

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: „Підвищення ефективності процесу збирання капусти у
Борщівському агротехнічному фаховому коледжі Тернопільської області
з удосконаленням капустозбиральної машини на базі самохідного
шасі Т-16М”

Виконав: студент III курсу групи Аін-34 СП

Спеціальності 208 „Агроінженерія”

(шифр і назва)

Ткачук Роман Дмитрович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Шарибура А.О.

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Зав. кафедри _____
(підпис)
к.т.н., доцент А.О. Шарибура
“ ____ ” _____ 2022 р.

З А В Д А Н Н Я

на дипломний проєкт студенту
Ткачуку Роману Дмитровичу

1. Тема роботи: **„Підвищення ефективності процесу збирання капусти у Борщівському агротехнічному фаховому коледжі Тернопільської області з удосконаленням капустозбиральної машини на базі самохідного шасі Т-16М**

Керівник роботи: Шарибура Андрій Остапович, к.т.н., доцент
Затверджена наказом по університету 30.12.2022 року № 453/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 5.06.2023 року.

3. Вихідні дані: _____
3.1. Звіти господарської Борщівському агротехнічному коледжі Тернопільської області;
3.2. Методика розрахунку операційної системи;
3.3. Методика обґрунтування параметрів конструкції;
3.4. Методика визначення економічної ефективності.

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

4.1. Характеристика і аналіз діяльності Борщівського агротехнічного фахового коледжу;
4.2. Організація процесу механізованого збирання капусти;
4.3. Удосконалення капустозбиральної машини;
4.4. Охорона праці.
4.5. Економічна ефективність.

Висновки та пропозиції

Бібліографічний список

5. Перелік ілюстраційного матеріалу:

5.1. Операційно-технологічна карта на збирання капусти білокачанної;

5.2. Технологічна схема капустозбиральної машини в агрегаті з самохідним шасі Т-16М;

5.3. Транспортер стрічково-скребковий (складальне креслення);

5.4. Робочі креслення деталей запропонованої конструкції;

5.5. Оцінення експлуатаційних витрат.

6. Консультанти розділів проєкту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Шарибура А.О., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. професора О.Д. Семковича			
4				

7. Дата видачі завдання: 9.11.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Характеристика і аналіз діяльності господарства»</i>	<i>30.12.22-17.01.23</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Організація процесу механізованого збирання капусти»</i>	<i>18.01.23-2.02.23</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Удосконалення капустозбиральної машини»</i>	<i>3.02.23-21.03.23</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>22.03.23-30.04.23</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна ефективність»</i>	<i>31.04.23-6.05.23</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки.</i>	<i>11.05.23-25.05.23</i>	
7.	<i>Завершення роботи в цілому</i>	<i>26.05.23-05.06.23</i>	

Студент _____ Ткачук Р.Д.
(підпис)

Керівник проєкту _____ Шарибура А.О.

УДК 631.171...633.521

Ткачук Р.Д. Підвищення ефективності процесу збирання капусти у Борщівському агротехнічному фаховому коледжі Тернопільської області з удосконаленням капустозбиральної машини на базі самохідного шасі Т-16М.

Дипломний проєкт. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

59 с. текст. част., 12 рис., 4 табл., 5 арк. ілюстр. матер., А1, 23 літ. джерел.

Охарактеризовано стан Борщівського агротехнічного фахового коледжу Тернопільської області, зокрема, наведено загальні відомості про коледж, проаналізовано технічний стан МТП, проведено аналіз матеріальних та виробничих ресурсів навчального закладу.

Наведені організаційно-технічні аспекти збирання капусти, що забезпечують максимальну ефективність процесу, а також запропоновані загальні принципи його організації.

Розроблена операційна карта для збирання капусти дає змогу якісно та максимально ефективно організувати і провести процес збирання в коледжі у встановлені агротехнічні строки.

Запропоноване удосконалення капустозбиральної машини на базі самохідного шасі Т-16М дає змогу суттєво підвищити рівень механізації процесу збирання капусти та зменшити кількість використовуваної техніки на полі, що позитивно впливає на щільність ґрунту. Наведено розрахунки елементів конструкції капустозбиральної машини на міцність.

Запропоновано заходи із охорони праці та захисту населення в процесі виконання збиральних робіт.

ЗМІСТ

Вступ	6
1. Аналіз об'єкта проектування	6
1.1. Аналіз біологічних особливостей росту та дозрівання капусти білокачанної	8
1.2. Загальні відомості про об'єкт проектування та аналіз його посівних площ	11
1.3. Аналіз машинно-тракторного парку коледжу	15
1.4. Обґрунтування теми проекту	20
2. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБСТАВИН ЗБИРАННЯ КАПУСТИ БІЛОКАЧАННОЇ.....	21
2.1. Підготовка капустозбирального агрегату до роботи	21
2.2. Технологічні особливості процесу збирання капусти	22
2.3. Агротехнічні вимоги до технологічного процесу комбайнового процесу збирання капусти білокачанної	26
2.4. Проектування операційної карти технології комбайнового збирання капусти	27
2.4.1. Характеристика виробничих умов	27
2.4.2. Підготовка поля до збирання	27
2.4.3. Технологічний розрахунок збирально-транспортного комплексу	31
3. УДОСКОНАЛЕННЯ КАПУСТОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ ...	36
3.1. Будова, принцип роботи та обґрунтування необхідності удосконалення конструкції	36
3.2. Вихідні дані та розрахунок транспортера	38
3.3. Кінематичний розрахунок приводу транспортера	43
3.4. Розрахунок конструктивних розмірів зірочок	46
3.5. Розрахунок приводного вала транспортера	49

4. ОХОРОНА ПРАЦІ	51
4.1. Моделювання травмонебезпечних ситуацій	51
4.2. Розрахунок стійкості агрегату до перекидання	52
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ	55
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	57
БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	58

Вступ

Важливою задачею в механізації сільськогосподарського виробництва на даний час і в майбутньому її розвитку знаходиться в інтенсифікації самої праці, а саме заміні ручної на механізовану та роботизовану.

На даний час в Україні в галузі рослинництва агропромислового комплексу виробництво продукції овочівництва займає досить значну питому частку і становить приблизно 8%.

Виконаний аналіз тенденцій зміни вартості валової продукції рослинництва, засвідчив, що на фоні загального зниження обсягів виробництва сільськогосподарських культур, значного зниження виробництва овочевих культур не спостерігається. А це відповідно свідчить про те, що незважаючи на ситуацію в державі та зниження покупельної спроможності населення попит на овочеву продукцію і досі існує. Проте, станом на кінець 2022 року близько 80% продукції овочівництва вирощується на присадибних ділянках і дана частка на жаль продовжує збільшуватися. Водночас паралельно обсяги виробництва даної продукції в сільськогосподарських підприємствах (селянських фермерських, товариствах з обмеженою відповідальністю) продовжує знижуватися.

Одним з найпоширеніших і доступніших у всі періоди року видів овочів на більшій частині території України є капуста. Вона поставляє в організм великий комплекс біологічно активних речовин, здатних в якійсь мірі компенсувати їх недолік в зимовий і весняний період, а саме: мінеральні солі, вуглеводи, вітаміни та білок. Цінність капусти перед усім полягає в її невисокій калорійності та добре збалансованим вмістом клітковини, білків, вуглеводів, вітамінів С, В1, В2, РР та інших мінеральних солей, а також каротину (провітаміну А). Її можна цілорічно споживати як у свіжому, квашеному, тушкованому, вареному, маринованому і сушеному вигляді, а також як самостійну страву та як приправу. У дієтології та народній медицині вона досить широко використовується. На загал, з-поміж інших овочів вона поступається

за сезонним попитом хіба що помідорам, проте попит на неї залишається стабільно високим впродовж усього року [10, 21].

Капусту як правило споживають у свіжому вигляді також вона цінується і у квашеному вигляді. Окрім того, її можна консервувати та маринувати, і навіть сушити. У світі існує безліч рецептів приготування страв до складу яких входить капуста, в них вона може використовуватися як додатковий або головний компонент у свіжому, вареному, тушкованому та ін. виглядах.

Завдяки її врожайності, холодостійкості, чудовим дієтичним і смаковим властивостям вирощують в багатьох кліматичних зонах нашої держави. В Україні майже 20% площ городніх рослин зайнято під капустою, а це дає змогу забезпечити виробництво її на душу населення понад 30 кг [10].

Також як культура вона характеризується високою врожайністю, тривалою збережуваністю та надзвичайно доброю транспортабельністю. За досить низької порівняно калорійності (орієнтовно 1 кг капусти містить в середньому 300-450 кал) вона володіє високими смаковими та лікувальними властивості.

Капуста – культура ніжна: при її збиранні особливо важливо не пошкодити качани. Проте капустозбиральна техніка, що представлена на українському ринку часто сильно травмує цей овоч. Втім, вибору у аграріїв немає: асортимент техніки невеликий, а ручне збирання – це вже є пережиток минулого. Хоча інколи доводиться застосовувати і його, щоб урожай не погнів в полях. Але знайти багато дешевої робочої сили – завдання не з простих, і, за словами фахівців, подібне збирання може не менше пошкодити капусту [10, 21].

1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Аналіз біологічних особливостей росту та дозрівання капусти білокачанної

Капуста білокачанна – двохрічна рослина. Переважна більшість її форм і різновидів можуть перезимувати у відкритому ґрунті в південних областях України. Впродовж першого року вегетації вона формує головку або листя (товарний орган), а наступного відповідно – насіння й генеративні органи. Її сорти і різновиди можна досить нескладно розрізняються між собою за вегетативними органами першого року життя, однак за наявними ознаками другого року – насінників і насіння, їх майже неможливо або дуже важко [10, 21, 22].

Капуста білокачанна як правило має правильні квітки з верхнім зав'язком (чотири пелюстки й чотири вільних чашолистки), що сидять навхрест; пелюстки яскраво-жовті, майже білі або світло-жовті; шість пиляків – чотири довших внутрішніх і два коротших зовнішніх. Вони розташовані навколо двогніздової багатонасіневої маточки з коротким стовпчиком і пліскуватою приймочкою. Поруч з основою довших тичинок розміщені нектарники. Відповідно пилок має форму видовжено-еліпсоїдний, з розмірами від 16,2-18,9 і навіть до 35,1-37,8 мкм. Як правило квітки є зібрані у подовгасті (60-80 см) рихлі китиці. На квітковому стеблі може бути розміщено від 100 до 4000 квіток. Саме стебло голе, трохи розгалужене і має від трьох до семи стебел першого порядку, що можуть бути завдовжки 0,5...2 м. Зазвичай їх є більше на середніх та нижчих розгалуженнях.

Насіння капусти може проростати навіть за температури 2...3°C, а розсада що є загартованою здатна витримати приморозки навіть -5...-8°C. Як правило формування квіток відбувається за температури 17...18°C. За вищої температури квітки деформуються та опадають. В квітках, що залишились відбувається деформація або відсутність пиляків та розростання маточки.

Капуста є досить вимогливою до вологості повітря й ґрунту. Вважається, що оптимальна вологість ґрунту для неї становить 70...80%. Також вона є світлолюбивою культурою. А з елементів живлення найбільше їй потрібно кальцію, калію та азоту.

Білокачанна капуста є досить поширеною практично в усіх регіонах нашої держави. За вегетаційним періодом від початку сівби до технологічної стиглості) дозрівання існуючі сорти поділяють на: ранні сорти 110...140, середні – 140...160 та пізні – понад 160 днів. Однак, ранні сорти менш врожайні, проте в них ніжніше листя. Також слід враховувати, що при перестоюванні на полі головки ранніх сортів репаються. Для пізніх сортів характерними є більші за розмірами та щільністю головки, а також вони є придатними для соління та тривалого зберігання [10, 21, 22].

