулі**

Виконав: студент 2 курсу, групи МгАІ-1-24
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____Карнаух Володимир Павлович

Керівник: _____Пугач Андрій Миколайович

Рецензент: _____

Дніпро 2025

1. Мета і задачі досліджень. 2. Аналіз літературних і патентних джерел. 3. Теоретичні дослідження. 4. Програма і методика досліджень 5. Результати досліджень. 6. Економічні показники. 7. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пугач А.М., професор		
2	Пугач А.М., професор		
3	Пугач А.М., професор		
4	Пугач А.М., професор		
5	Пугач А.М., професор		
6	Пугач А.М., професор		
нормоконтроль	Теслюк Г.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 18.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 18.04.2025 р.	Виконав
2	Теоретичний	до 20.06.2025 р.	Виконав
3	Експериментальний	до 12.09.2025 р.	Виконав
4	Охорона праці	до 07.11.2025 р.	Виконав
5	Економічний	до 14.11.2025 р.	Виконав
6	Демонстраційна частина	до 8.12.2025 р.	Виконав

Студент

_____ .
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ .
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Карнаух В.П. Обґрунтуванням параметрів та дослідження агрегату для сівби цибулі / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» - ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

У 1 розділі представлено огляд літературних джерел за темою досліджень.

У 2 розділі Обґрунтовано модель агрегату для сівби цибулі

У 3 розділі представлено програму та методику експериментальних досліджень.

У 4 розділі представлено результати досліджень.

У 5 розділі приведено аналіз стану охорони праці.

У 6 розділі приведено розрахунок техніко-економічних показників.

Машинописного тексту____, малюнків____, таблиць____, містить джерел використаної літератури_____ і має графічної частини____ листів

Карнаух В.П. Огляд існуючих способів посіву цибулі / В.П. Карнаух // The 12th International scientific and practical conference «European congress of scientific discovery» (11,10-12, 2025) Barca Academy Publishing, Madrid, Spain.2025.12-16р

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 Постановка задачі і мети дослідження	13
1.1 Актуальність проблеми	13
1.2 Огляд існуючих машин для посіву цибулі	16
Висновки	29
РОЗДІЛ 2 Апріорне ранжирування факторів	31
2.1 Методика визначення показників при вивченні техно- логічного процесу роботи посадки цибулі - ріпки з орієнтацією на картоплесаджалки СН-4Б	31
2.2 Вибір критеріїв оптимізації факторів, які визначають як- ість виконання технологічного процесу.....	32
2.3 Складання загальної класифікації факторів	33
2.4 Вибір рівнів варіювання значення факторів.....	34
2.5 Складання анкети психологічного експерименту і заповнення її спеціалістами	35
2.6 Визначення коефіцієнта конкордації.....	37
2.7 Визначення значимості коефіцієнта конкордації	38
2.8 Побудова середньої апріорної діаграми рангів розподілу факторів і вибір основних факторів	38
Висновки	39
РОЗДІЛ 3 Дослідження експериментальні	40
3.1 Оптимізація процесу орієнтації цибулі – ріпки при посіві	40
3.2 Експериментальні дослідження процесу орієнтації цибулі – ріпки при посіві	41
Висновки.....	43
РОЗДІЛ 4. Охорона праці та довкілля.....	44
Висновок	48

РОЗДІЛ 5 Аналіз економічної ефективності використання орієнтуючого пристрою	49
5.1 Обґрунтування параметрів СН- 4Б 50.....	49
5.2 Використання картоплесаджалки	51
Висновки	54
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	56
БІБЛІОГРАФІЯ	58
ДОДАТКИ	61

ВСТУП

На півдні України цибулю вирощують за двома технологіями: висівом насіння або посадкою цибулі-сівка. Причому 65% території зайняте під насіння, а 35% – під цибулю - сівок. Слід зазначити, що обидві технології мають ряд як переваг, так і недоліків. Так, наприклад, вартість насіння нижче вартості цибулі-сівка. Однак відомо, що цибуля, отримана з цибулі-сівка має кращі живильні властивості, довше зберігається, може вистояти більш сильні заморозки, краще дозріває.

Цибуля ріпчаста є однією з базових овочевих культур у системах інтенсивного та екстенсивного овочівництва, що обумовлено її високою харчовою цінністю, універсальністю використання та стабільним попитом на продукцію протягом року. У структурі овочевої продукції України цибуля традиційно займає значні виробничі площі, а рівень її рентабельності робить культуру економічно привабливою як для малих фермерських господарств, так і для промислових виробників. Разом із тим, зміна кліматичних умов, коливання ринкових цін, подорожчання матеріально-технічних ресурсів та необхідність дотримання екологічних норм вимагають удосконалення діючих технологій вирощування цибулі.

Сучасні наукові дослідження свідчать, що продуктивність цибулі значною мірою визначається сукупністю ґрунтово-кліматичних, біологічних і технологічних факторів. Культура належить до рослин із підвищеними вимогами до родючості ґрунту, структури орного шару, забезпеченості вологою упродовж вегетації та оптимального режиму живлення. Відповідно, отримання високих і стабільних урожаїв можливе лише за умови дотримання науково обґрунтованої системи агротехнічних заходів, що включає раціональний обробіток ґрунту, збалансоване внесення мінеральних і органічних добрив, якісний посів, інтегрований догляд за рослинами та ефективний захист від шкідників і хвороб.

Особливістю цибулі є тривалий період формування врожаю та відносно дрібний розмір насіння, що пред'являє високі вимоги до точності технологічних операцій, зокрема до глибини загортання насіння, рівномірності розміщення рослин у рядку та забезпечення належного стану ґрунтового насінневого ложа. Розвиток сучасних технологій вирощування передбачає впровадження високоточних сівалок, систем капілярно-регульованого зрошення, мульчування, використання регуляторів росту та засобів біологічного захисту. Значну роль відіграє і вибір сорту чи гібриду, стійкого до стрілкування, фузаріозного в'янення, пероноспорозу та інших поширених патогенів.

У контексті адаптації аграрного виробництва до кліматичних змін особливої актуальності набуває оптимізація водного режиму та вибір технологічних рішень, що забезпечують раціональне використання вологи. Наукові дослідження засвідчують, що ефективність вирощування цибулі в умовах недостатнього чи нерівномірного природного зволоження зростає за використання краплинного зрошення або систем фертигації, що дозволяє одночасно регулювати потреби рослин у воді та елементах живлення. Водночас у зонах надмірного зволоження важливими є заходи, спрямовані на покращення аерації ґрунту та запобігання розвитку кореневих хвороб.

Вирощування цибулі має також значний економічний аспект, оскільки потребує достатньо великого обсягу трудових та матеріальних ресурсів, зокрема при догляді за посівами та збиранні врожаю. Тому важливим напрямом науково-технічного прогресу є механізація технологічних операцій, удосконалення конструкцій сівалок, культиваторів, зрошувальних систем та машин для збирання і післязбиральної доробки. Застосування сучасних технічних засобів сприяє зниженню собівартості виробництва, підвищенню продуктивності праці та мінімізації втрат врожаю.

Отже, наукове обґрунтування технології вирощування цибулі ріпчастої включає комплексний аналіз біологічних особливостей культури, агроекологічних умов виробництва та технологічних процесів, що визначають рівень урожайності й якісні показники продукції. Детальне дослідження цих аспек-

тів дає змогу сформувати оптимальні технологічні режими, адаптовані до умов конкретного регіону та виробничої системи, а також забезпечує підвищення ефективності галузі овочівництва в цілому.

Подальший розвиток технологій вирощування цибулі відбувається під впливом світових тенденцій у галузі овочівництва, які передбачають підвищення рівня екологічності та енергоефективності агровиробництва. Зокрема, пріоритетного значення набувають технології, що забезпечують скорочення використання хімічних засобів захисту рослин шляхом впровадження інтегрованих систем контролю шкідників і хвороб. Застосування біологічних агентів, антагоністичних грибів, інсектоакарапестицидів біологічного походження та адаптованих агротехнічних прийомів дозволяє знизити екологічне навантаження на агроєкосистему і водночас підтримати стабільний рівень урожайності та якості продукції.

Окремим напрямом наукових досліджень є удосконалення систем удобрення цибулі з урахуванням біологічних особливостей культури та специфіки ґрунтових умов. Доведено, що надмірне або несвоєчасне внесення мінеральних добрив, особливо азотних, може призводити до зниження лежкості цибулі та підвищення її ураження хворобами у період зберігання. Тому доцільним є застосування збалансованих систем живлення, що поєднують основне внесення добрив, припосівне удобрення та позакореневі підживлення з урахуванням фаз розвитку рослин. Важливим також є контроль рН ґрунту, оскільки цибуля демонструє високу чутливість до кислотності та потребує нейтральних або слабколужних умов для формування високоякісної продукції.

Суттєвий вплив на результативність технологічного процесу мають агрофізичні властивості ґрунту, зокрема його гранулометричний склад, структура та повітряно-водний режим. Найсприятливішими для цибулі є легкі та середні суглинки з пухкою структурою і високою водопроникністю. За несприятливих умов, таких як ущільнення ґрунту, переущільнення верхнього шару або утворення ґрунтової кірки, спостерігається пригнічення проростання насіння та нерівномірність сходів. Тому формування оптимального струк-

турного стану ґрунту, дотримання науково обґрунтованої глибини обробітку, застосування комбінованих агрегатів для передпосівного вирівнювання поля та підтримання дрібногрудочкуватої структури є важливими складовими технології вирощування цибулі.

У практиці овочівництва значної уваги потребують також аспекти післязбиральної доробки та зберігання цибулі. Наукові джерела вказують, що втрати продукції у період зберігання можуть сягати 20–30 % від валового збору, що суттєво знижує загальну ефективність виробництва. Оптимізація параметрів сушіння, створення контрольованих умов зберігання (температури, вологості, вентиляції), сортування та очищення цибулин є ключовими факторами зменшення втрат. Крім того, впровадження сучасних логістичних рішень та використання захисної тари підвищують якість товарної продукції та її конкурентоспроможність на ринку.

Загалом, наукове забезпечення галузі вирощування цибулі передбачає системний підхід до кожної складової технологічного процесу – від підготовки ґрунту та посіву до збирання, доробки та зберігання. Комплексне вивчення внутрішніх і зовнішніх факторів впливу дозволяє не лише сформува-ти оптимальні технологічні режими, але й адаптувати їх до конкретних виробничих умов, що особливо важливо за сучасних тенденцій нестійкості клімату та економічної турбулентності. Науково обґрунтоване проектування технологічних процесів вирощування цибулі забезпечує отримання стабільних урожаїв високої якості, підвищує рівень ефективності виробництва та сприяє сталому розвитку галузі овочівництва.

Впровадження в виробництво прогресивної технології вирощування цибулі на основі спеціалізації і концентрації виробництва, комплексної механізації, зрошення, раціонального використання добрив дозволе добитися високих врожаїв.

Мета дослідження. Обґрунтування технологічного процесу сівби цибулі ріпки

Завдання дослідження:

- вивчити закономірність формування потоку посівного матеріалу;
- розробити нове технічне рішення для реалізації процесу рівномірного розподілу посівного матеріалу;
- експериментально обґрунтувати конструктивно-технологічні параметри пристрою.

Об'єкт дослідження. Процес надходження та просторової орієнтації цибулі при посіві.

Предмет дослідження. Предметом виступає встановлення закономірностей переміщення й розподілу потоку посівного матеріалу при сівбі.

Методи досліджень. Теоретичне дослідження здійснено на основі методів теоретичної механіки, диференціювання та інтегрального обчислення, розв'язання диференціальних рівнянь.

Наукова новизна одержаних результатів: закономірність формування орієнтованого потоку посівного матеріалу; раціональні конструктивно-технологічні параметри пристрою для орієнтації цибулі ріпки.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ І МЕТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Актуальність проблеми

Перед сільським господарством нашої країни стоїть завдання забезпечення продовольчої безпеки й задоволення потреби населення в різноманітних продуктах харчування.

Одержання товарної продукції сільського господарства неможливо без якісних насіннь. Насінництво – важлива галузь народного господарства, на відміну від товарного виробництва, воно є більш трудомісткою галуззю, тут багато ручної праці, особливо по таких видах робіт, як відбір, посадка, збирання насіння і ін.

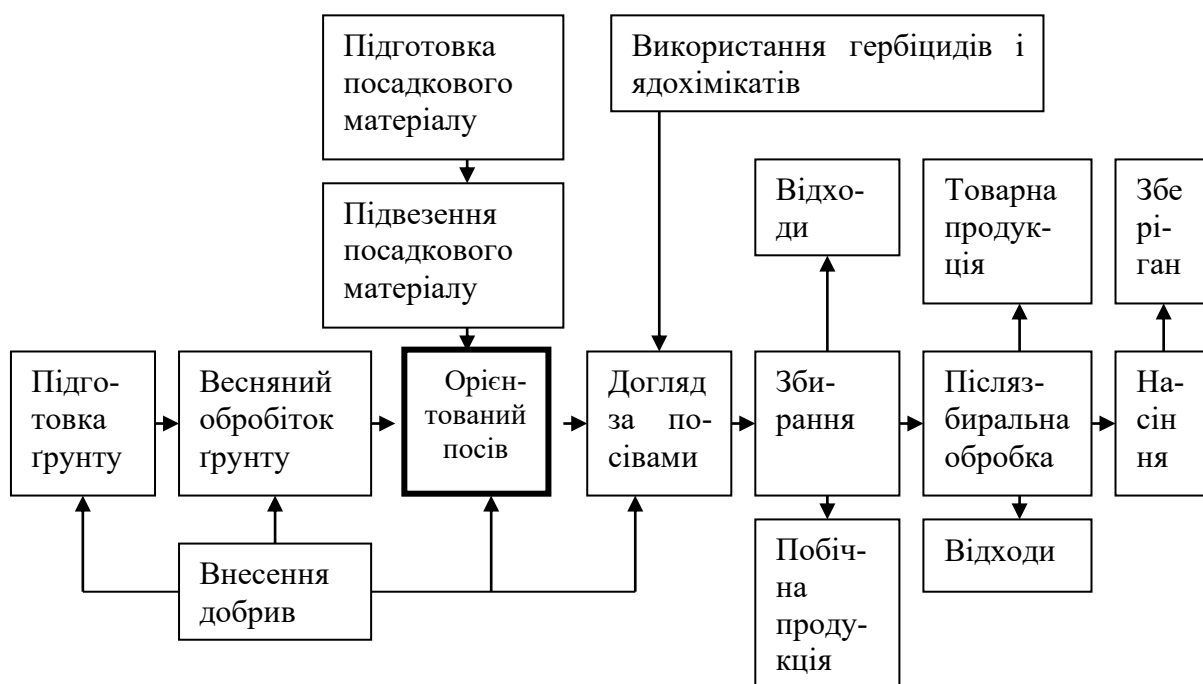


Рисунок 1.1 - Структурна схема

Особливе місце при виробництві насіння приділяється посадці маточників (цибулі - ріпки). Посадка в оптимальний термін і відповідно до агротехнічних вимог має велике значення з погляду підвищення врожайності, поліпшення якості насіння і підвищення енергетичної ефективності.