Капусту білоголову, броколі, савойську, цвітну, червоноголову можна висаджувати безрозсадним і розсадним способами. З метою одержання ранньої товарної продукції (ранньостиглі сорти та гібриди) висаджують горщечковою розсадою, що попередньо була вирощеною у спорудах закритого ґрунту. Середньостиглі сорти капусти – на 50% площі висаджують безгорщечковою розсадою, паралельно інших 50% площі висаджують розсадою, яка була вирощена у відкритому ґрунті. Пізньостиглі сорти можна вирощувати як розсадним так і безрозсадним способами.

Розсаду ранніх сортів краще висаджувати на південно-західних або південних схилах, що краще і швидше прогріваються. Як правило глибину садіння встановлюють на 2...3 см нижче від горщечка або під перший листок. Практики рекомендують висаджувати розсаду в хмарну погоду або у другій половині дня з одночасним поливом (не менше 0,5 л води на рослину). Через 2..3 дні після висаджування розсади здійснюють перевірку якості приживання рослин. Також одночасно здійснюють розпушування міжрядь з одночасним виполюванням в рядках бур'янів. Впродовж вегетаційного періоду розпушування міжрядь здійснюють 3...4 рази.

Як правило розсаду пізньостиглих сортів капусти, а також її гібридів висаджують у другій половині дня або в хмарну погоду з поливом (0,5-1 л води на рослину). Впродовж вегетації міжряддя систематично розпушують підтримуючи площі у чистому від бур'янів стані, а перед змиканням рядків здійснюють підгортання рослин [10]

У випадку появи бур'янів через 9...15 днів після висаджування (та приживлення рослин), посіви необхідно обробити гербіцидами. Кожний раз після випадання дощу або поливу міжряддя рекомендується розпушувати. Оскільки капуста є досить вимогливою культурою до вологості ґрунту, відповідно оптимальні умови для її вегетації створюються за вологості 75...80%. Отже зважаючи на погодні умови площі капусти поливають від 2 до 5 разів із розрахунку 300...500 м³/га води при цьому паралельно проводять боротьбу з шкідниками та хворобами. Врожай пізньостиглих сортів капусти як правило збирають пізно восени в період технічної стиглості (коли її головки набудуть відповідної щільності), одночасно не допускаючи їх підмерзання [10, 21, 22].

Середньо- та пізньостиглі сорти висаджують безрозсадним способом. Глибина висівання насіння становить 2...3 см. Одразу після сівби здійснюють ущільнення ґрунту. Надзвичайно важливо щоб не допустити загибелі рослин при появі сходів вчасно виконати обробіток (пестицидами) проти капустяної блішки. У фазі 1-2 листків здійснюється перше прорідження рослин у рядках (на відстані 5-6 см), а друге в фазі 4-5 листків (на відстані 30-70 см). Видалені рослини використовують як розсаду. В разі появи бур'янів посіви обробляють гербіцидами у фазі 3-5 листків..

Збирають урожай за один захід, коли головки досягнуть маси 1 кг і більше й стануть щільними. Процес збирання врожаю для ранніх сортів капусти розпочинають відповідно коли головки досягнуть товарного розміру зазвичай 0,5...1 кг. Їх зрізують із 2...3 покривними листками, що повинні захищати головки від механічного пошкодження та забруднення.

1.2. Загальні відомості про об'єкт проектування та аналіз його посівних площ

Перша згадка про навчальний заклад сільськогосподарського профілю на Борщівщині датується 1898 роком. Тут був сільськогосподарський вишкіл графа Баворовського. У 20-30 рр. наступного століття він існує як школа, яка готує економістів-бухгалтерів для приватних шкіл.

З 1 листопада 1946 р. за постановою Ради народних комісарів УРСР у Борщеві створюється однорічна школа.

У 1988 році заклад, тодішній технікум механізації та електрифікації сільського господарства об'єднався із колгоспом „Дружба” на основі чого був заснований радгосп-техніку м. Борщеві

У 1994 році на базі радгоспу-технікуму був створений Борщівський агротехнічний коледж.

Всі роки починаючи із заснування технікуму механізації та електрифікації сільського господарства, при навчальному закладі працювало учбове господарство.

На даний час воно носить назву виробничо-практичного господарства Борщівського агротехнічного фахового коледжу. В склад господарства входить бригада, тваринницька ферма, рільничка бригада. Господарство розміщене в лісостеповій зоні. Клімат тут м'який з малосніжними зимами і достатньо теплим дощовим літом.

Річна кількість опадів в даній зоні дорівнює в середньому 620 мм. В господарстві переважають сірі опідзолені ґрунти. Шар гумусу залягає на глибині від 20 до 30 см. Територія, на якій розміщені поля господарства знаходиться в зоні лісостепу. Переважна більшість ґрунтів у господарстві є дернові підзолисті. Даний район характеризується достатньою кількістю вологи і тепла.

Територія Борщівського району має як правило помірно континентальний клімат достатньою кількістю опадів, із нежарким літом та м'якою зи-

мою. Він був сформований під впливом різного роду чинників. Найголовніший це географічна широта, від якої залежить висота сонця над горизонтом, а відповідно і величина сонячної радіації, яка надходить на поверхню ґрунту. Для території Борщівського району характерною є висота сонця над горизонтом в полудень відповідно: в червні $63...65^\circ$, а в дні рівнодення – $40...42^\circ$. Тривалість світлового дня знаходиться межах від 8 до 16,5 год.

Слід відзначити, що на зміну денної сонячної радіації від 532 кал/см^2 у червні до 130 кал/см^2 у грудні, впливають неоднакові показники значень висоти сонця над горизонтом та зміни хмарності упродовж року.

Борщівський район що розташований в Тернопільській області у глибині материка, а тому на його клімат формують континентальні повітряні маси. Зазвичай вони несуть суху погоду, однак взимку сюди досягають відроги сибірського антициклону, що як правило приносять холодну погоду. Влітку, переважний вплив має азорський максимум. На початку осені та навесні різке похолодання приносить континентальне арктичне повітря.

Середньорічна температура повітря в Борщівському районі знаходиться в межах від $6,9^\circ\text{C}$ у центральній його частині і аж до $7,4^\circ\text{C}$ на його півдні та півночі. Найхолодніший місяць – січень, найтепліший – липень. Улітку середні температури найнижчі у центральній і західній частинах району ($18,0^\circ... 18,5^\circ\text{C}$), а найвищі – в південній його частині ($18,8^\circ\text{C}$). Для січня характерним є те, що в центральній його частині температури повітря є дещо нижчі ($-5,4^\circ\text{C}$) від температур в інших його частинах ($-4,5 \dots -5^\circ\text{C}$). Це пояснюється особливостями рельєфу району. Вегетаційний період рослин в районі знаходиться в межах від 205 до 209 днів. Та починається з квітня і триває як правило до останньої декади жовтня.

Територія земельних угідь господарства характеризується достатньою річною кількістю опадів ($550...700 \text{ мм}$ на рік). Влітку досить частими є зливи, а іноді – грози. В другій половині грудня утворюється сніговий покрив і тримається, зазвичай до останньої декади лютого. Зазвичай його товщина незначна ($8...10 \text{ см}$). Для другої половини зими притаманними є ожеледиця та

завірюхи. Упродовж року переважають північно-східні вітри та північно-західні, а в літку північно-східні. Швидкість вітру в середньому становить від 4,5 до 6,0 м/сек. Сильні вітри (понад 11 м/сек) найчастіше дмуть узимку і навесні, а в літку рідко.

В користуванні коледжу на даний час знаходиться 759,3 га земельних угідь з яких 642,4 га ріллі. у Борщівському агротехнічному фаховому коледжі вирощують в зернові, технічні культури та цукровий буряк (рис. 1.1).

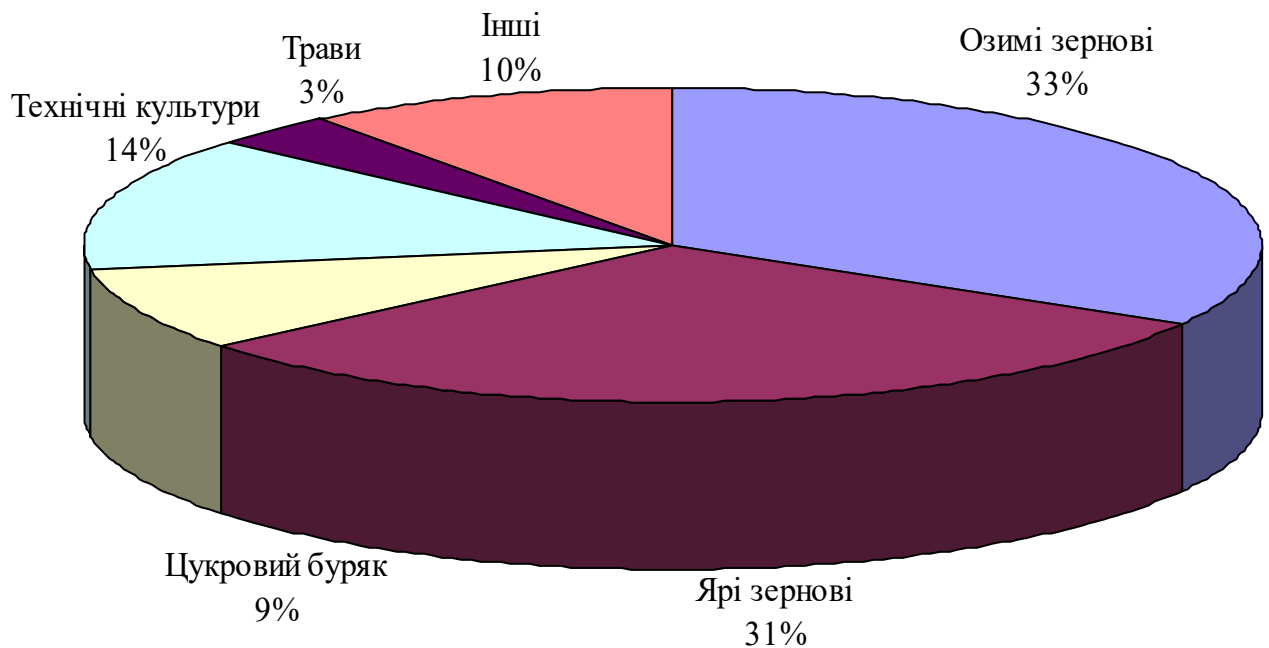


Рисунок 1.1 – Спеціалізація галузі рослинництва у Борщівському агротехнічному фаховому коледжі

Слід зазначити, що земельні угіддя є основним засобом виробництва сільськогосподарської продукції. Слід пам'ятати, що важливою особливістю землі є те, що при належному її використанні та догляді, вона не тільки не погіршує свої властивості, а може навіть навпаки їх покращити. Покращення використання землі – є підвищення у землі гумусу, зменшення відсотків ерозії і як наслідок підвищення врожайності всіх культур.

Наявні у користуванні господарства земельні площі формують обсяги виробництва продукції рослинництва. Як видно із рис. 1.1. найбільша част-

ка в структурі посівних площ господарства припадає на зернові культури. Здійснений нами аналіз частки усіх культур, що знаходяться в структурі посівних площ господарства (рис. 1.2), дало нам змогу встановити площі зайняті під ними (табл. 1.1).