Тому тема, присвячена обґрунтуванню конструкційних параметрів і режимів роботи машин для посіву цибулі - ріпки, а саме її орієнтації при посіві, є актуальною.

Закордонні дослідження показують неоднозначність результатів: у деяких експериментах прямий посів забезпечував вищу врожайність і кращу виживаність рослин порівняно з пересадкою, тоді як в інших роботах перевага була за пересадкою залежно від сорту, термінів і умов вирощування. Фактори, що визначають результати, – якість посівного матеріалу, умови вирощування сіянців, строки перенесення та агротехніка. Це підтверджують порівняльні дослідження у різних кліматичних зонах.

Вітчизняні роботи (дисертації й прикладні дослідження) підкреслюють, що в південних регіонах України, за відповідного зрошення, прямий посів може бути економічно вигіднішим, тоді як у зонах з нестабільним зволоженням та ризиком загибелі сходів розсадний спосіб забезпечує більше контрольованих результатів.

Багато досліджень (у т.ч. польові експерименти в Литві, Єгипті, Індії та інших країнах) показують чітку залежність продуктивності й розміру цибулин від норми висіву та схеми рядків: надто велика густина знижує масу цибулі, а надто рідка – економічність використання площі. Оптимальні норми залежать від мети вирощування (цибуля на перо, на сіянку чи на ріпку).

Вітчизняні методичні матеріали й практичні рекомендації наводять типові норми: для ярого прямого посіву – приблизно 0,9–1,5 млн насінин/га (залежно від сорту і цільового призначення), для отримання сіянки – 80–90 кг/га насіння. При широкорядковій сівбі – інші значення норми (залежно від дистанції між рядками). Ці орієнтири широко використовуються у виробничій практиці в Україні.

Дослідження вказують, що оптимальна глибина загортання насіння цибулі зазвичай невелика (приблизно 1,5–3 см) і залежить від структури ґрунту та розміру насінини; занадто глибока сівба уповільнює проростання і знижує дружність сходів. Підбір глибини має базуватися на локальних агрофізичних

властивостях ґрунту. Удосконалення передпосівного обробітку та створення дрібногрудкуватого насінневого ложа підвищують якість сходів.

Сучасні міжнародні дослідження приділяють значну увагу розвитку та оптимізації високошвидкісних та пневматичних сівалок точного висіву для дрібного насіння (включно з цибулею). Роботи останніх років (у т.ч. 2024–2025 рр.) аналізували продуктивність пневматичних плантерів та оптимальні параметри їх роботи – частоту подачі, швидкість агрегату, робочий тиск тощо. Впровадження таких машин дозволяє досягти більш рівномірного розподілу насіння, заданої густоти й зменшити втрати насіння.

В Україні проблема механізації посіву цибулі також стоїть гостро: вітчизняні дослідження та технічні розробки спрямовані на адаптацію імпортованих сівалок або створення доступних модифікацій для місцевих умов (низька вартість, простота експлуатації). Практичні звіти відзначають, що ефективність гібридів і сучасних технологій виправдана лише при наявності точних сівалок.

Закордонні й вітчизняні дослідження підтверджують ефективність дражування насіння (покриття інертними матеріалами або біологічними препаратами) у покращенні роботи сівалок точного висіву та підвищенні рівномірності висіву. Дражоване насіння потребує меншої маси на одиницю площі й може зменшувати втрати при висіві. У деяких публікаціях також розглядають інкрустацію насіння фунгіцидами або стимуляторами росту для підвищення польової схожості.

Останні дослідження (включаючи приклади з Туреччини, Єгипту, а також виробничі рекомендації в Україні) показують, що підзимові посіви можуть давати ранній урожай і підвищувати ефективність виробництва за умов відповідних сортів та забезпечення захисту від вимерзання. Норму висіву для озимої цибулі часто знижують із розрахунку на втрати під час зимівлі (орієнтовно 0,9–1,5 млн шт./га). Однак підзимові посіви підвищують ризики у регіонах з нестабільною зимовою погодою.

Експерименти в різних кліматичних зонах вказують на чутливість цибулі до строків сівби: ранні строки можуть забезпечувати більші цибулини за умови сприятливих весняних умов, проте підвищують ризик впливу заморозків на сходи; затримка сівби призводить до скорочення вегетаційного періоду й зниження врожайності. Адаптація строків сівби має базуватися на регіональних агрокліматичних даних.

Підбір норми висіву має враховувати ціль виробництва (сіянець/ріпка/перо), сортові особливості та локальні умови; типові орієнтири для України – 0,9–1,5 млн насінин/га для ярого прямого посіву.

Використання точного висіву рекомендовано при вирощуванні на товарну продукцію й за застосування дорогих гібридів – економічне виправдання є за умов механізації та контролю зволоження.

Глибина загортання: 1,5–3 см як орієнтир, коригувати за структурою ґрунту. Розглянути підзимові сівби там, де клімат дозволяє, але оцінювати ризику зимових втрат.

Багато досліджень виконані регіонально і їхні висновки не завжди переносяться на інші агроєкологічні зони; бракує широкомасштабних багаторічних дослідів по Україні з уніфікованою методикою. Недостатньо робіт з комплексним економічним аналізом (витрати/ефективність) при застосуванні сівалок точного висіву в різних масштабах господарств. Потреба у дослідженнях взаємодії норми висіву, живлення та зрошення для оптимізації ресурсів та зменшення собівартості.

1.2 Огляд існуючих машин для посіву цибулі

В залежності від сорту цибулі класифікацію машин для посіву цибулі можна представити в такому вигляді на рис 1.2

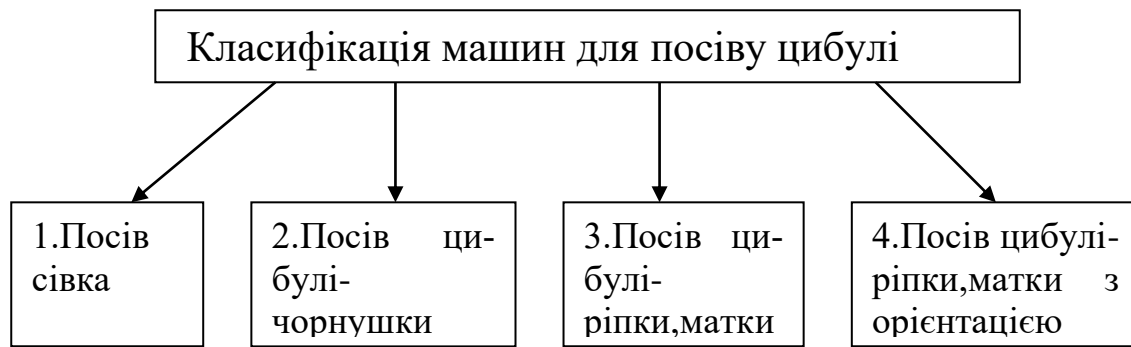


Рисунок 1.2 - Схема класифікації машин для посіву цибулі

Посів сівка

Сівалка СЛС-12

Сівалка призначена для точного висіву лука-сівка і рядового посіву частинки на рівній гребеневій і грядковій поверхні зі схемою посіву 15+55см. Агрегується з трактором класу 14 кН.

Робочий процес: під час роботи сівалки крутний момент від ВВП трактора через карданну передачу, редуктора і ланцюгові передачі передається валам висіваючих апаратів, приводячи в рух транспортні ланцюги з захватами для насіння. При проходженні по нерухомому днищу короба зайве цибулиння зачухується в зону захвата і в виделці залишається по одній цибулинні. Цибулиння, притримуючись рухомим елементом, по супроводжуючому кожуху виносяться до зони скидування, де під дією власної маси падають в відкриту борозну, утворену сошником.

Сівалка СЛН-8Б

Сівалка начіпна СЛН-8Б призначена для сівби цибулі-сіянки на рівній, гребеневій і грядковій поверхні поля. До сівалки додається пристрій для висівання часнику.

Складається з насінневого ящика 1 (рис.1.4), катушкових висівних апаратів 3, насіннепроводи 4, дискових сошників 6 з ребордами, прикочу вальних котків 7, двох опорно-приводних коліс 9, механізму передач 11, рами 10, двох маркерів і замка авто зчіпки.

Висівні апарати котушкового типу подібні до апаратів зернових сівалок, але значно більших розмірів. Ці апарати мають верхній висів. Висівання проходить поверх катушки. Висівні апарати розміщені в двох секціях, у кожній по чотири апарати.

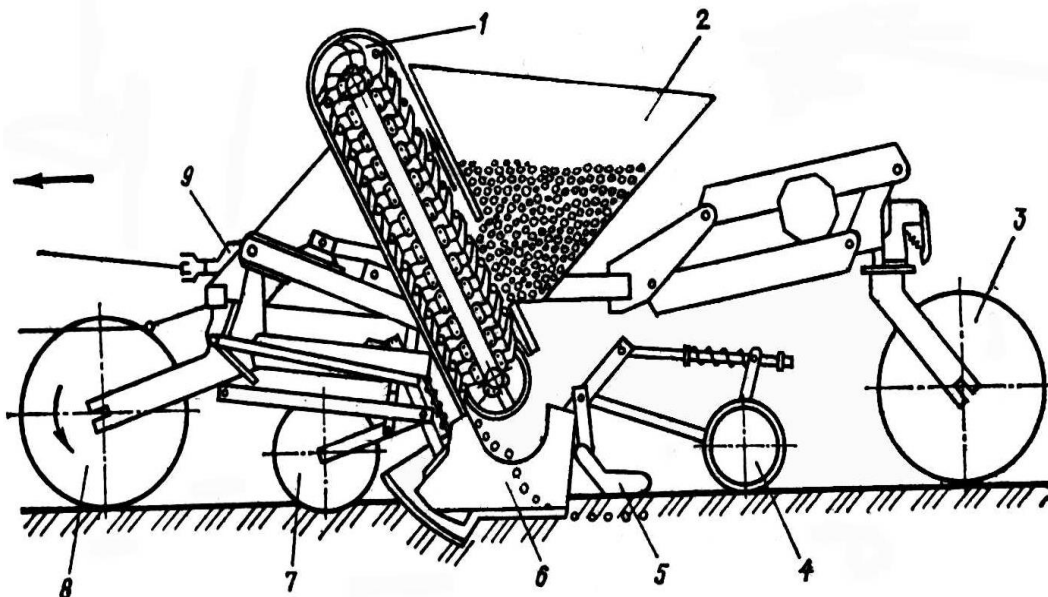


Рисунок 1.3 - Технологічна схема роботи сівалки СЛС-12

Насіннепроводи сівалки спірально-дротяні. Прикочувальні котки 7 з'єднані з дводисковими сошниками 6 і підпружинені.

Насіння цибулі-сіянки ворушилкою 2 спрямовується до висівних апаратів 3, які подають його в насіннепроводи 4. Далі воно потрапляє в дискові сошники 6 і борозни, утворені цими сошниками. Загортаються борозни прикочувальними котками.

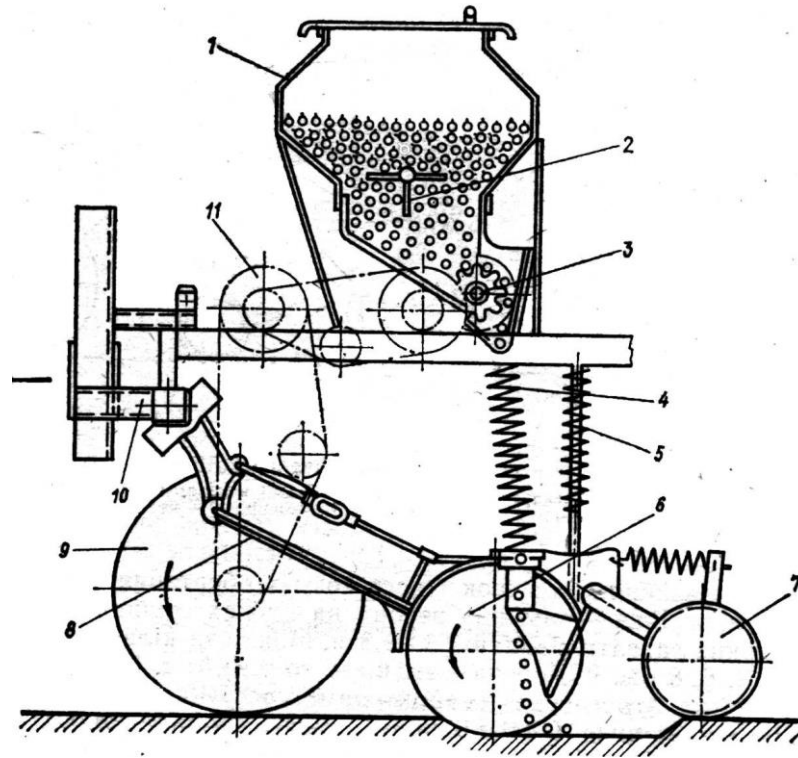


Рисунок 1.4 - Технологічна схема роботи сівалки СЛН-8Б

Посів цибулі-чорнушки

Сівалка СО-4,2

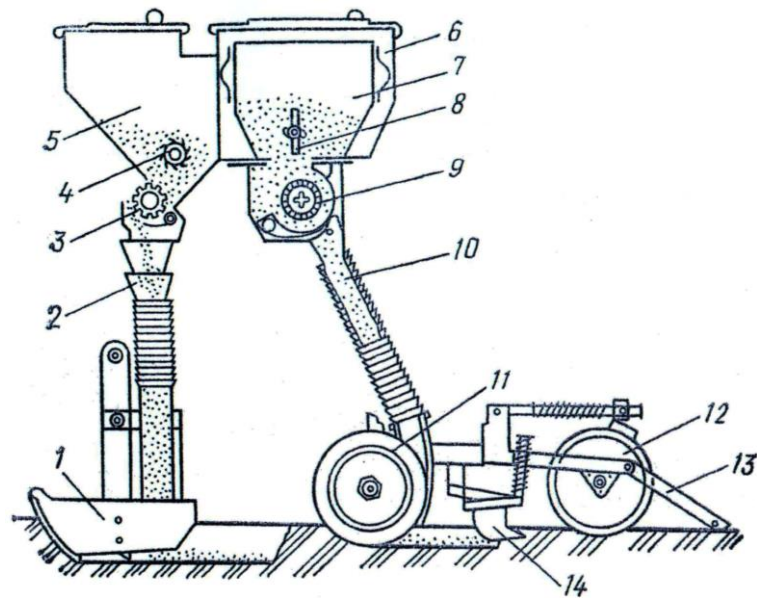


Рисунок 1.5 - Технологічна схема роботи сівалки СО-4,2

Посів цибулі-ріпки.

Посів цибулі ріпки можна здійснювати за допомогою картопледжалок СН-4Б, КСМ-4, та комбінованими картопледжалками.

Картопледжалка КСМ-4

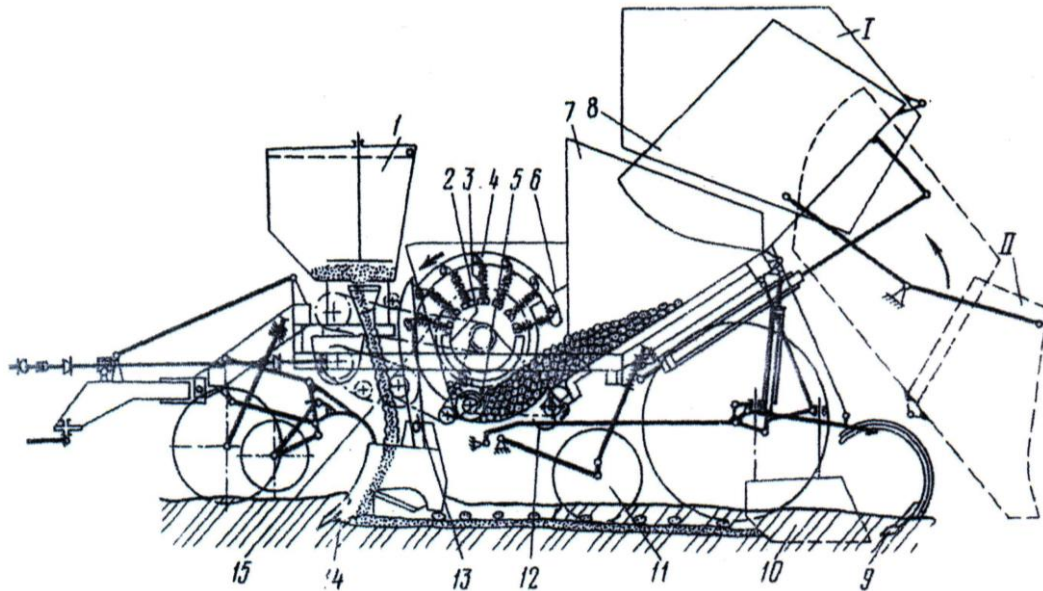


Рисунок 1.6 - Технологічна схема картопледжалки КСМ-4

Картопледжалка СН-4Б

Навісна картопледжалка СН-4Б призначена для рядкового посіву картоплі, також може використовуватися при посадці цибулі – ріпки. Два бункера, чотири вичерпуючих апарата ложково-дискового типу, два туковисівних апарата стандартного типу марки АТ-2А і механізми привода змонтовані на рамі, утворюючи з переднім брусом єдиний зварний вузол. До бруса прикріплені секції сошників з копіюючими колесами. Щоб висівний матеріал неперервно потрапляв в підживлювальний ковш, передбачені встряхуючі зтворки і зрушувачі.

При русі машини з ввімкненим робочим органом висівний матеріал із бункера (рис 1.7) безперервно потрапляє по його нахиленому дну в підживлювальний ковш. Цьому сприяють струшуючі зтворки і зрушувачі. В піджи-

влювальному ковші висівний матеріал дільником розділяється на два потоки і шнеками подається до вичерпуючих апаратів. При виході ложечки із підживлювального ковша цибуля, яка потрапила в неї, фіксується спеціальним зажимом і переноситься до прийомної горловини клубнепровода сошника. Тут затискач, який рухається по спеціальній напрямній, звільняється цибуля, і вона по клубне проводі і порожнини сошника потрапляє на дно борозни. Одноразом із туковисіваючого апарату добрива по тукопроводі також потрапляє на дно борозни і присипається шаром ґрунту. На цей шар ґрунту і потрапляє цибуля. Так забезпечується ґрунтовий прошарок між мінеральними добривами і висівним матеріалом.

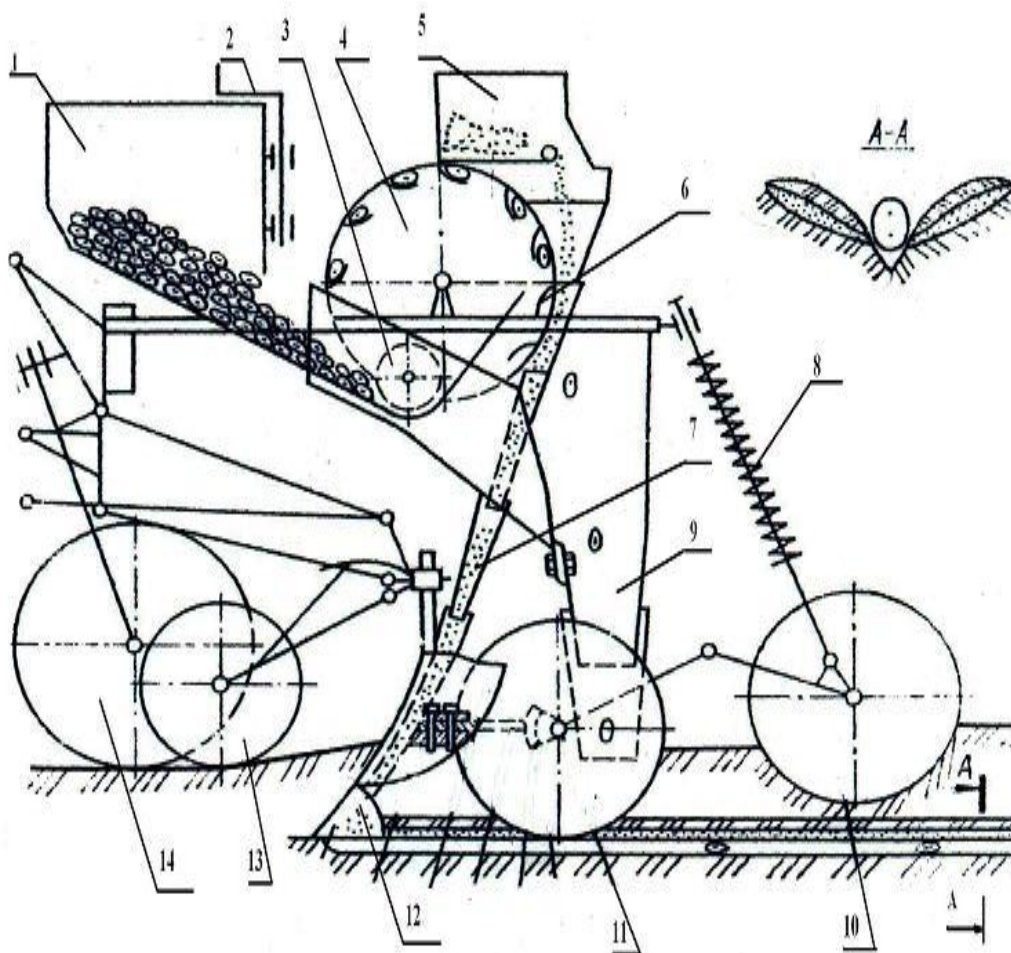


Рисунок 1.7 - СН-4Б технологічна схема

На схемі рис 1.8. розглянуто відповідні машини і класифікацію їх

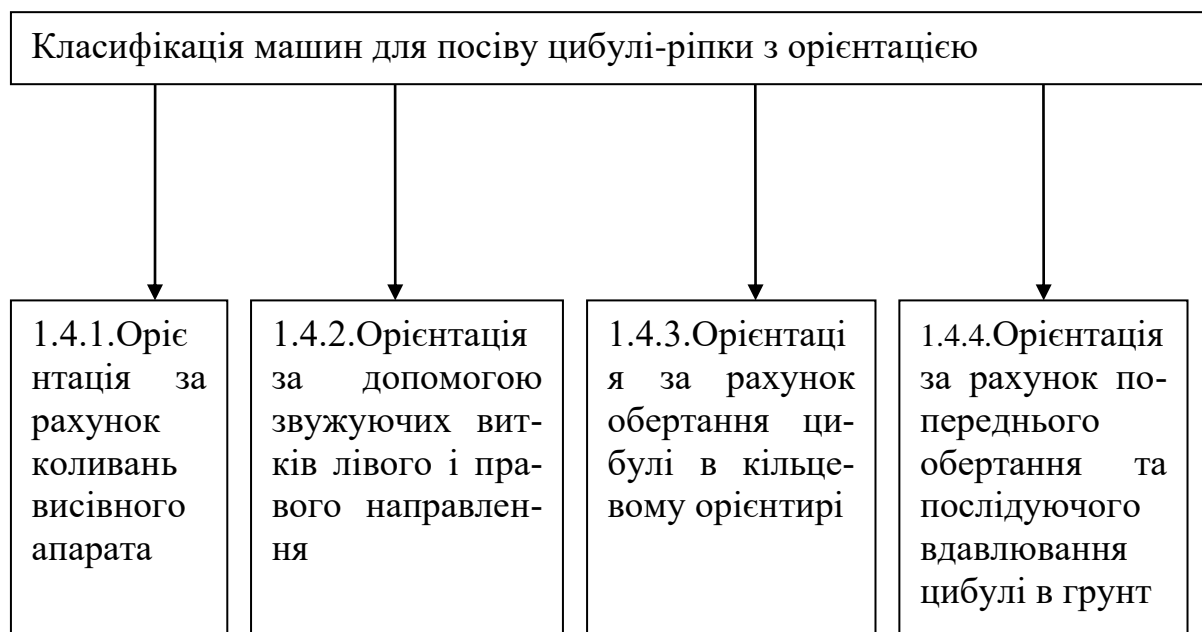


Рисунок 1.8 - Схема класифікації машин для посіву цибулі – ріпки з орієнтацією

Цибулесадильна машина

Машина має змінний бункер 5 (рис 1.9), виготовлений із листової сталі, висіваючий апарат 4, наколюючий орган 10, сошник 13, загортач 11, редуктор 2 і раму 14.

Висівний апарат виконан у вигляді комірково-стрічкового транспортера із прогумованої тканини. Дона частина їх по формі наближається до донця цибулі, а бокова має усічений конус з меншим діаметром донизу. Комірки до стрічки прикріплюються шурупами з боку донца. Стрічка з комірками надіта на два дерев'яних шківів 8 з ребордами. Висівний апарат фіксується на рамі за допомогою підвісок 9.

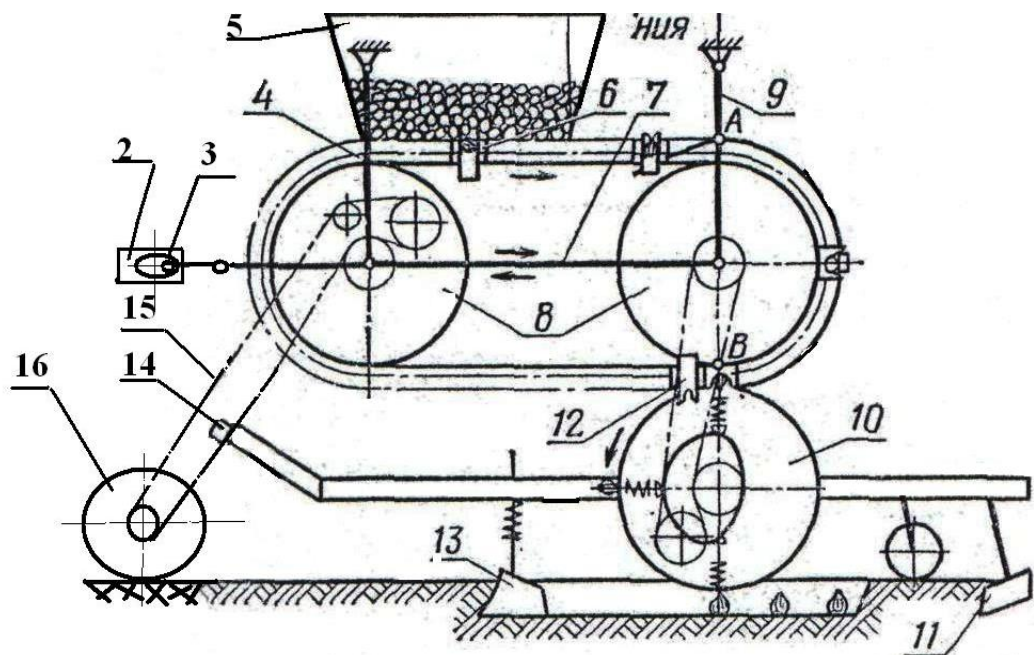


Рисунок 1.9 - Схема цибуле садильної машини

Привід висівного апарату від опорного колеса сажалки через ланцюгову передачу з передаточним числом, рівним одиниці.

Для фіксації зорієнтованої цибулі на кожній комірці вмонтован прижим 12. Він має головку, якою цибуля притискається в комірці, і хвостовик, змінюючий робоче положення притискача. Для фіксації в зорієнтованому положенні всіх цибулин головка і хвостовик з'єднані між собою шарнірно.

Наколюючий орган служить для транспортування зорієнтованих цибулин із комірки в борозну і розкладування їх там донцем донизу. Привід його від вала веденого шківів висівного апарату.

Вібрування висівному апарату передається від ВВП трактора 1 через редуктор 2 і ексцентрик 3, який надітий на його вихідний вал, і регулює мі розтяжки 7. При русі сажалки по полю обертання від опорного колеса 16 ланцюговою передачею 15 передається ведучому шківу 8, який приводить в рух стрічку з комірками. При русі комірок 6 під шаром цибулі в бункері в них западають цибулі. При виході із бункера кожна із них в результаті коливань висівного апарату орієнтується в комірці донцем донизу, в точці А фіксується в такому положенні притискачем 12, транспортується до наколюючого

органу 10 і в точці В наколюється. Хвостовик притискача з ходить з притискає мого лекала , і головка звільняє цибулю, яка на голці транспортується в борозну. В точці С голка сходить з копіра, знімає з себе цибулю і залишає її в борозні донцем донизу. За допомогою загортаючи органів цибуля присипається землею.

Сівалка з комірково-барабанним висіваючим апаратом

Головними вузлами сівалки (рис 1.10) є: комірково-барабанний висівний апарат 2, бороздоутворюючий сошник 3, опорні колеса 5, рама 6, кожух 8, орієнтуючий пристрій 9, бункер 11 і прикочувальний каток 12.