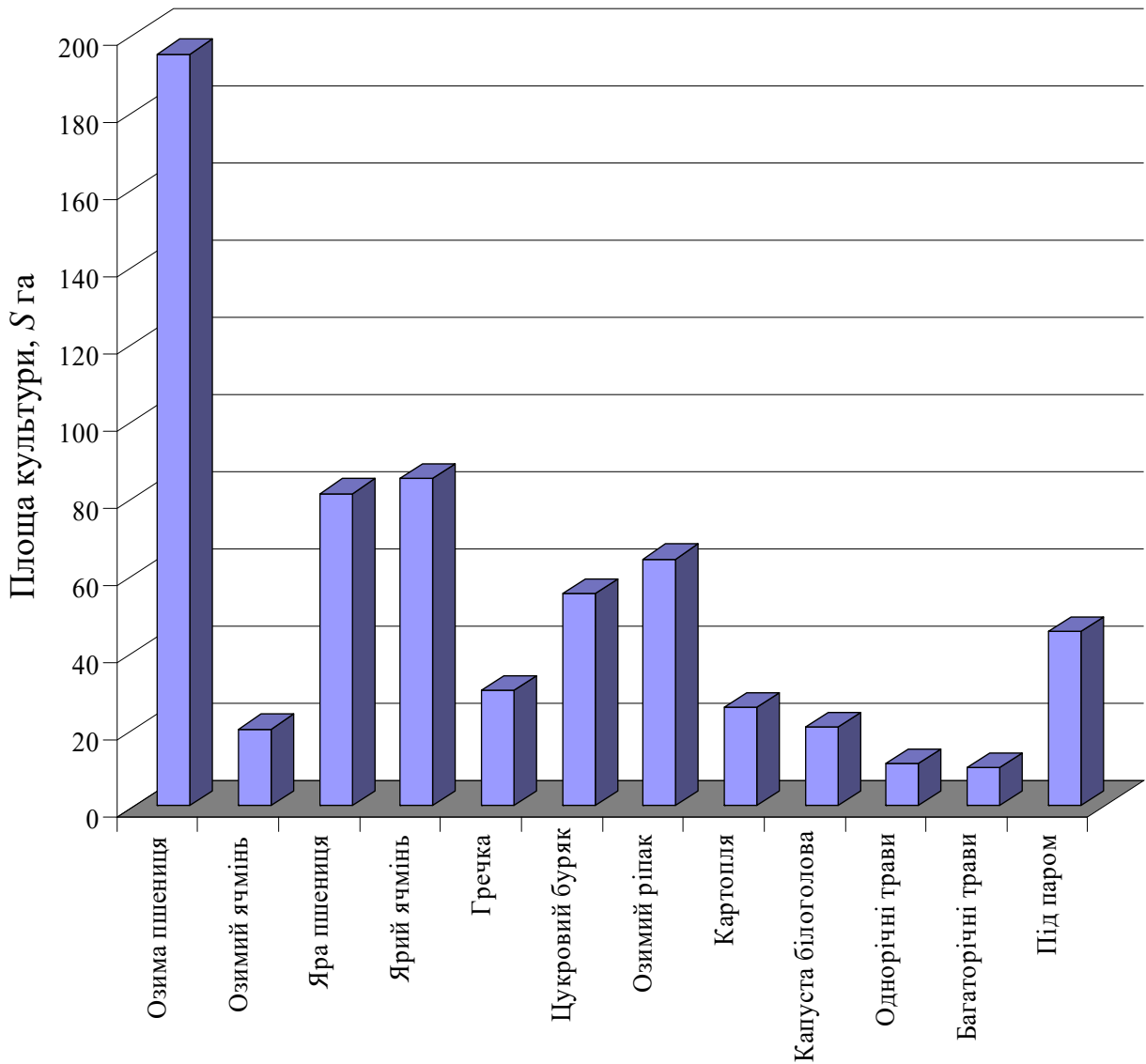


Рисунок 1.2 – Структура посівних площ Борщівського агротехнічного коледжу

Значна частина земельного фонду господарства припадає на ріллю, щодо землі що знаходиться під паром то вона становить – 8,61%. Це свідчить про те, що господарство використовує сівозміни та дотримується культури виробництва.

Таблиця 1.2 – Структура посівних площ у Борщівському агротехнічному фаховому коледжі (2022р)

Назва культури	Площа, га	% до ріллі
Всього землі	759,3	
В т. ч. ріллі	642,4	100,00
Озима пшениця	195	30,35
Озимий ячмінь	20	3,11
Яра пшениця	81	12,61
Ярий ячмінь	85	13,23
Гречка	30	4,67
Цукровий буряк	55	8,56
Озимий ріпак	64	9,96
Картопля	25,6	3,99
Капуста білокачанна	20,5	3,19
Однорічні трави	11	1,71
Багаторічні трави	10	1,56
Під паром	55,3	8,61

Як видно із табл. 1.2, у Борщівському агротехнічному фаховому коледжі спеціалізується на вирощуванні зернових та технічних культур, загальна площа ярих становить відповідно 64 та 14 %.

1.3. Аналіз машинно-тракторного парку коледжу

Для виконання механізованих робіт рільництва у Борщівському агротехнічному фаховому коледжі використовують машинно-тракторний парк, який складається із 10 вантажних автомобілів, 7 легкових (три з яких – навчальні) та 14 тракторів сільськогосподарського призначення (табл.1.3).

Таблиця 1.3 – Склад і структура тракторного парку у Борщівському агротехнічному фаховому коледжі (2022р)

Тип	Марка	Рік ви- пуску	Кількість, од
1	2	3	4
Вантажні	ГАЗ-53	1985	1
	САЗ-3502	1989	2
	САЗ-3502	1991	1
	ЗІЛ 431410	1990	1
	ЗІЛ 431410	1989	1
	ГАЗ-52	1981	1
	ГАЗ-52	1983	1
	Камаз-5320	1988	1
Легкові	Нива-2121	1989	1
	Нива-21213	1998	1
	Sevrolet-Aveo	2008	1
	ГАЗ-24	1983	1
Спеціальні	УАЗ-452	1986	1
	УАЗ-469	1987	1
	ЗАЗ-1102	1990	1
Трактори колісні	МТЗ-80	1987	1
Трактори колісні	МТЗ-82	1989	1
		1990	1
		1994	1
	ЮМЗ-6АЛ	1988	1
		1991	1
	Т-150К	1986	1
		1989	1
	Т-40А	1985	1
Т-16М	1988	1	
Гусеничні	Т-150	1984	2
		1986	1
		1990	1

Відсоток Вантажних та легкових автомобілів становить 56 % та 44 % відповідно (рис. 1.3).

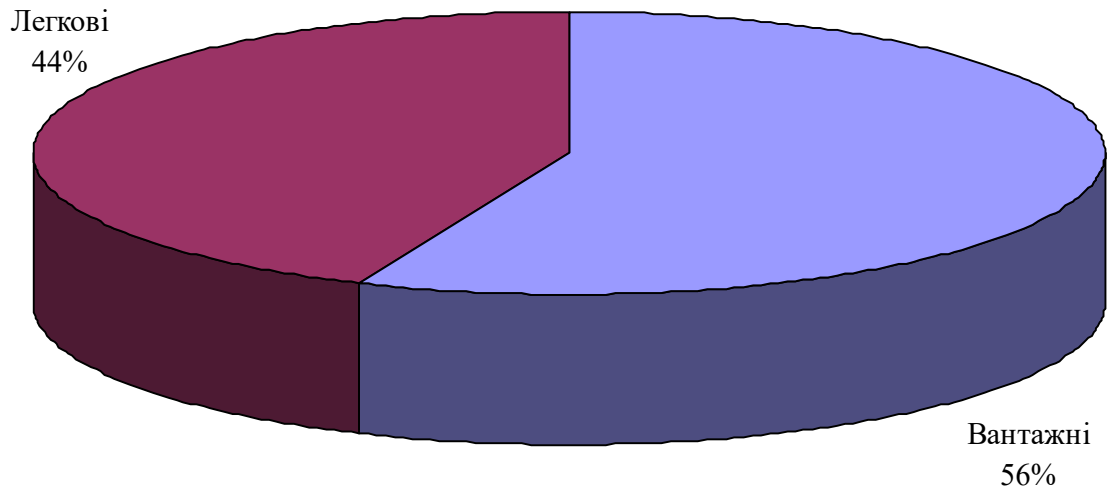


Рисунок 1.3 – Відсоток кількості вантажних та легкових автомобілів у Борщівському агротехнічному коледжі

Відсоток гусеничних та колісних тракторів сільськогосподарського призначення становить 29 % та 71 % відповідно (рис. 1.4).

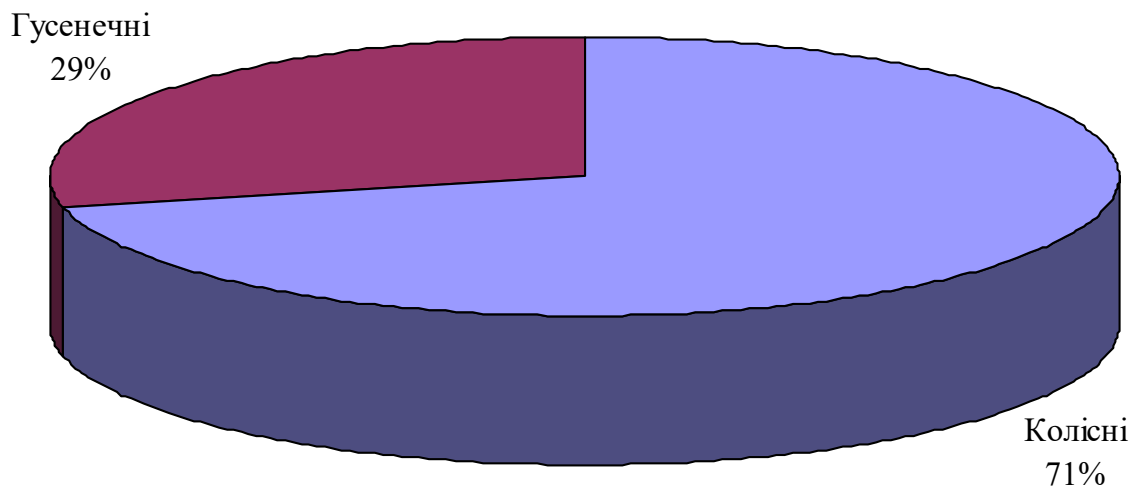


Рисунок 1.4 – Відсоток кількості гусеничних та колісних тракторів сільськогосподарського призначення у Борщівському агротехнічному коледжі

На жаль аналіз засвідчив, що у 75% тракторів є застарілими та відпрацювали свій моторесурс (табл. 1.2) (рис. 1.4). Це здійснює вплив на несвоєчасність виконання технологічних операцій через прояв та усунення технічних і технологічних несправностей, що відображається на якості виконаних механізованих процесів рільництва, а відтак і на врожайності та вартості культур.