Комірково-барабанний висіваючий апарат порожній, виготовлен із сталевого листа товщиною 2 мм. На його поверхні закріплені 10 рядків комірок які відповідають розміру цибулі. Відстань між комірками в одному ряду 100 мм. Висівний апарат прикріплюється до рами підшипниковими вузлами і може регулюватися по висоті від 0 до 40 см від поверхні поля.

Орієнтуючий пристрій складається із обгумованого вала, на якому закріплені звужуючі витки лівого і правого напрямлення. Причому устя їх розміщене симетрично відносно площини обертання висіваючого апарату.

Бороздноутворюючий пристрій представляє собою анкерні сошники, встановлені в два ряди на відстані 50 см. Їх можна регулювати по глибині.

Посів здійснюється слідуючим чином. При русі сівалки цибуля із бункера потрапляє в комірки висіваючого барабану. Орієнтуючий пристрій, обертаючись йому назустріч, відкидає зайві цибулиння і повертаючись звужуючими витками попавши в комірку цибулиння вішкою назад по ходу обертання барабану. При подальшому його обертанні зорієнтована цибуля потрапляє під кожух, який запобігає їх завчасне випадіння із комірки. Потім під дією сил ваги вони випадають із комірки в борозну, підготовлену сошниками. За рахунок того, що вішки відхилені назад і утримуються кожухом, цибуля розвертаючись лягає в борозну донцем донизу, і каток прикочує ґрунт.

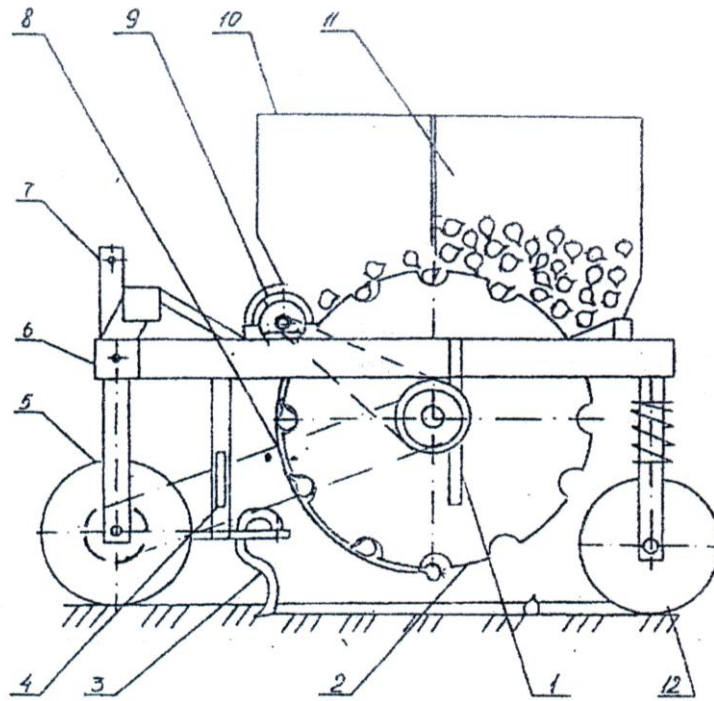


Рисунок 1.10 - Функціональна схема сівалки

Саджалка цибулі-ріпки СЛМН- 6

Саджалка призначена для садіння цибулі - ріпки з орієнтацією (рис 1.11), вона включає бункер 1, шість транспортерів - живильників 2, по шість орієнтуючих пристроїв 3, насіннепроводів 4, сошників 6, загортачів 8, два привідних механізми 5, механізм навіски 7, робочу площадку 9, два опорно - ходових колеса 10 і ворошилку 11. Рама і ходові колеса виконані на прикладі зернової сівалки СЗ-3,6. Сошники виконані по типу сошників картоплеса-джалки СН-4Б , а в якості загортачів використані захисні диски культиватора УСМК- 5,4. Механізм занурення сошників і загортачів – важільно - штанго-вий. Верхня гілка кожного транспортера - живильника розміщена в насінне-вому бункері під кутом 45 градусів до горизонталі і утворює канал виноса, а нижня розміщена в насіннепроводі і утворює канал подачі. Крок робочого ланцюга транспортера- живильника 38 мм з інтервалом між її захопленнями 76 мм. Привід транспортерів - живильників і ворошилок- від ходових коліс, двухступеневий ланцюговий з загальним передаточним числом 8,2.

В процесі роботи саджалки захоплювачі ланцюгів транспортерів- жи-вильників захоплюють цибулиння із вороха і виносять її в канал. Завдяки ко-

нтакту шийки цибулі із сусідніми цибулинами вже в ворохі відбувається їх часткова орієнтація. Далі вона потрапляє в кільцевий канал над ведучою зірочкою. Обмежувальний кожух каналу з внутрішнього боку має п'ять пружних елементів з вирізами по формі цибулі. При зіткненні шийки з кромками пружних елементів цибуля розвертається і орієнтується донцем вперед по ходу ланцюга. В нахиленому жолобі насіннєпроводі цибуля зберігає задане положення завдяки гальмуванню шийки об бокові стінки і його дно. При переміщенні від нижньої кромки насіннєпровода до дна борозни цибуля також зберігає задане положення, так як вона зкидується похило. Форма і розміри борозни виключають можливість дезорієнтації вже впавшої цибулі.

Саджалка забезпечує орієнтовану посадку цибулі з інтервалом 100 мм і міжряддям 700 мм. Продуктивність машини – 1 га/год. Ширина захвату – 4,2 м. Агрегується з тракторами Т- 70С або ДТ- 75М. Машина замінює 260 робочих.

Пристрій для орієнтованої посадки цибулі

Пристрій складається із бункера-підживлювача, висіваючого апарату в вигляді транспортера з закріпленними на ньому захватами для цибулі в вигляді ложечок, які складаються із двох підпружинених частин, кожух, орієнтуючий пристрій, насіннєпровід із щітковим ворсом, розміщеним радіально до його поверхні, бітер з еластичним лопатями і котки для обтиснення цибулі в ґрунті. Орієнтуючий пристрій виконан в вигляді щіткового полотняного транспортера з еластичним ворсом, вільні кінці якого в робочій зоні розміщені не далше центра ваги цибулі яка знаходиться в ложечці.

Воно встановлене в бункері- підживлювачі навпроти висіваючого апарату з паралельним розміщенням його продольної вісі відносно продольної вісі останнього в одній і тій же продольно- вертикальній площині. Використання винаходу забезпечить орієнтовну посадку цибулі з фіксацією її в борозні, збільшуючи тим самим врожайність і якість насіння цибулі.

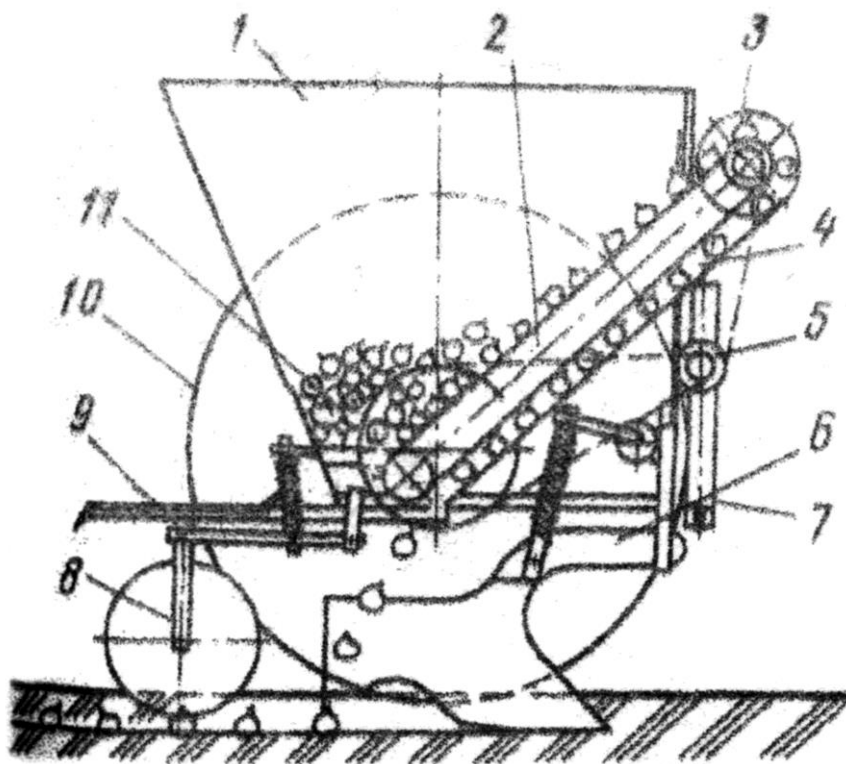


Рисунок 1.11 - Технологічна схема саджалки СЛМН – 6

При русі пристрою цибуля із бункера 1 (рис 1.12) потрапляє в бункер підживлювач 2, де вони захоплюються підпружиненими ложечками 11 висіваючого апарату 4, виконаного по розмірам і формі цибулі. При подальшому переміщенні транспортера висіваючого апарату 4 цибуля потрапляє під дією орієнтуючого пристрою 3, яке розвертає цибулю в ложечках 11 вішкою вниз, за рахунок дії на них вільних кінців еластичного ворса. Підпружинені частини ложечок 11 затискають вішку цибулі і фіксують її в заданому положенні. В даному положенні цибуля потрапляє під кожух 5. Після проходження кожуха зорієнтована цибуля потрапляє під дією скидального пристрою 6, яке звільняє цибулю від затискання підпружиненими частинами ложечок і направляє їх в насіннепровід 7 на підпружинене днище. Подача цибулі із насіннепровода в борозну, їх вдавлювання і фіксація в ґрунті відбувається за рахунок бітера 8, лопаті якого заходять в вертикальні прорізи сім'япровід 7 і діє одночасно на плічка цибулі, при цьому відкривається дно і цибуля під дією лопатей бітера вдавлюється в ґрунт, за рахунок чого зберігається її орієн-

тація. Далі цибуля обтискається ґрунтом за допомогою прикочуючих котків 10.

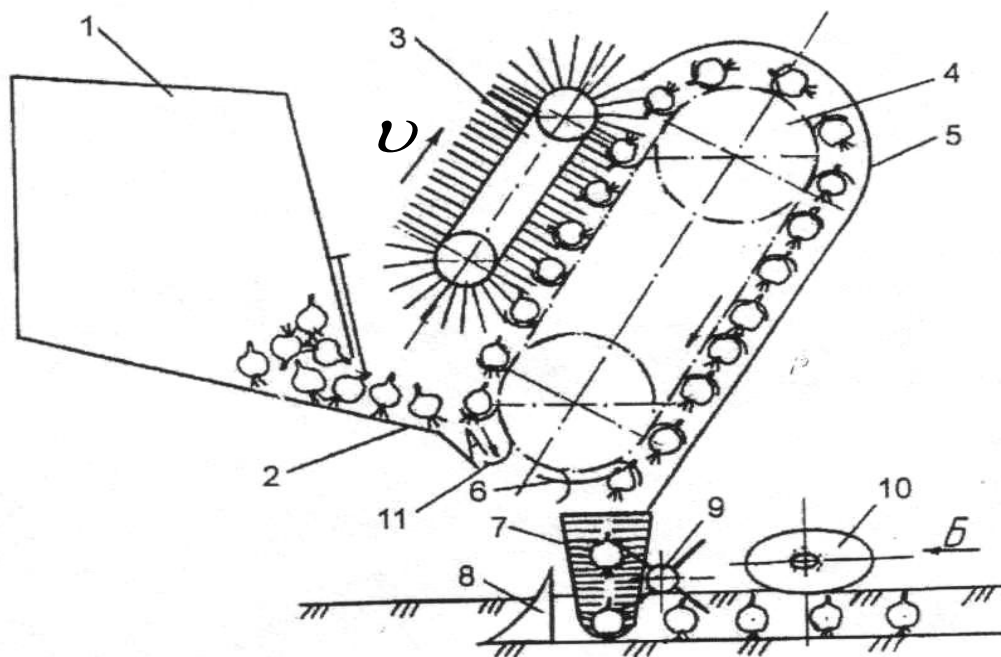


Рисунок 1.12 - Схема ланцюгово - ложкового висівачого апарату з орієнтуючим пристроєм

Опис запропонованого пристрою для орієнтованого висіву

У умовах нашого регіону під час висіву цибулі-ріпки значного поширення набула картоплесаджалка СН-4Б. Проте суттєвим недоліком цієї машини є те, що частина садивного матеріалу потрапляє в ґрунт без належної орієнтації, тобто цибулини інколи заглиблюються шийкою донизу. З огляду на це запропоновано підвищити функціональні можливості картоплесаджалки шляхом оснащення її спеціальним орієнтуючим пристроєм для правильного розташування цибулини під час висіву. Конструктивно цей елемент являє собою трубчастий патрубок, внутрішній діаметр якого корелює з розміром типової посівної цибулини (близько 10 см). Пристрій монтується під висівним барабаном і має довжину 30 см. На внутрішній поверхні патрубків по колу закріплено кільця з ліски: один їхній край фіксується жорстко, інший залишається вільним. Принцип роботи полягає в тому, що цибулина, потрапляючи у цей орієнтувальний елемент і рухаючись під дією сили тяжіння крізь

еластичні кільця, автоматично встановлюється шийкою догори. Схематичне зображення конструкції наведено на рисунку 1.13.

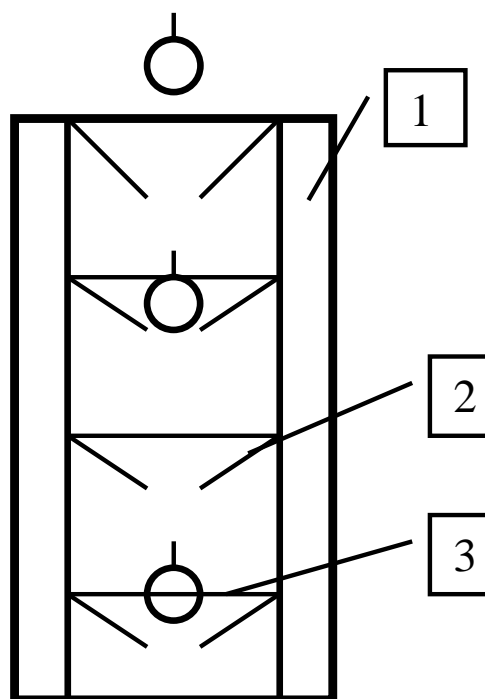


Рисунок 1.13 - Схема орієнтуючого пристрою

Для того, щоб використовувати даний пристрій і чи доцільно його використовувати ми пропонуємо провести апріорне ранжирування факторів, які впливають на критерій орієнтації, для встановлення оптимальних режимів роботи в конкретних умовах, а також експериментальні дослідження, завданням досліджень є побудова експериментальної моделі процесу орієнтації цибулі-ріпки при посіві (шийкою догори), а також перевірка теоретичної моделі й висновків, зроблених на її основі. Розроблена модель дозволить дати практичні рекомендації з основних параметрів і режимів роботи орієнтуючого пристрою.

Висновки

Огляд показує, що глобальна наукова спільнота та вітчизняні дослідники активно працюють над оптимізацією сівби цибулі: від підбору норми і

глибини загортання до впровадження технологій точного висіву та підзимових посівів. Закордонні дослідження пропонують інноваційні технічні рішення (пневматичні плантери, системи контролю), тоді як вітчизняні дослідження акцентують увагу на адаптації технологій до регіональних умов України й економічній доцільності. Для підвищення науково-практичної цінності необхідні багаторічні регіональні дослідження, інтегровані оцінки ефективності технологій і дослідження економічних аспектів впровадження механізації сівби.

В даному розділі була означена задача і мета дослідження. Зроблений огляд всіх існуючих машин, які застосовуються при посіві цибулі-ріпки. Більший акцент був зроблений на посів цибулі з орієнтацією, а також запропонований пристрій для орієнтації цибулі – ріпки при посіві. На підставі проведеного аналізу технологій механізованого посіву цибулі – ріпки. Було встановлено, що можливо виконувати цю операцію картоплесаджалкою СН-4Б, для цього необхідно визначити основні режими його роботи та фактори, які впливають на процес орієнтації цибулі при посіві.

2 АПРІОРНЕ РАНЖУВАННЯ ФАКТОРІВ

В початковій стадії вивчення будь - якого об'єкту часто буває корисним, крім щільного вивчення літератури і раніше отриманих матеріалів, провести так званий психологічний експеримент або апріорне ранжування факторів.

Психологічний експеримент необхідний для того щоб, з коротити об'єм експериментальної роботи (або важкості в її проведенні - неможливості), так як несуттєві фактори можна швидко виключити із подальшого розгляду. Ранжування факторів - деяка формалізація розрізнених відомостей про вивчає мий об'єкт, яка дозволяє порівнювати різні фактори між собою. Це полегшує подальші етапи рішення експериментальної задачі. Крім того, обговорювання різними спеціалістами одного питання, а також елементи дискусії, виникаючи при цьому, додадуть нові відомості, ідеї про вивчає мий об'єкт.

2.1 Методика визначення показників при вивченні технологічного процесу роботи посадки цибулі - ріпки з орієнтацією на картоплесаджалки СН-4Б

Для аналізу процесу висіву цибулі-ріпки з орієнтацією враховуємо сукупність чинників, що впливають на якість роботи. Вони згруповані таким чином:

1. Чинники, що визначають параметри роботи машини:

X1 - частота обертання висівного апарата. Коригується зміною передаточного числа, яке задається підбором зірочок на приводних валах.

X2 - глибина закладання цибулини. Регулювання здійснюється шляхом зміни робочої глибини сошників, що досягається корекцією положення опорних коліс.

X3 - робоча швидкість агрегату. Встановлюється зміною швидкісного режиму машини-тягача під час руху.

X4 - норма висіву. Задається положенням заслінки у приймальному бункері, що обмежує подачу садивного матеріалу.

2. Чинники, що характеризують стан ґрунту та культури:

X5 - схема посіву. Змінюється за рахунок перестановки робочих органів на необхідну міжрядну відстань (45 або 60 см).

X6 - рівень вологості ґрунту. Для її визначення відбирають зразок, висушують у сушильній шафі, після чого за різницею мас до та після сушіння обчислюють вологість на досліджуваній ділянці.

X7 - щільність ґрунту. Формується попередніми обробітками поля та залежить від технологічної підготовки ґрунту.

3. Чинники, що визначають геометричні параметри орієнтувального пристрою:

X8 - висота орієнтувального елемента, Н;

X9 - діаметр пристрою, D;

X10 - кількість орієнтуючих елементів;

X11 - положення орієнтуючого пристрою відносно дна борозни, Н.

Усі зазначені параметри змінюються шляхом виготовлення та підбору комплектів орієнтуючих пристроїв із різними геометричними характеристиками.

2.2 Вибір критеріїв оптимізації факторів, які визначають якість виконання технологічного процесу

В якості критеріїв оптимізації вибрано один критерій: орієнтування цибулі (шийкою догори).

Критерій визначаємо, як відношення кількості неорієнтованої цибулі до загального числа цибулі:

$$Y = \frac{n}{n_1} \cdot 100, \% \quad (2.1)$$

де, n- кількість неорієнтованої цибулі; кг

n_1 - загальне число цибулі; кг

2.3 Складання загальної класифікації факторів

Дана класифікація представлена на рис.2.1

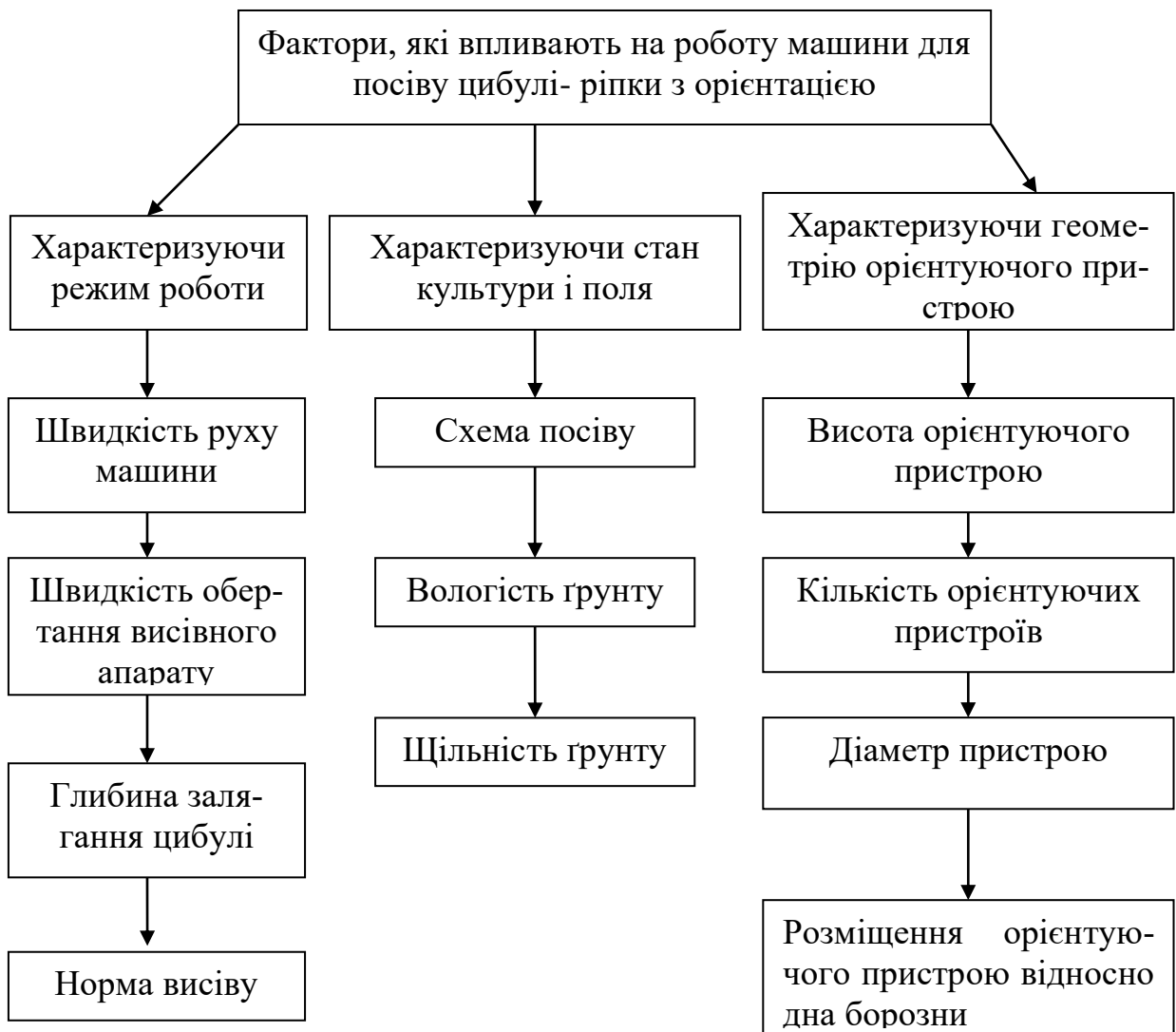


Рисунок 2.1 - Фактори, які впливають на роботу машини для посіву цибулі - ріпки з орієнтацією

Вибрані фактори можна розділити на слідуєчі три основні групи: характеризуєчі режим роботи, характеризуєчі стан культури і поля, характеризуєчі геометрію орієнтуєчого пристрою. Нижче розглянуті фактори більш детальноше, з кожної групи.

До факторів, *характеризуюєчі режим роботи*, відносяться слідуєчі: швидкість руху машини V , км/год (X_3), швидкість обертання висівного апарату n км/год, (X_1), глибина залягання цибулі h , см (X_2), норма висіву Q т/га, (X_4).

До факторів, *характеризуюєчі стан культури і поля*, - схема посіву (X_5), вологість ґрунту s , % (X_6), щільність ґрунту F , Н/м³ (X_7).

До факторів, *характеризуюєчі геометрію орієнтуєчого пристрою*, - висота орієнтуєчого пристрою L , см (X_8), кількість орієнтуєчих пристроїв c , шт (X_{10}), діаметр пристрою D , мм (X_9), Розміщення орієнтуєчого пристрою відносно дна борозни, H см (X_{11}).

2.4 Вибір рівнів варіювання значення факторів

Таблиця 2.1 - Фактори, які впливають на посів цибулі - ріпки з орієнтацією

Значення	Найменування фактора	Рівні варіювання		Джерела вибору
		нижнє	верхнє	
1	2	3	4	5
Фактори, які характеризують режим роботи				
X_1	Швид., n км/год	3,9	4,9	Із тех..опису СН-4Б
X_2	Глибина залягання цибулі, h см	5	8	Із агровимог
X_3	Швидкість машини, V км/год.	3	6	Із агровимог
X_4	Норма висіву, Q т/га	10	15	Із агровимог
Фактори, які характеризують стан культури і поля				
X_5	Схема посіву, a (ширина міжрядній, см.)	45	60	Із агровимог
X_6	Вологість ґрунту, s %	20	40	Із агровимог
X_7	Щільність ґрунту, F Н/м ³	$5 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^7$	Із досліду
Фактори, які характеризують геометрію орієнтуєчого пристрою				
X_8	Висота орієнтуєчого пристрою, L см	20	30	Співвідношення із уже існуючим

X ₉	Діаметр пристрою, мм	80	100	Співвідношення із уже існуючим
X ₁₀	Кількість орієнтуючих пристроїв, шт.	-	4	Співвідношення із уже існуючим
X ₁₁	Розм., Н см	15	20	Співвідношення із уже існуючим

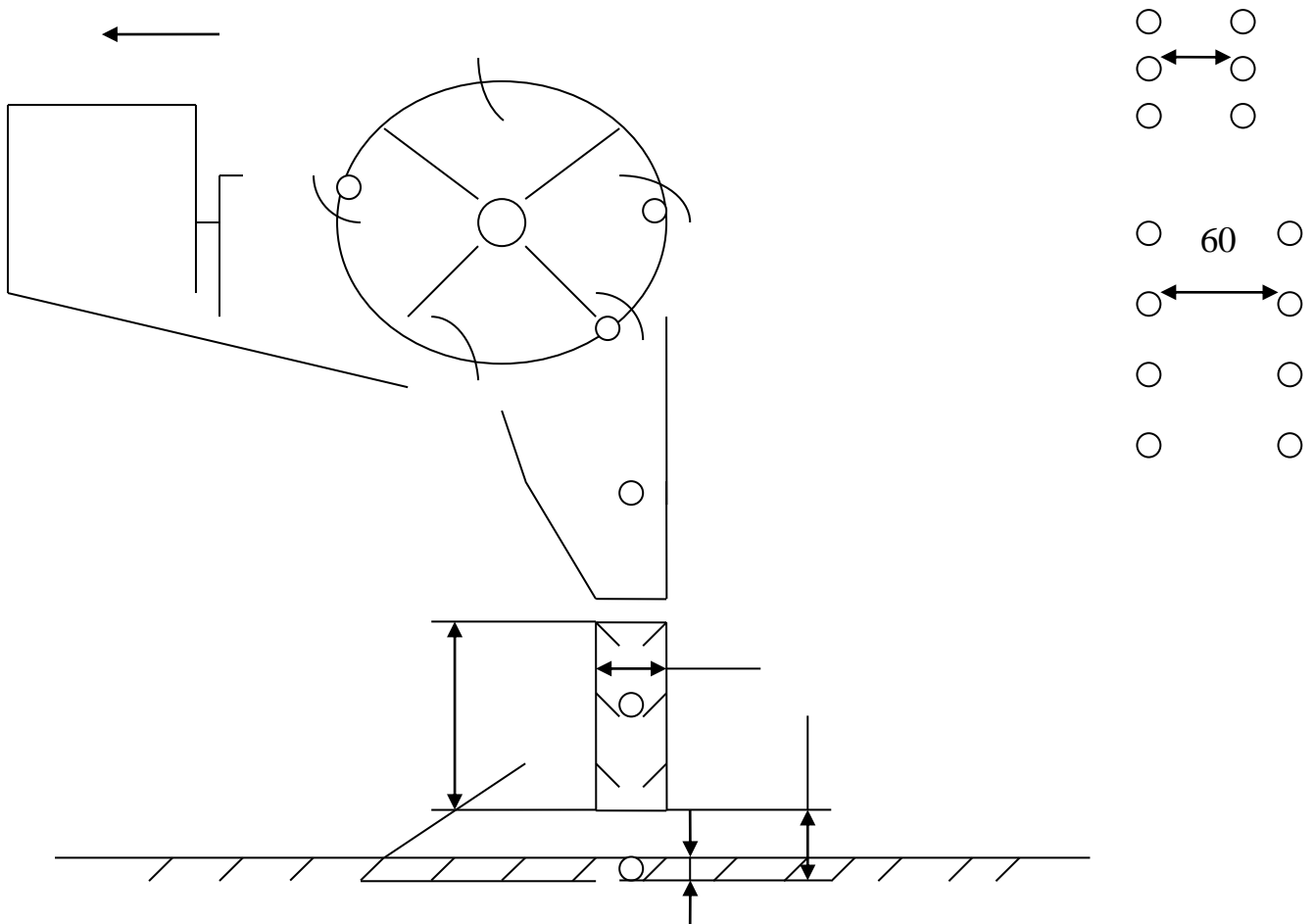


Рисунок 2.2 - Схема технологічного процесу СН - 4Б (схема посіву)

2.5 Складання анкети психологічного експерименту і заповнення її спеціалістами

В процесі проведення психологічного експерименту було опитувано четверо спеціалістів. При опитуванні кожен із них не був ознайомлен з результатами опитування інших, що дає основу вважати думку спеціалістів незалежною. Результати опитування зведені в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 - Результати проведення психологічного експерименту при вивченні процесу роботи посіву цибулі - ріпки з орієнтацією картоплесаджа-лкою СН-4Б.