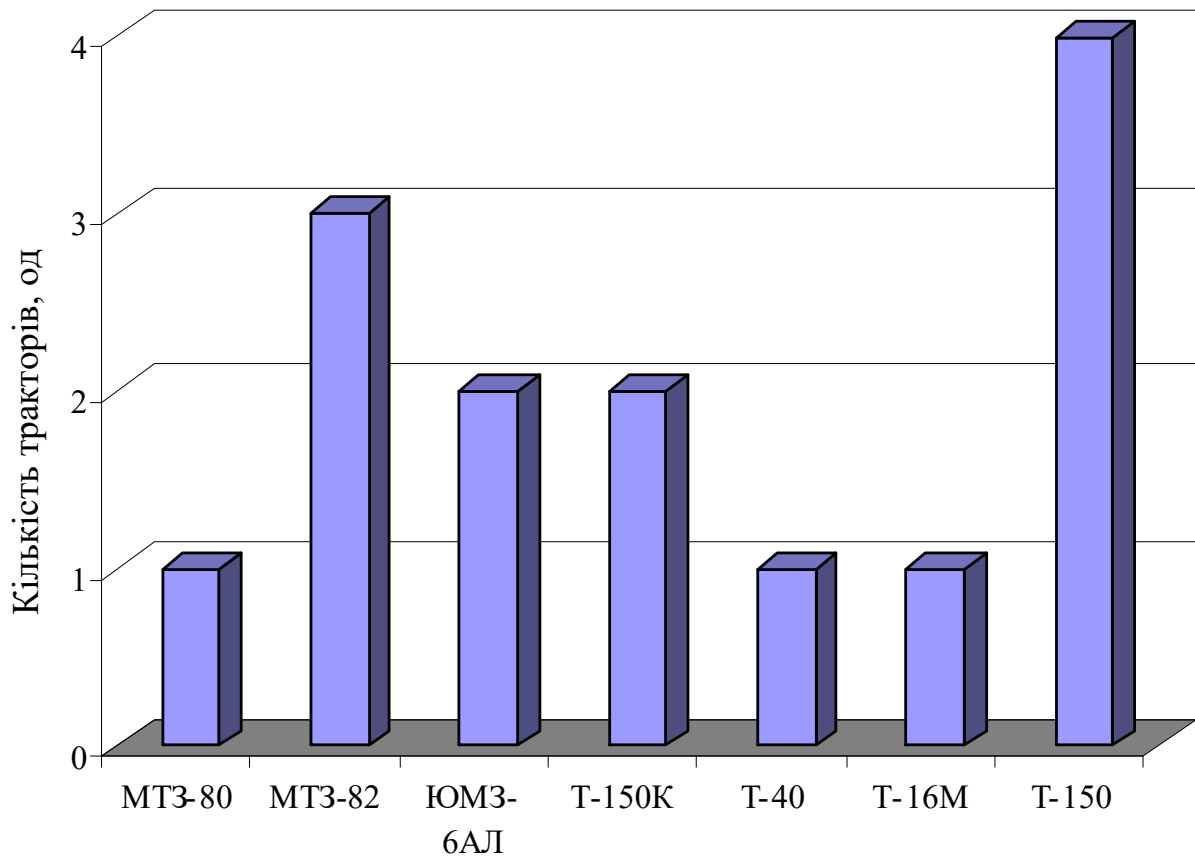


Рис. 1.5 Наявність тракторів у Борщівському агротехнічному коледжі

Для підтримання їх у роботоздатньому стані виконуються періодичні технічні обслуговування і ремонти. Для виконання процесу механізованого вирощування культур тракторний парк підприємства має достатній шлейф сільськогосподарських машин і знарядь (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Склад парку сільськогосподарських машин Борщівського агротехнічного коледжу

№	Назва сільськогосподарської машини	Кількість
1	2	3
Зернозбиральні комбайни		
1	СК-5	2
Кукурудзозбиральні комбайни		
2	КСС-2,6	1

Продовження табл. 1.3

1	2	3
	Бурякозбиральні машини	
3	КС-6 Б	1
	Льонозбиральні комбайни	
4	ЛК-4А	1
	Жниварки	
5	ЖВН-6А	1
	Косарки тракторні	
6	КС-2,1	5
	Граблі тракторні	
7	ГПП-6	2
	Плуги	
8	ПЛН-3-35	2
9	ПЛН-5-35	3
	Культиватори	
10	КПС-4	12
	Дискові борони	
11	БДТ-7	1
	Котки кільчасто-шпорові	
12	ЗККШ-6	3
	Сівалки	
13	СЗ-3,6	8
	Зчіпки	
14	СП-11	1
	Прес-підбирач	
15	ППР-1,6	2
	Обприскувачі	
16	ОП-2000	1
	Зерноочисна машина	
17	ЗАВ-10	1

1.4. Обґрунтування теми проекту

В Борщівському агротехнічному фаховому коледжі Тернопільської області на даний час процес збирання капусти білоголової відбувається вручну, силами працівників та студентів. Незважаючи на це до 1996 року дане господарство було одним з лідерів серед підприємств, що займалися вирощування даної культури.

Тому беручи до уваги той факт, що в господарстві зберегли фахівців, я хотів би запропонувати відновити вирощування капусти білоголової в даному коледжі, оскільки кліматичні умови, якість та властивості ґрунту підходять для великих та якісних врожаїв. Крім цього неподалік проходить автомагістраль та залізничне сполучення, що позитивно позначається на збуті продукції.

Аналіз економічних показників господарств, що займаються вирощуванням та збиранням капусти білоголової показує, що затрати на її виробництво складають 25000 – 33000 грн./га. При цьому грошові надходження досягають 750 000 – 1 000 000 грн/га, що свідчить про високу рентабельність галузі. Такий рівень грошових надходжень і рентабельності забезпечують зацікавленість до культури.

2. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБСТАВИН ЗБИРАННЯ КАПУСТИ БЛОКАЧАННОЇ

2.1. Підготовка капустозбирального агрегату до роботи

Для приєднання пристосування до трактора виконують наступні дії [10, 11, 22]:

1. розташовують трактор на рівному майданчику;
2. колію трактора встановлюють на 1400 мм;
3. закріплюють внизу на задньому мосту трактора причіпний пристрій з балансирним брусом;
4. карданний вал пристосування з'єднують з ВВП трактора

При установці різального апарату:

1. приєднують і закріплюють кронштейни підвіски редукторів приводу різального апарату до приймальної частини транспортера болтами і монтуєть кожух приймального транспортера (кріплення циліндричних редукторів передбачає регулювання відстані між шнеками, між циліндричними поверхнями шнеків, а також висоти зрізу залежно від довжини качана, тобто установки шнеків відносно площини зрізу дискових ножів);

2. ставлять дві пружини одними кінцями до крайніх вушок рами різального апарату, іншими – до кронштейнів приймального транспортера;

3. встановлюють трос підйому різального апарату в транспортне положення і пропускають його через вушко важеля підйому на рамі приймального транспортера так, щоб кінці троса були рівно віддалені від вушка. Обидва кінці троса кріплять притискними пластинами і за вушка рами різального апарату при цьому в крайньому положенні приймального транспортера трос повинен провисати до 50 мм;

4. ставлять ланцюг приводу різального апарату і закривають кожухом;

При монтажі транспортера:

1. встановлюють елеватор на стійку основної рами і сполучають кінець валу елеватора з карданним валом редуктора;
2. встановлюють елеватор в робоче положення і фіксують стійкою і фіксатором;
3. кріплять редуктор, ставлять ланцюг муфти і обгороджування;

Перевірка та регулювання механізмів капустозбиральної машини:

1. перевіряють натягнення усіх ланцюгових контурів приводу;
2. бральні шнеки, встановлюють під кутом 15° до поверхні поля;
3. встановлюють висоту зрізу качанів;
4. перевіряють усі з'єднання в гідравлічній системі
5. перевіряють тиск в шинах коліс машини: в ходових колесах воно повинне складати $1,4 \text{ кгс/см}^2$; у тому, що копіює – $0,8 \text{ кгс/см}^2$;
6. обкатують комбайн на малих обертах двигуна впродовж 15 хв. (частота обертання ВВП трактора має бути 560 хв^{-1}) [10, 11] .

2.2. Технологічні особливості процесу збирання капусти

Енергозберігаюча технологія виробництва капусти у великих об'ємах передбачає максимальну механізацію збиральних робіт на базі сільськогосподарської техніки, що випускається вітчизняною промисловістю, а також що купується за кордоном. Дотримання всіх параметрів технології вирощування і збирання забезпечує здобуття врожайності товарних качанів 50-60 т/га при затратах праці 6,2 люд.-год/т або 340 люд.-год/га. Проте останніми роками механізоване збирання овочів в більшості господарств практично припинене у зв'язку з тим, що в результаті реформи в сільському господарстві виникли різні форми власності, відповідно, виробляються і різні об'єми капусти. Втім, альтернативи в майбутньому немає, необхідно повернутися до накопиченого досвіду механізованих технологій збирання [10, 11, 21, 22].

Збирати врожай починають при досягненні качанами технічної стиглості і закінчують до настання стійких заморозків. Капусту ранньостиглих сортів збирають вибірково, у міру дозрівання качанів, в середині червня – початку липня, не допускаючи їх розтріскування та втрати товарних якостей. Качан готовий до збирання, коли стає щільним на дотик, а зовнішнє листя починає яснішати, набуваючи характерного блиску. Вибіркове збирання врожаю капусти ранньостиглою у міру досягнення качанами технічної стиглості економічно доцільніша, ніж одноразова.

Капусту білокачанну середньостиглих сортів збирають в Україні в серпні для квашення, коли качан стане щільним і маса його досягне 2-3 кг і більш. Качани збирають з 2-3 покривним листям, що захищає їх від пошкоджень і забруднення.

Термін збирання капусти білокачанної пізньостиглих сортів в Україні – жовтень. У Лісостепі оптимальним він є в другій декаді жовтня. Пізньостиглі сорти при неможливості швидкого збирання і реалізації качанів можуть більш менш тривалий період зберігатися на корені. Проте для закладки на тривале зберігання їх збирають до початку заморозків вручну за допомогою засобів часткової механізації.

В капусти пізньостиглою, як і в ранньостиглої, при дозріванні качана поверхня листя стає блискучою. Це достатньо точна прикмета — вважають дослідні овочівники.

Капусту ранньостиглих і середньоранніх сортів прибирають 3-4 рази у міру дозрівання качанів (при масі качана 500-700 г). Інтервал між збиранням – 7-8 діб. Пізніше збирають качани масою до 1 кг і більш, не допускаючи їх розтріскування. Дослідження показують, що чим ретельніше було проведено калібрування насіння і розсади, чим краще вирівняна ділянка, тим менше вибіркового зборів доводиться проводити. Оскільки капусту ранньостиглу збирають вибірково, то необхідність в регулярних поливах зберігається до кінця останнього збору [10, 11, 21, 22].

При збиранні ранньостиглої і напівранньостиглої капусти зрізують качани з декількома покривними листками, щоб вони не травмувалися. Для тривалого зберігання рослини викопують з ґрунту з корінням. Після видалення верхнього листа качани укладають в льох або парник.

Після збирання качанів з ділянки на якій була ранньостигла капуста, можна отримати другий врожай. На залишених після зрізу качанах через декілька діб відростають паростки. З них залишають 2-3 найбільші і розвиненіші, а останні видаляють. Середньостиглі, середньопізdnі і пізньостиглі сорти капусти збирають одноразово після досягнення технічної стиглості більш ніж в 80% рослин і маси качана 3-4 кг і більш.

В нових закордонних пізньостиглих гібридів маса качанів може бути 2-3 кг. Збирають капусту білокачанну пізньостиглу в суху погоду, коли температура повітря вдень знижується до 4...7°C, а вночі тримається біля 0°C. Повітряні прошарки між листям качана додають капусті стійкість до короткострокової дії низьких температур. Качани пізньостиглих сортів витримують на корені заморозки до -5...-6°C. Проте зрубані качани менш стійкі до низьких температур, оскільки по голій тканині качана промерзання йде швидше.

Поточне збирання капусти середньо- і пізньостиглих сортів передбачає використання засобів часткової і повної механізації для зрізування та навантаження качанів, використання для перевезення качанів великовантажних транспортних засобів типу 2ПТС-4М і стаціонарних пунктів для післязбирального обробітку, навантаження в тару і відвантаження готової продукції. Дану продукцію використовують як для реалізації, так і для зберігання [10, 11, 21, 22].

Із засобів часткової механізації на збиранні капусти ранньостиглої використовують широкозахватний транспортер ТШП-25, платформи ПОУ-2 і ПНСШ-12, навісні транспортери ТН-12, ТПО-50 для вантаження качанів в транспортні засоби, платформу на самохідному шасі Т-16 М і дворядний

укладальник УКВ-6. За відсутності повної механізації ці засоби можуть працювати і на садінні середньостиглих, середнепоздніх і пізньостиглих сортів.

У 80-90-х роках ХХ століття збирання капусти білокачанної середньо-пізніх і пізньостиглих сортів в спеціалізованих овочівних господарствах проводилося механізованим способом за допомогою причіпних капустозбиральних комбайнів. В даний час окремі фермери і зарубіжні компанії при великому обсязі виробництва капусти повертаються до механізованого збирають качанів.

Для одноразового збирають капусти середньопізніх і пізньостиглих сортів використовують однорядні комбайни МСК-1, Е-800, дворядні, - МКП-2, УКМ-2, МКУ-2 і інші комбайни зарубіжних фірм. Застосовують також однорядну машину на самохідному шасі конструкції Інституту механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України [11, 21, 23].