Значення	Найменування фактора	Рівні варіювання		спеціалісти				Разом сума
		нижнє	верхнє	1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
X ₁	Швидк., п км/год	3,9	4,9	6	2	2	1	11
X ₂	Глибина залягання цибулі, h см	5	8	8	6	7	7	28
X ₃	Швидкість машини, V км/год.	3	6	7	3	1	6	17
X ₄	Норма висіву, Q т/га	10	15	9	11	9	8	37
X ₅	Схема посіву, а(ширина міжрядній, см.)	45	60	10	10	8	9	37
X ₆	Вологість ґрунту, s %	20	40	11	8	10	11	40
X ₇	Щільність ґрунту, F Н/м ³	5*10 ⁶	5*10 ⁷	5	7	11	10	33
X ₈	Висота орієнтуючого пристрою, L см	20	30	1	9	4	2	16
X ₉	Діаметр пристрою, мм	80	100	2	1	3	4	9
X ₁₀	Кількість орієнтуючих пристроїв, шт.	-	4	4	5	5	3	17
X ₁₁	Розм., Н см	15	20	3	4	6	5	18

Таблиця 2.3 - Матриця рангів для визначення коефіцієнта конкордації для критерію орієнтація цибулі(шийкою догори) Y

Спеціалісти	Фактори										
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁
1	6	8	7	9	10	11	5	1	2	4	3
2	2	6	3	11	10	8	7	9	1	5	4
3	2	7	1	9	8	10	11	4	3	5	6
4	1	7	6	8	9	11	10	2	4	3	5
$j = m$ $\sum_{j=1} a_{ij}$	11	28	17	37	37	40	33	16	9	17	18

Δ_i	-13	4	-7	13	13	16	9	-8	-15	-7	-6
Δ_i^2	169	16	49	169	169	256	81	64	225	49	36

2.6 Визначення коефіцієнта конкордації

По результатам опитування визначається коефіцієнт конкордації W (узгодження), визначаючий ступінь узгодженості думок спеціалістів, по формулі:

$$W = \frac{12 * S}{m^2 * (n^3 - n)}, \quad (2.2)$$

де: S -сума квадратів відхилення;

m - число опитуваних спеціалістів; $m= 4$

n - число факторів; $n= 11$

Сума квадратів відхилення визначається по формулі [13]:

$$S = \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^m a_{ij} - L)^2, \text{ або } S = \sum_{i=1}^n \Delta_{i^2} = 1283, \quad (2.3)$$

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}}{n}, \quad (2.4)$$

$$L = \frac{263}{11} = 24$$

Для розрахунків необхідно знати також наступні значення:

$$m^2 = 4^2 = 16,$$

$$n^3 - n = 11^3 - 11 = 1320$$

Розраховуємо коефіцієнт конкордації :

$$W = \frac{12 * 1283}{16 * 1320} = 0,73$$

2.7 Визначення значимості коефіцієнта конкордації

Визначається розрахункове значення критерія Персона

$$\chi_p^2 = m(n-1) \cdot W \quad (2.5)$$

$$\chi_{p1}^2 = 4 * (11-1) * 0,73 = 29$$

Число ступенів свободи

$$f = n - 1, \quad (2.6)$$

$$f=11-1=10$$

По таблицям визначається значення критерію Персона

$$X^2(0,05;10)= 18,307$$

2.8 Побудова середньої апріорної діаграми рангів розподілу факторів і вибір основних факторів

Діаграма показана на рис. 2.2. З розрахунку величини впливу факторів на критерій орієнтації, для подальшого розгляду, були вибрані наступні фактори:

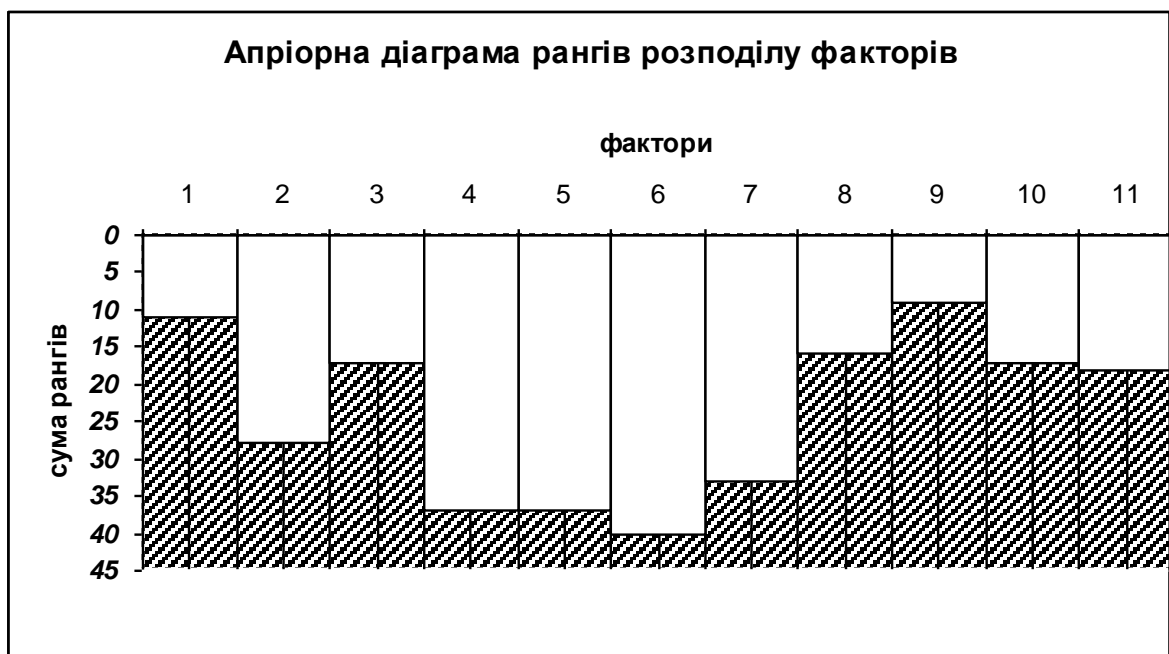


Рисунок 2.2 - Діаграма апріорна рангів розподілу факторів

Висновки

У цьому розділі детально розглянуто сукупність чинників, що впливають на орієнтацію цибулі-ріпки під час висіву. Було проведено психолого-експертний експеримент, розроблено та оформлено анкети (див. додатки), які заповнили фахівці галузі. На основі отриманих даних сформовано узагальнювальну таблицю результатів опитування, за якою обчислено коефіцієнт конкордації. Його значення становить $W = 0,73$, що свідчить про достатньо узгоджену думку експертів.

За результатами обробки даних побудовано апріорну діаграму рангів чинників. Аналіз цієї діаграми дозволив визначити чотири ключові параметри, що доцільно враховувати під час подальших досліджень: X1 - частота обертання висівного апарата, X3 - робоча швидкість машини, X8 - висота орієнтуючого елемента та X9 - його діаметр. Саме ці фактори посіли найвищі ранги, що дає підстави вважати їх найбільш впливовими на показник орієнтації цибулин.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ

Завданням досліджень, проведених у даному розділі, є побудова експериментальної моделі процесу орієнтацій цибулі-ріпки при посіві (шийкою догори), а також перевірка теоретичної моделі й висновків, зроблених на її основі. Розроблена модель дозволить дати практичні рекомендації з основних параметрів і режимів роботи орієнтуючого пристрою.

3.1 Оптимізація процесу орієнтації цибулі – ріпки при посіві

В попередньому розділі (2) було проведено психологічний експеримент (апріорне ранжирування факторів). За результатами опитувальних анкет спеціалістів був розрахований коефіцієнт конкордації, та побудована апріорна діаграма рангів розподілу факторів, із цієї діаграми ми виділили чотири фактори, які найбільш впливають на критерій орієнтації цибулі (шийкою догори).

Схема експериментальної установки представлена на рис 3.1.

Обґрунтування рівнів варіювання факторів проводили, виходячи із того, що розроблена теоретична модель повинна описувати процес орієнтації цибулі орієнтуючим пристроєм встановленим на картоплесаджалці СН - 4Б.

Верхня границя варіювання швидкості обертання висівного апарату (X_1) зумовлена максимально можливим значенням при посіві цибулі – ріпки (якісному посіві), а нижній – мінімально можливим, при якому може здійснюватися посів.

Границі варіювання швидкості машини (X_3) обумовленні агротехнічними вимогами при посів цибулі – ріпки.

Границі варіювання висоти орієнтуючого пристрою (X_8) обумовленні конструкційними параметрами даного пристрою.

Границі варіювання діаметру пристрою (X_9) мають пряму залежність від середнього діаметру посівного матеріалу (цибулі).

3.2 Експериментальні дослідження процесу орієнтації цибулі-ріпки при посіві

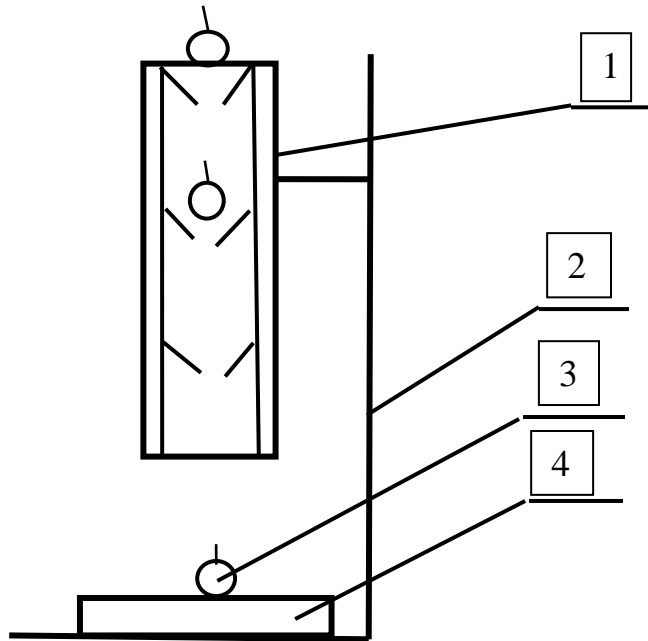


Рисунок 3.1 - Установки експериментальної схема

Характеристики чинників, які впливають на орієнтацію, разом із їхніми символічними позначеннями та рівнями варіювання представлено на рис. 3.2.

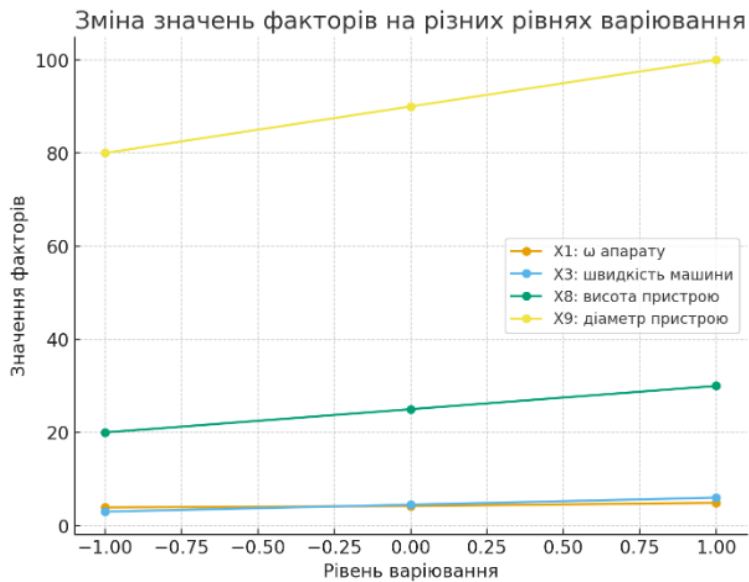


Рисунок 3.2 - Характеристики чинників, які впливають на орієнтацію, разом із їхніми символічними позначеннями та рівнями варіювання

Для реалізації імітаційного моделювання було застосовано симетричний план В4 із чотирма факторами, серед яких два стосувалися конструктивних параметрів, а два - режимних. Під час вибору плану особливу увагу зосереджували на його оптимальних характеристиках: G-оптимальність, що визначає передбачувані властивості моделюючого рівняння, та D-оптимальність, яка забезпечує точність оцінювання коефіцієнтів регресії рівняння.

План матрицю експерименту приведено в додатку 1 а нижче графічне представлення на рис. 3.3.

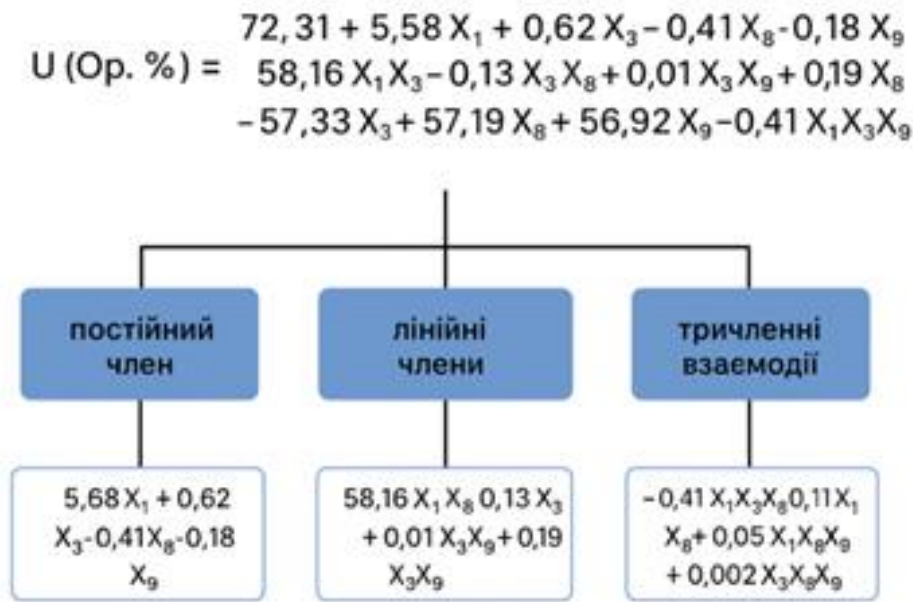


Рисунок 3.3. - Графічне представлення експерименту

(3.1)

$$U (\%) = 72,31 + 5,58 X_1 + 0,62 X_3 - 0,41 X_8 - 0,18 X_9 + 58,16 X_1 X_3 - 0,13 X_3 X_8 + 0,01 X_3 X_9 + 0,19 X_8 X_9 - 57,33 X_3^2 + 57,19 X_8^2 + 56,92 X_9^2 - 0,41 X_1 X_3 X_8 - 0,11 X_1 X_3 X_9 + 0,05 X_1 X_8 X_9 + 0,002 X_3 X_8 X_9$$

95% адекватність моделі за Фішером

Враховуючи (3.1) можна зробити такі висновки. Чинники здійснюють позитивний ефект, тобто при збільшенні значень чинників, критерій оптимі-

зації теж збільшується. Коефіцієнти регресії B_1 та B_3 має найбільше значення, чинники швидкість обертання висівного апарату та швидкість машини.

Висновки

В даному розділі проведені експериментальні дослідження процесу посіву цибулі - ріпки з використання картоплесаджалки СН-4Б з орієнтуючим пристроєм. Основною метою є отримання експериментальної моделі.

Для досягнення цієї задачі розроблено метода проведення експериментальних досліджень. За допомогою лабораторної установки було реалізовано план експерименту другого порядку по критерію „орієнтація”. На підставі експерименту отримано регресійну модель процесу орієнтації цибулі при посіві.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

Посів цибулі є важливою операцією у технології вирощування цієї культури, що забезпечує високу врожайність і якість продукції. Він включає підготовку ґрунту, використання спеціалізованих сільськогосподарських машин, ручну та механізовану роботу, внесення насіння та добрив. Роботи з посіву пов'язані з використанням тракторів, сівалок, мотокультиваторів, ручного інструменту, а також із впливом природних факторів – сонця, вітру, пилу. Через це особливого значення набувають питання охорони праці та техніки безпеки.

Дотримання норм безпеки не лише знижує ризик травматизму та професійних захворювань, а й підвищує ефективність робочого процесу, зберігає техніку та матеріальні ресурси. В Україні організація безпечної праці регламентується Законом України «Про охорону праці», Правилами безпечної експлуатації тракторів та сільськогосподарських машин, Державними стандартами (ДСТУ) та галузевими нормативами.

1. Загальні вимоги до працівників

До проведення посіву допускаються особи, які: досягли 18-річного віку; пройшли медичний огляд та навчання з охорони праці; ознайомлені з технологією посіву та інструкцією з експлуатації техніки; мають посвідчення тракториста-машиніста або операторів сівалок.

Перед початком робіт необхідно провести інструктаж на робочому місці, де уточнюються: порядок організації робочого процесу; розташування робочих зон і техніки; межі поля та небезпечні ділянки

Необхідна забезпеченість засобами: спецодягом (комбінезон, куртка, штани); захисним взуттям; рукавицями; респіраторами або масками при сильному пилі; головними уборами для захисту від сонця.

2. Підготовка ґрунту та техніки

Правильна підготовка ґрунту є ключовою для успішного посіву і безпечної роботи. Основні вимоги: перевірити площу на наявність каміння, ко-

ренів дерев, сміття та інших перешкод; забезпечити рівномірне ущільнення та обробку ґрунту; встановити межі проходу техніки та напрямок гону; перевірити стан сівалок, мотоблоків та тракторів: гальма, кермо, освітлення, зчипний пристрій; перевірити герметичність паливної та мастильної систем, наявність аптечки та вогнегасника. Регулювання сівалки здійснюється лише на вимкненій техніці, без підняття обертових робочих органів. Забороняється робота на агрегатах, якщо пошкоджені або відсутні захисні кожухи, захисні щитки та огороження.

3. Безпека при механізованому посіві

Механізований посів цибулі виконується за допомогою: тракторів із сівалками або ґрунтообробними агрегатами; мотокультиваторів із навісними сівалками; спеціалізованих рядкових або зернових сівалок.

Основні вимоги безпеки:

- рух агрегату здійснюється рівномірно, без різких маневрів і поворотів.
- при роботі на схилах або нерівностях дотримуються допустимого кута нахилу агрегату (зазвичай до 12° для колісних тракторів).
- забороняється перебування людей у зоні дії обертових робочих органів.
- перевантаження сівалки або перевищення швидкості руху забороняється.
- повороти на кінцях рядів проводяться після підняття робочих органів у транспортне положення.

Особливу увагу приділяють дистанції між агрегатами. Відстань між одночасно працюючими машинами повинна бути не менше 20–30 м для запобігання зіткнень та травм.

4. Безпека при ручних роботах

Ручний посів або перевалку насіння здійснюється за суворого дотримання техніки безпеки:

- використовується тільки справний ручний інструмент (совки, лопати, мотики);
- заборонено працювати без рукавичок та захисного взуття;

- не допускається перенавантаження та підйом важких мішків з насінням без допомоги або механічних засобів;
- під час роботи по рядах необхідно дотримуватися відстані від техніки;
- забороняється нахилитися під рухомою технікою або перебувати у зоні її обертювих частин.

5. Пожежна безпека

При проведенні посівних робіт враховується високий ризик пожежі:

- забороняється палити поблизу паливних баків, мастильних матеріалів та сухого рослинного покриву;
- техніка повинна бути справною, без витоків палива та мастила;
- на кожному агрегаті обов'язково наявність вогнегасника;
- заправка техніки проводиться лише на спеціально відведених майданчиках.

6. Організація робочого місця

Правильна організація робочого місця забезпечує безпеку та продуктивність: розмітка меж робочих зон; чіткі під'їзні шляхи для техніки; наявність аптечки, сигнальних засобів, інструкцій з охорони праці; забезпечення питною водою та засобами захисту від сонця.

Трактористи та працівники повинні дотримуватися режиму праці та відпочинку: 2–3 години роботи – 10–15 хвилин перерви, особливо при високій температурі або інтенсивному сонячному випромінюванні.

7. Екологічна безпека

- під час посіву цибулі важливо запобігати негативному впливу на навколишнє середовище;
- уникати забруднення ґрунту та водойм паливно-мастильними матеріалами;
- дотримуватися меж полів та рядків, щоб не пошкоджувати прилеглі культури або природні смуги;
- застосовувати рекомендовані норми добрив та насіння;
- після завершення робіт прибрати інструмент, залишки упаковок, сміття та тара.

8. Вимоги після завершення робіт

Після посіву працівники повинні: очистити техніку та інструменти від залишків ґрунту та насіння; перевірити стан агрегатів, гальм, кріплень і робочих органів; поставити техніку на стоянку у безпечному положенні, опустивши робочі органи; скласти звіт про проведені роботи та зафіксувати несправності; прибрати робочу ділянку, видалити сміття та упаковку.

Проведення посіву цибулі є складним технологічним процесом, який передбачає використання як ручної, так і механізованої праці, взаємодію з тяжкою технікою та роботу в умовах впливу природних факторів, таких як сонячне випромінювання, вітер, пил та вологість ґрунту. У зв'язку з цим питання охорони праці та техніки безпеки набувають особливої актуальності. Дотримання встановлених норм і правил дозволяє забезпечити ефективність та якість технологічного процесу.

Одним із ключових аспектів безпеки є підготовка працівників. Інструктажі з охорони праці, навчання роботі з агрегатами та ручним інструментом формують у механізаторів і робітників правильну поведінку на робочому місці, підвищують відповідальність за власну безпеку та безпеку колег. Систематичне навчання та контроль знань дозволяють зменшити ризик травматизму та профілактично запобігати аварійним ситуаціям.

Не менш важливою є технічна підготовка та контроль стану машин і сівалок. Регулярне технічне обслуговування, перевірка гальмівних і рульових систем, герметичності паливних та мастильних систем, наявності захисних кожухів та огорожень - все це є основою безпечної експлуатації техніки. Особливу увагу слід приділяти дотриманню швидкісних режимів та правил руху на полях, особливо при наявності схилів, нерівностей та вологого ґрунту, оскільки неправильна експлуатація може призвести до перекидання техніки або травмування працівників.

Організація робочого місця також має вирішальне значення для забезпечення безпеки. Чітке зонування робочих ділянок, позначення меж проходу техніки, наявність аптечок, вогнегасників, засобів сигналізації та інструкцій з

охорони праці створюють умови для мінімізації ризиків. Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, включаючи спецодяг, захисне взуття, рукавички, респіратори та головні убори, дозволяє захистити їх від механічних травм, впливу пилу та сонячного випромінювання.

Важливим аспектом є пожежна та екологічна безпека. Дотримання правил поводження з паливно-мастильними матеріалами, наявність вогнегасників, заборона паління на робочих майданчиках, а також контроль внесення добрив і насіння забезпечують не лише безпеку працівників, але й збереження навколишнього середовища. Раціональна організація процесу та дотримання технологічних норм мінімізує забруднення ґрунту та водних об'єктів, зберігає родючість земель та забезпечує екологічно безпечне виробництво.

Особливу увагу слід приділяти взаємодії між працівниками та технікою. Сигнальники та машиністи повинні чітко координувати свої дії, дотримуватися встановлених дистанцій і швидкісних режимів, що запобігає нещасним випадкам і забезпечує плавність робочого процесу. Дотримання режиму праці та відпочинку дозволяє уникати перевтоми, що є одним із чинників виникнення помилок і травм.

Висновки

Комплексне дотримання норм охорони праці та техніки безпеки при посіві цибулі забезпечує: зниження ризику травматизму та аварій; безпечну експлуатацію техніки; ефективну організацію робочого процесу; підвищення продуктивності праці; екологічну безпеку та раціональне використання ресурсів; збереження здоров'я працівників та попередження професійних захворювань.

Систематичний підхід до безпеки та охорони праці створює умови для стабільного та ефективного сільськогосподарського виробництва, підвищує якість посіву, гарантує високі врожаї та формує культуру безпечної праці серед персоналу.

5 АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОРІЄНТУЮЧОГО ПРИСТРОЮ

5.1 Обґрунтування параметрів СН- 4Б

Цибуля є однією з основних овочевих культур, яка вирощується як для внутрішнього споживання, так і на експорт. Ефективне виробництво цибулі залежить від багатьох факторів: якість ґрунту, вибір сорту, система зрошення, захист від шкідників та хвороб, а також технологія посіву. Сучасні тенденції в овочівництві передбачають впровадження модернізованих технологій посіву, які дозволяють підвищити продуктивність, зменшити витрати праці та матеріалів, а також поліпшити якість продукції.

Модернізована технологія посіву включає застосування сівалок точного висіву, оптимізацію міжрядного інтервалу, використання стрічкових та модульних схем посадки, а також автоматизацію дозування насіння. Такі технологічні новації дозволяють підвищити рівномірність сходів, забезпечити оптимальну густоту рослин, скоротити витрати насіння та добрив, а також зменшити ручну працю при догляді за рослинами.

Метою цього розділу є визначення економічної ефективності вирощування цибулі при модернізованій технології посіву, оцінювання витрат та прибутковості, а також порівняння з традиційними методами посадки.

Економічна ефективність вирощування овочевих культур визначається співвідношенням витрат на одиницю площі та отриманого доходу від реалізації продукції. Основні складові ефективності включають: продуктивність культури – вихід товарної цибулі з одиниці площі (т/га). собівартість виробництва – сумарні витрати на всі операції, включаючи: підготовку ґрунту; посів та догляд за рослинами; внесення добрив та захист від хвороб і шкідників; полив та збирання врожаю. Модернізована технологія посіву впливає на ефективність через: зниження витрат насіння: точний висів дозволяє заощадити 10–15 % насіння порівняно з ручним або механізованим розсівом; підвищен-

ня рівномірності сходів: збільшується густина рослин на оптимальному рівні, що підвищує врожайність; скорочення витрат праці: зменшується ручна робота при догляді та проріджуванні рослин; оптимізація внесення добрив і засобів захисту: завдяки рівномірному розташуванню рослин, застосування матеріальних ресурсів стає більш ефективним.

Таким чином, модернізована технологія дозволяє зменшити собівартість вирощування та підвищити прибутковість виробництва. Модернізована технологія посіву дозволяє підвищити врожайність на 15–20 % завдяки оптимальному розміщенню рослин та рівномірності сходів.

Впровадження модернізованої технології посіву цибулі дозволяє господарствам досягати високої економічної ефективності, оптимізувати виробничі процеси та підвищити загальну рентабельність овочівництва.

Картоплесаджалка СН- 4Б призначена для посіву бульб картоплі. Посів цибулі можливий при переобладнанні саджалки і виконання деяких регулювань, зв'язаних з режимами і параметрами роботи агрегату.

Переобладнання і настроювання картоплесаджалки для посіву цибулі полягає в виконанні таких дій:

1. Встановлення на затискачі гумових резинок для запобігання пошкодження цибулі при захопленні її ложечками і притисканням до них.
2. Змінюємо швидкість обертання висівного барабану ($4,9 \text{ хв}^{-1}$) за допомогою зміни передаточного відношення редуктора.
3. Встановлюємо орієнтуючий пристрій.
4. Швидкість агрегату змінюємо згідно агротехнічних вимог при посіві цибулі (в межах 3-6 км/год.).
5. Змінюємо глибину ходу сошників на глибину залягання цибулі (5-8 см.)

На основі проведених експериментальних досліджень було встановлено, що на якість орієнтації цибулі впливають декілька факторів: діаметр пристрою мм; швидкість обертання висівного апарату хв^{-1} ; швидкість машини км/год; висота орієнтуючого пристрою мм.

5.2 Використання картоплесаджалки

Щоб оцінити ефективність орієнтуючого пристрою з позицій техніко-економічних показників, необхідно здійснити його порівняння з сучасним аналогічним пристроєм, що виконує подібні функції.

У нашому регіоні при посіві цибулі-ріпки в парниках для забезпечення точного та якісного висіву найчастіше застосовується ручна праця. Через це безпосереднє порівняння економічних показників окремих пристроїв стає малоефективним.

Тому було прийнято рішення провести аналіз техніко-економічної ефективності орієнтуючого пристрою шляхом порівняння двох технологій посіву цибулі-ріпки: традиційного ручного посіву та застосування картоплесаджалки СН-4Б, оснащеної орієнтуючим пристроєм.

Таблиця 5.1 – Дані вихідні

Найменування показника	Технології посіву цибулі – ріпки			
	Ручна праця		Картоплесаджалка СН-4Б з орієнтуючим пристроєм	
	Величина	Джерело	Величина	Джерело
Оптова ціна переобладнаної картоплесаджалки, грн.	-	-	25000	Н.д.м.
Маса картоплесаджалки, кг	-	-	1050	[12]
Продуктивність за 1 год Експлуатаційного часу, га/год	0,05	Н.д.м.	1,7	[15]
Річне завантаження, год	380	Н.д.м.	50	Н.д.м.
Обслуговуючий персонал:				
- тракторист	-	-	1	Н.д.м.
- робітники	20	Н.д.м.	2	Н.д.м.
Норма відрахувань на реновацію, %	-	-	14,2	Н.д.м.
Норма відрахувань на поточний ремонт, %	-	-	15	Н.д.м.
Витрата пального, кг/га	-	-	6,17	Н.д.м.
Відрахування на використання капіталовкладень, %	10	Н.д.м.	20	Н.д.м.
Ціна пального, грн./кг	-	-	65,00	Н.д.м.