При збиранні машинами покращуються умови праці працівників та утилізуються побічні продукти. Механізоване збирання капусти проводять за двома основними технологічними схемами:

- ✓ зрізують качани, доочищають їх в полі, вантажать в транспортний засіб і перевозять до місця реалізації або зберігання;
- ✓ зрізують качани разом із зеленим листям, вантажать в транспортний засіб, перевозять до місця післяжнивної обробки і сортують на лінії УДК-30 і ін.

Продуктивність праці при застосуванні платформ і транспортерів збільшується в 2-2,5 рази. Найменші витрати праці досягаються при використанні широкозахватних транспортерів з бічним вивантаженням. За відсутності їх, окрім платформ ПОУ-2 і ПНСШ-12, використовують контейнеровоз ПТ-3,5, самохідне шасі Т-16М і інші транспортні засоби, що полегшують вивіз продукції з ділянки.

Для роботи машин поле має бути прямокутної форми з ухилом не більш 5°, а ряди капусти — прямолінійними. Важливо також, щоб гребені рядів до моменту збирання були вирівняні по висоті. Комплексом машин у

складі двох УКМ-2, восьми транспортних агрегатів 2ПТС-4+МТЗ-80 і лінії УДК-30 можна збирати капусту з площі 60-70 га і обробляти 3,5-4 тис. т продукції за сезон [10, 11, 21, 22].

2.3. Агротехнічні вимоги до технологічного процесу комбайнового процесу збирання капусти білокачанної

1. Характеристика поля в період збирання [10, 11, 22]:

- для якісної роботи машин поле повинно бути бажано прямокутної форми з ухилом не більш 5° ;
- поле повинно бути обчищеними від каміння;
- кількість бур'янів на ділянці не повинна перевищувати 30 штук на 1 м^2 ;
- ряди капусти повинні бути прямолінійними відхилення основних міжрядь не повинно перевищувати $\pm 3 \text{ см}$ і стикових $\pm 5 \text{ см}$;
- до моменту збирання гребені рядів повинні бути вирівняні за висотою (допустиме відхилення – не більше $\pm 3 \text{ см}$);
- рослини рівними, з рівномірним кроком уздовж рядків, центри качанів лежали в зоні $\pm 10 \text{ см}$ від основної лінії рядка, а прямостоячих качанів було не менше 90%.

2. Характеристика капусти в період збирання:

- технічна стиглість більш ніж в 80% рослин і маса качана 3-4 кг і більш;
- врожайності товарних качанів 50-60 т/га;
- маса качана не менше 2-3 кг;
- допускаються втрати стандартних качанів не більше 1%;
- кількість забруднених та з механічними пошкодженнями качанів в сукупності не повинно перевищувати 5% по масі;
- допускається не більше 4% механічних пошкоджень

3. Терміни збирання:

- білокачанну середньостиглих сортів – серпень;
- білокачанну пізньостиглих сортів – жовтень.

4. Агрометеорологічні умови:

- суха погода (опади за попередню добу повинні не перевищувати більше ніж 1,4 мм);
- температура повітря вдень до 4...7°C;
- температура повітря вночі близько 0°C.

2.4. Проектування операційної карти технології комбайнового збирання капусти

2.4.1. Характеристика виробничих умов

Для розрахунку виробничого процесу збирання капусти білоголової та складання операційної карти вихідні дані наступні:

Площа поля $F = 20,5$ га, розміри поля-довжина $L = 700$ м, ширина $B = 292$ м, ухил місцевості становить $i = 2\%$. Відстань транспортування капусти $L_{mp} = 3,5$ км.

Збирання капусти білоголової проводять поздовж довшої сторони. Під час виконання першого проходу капустозбиральну машину ведуть по віхах. Завершальне регулювання здійснюють на поворотній смузі. Спосіб руху – кільцевий. Під час збирання капусти білоголової періодично перевіряють якість виконання технологічного процесу .

2.4.2. Підготовка поля до збирання

Перед збиранням підготовка поля включає в себе першочергове усунення перешкод, що можуть ускладнювати роботу капустозбиральної маши-

ни, намічають під'їзди до поля. За потреби здійснюється вирівнювання дороги, які з'єднують поля з транспортними магістралями [1, 4, 17].

Ділянка має бути рівною, з довжиною гону не менше 300 м і поворотною смугою не менше 12 м. Рядки на ділянці мають бути прямолінійними, відхилення основних міжрядь не перевищувати ± 3 см і стикових ± 5 см. Напрямок руху машини на ділянці повинен збігатися з напрямком оранки і поперек напрямку сівби [11].

На полях неправильної конфігурації довгі сторони загонів варто зорієнтувати так, щоб вони співпадали з напрямком схилів. На площах поля, в яких протилежні сторони є непаралельними розмітку здійснюють так, щоб подовжні сторони загонів були максимально паралельні, а ділянка, що залишилася і є як правило неправильної конфігурації, повинна знаходитись на краю. З метою зменшення холостих холів на ділянках з меншою довжиною гону рекомендують використовувати човниковий або круговий способи збирання. Для оптимізації руху агрегату і раціональної організації праці виконується підготовка поля. Під час підготовки поля вирішують наступні завдання [1, 4, 10, 21]:

- вибір напрямку і способу руху;
- вибір виду повороту агрегату;
- розрахунок ширини поворотної смуги;
- визначення ширини загороди і їх кількості;

Розглянемо підготовку на прикладі поля, що має неправильну форму із приблизними розмірами: 700×292 м. Рух агрегатів буде направлений удовж більшої сторони поля, оскільки основна обробка проводилася уздовж меншої сторони з протиерозійною метою.

Всі розрахунки проводитимемо для капустозбиральної машини. Знаходимо ширину поворотної смуги за формулою

$$E_{\min} = 1,1 \cdot R_o + \varepsilon + d_k, \quad (2.1)$$

де R_o – радіус повороту, м; d_k – кінематична ширина агрегату, м; ε –

довжина виїзду агрегату, м.

Радіус повороту для агрегату визначаємо за формулою

$$R_o = r_o \cdot k_r, \quad (2.2)$$

де r_o - радіус повороту при швидкості руху 5 км/ч; k_r - коефіцієнт

зміни радіусу повороту залежно від швидкості руху агрегату на повороті.

$r_o = 3,5$ м - радіус повороту трактора Т-16М.

Кінематична ширина агрегату визначається за формулою

$$d_k = 0,5 \cdot b_o \cdot n_o + 0,5. \quad (2.3)$$

Отже, підставивши отримані значення у формулу (2.3) ми знайдемо

$$d_k = 0,5 \cdot 2,29 \cdot 1 + 0,5 = 1,65 \text{ м.}$$

$$\varepsilon = l_k, \quad (2.4)$$

де $l_k = 4,46$ м - кінематична довжина агрегату, м.

Підставивши отримані значення у формулу (2.1) знайдемо

$$E_{\min} = 1,1 \cdot 3,5 + 4,46 + 1,65 = 9,96 \text{ м.}$$

Визначаємо оптимальну ширину заїмки:

$$C_{opt} = \sqrt{\alpha \cdot B_p \cdot L_p}, \quad (2.5)$$

де L_p - робоча довжина гону, м; α - коефіцієнт, який залежить від швидкості руху, $\alpha = 2$ [1, 3, 4, 17].

Робоча довжина гону визначається за формулою

$$L_p = L_n - 2E_{\min}, \quad (2.6)$$

де L_n - довжина сторони поля, уздовж якої рухається агрегат, м.

Підставивши отримані значення у формулу (2.6) знайдемо

$$L_p = 700 - 2 \cdot 9,96 = 680,08 \text{ м.}$$

Підставивши отримані значення у формулу (2.5) знайдемо

$$C_{opt} = \sqrt{2 \cdot 0,6 \cdot 680,08} = 28,57 \text{ м.}$$

Знаходимо кількість заїмок за формулою

$$n_s = B_n / C_{opt}, \quad (2.7)$$

де B_n - довжина сторони поля, перпендикулярна руху агрегату, м.

Підставивши отримані значення у формулу (2.7) знайдемо

$$n_3 = 292 / 28,57 = 10,22 \text{ од.}$$

Звідси приймаємо $n_{30} = 11$ од, тоді фактична ширина загінки становитиме

$$C_\phi = \frac{B_n}{n_{30}}. \quad (2.8)$$

Підставивши отримані значення у формулу (2.8) знайдемо

$$C_\phi = \frac{292}{11} = 26,55 \text{ м.}$$

Правильність вибору раціонального способу руху машини оцінюється коефіцієнтом робочих ходів:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (2.9)$$

де L_x – середня довжина холостого повороту комбайна в загінці, м.

Середня довжина холостого повороту капустозбиральної машини в загінці визначається за формулою

$$L_x = 1,7 \cdot R_o + C_\phi / 2 + 2 \cdot \varepsilon. \quad (2.10)$$

Підставивши отримані значення у формулу (2.10) знайдемо

$$L_x = 1,7 \cdot 3,5 + 26,55 / 2 + 2 \cdot 4,66 = 28,55 \text{ м.}$$

Підставивши отримані значення у формулу (2.12) знайдемо

$$\varphi = \frac{680,08}{680,08 + 11} = 0,98.$$

Розмітку проводять обліковець з допоміжним працівником. При розмітці використовують двометрові фарбовані дерев'яні вішки, які встановлюють по довжині гону на відстані 300...400 м. один від одного, при цьому повинно бути добре видно одночасно не менше двох вішок. Першу вішку ставлять на відстані 5,8 м від краю поля [1, 3, 4, 17].

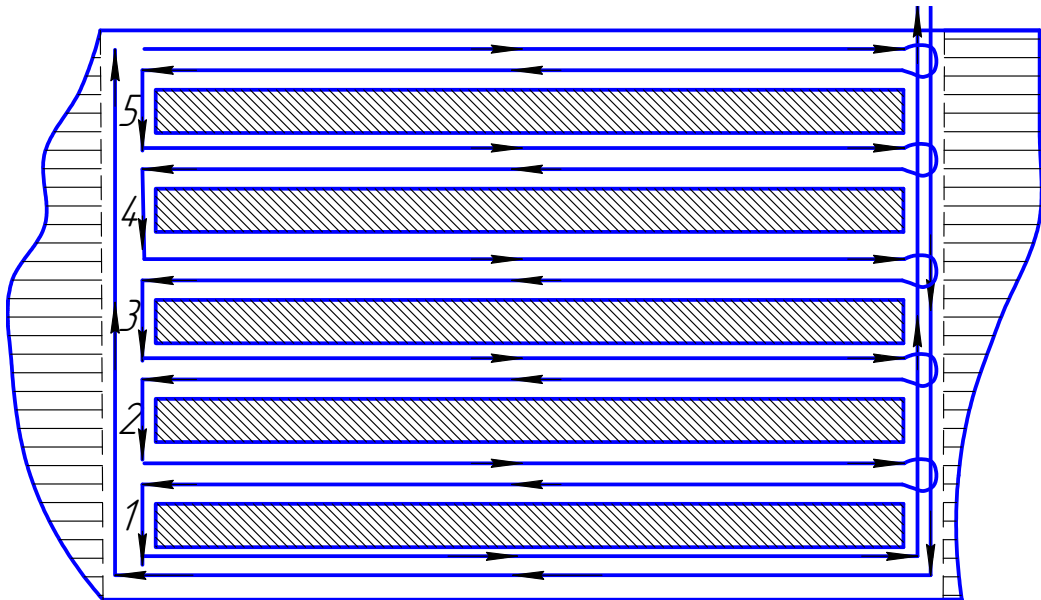


Рисунок 2.1 – Схема підготовки загінок

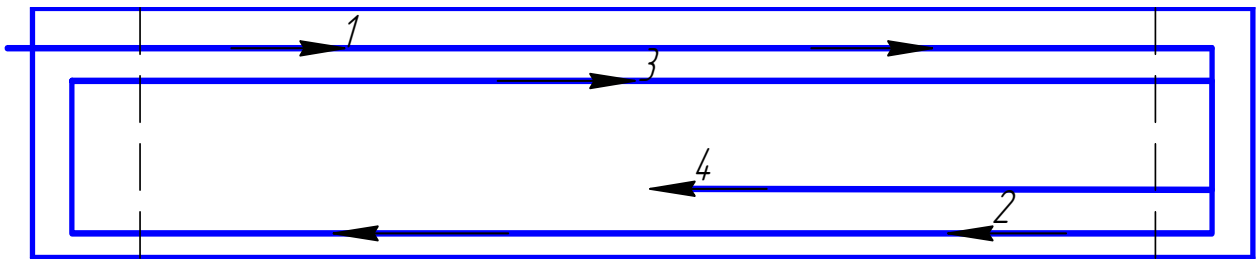


Рисунок 2.2 – Схема руху капустозбиральної машини в загінці

Розмір загінки має бути не менше повної добової продуктивності капустозбиральної машини. Послідовність руху комбайна в загінці показана на рис. 2.2. [1, 3, 4, 17].