Збер., %	-	-	0,61	Н.д.м.
----------	---	---	------	--------

Питомі трудовитрати обчислюються по формулі:

$$T = \frac{\sum n_i}{n_c} \quad (5.1)$$

де n_c - продуктивність за годинну змінного часу, га

n_i - кількість обслуговуючого персоналу i - й категорії.

Питома металоємність визначається по формулі:

$$M_e = \frac{M_n}{W_3 * Z_2} \quad (5.2)$$

де M_n - маса машини, кг;

W_3 - продуктивність машини за 1 год роботи, га/год;

Z_2 - річне завантаження, год.

Питомі капіталовкладення, грн/га визначається по формулі:

$$K = \frac{Ц_{\Pi}}{W_3 * Z_1} \quad (5.3)$$

де $Ц_{\Pi}$ - оптова ціна машини, грн..

Поточні витрати I , грн/га визначаються по формулі:

$$I = O + A + P + C_{\Gamma} + X \quad (5.4)$$

де O - ЗП

$$O = \frac{\sum C_{\text{чл}} * n_i}{n_c} \quad (5.5)$$

де $C_{\text{чл}}$, грн/год

A - грн./га

$$A = \frac{Ц_{\Pi} * H_p}{100 * W_3 * Z_2} \quad (5.6)$$

де H_a -, %;

P - грн./га,

$$P = \frac{Ц_{II} * H_p}{100 * W_{\text{э}} * Z_2} \quad (5.7)$$

де H_p -, %.

C_{Γ} - грн/кг,:

$$C_{\Gamma} = P_{\Gamma} \cdot Ц_{\Gamma} \quad (5.8)$$

Де P_{Γ} - витрата пального, кг/га;

$Ц_{\Gamma}$ - ціна пального, грн/кг.

$$X = \frac{Ц_{II} * H_X}{100 * W_{\text{э}} * Z_2} \quad (5.9)$$

де H_X - нормативні витрати на зберігання, %.

Економія питомих експлуатаційних витрат, грн/га визначається по формулі:

$$\text{Э}_{\text{уд}} = I_{\text{б}} - I_{\text{н}}, \quad (5.10)$$

Зменшення витрат

$$C_{II} = \frac{I_{\text{б}} - I_{\text{н}}}{I_{\text{б}}} \quad (5.11)$$

Ступінь зниження металоємності, % дорівнює

$$C_{II} = \frac{Me_{\text{б}} - Me_{\text{н}}}{Me_{\text{б}}} \quad (5.12)$$

Приведені витрати визначаються по формулі:

$$I_{\text{пр}} = H_X + E * Z_{\Gamma} / 100, \quad (5.13)$$

$$\text{Э} = (I_{\text{пр.б}} - I_{\text{пр.н}}) * n_c * Z_{\Gamma}, \quad (5.14)$$

Термін окупності визначається по формулі:

$$C = \frac{Ц_{II}}{\text{Э}} \quad (5.15)$$

Таблиця 5.2 – Порівняльні техніко – економічні показники картоплесаджалки СН-4Б з орієнтуючим пристроєм

Найменування показника	Значення показників економічної ефективності	
	Ручна праця	Переобладнана картоплесаджалка СН-4Б
Питомі трудовитрати, люд.год./га	4000	17,6
Поточні витрати, грн./га	6800	1221,7
Ступінь зниження експлуатаційних витрат, %	-	820,3
Економія питомих експлуатаційних витрат, грн./га	-	5578,3
Приведені витрати, грн./га	7180	1321,7
Річний економічний ефект, грн.	-	497952,5
Термін окупності, років	-	0,5

Висновки

Проведений аналіз економічної ефективності вирощування цибулі підтверджує, що модернізована технологія посіву є технологічно доцільною та економічно вигідною. Використання точного висіву та оптимізації міжрядного інтервалу дозволяє знизити витрати на посів та догляд за рослинами, підвищити ефективність використання насіння та матеріальних ресурсів. Крім фінансового ефекту, модернізована технологія підвищує рівень контролю над якістю продукції, зменшує втрати при догляді та зборі врожаю, а також знижує фізичне навантаження на персонал.

Застосування таких технологій є важливим елементом ресурсозберігаючого та сучасного овочівництва, що забезпечує стабільність виробництва, зменшення витрат та підвищення конкурентоспроможності продукції на ринку.

В даному розділі приведено обґрунтування параметрів картоплесаджалки СН-4Б для посіву цибулі – ріпки, оглянуто основні дії по переобладнанні агрегату та встановлення на нього орієнтуючого пристрою. Проведено порів-

няльний аналіз техніко – економічної ефективності використання картоплесаджалки з орієнтуючим пристроєм для посіву цибулі – ріпки, даний аналіз був проведений по напрямку порівняння двох технологій посіву цибулі – ріпки: посів використовуючи ручну працю і дану картоплесаджалку.

Аналізуючи отримані дані, можна зробити наступні висновки: у порівнянні з ручною працею і картоплесаджалкою з орієнтуючим пристроєм, зменшуються експлуатаційні витрати на 82,03 %, зменшується кількість обслуговуючого персоналу до 1 людини. Запровадження даного пристрою приводить до економічного ефекту у розмірі 497952,5 грн., а строк окупності складе 0,5 року.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Аналіз технологій та технічних засобів механізованого посіву цибулі-ріпки показав, що для овочівницьких господарств доцільним є використання картоплесаджалки СН-4Б, оснащеної орієнтуючим пристроєм, для забезпечення ефективного висіву цибулі-ріпки.

2. На основі апріорного ранжування побудовано діаграму розподілу рангів факторів, за результатами якої для подальшого дослідження були обрані ключові чинники: X_1 – швидкість обертання висівного апарату, X_3 – швидкість руху машини, X_8 – висота орієнтуючого пристрою та X_9 – його діаметр. Ці фактори посідають перші місця в ранговій діаграмі, оскільки мають найбільший вплив на критерій орієнтації. Коефіцієнт конкордації склав $W = 0,73$, що суттєво відрізняється від нуля та свідчить про високий рівень узгодженості думок експертів з ймовірністю 0,95.

3. Розроблено методику, яка дозволяє організувати експериментальні дослідження процесу посіву цибулі-ріпки з орієнтацією за допомогою картоплесаджалки, оснащеної орієнтуючим пристроєм.

4. Експериментальні дослідження дозволили отримати регресійну модель процесу орієнтації цибулі-ріпки при посіві з використанням орієнтуючого пристрою. Застосування критерію Фішера показало, що модель є адекватною з ймовірністю 95 %, що підтверджує її придатність для регулювання роботи саджалки під час механізованого посіву цибулі-ріпки

5. Комплексне дотримання норм охорони праці та техніки безпеки при посіві цибулі забезпечує: зниження ризику травматизму та аварій; безпечну експлуатацію техніки; ефективну організацію робочого процесу; підвищення продуктивності праці; екологічну безпеку та раціональне використання ресурсів; збереження здоров'я працівників та попередження професійних захворювань.

Систематичний підхід до безпеки та охорони праці створює умови для стабільного та ефективного сільськогосподарського виробництва, підвищує

якість посіву, гарантує високі врожаї та формує культуру безпечної праці серед персоналу.

б. У порівнянні з ручною працею і картоплесаджалкою з орієнтуючим пристроєм, зменшуються: експлуатаційні витрати на 82,03 %; приведених витрат на 18,4 %, зменшується кількість обслуговуючого персоналу до 1 людини на один агрегат. Запровадження даного пристрою приводить до економічного ефекту у розмірі 49795,25 грн., а строк окупності складе 0,5 року.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Авраменко, Т. В. Технологія вирощування овочевих культур: цибуля. - Київ: Аграрна наука, 2016. 148 с.
2. Бондаренко, Г. Л., Яковенко, К. І. Овочівництво. - Харків: Основа, 2018. 352 с.
3. Бишовець, Л. О. Особливості вирощування цибулі ріпчастої в умовах України. - Київ: НУБіП, 2020. 120 с.
4. Бурик, В. М. Овочівництво: технології вирощування цибулевих культур. - Львів: ЛНАУ, 2015. 208 с.
5. Василенко, П. П. Цибуля ріпчаста: технологія та агробіологія. - Дніпро: ДДАЕУ, 2017. 134 с.
6. Гайдай, С. В. Технологічні аспекти вирощування цибулі в інтенсивних системах. - Полтава: ПДАА, 2021. 140 с.
7. Григоренко, О. М. Агробіологічні основи формування врожаю цибулі. - Київ: Аграрна освіта, 2014. 160 с.
8. Дідович, В. О. Основи технологій овочівництва закритого та відкритого ґрунту. - Житомир: Вид-во ЖНАУ, 2018. 180 с.
9. Єрмаков, Л. М. Вирощування цибулевих культур у відкритому ґрунті. - Харків: Магістр, 2016. 152 с.
10. Жук, Г. М. Біологія та технологія вирощування цибулі на насіння. - Київ: Наукова думка, 2020. 168 с.
11. Книш, Л. В. Вирощування цибулі ріпчастої та зеленої в різних ґрунтово-кліматичних умовах. - Одеса: ОДАУ, 2017. 130 с.
12. Коваленко, П. А. Сучасні технології вирощування овочевих культур. - Харків: ХНАУ, 2014. 210 с.
13. Костенко, О. О. Технологія вирощування цибулі з сівби насінням. - Вінниця: Нілан-ЛТД, 2021. 144 с.
14. Кучеренко, Н. С., Ільченко, М. А. Особливості формування урожаю цибулі та догляд за посівами. - Київ: Центр учбової літератури, 2019. 132 с.

15. Мороз, В. П. Технології вирощування цибулі в інтенсивному овочівництві. - Черкаси: ЧДТУ, 2018. 140 с.
16. Наконечний, С. В. Вирощування цибулі для тривалого зберігання. - Тернопіль: ТНТУ, 2015. 128 с.
17. Писаренко, П. В., Писаренко, В. М. Овочівництво: агротехніка основних культур. - Полтава: ПДАУ, 2013. 240 с.
18. Рудик, М. П. Сучасні сорти та гібриди цибулі ріпчастої: продуктивність і технологія. - Київ: АграрМедіа, 2020. 156 с.
19. Сиченко, І. М. Вирощування овочево-баштанних культур у відкритому ґрунті. - Харків: Міська друкарня, 2017. 190 с.
20. Таран, Є. В. Екологічні аспекти вирощування цибулі в системі органічного землеробства. - Львів: ЛНАУ, 2021. 124 с.
21. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 1994, 442 – с.
22. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
23. Войтюк Д.Г., Барановський В.Н., Булгаков В.Н. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. – К.: Вища освіта, 2005. - 464 с.
24. Кобець А. С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин. – Дніпропетровськ: ДДАУ, 1999. – 204 с.
25. Кобець А. С. Теорія і розрахунок сільськогосподарських машин: практикум / Кобець А. С. Кобець О. М., Пугач А. М. – Дніпропетровськ: Вид-во «Свідлер А. Л.», 2011. – 164 с.
26. Скрипник В.І. Розробка, виробництво, конструктивні особливості нової сільськогосподарської техніки: навчальний посібник для здобувачів професійної освіти / В.І. Скрипник. – Київ.: Літера ЛТД, 2019. – 256 с.
27. Головчук А. Ф., Марченко В. І., Орлов В. Ф., Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: Підручник: У 3 кн. / За ред. проф. А. Ф.

Головчука. Книга 3 – Машини сільськогосподарські . – К.: Грамота, 2005 р. – 576 с.

28. Антонишин Р. З., Козырев С. Н. Карты технологической наладки почвообрабатывающих и посевных машинно-тракторных агрегатов: Учеб. пособие. – К.: Вища школа, 1991. – 126 с.

29. Гапоненко В. С. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 1993. – 448 с.

30. Головчук А. Ф., Марченко В. І., Орлов В. Ф., Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: Підручник: У 3 кн. / За ред. проф. А. Ф. Головчука. Книга 2 – Комбайни зернозбиральні . – К.: Грамота, 2004 р. – 320 с.

31. Комплексы машин для индустриальных технологий производства сахарной свеклы и кукурузы / И. Н. Серебряков, Ю. И. Ковтун, Н. В. Татьянко и др.; Под ред. И. Н. Серебрякова, Ю. И. Ковтуна. – К.: Урожай, 1988. – 136 с.

32. Справочник по механизации кормопроизводства / Л. И. Грачева, А. В. Грачев, А. П. Вербицкий; Под ред. Л. И. Грачевой. – К.: Урожай, 1989. – 168 с.

33. Практикум з технологічної наладки та усуненню несправностей сільськогосподарських машин. / Гаврилюк Г. Р., Живолуп Г. І., Короткевич П. С. та ін. За ред. Г. Р. Гаврилюка. – К.: Урожай , 1995. – 280 с.

34. Проектування сільськогосподарських машин / І. М. Бендера, А. В. Рудь, Я. В. Козій, Д. Г. Войтюк та ін. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О. В., 2010.

35. Панченко А. Н. Теория и расчет сельскохозяйственных машин. Лабораторный практикум. Днепропетровск: ДГАУ, 2002. – 396 с.

36. Сільськогосподарські машини. Частина 3. Посівні машини / Бакум М. В., Бобрусь І. С., Морозов І. В., Нікітін С. П. та ін.; за ред. М. В. Бакума. – Харків, 2005. – 332 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1

План B_4 і результати його реалізації

№ п/п	X ₁	X ₃	X ₈	X ₉	Відсоток орієнтації, %
1	+1	+1	+1	+1	92,568
2	+1	+1	+1	-1	91,215
3	+1	+1	-1	+1	91,175
4	+1	+1	-1	-1	89,985
5	+1	-1	+1	+1	86,257
6	+1	-1	+1	-1	83,245
7	+1	-1	-1	+1	80,548
8	+1	-1	-1	-1	79,895
9	-1	+1	+1	+1	75,268
10	-1	+1	+1	-1	72,547
11	-1	+1	-1	+1	71,254
12	-1	+1	-1	-1	70,259
13	-1	-1	+1	+1	68,448
14	-1	-1	+1	-1	67,589
15	-1	-1	-1	+1	67,254
16	-1	-1	-1	-1	65,865
17	-1	0	0	0	65,112
18	+1	0	0	0	62,548
19	0	-1	0	0	62,021
20	0	+1	0	0	60,551
21	0	0	-1	0	59,795
22	0	0	+1	0	59,443
23	0	0	0	-1	57,465
24	0	0	0	+1	55,154