2.4.3. Технологічний розрахунок збирально-транспортного комплексу

Продуктивність капустозбиральної машини при прямому комбайнуванні визначаємо за формулою

$$W_o = 0,36 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau \cdot T_{зм}, \quad (2.11)$$

де τ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau=0,7$;

$T_{зм} = 7$ год – тривалість зміни;

$V_p = 1,5$ км/год – робоча швидкість капустозбиральної машини.

Підставивши відповідні значення у формулу (2.11) отримаємо денний виробіток капустозбиральної машини на збиранні капусти:

$$W_o = 0,36 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 0,7 \cdot 7 = 1,59 \text{га/зм.}$$

Проводимо розрахунок необхідної кількості техніки для збирання капусти білоголової. Потрібну кількість комбайнів визначимо за формулою

$$n = \frac{P_n}{D \cdot W_o}, \quad (2.12)$$

де P_n – площа поля, га; D – планована кількість днів роботи збиральної машини; W_o – середній денний виробіток, га

Кількість капустозбиральних машин визначається для умов $P_n = 20,5$ га, $W_o = 1,59$ га/день.

З умов найменших втрат та із врахуванням обмежених матеріально-технічних можливостей господарства, плануємо термін збирання $D = 14$ днів.

Підставивши відповідні значення у формулу (2.12) отримаємо

$$n = \frac{20,5}{14 \cdot 1,59} = 0,92 \text{ од.}$$

Приймаємо 1 комбайн.

Проводимо розрахунок кількості транспортних засобів (ТЗ), для відвезення зібраного врожаю від капустозбиральної машини. Розрахунок необхідної кількості транспортних засобів для забезпечення безперервної роботи збиральної машини може бути здійснений прийнявши середні величини [3, 4, 17].

За наявності технологічної ємкості, кількість ТЗ визначається за формулою

$$n_m = \frac{t_{об} \cdot n_k}{t_o \cdot n_o}, \quad (2.13)$$

де $t_{об}$ – середній час поїздки ТЗ, хв; n_k – кількість збиральних машин, од; t_o – час заповнення кузова кузова капустозбиральної машини і її розван-

таження, хв; $n_{\bar{o}}$ – кількість технологічних ємкостей, що вміщаються в кузов ТЗ, од.

Середній час поїздки ТЗ визначається за формулою

$$t_{o\bar{o}} = t_{p\bar{e}} + t_{p\bar{o}} + t_3 + t_p + t_{3\bar{e}}. \quad (2.14)$$

де $t_{p\bar{e}}, t_{p\bar{o}}, t_3, t_p, t_{3\bar{e}}$ – відповідно час руху з вантажем та без нього, завантаження, розвантаження і зважування ТЗ, хв.

$$t_{p\bar{e}} = \frac{60 \cdot S}{V_{p\bar{e}}}. \quad (2.15)$$

$$t_{p\bar{o}} = \frac{60 \cdot S}{V_{p\bar{o}}}. \quad (2.16)$$

де S – відстань транспортування вантажу, км.; $V_{p\bar{e}}, V_{p\bar{o}}$ – швидкість руху ТЗ відповідно з вантажем і без нього, км/год.

Для вибору відстані транспортування приймаємо найбільш віддалене від складу поле – відстань складає 3,5 км.

Швидкість руху із завантаженим причепом $V_{p\bar{e}}=15$ км/год, без вантажу $V_{p\bar{o}}=20$ км/год [1, 3, 4, 17].

Підставивши отримані значення у формули (2.15-2.16) знайдемо

$$t_{p\bar{e}} = \frac{60 \cdot 3,5}{15} = 14 \text{ хв.}$$

$$t_{p\bar{o}} = \frac{60 \cdot 3,5}{20} = 10,5 \text{ хв.}$$

Час завантаження ТЗ на полі визначається за формулою

$$t_3 = t_e \cdot n_{\bar{o}} + t_{nep} \cdot (n_{\bar{o}} - 1), \quad (2.17)$$

де t_e – час вивантаження технологічної ємкості агрегату, хв; t_{nep} – час переїзду транспортного засобу, хв; $n_{\bar{o}}$ – кількість ємкостей до повного завантаження ТЗ, од.

Кількість ємкостей до повного завантаження транспортного засобу визначається за формулою

$$n_{\sigma} = \frac{G_{mp}}{V_{\sigma} \cdot \gamma_m}, \quad (2.18)$$

де γ_m – щільність матеріалу, кг/м³; G_{mp} – вантажопідйомність транспортного засобу, кг; V_{σ} – місткість технологічної ємкості, м³.

Вибираємо транспортний агрегат в складі МТЗ-82+2-ПТС4 і капустозбиральної машини: $\gamma_m = 450$ кг/м³; $G_{mp} = 4000$ кг; $V_{\sigma} = 7,53$ м³.

Підставивши отримані значення у формулу (2.12) знайдемо

$$n_{\sigma} = \frac{4000}{7,53 \cdot 450} = 1,18 \text{ од.}$$

Приймаємо $t_{nep} = 2$ хв [1, 3, 4, 17].

Тривалість вивантаження визначається за формулою

$$t_{\sigma} = \frac{V_{\sigma} \cdot \gamma_m \cdot \lambda}{60 \cdot W_{uu}}, \quad (2.19)$$

де V_{σ} – об'єм бункера комбайна, м³; λ – коефіцієнт заповнення бункера, $\lambda = 0,95$; W_{uu} – продуктивність вивантаження, кг/с ($W_{uu} = 85$ кг/с).

Підставивши відповідні значення у формулу (2.19) отримаємо

$$t_{\sigma} = \frac{1,9 \cdot 450 \cdot 0,79}{60 \cdot 85} = 0,13 \text{ хв.}$$

Підставивши отримані значення у формулу (2.17) знайдемо

$$t_3 = 0,13 \cdot 1,18 + 2 \cdot (1,18 - 1) = 0,51 \text{ хв.}$$

Приймаємо $t_p = 2,5$ хв, $t_{3\sigma} = 1,36$ хв [1, 3, 4, 17].

Час заповнення і вивантаження технологічної ємкості визначається за формулою

$$t_{\sigma} = t_m + t_{\sigma}, \quad (2.20)$$

де t_m – час заповнення технологічної ємкості, хв; t_{σ} – час вивантаження технологічної ємкості, хв.

$$t_m = \frac{V_{\sigma} \cdot \gamma_m \cdot \lambda}{60 \cdot U_m \cdot B_p \cdot V_p}, \quad (2.21)$$

де U_m – врожайність культури, кг/м²; B_p – робоча ширина захвату комбайна, м; V_p – робоча швидкість комбайна, м/с.

Підставивши отримані значення у формулу (2.21) знайдемо

$$t_m = \frac{7,53 \cdot 450 \cdot 0,79}{60 \cdot 7 \cdot 0,6 \cdot 1,5} = 7,08 \text{ хв.}$$

Підставивши отримані значення у формулу (2.20) знайдемо

$$t_{\sigma} = 7,08 + 0,13 = 7,21 \text{ хв.}$$

Підставивши отримані значення у формулу (2.14) знайдемо

$$t_{\sigma\sigma} = 14 + 10,5 + 0,51 + 2,5 + 1,36 = 28,87 \text{ хв.}$$

Підставивши отримані значення у формулу (2.13) знайдемо

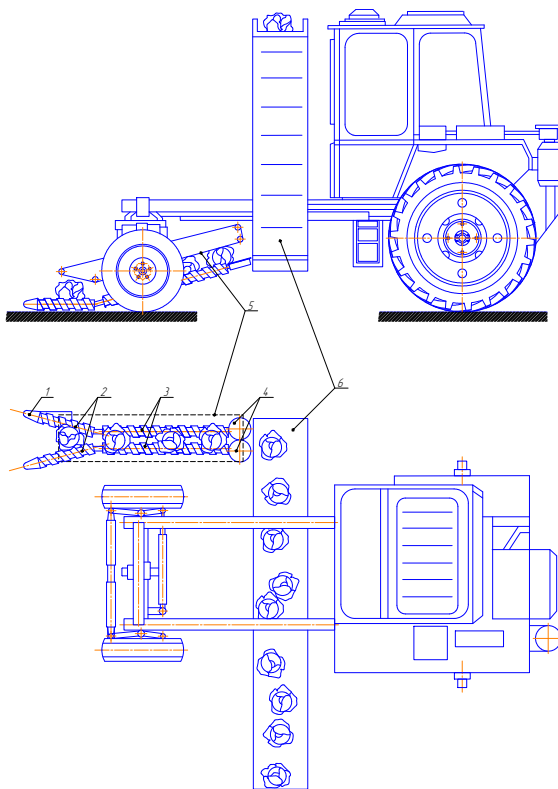
$$n_m = \frac{28,87 \cdot 1}{7,21 \cdot 1,18} = 3,39 \text{ од.}$$

На підставі проведених розрахунків можна зробити висновок, що для зменшення ймовірності виникнення простоїв спричинених недостатньо кількістю ТЗ слід мати в наявності 4 транспортні агрегати.

3. УДОСКОНАЛЕННЯ КАПУСТОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

3.1. Будова, принцип роботи та обґрунтування необхідності удосконалення конструкції

Однорядна капустозбиральна машина (розроблена в Інституті механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН України за участю Харківського заводу тракторних самохідних шасі) складається із шнекового робочого органа брального типу (2); двох опорних копіювальних лиж (1); приймальних шнеків (3), установлених під кутом один до одного; бральних



шнеків, розміщених паралельно один до одного із зазором 70 мм; двох дискових ножів (4); еластичного притискного (5) та завантажувального (6) транспортера (рис 3.1) [9, 20, 23].

За робочим органом під балками тракторного самохідного шасі знаходиться поперечний приймальний прутковий транспортер, а в кінці його – вивантажувальний транспортер. Ріжучий апарат урівноважений двома пружинами. Піднімання ріжучого апарата, вивантажувального

Рисунок 3.1 – Однорядна капустозбиральна машина конструкції ННЦ „ІМЕСГ”

транспортера і всієї машини в транспортне положення і опускання в робоче здійснюється за допомогою гідросистеми шасі. Привід різального апарату і транспортерів здійснюється від ВВП шасі через запобіжну муфту [23].

Під час руху шасі опорні лижі машини рухаються у міжряддях, копіюючи рельєф поля. Приймальні шнеки вирівнюють полегли та похилі качани

і заходять під розетку капусти. Бральні шнеки, установлені під кутом 15° до поверхні поля, витягають капусту із ґрунту, піднімають її і подають до дискових ножів. Для ефективного затягування качанів при зрізуванні гострі краї дискових ножів мають сегментні вирізи. Зверху качани притримуються еластичним притискним транспортером. Зрізані головки вільно надходять на приймальний прутковий транспортер і вивантажувальним транспортером подаються в транспортні засоби, що рухаються поряд. Висоту зрізу качанів змінюють перестановкою дискових ножів за висотою відносно шнеків. Завдяки тому, що бральні робочі органи піднімають капусту на значну висоту, бур'яни не потрапляють у різальний апарат, не забивають його, а качани не забруднюються ґрунтом. Технологічний процес збирання капусти проходить у полі зору машиніста [23].

Технологічний процес роботи розробленої УНДІМЕСГ капустозбиральної машини передбачає паралельне використання транспортного агрегату в складі МТЗ-82+2ПТС-4, що негативно впливає на щільність ґрунту та збільшення питомих експлуатаційних витрат коштів [23].

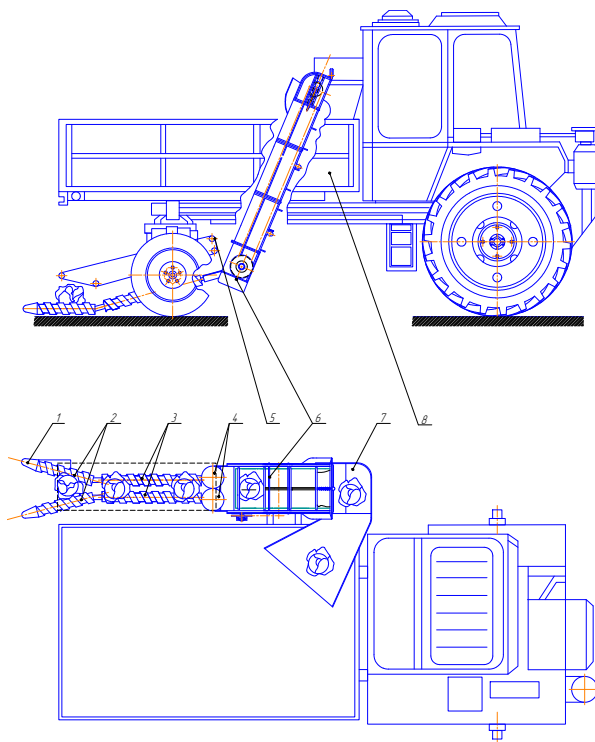


Рисунок 3.2. Удосконалена капустозбиральна машина

доліків попередньої конструкції.

шлення питомих експлуатаційних витрат коштів [23].

Нами запропоновано на базі існуючої капустозбиральної машини здійснити вдосконалення шляхом встановлення на неї передбаченого конструкцією кузова (8) разом із скатною дошкою (7) та зміни конструкції транспортера (6) (Рис. 3.2).

Впровадження даного удосконалення дасть змогу підвищити ефективність процесу збирання капусти за рахунок усунення не-

3.2. Вихідні дані та розрахунок транспортера

Продуктивність $Q=95\dots 120 \text{ т/з.}$

Довжина транспортера $L=1,7 \text{ м.}$

Висота підйому $H=1,47 \text{ м.}$

Транспортуючий вантаж: *капуста білокачанна (пізньостиглий сорт).*

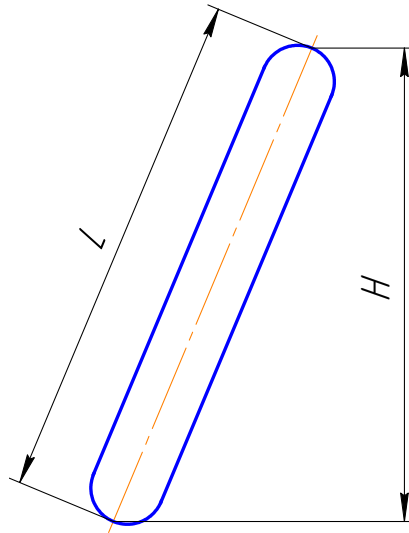


Рисунок 3.3 – Схема конструктивних параметрів скребкового транспортера.

Розрахунок основних параметрів [7, 14, 15, 16]

1. Ширина скребка

$$B = K \cdot h, \text{ м} \quad (3.1)$$

де h - висота матеріалу в жолобі, м

K – коефіцієнт залежний від відношення B/h

Приймаємо $K = 3,5$ м

$$B = 1,65 \cdot 0,2 = 0,33, \text{ м}$$

Приймаємо

2. Крок скребоків

$$a = K_1 \cdot h, \quad (3.2)$$

де a – крок скребка, м

K_1 – коефіцієнт залежний від відношення a/h

Приймаємо $K_1 = 0,283$

$$a = 0,283 \cdot 1,8 = 0,509 \text{ м}$$

Приймаємо $a = 0,51 \text{ м}$

3. Об'єм матеріалу перед скребком,

$$i = h \cdot B \cdot a \cdot V, \text{ м}^3 \quad (3.3)$$

де i – об'єм матеріалу перед скребком, м^3

V – коефіцієнт заповнення, $V = 0,45 \dots 0,5$.

$$i = 1,8 \cdot 0,33 \cdot 0,51 \cdot 0,8 = 0,15 \text{ м}^3$$

4. Вага одного метра вантажу:

$$q = \frac{j \cdot i}{d} \quad (3.4)$$

де q - вага одного метра вантажу, т/м

j – об'ємна вага вантажу, т/м^3

$$j = 0,45, \text{ т/м}^3$$

$$q = \frac{0,45 \cdot 0,15}{2,9} = 0,0233 \frac{\text{т}}{\text{м}} = 23,3 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$$

5. Висота скребка

$$h = \frac{1}{60} \cdot \sqrt{\frac{Q}{a \cdot j \cdot V \cdot c \cdot k}}, \text{ м} \quad (3.5)$$

де Q - продуктивність $Q = 95 \text{ т/з}$

V - швидкість руху.

Приймаємо $0,5 \text{ м/с}$.

c - поправочний коефіцієнт враховуючи кут нахилу транспортера

$$\sin \alpha = \frac{H}{L} = \frac{1,47}{1,7} = 0,86$$

$$\alpha = 26^\circ \quad C = 0,70$$

$$h = \frac{1}{60} \cdot \sqrt{\frac{95}{0,51 \cdot 0,45 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 3,5}} = 0,347 \text{ м}$$

Приймаємо висоту скребка $h = 0,35$ м

Розрахунок потужності електродвигуна [7, 14, 15, 16].

6. Вага матеріалу перед скребком

$$G = q \cdot a \quad (3.6)$$

$$G = 23,3 \cdot 0,51 = 11,88 \text{ Н}$$

7. Мінімальне натягнення

$$S_{min} = G \left(\frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{t \cdot \tan \theta} \right) \cdot h \quad (3.7)$$

де $S_{min} = 2^0$ кут повороту скребка

t – крок ланцюга

α – кут нахилу транспортера

μ – коефіцієнт тертя матеріалів по жолобі

$\mu = 0,5 - 0,7$, $t = 10$ мм

$$S_{min} = G \left(\frac{\sin 26^0 + 0,6 \cos 26^0}{0,04 \cdot \tan 2^0} \right) \cdot 0,0410 = 29,5 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

8. Натяг в точці 3;

$$S_3 = (1,2 \dots 1,3) S_{min} \quad (3.8)$$

$$S_3 = 1,25 \cdot 9,5 \cdot 10^3 = 296,5 \text{ Н}$$

9. Натяг в точці 2;

$$S_2 = S_3 + (q + q_n + q_{рол} + q_{скр}) L \sin \alpha + \\ + (q + q_u + q_{рол} + q_{скр}) L \cos \alpha + q_m L \cos \alpha \quad (3.9)$$

де q – вага 1 метра ланцюга

Вагу 1м ходової частини транспортера приймаємо рівним $0,6 q$

$$q_u + q_p + q_p = 0,6q = 0,6 \cdot 15,4 = 9,24 \text{ кг/м}$$

$$S_2 = 33 + (15,4 + 9,24) \cdot 7,4 \sin 26^0 + \\ + (15,4 + 9,24) \cdot 7,4 L \cos 26^0 + 15,4 \cdot 0,6 \cdot 7,4 \cos 26^0 = 30,30 \text{ Н}$$

10. Натяг в точці 4;

$$S_4 = \frac{S_3}{\varepsilon_3} \quad (3.10)$$

де ε_3 – коефіцієнт опору руху зірочки $\varepsilon_3 = 1,05$

$$S_4 = \frac{315,5}{1,05} = 406,6 \text{ Н}$$

11. Натяг в точці 1;

$$S_1 = S_4 + (q_u + q_p + q_e) \cdot L \sin \alpha - (q_u + q_p + q_e) \cdot L \cdot \omega \cos \alpha \quad (3.11)$$

де ω – коефіцієнт опору ланцюга, $\omega = 0,25$

$$\begin{aligned} S_1 &= 291 + 15,4 \cdot 7,4 \sin 26^\circ - 15,4 \cdot 7,4 \cdot 0,25 \cos 26^\circ \\ &= 581,3 - 28,49 = 528,1 \text{ Н} \end{aligned}$$

12. Потужність на ведучому валі транспортера:

$$N = \frac{(S_2 - S_1) \cdot V}{102 \cdot \eta_3} \quad (3.12)$$

де η_3 – К.К.Д. зірочки $\eta_3 = 0,95$

$$N = \frac{(406 - 521,8) \cdot 0,5}{102 \cdot 0,95} = 1,8 \text{ кВт}$$

13. Необхідна потужність приводу на валу:

$$N = \frac{N}{\eta} \quad (3.13)$$

де η – К.К.Д. приводу

$$N = \frac{1,8}{0,85} = 2,11 \text{ кВт}$$

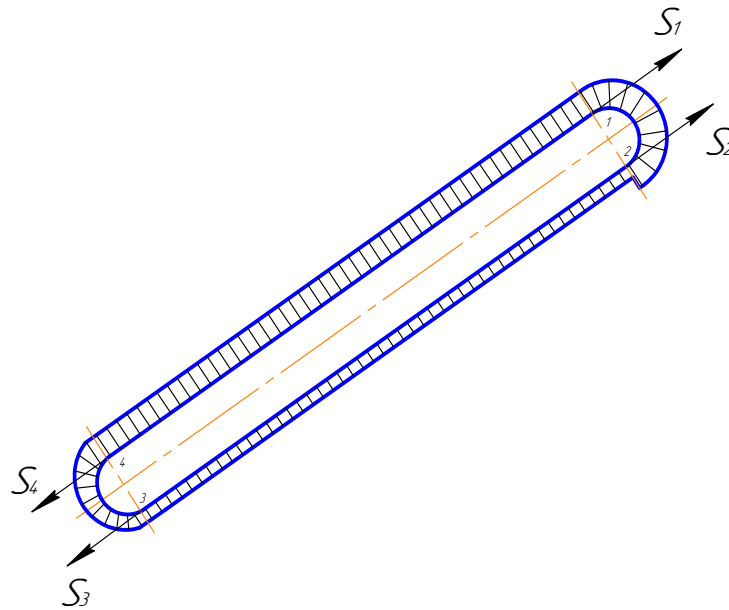


Рисунок 3.4 – Схема натягів ланцюга скребкового транспортера.

Визначаємо тягове зусилля ланцюга:

$$S_p = 1,15(S_2 + S_{дин}) \quad (3.14)$$

де $S_{дин}$ – динамічне зусилля в ланцюгу при роботі транспортера в встановленому режимі при умові, що початкове положення ланцюга більше критичного.

По наближеній формулі:

$$S_{дин} = \frac{6\pi^2(q \cdot C \cdot q_H)L_K V^2}{g \cdot z^2 \cdot t_y} \quad (3.15)$$

де C – коефіцієнт враховуючий зменшення привідного шасі рухомої частини конвеєра.

g – прискорення вільного падіння,

q_H – погонні навантаження транспортуючого вантажу і рухомого органу машини

$$q_H = 1,764 \text{ кг/м}, \quad q = 2,94 \text{ кг/м}$$

$$t_y = 40 \text{ мм} = 0,04 \text{ м}, \quad L_K = 1,4 \text{ м}, \quad V = 0,5 \text{ м/с}$$

Тоді:

$$S_{дин} = \frac{6 \cdot 3,14^2 (2,94 \cdot 2 \cdot 1,764) \cdot 7,4 \cdot 0,5^2}{9,8 \cdot 16^2 \cdot 0,04} = 70,3 \text{ кг}$$

$$S_{дин} = 703 \text{ Н}$$

Розрахунок зусилля буде рівно:

$$S_p = 1,15(S_2 + S_{дин}) = 1,15(406 + 70,3) = 542 \text{ кг}$$

$$S_p = 5420 \text{ Н}$$

Розривне зусилля ланцюга

$$S_{розр} = n \cdot S_p \quad (3.16)$$

де $n = 6 \dots 10$ запасу міцності ланцюга.

Приймаємо $n = 6$.

По розривному зусиллю вибираємо ланцюг: тягово – пластинчастий М40 (ГОСТ 588 – 74) з розривним зусиллям 4000 кгс, кроком 40 мм [14, 15].

3.3. Кінематичний розрахунок приводу транспортера

1. Визначаємо оберти ведучої зірочки транспортера, виходячи з формули визначення швидкості:

$$V = \frac{z \cdot t \cdot n}{60 \cdot 1000} \quad (3.17)$$

$$n = \frac{60 \cdot 1000 \cdot V}{t \cdot z} \quad (3.18)$$

де z – кількість зубів зірочки.

Приймаємо $z = 8$

$$n = \frac{60 \cdot 1000 \cdot 0,5}{8 \cdot 40} = 93,75 \text{ об/хв}$$

2. Визначаємо загальне передаточне число приводу:

$$U = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{тр}}} \quad (3.19)$$

де $n_{\text{дв}}$ – число обертів вала електродвигуна;

$n_{\text{тр}}$ – число обертів транспортера.

$$U = \frac{1430}{93,75} = 15,25$$

3. Проводимо розбивку передаточного числа: передаточне число редуктора.

$$U_k = 3,5$$

Тоді на ланцюговій передачі:

$$U_l = \frac{15,25}{3,5} = 4,4$$

4. По числі обертів валу електродвигуна і передаточному числі вибираємо редуктор: двохступічастий, циліндричний, передаточне число 35. Марка – ЦКМЗ ГОСТ 2185-66 [7, 14, 15, 16].

5. Розрахунок ланцюгової передачі [7, 14, 15, 16].

5.1. Приймаємо число зубів ведучої зірочки (з таблиці). $z_1 = 25$

5.2. Через передаточне число визначаємо число зубів ведучої зірочки.

$$z_2 = U \cdot z_1 = 4,4 \cdot 25 = 110$$

Число зубів веденої зірочки приймаємо рівним, $z_2 = 110$ $z_2 = 110$

5.3. Крок ланцюга

$$f = 28 \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_c}{m \cdot z \cdot [p]}} \quad (3.20)$$

де f – крок ланцюга.

T_2 - крутний момент на ведучій зірочці.

$[p]$ - допустимий тиск в ланці ланцюга (по таблиці).

m - число рядів ланцюга, $m = 2 \cdot m = 2$

K_{ϵ} - ефективний коефіцієнт роботи ланцюгової передачі

$$K_{\epsilon} = K_D \cdot K_e \cdot K_n \cdot K_p \cdot K_c \cdot K_u \quad (3.21)$$

де K_D – динамічний коефіцієнт.

K_e – коефіцієнт залежний від міжосьового розміщення.

K_n – коефіцієнт залежний від кутового нахилу до горизонту.

K_p – коефіцієнт залежний від способу регулювання ланцюга.

K_c – коефіцієнт залежний від способу мащення.

K_u – коефіцієнт залежний від кількості роботи.

$$K_{\epsilon} = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,5 \cdot 1 = 2,81$$

Крутний момент:

$$T_2 = 10^7 \frac{N_2}{n_2} \quad (3.22)$$

де n_2 – кількість обертів ведучій зірочці.

N_2 – Потужність на ведучій зірочці

$$N_2 = N_{\text{дв}} \cdot \eta_n \quad (3.23)$$

$N_{\text{дв}}$ – потужність електродвигуна.

η_n – К.К.Д. конічного редуктора. $\eta_n = 0,96$

$$n_2 = \frac{n_1}{U_k} \quad (3.24)$$

$$n_2 = \frac{1430}{3,6} = 408,6 \text{ об/хв}$$

$$N_2 = 2,11 \cdot 0,96 = 2,02 \text{ кВм}$$

$$T_2 = 10^7 \frac{2,02}{408,6} = 49,44 \cdot 10^3 \text{ Нм}$$

$$f = 28^3 \sqrt{\frac{49,44 \cdot 10^3 \cdot 2,81}{1 \cdot 25 \cdot 20}} = 13,32 \text{ хв}$$

Приймаємо ланцюг привідний роликового типу ПР (ГОСТ 10947-64 і 13568-68) з кроком 12,7 [7, 14, 15, 16].

Розривне зусилля ланцюга 1800 кН (табл. 12.1).

3.4. Розрахунок конструктивних розмірів зірочок

Дільний діаметр:

$$D_0 = \frac{t}{\sin \frac{180}{z}} \quad (3.25)$$

Діаметр виступів:

$$D_K = t \left(0,6 + \cot \frac{180}{z} \right) \quad (3.26)$$

де t – крок ланцюга.

z - кількість зубів зірочки.

Для ведучої зірочки ($z_1 = 25$)

$$D_{o_1} = \frac{12,7}{\sin 7,2} = 101,4 \text{ мм}$$

$$D_{a_1} = 12,7 \left(0,6 + \cot \frac{180}{25} \right) = 108,2 \text{ мм}$$

Для веденої зірочки ($z_2 = 110$) $z_2 = 110$

$$D_{0_2} = \frac{12,7}{\sin \frac{180}{110}} = 550,73 \text{ мм}$$

$$D_{a_2} = 12,7(0,6 + \cot \frac{180}{110}) = 557,5 \text{ мм}$$

Діаметр тягової зірочки ($t = 40 \text{ мм}$, $z = 16$) $t = 40 \text{ мм}$, $z = 16$

$$D_{0_T} = \frac{40}{\sin \frac{180}{16}} = 210,1 \text{ мм}$$

$$D_{a_T} = 40(0,6 + \cot \frac{180}{16}) = 224,4 \text{ мм}$$

Перевірочний розрахунок вала.

Q - сила діюча на вал осі діючої передачі

F - сила діюча на вал від транспортування ланцюга

$$F = 3458 \text{ Н}, Q = 226 \text{ Н}, Q_y = 320 \text{ Н}, j = 48$$

$$\sum x = 0, F + Q_x - x_a - x_s = 0 \quad (3.27)$$

$$\sum y = 0, Q_y - y_s + y_a = 0 \quad (3.28)$$

$$\sum M(a)_{z\phi} = 0, -F \cdot 180 + x_s \cdot 360 - Q_x \cdot 390 = 0$$

$$x_s = 2080 \text{ Н}$$

$$x_a = 3458 + 228 - 2080 = 1666 \text{ Н}$$

$$\sum M(a)_{верт} = 0, -y_s \cdot 360 + Q_y \cdot 390 = 0$$

$$y_s = 396 \text{ Н}, y_a = 70 \text{ Н}$$

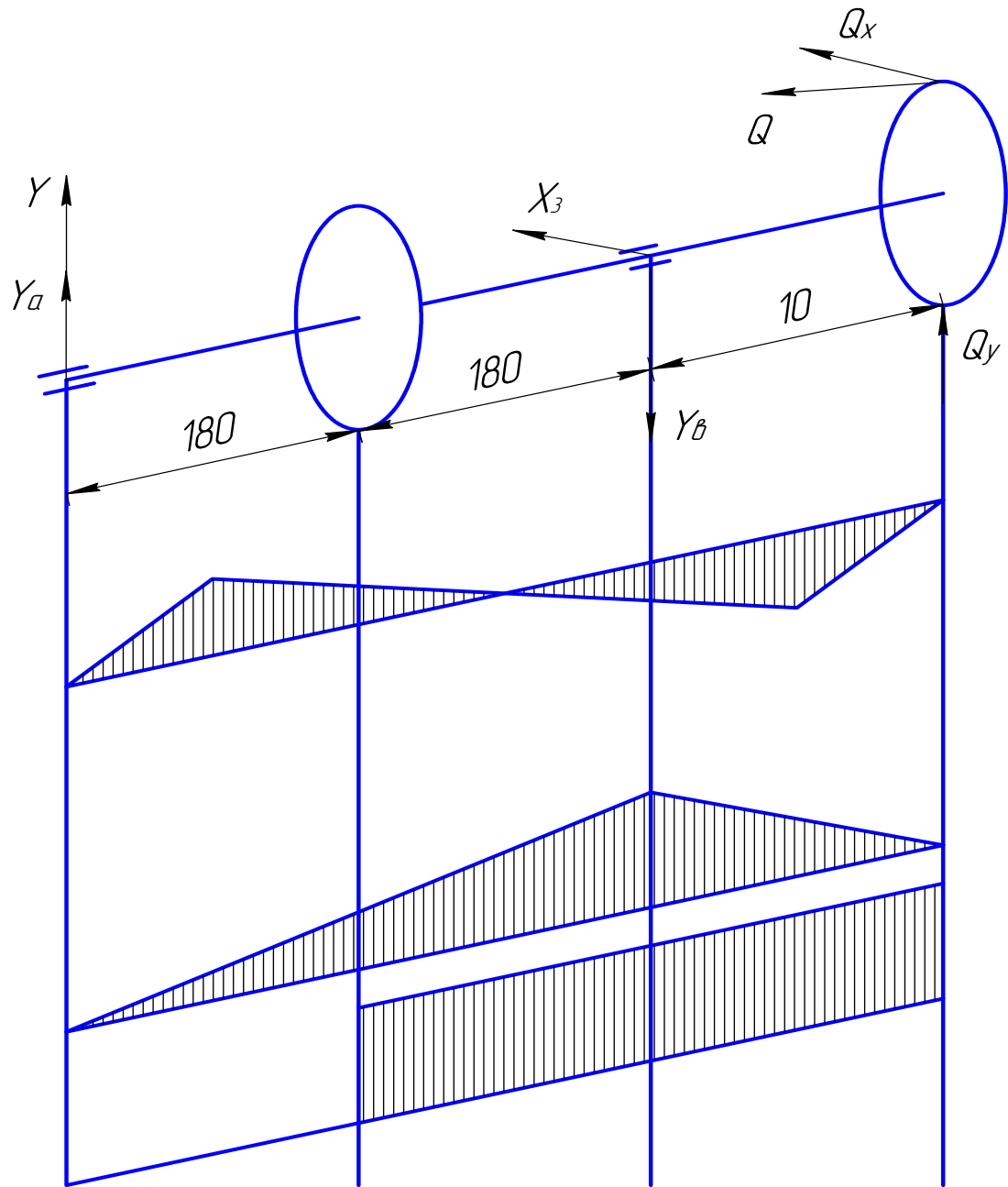


Рисунок 3.4 – Елюра згинальних та крутних моментів, що діють на привідний вал скребкового транспортера.

Сумарний згинаючий момент.

$$M_{зг} = \sqrt{M_b^2 + M_z^2} = 266500 \text{ Н мм}$$

$$M_{екв} = 286439 \text{ Н мм}$$

3.5. Розрахунок приводного вала транспортера

Діаметр вала [7, 14, 15, 16]

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{T_3}{0,2[\tau]_{кр}}} \quad (3.29)$$

де T_3 – крутний момент на валу.

$[\tau]_{кр}$ – Допустиме значення при крученні.

$$[\tau]_{кр} = 15...25 \text{ Н / мм}^2$$

Крутний момент на валу

$$T_3 = 10^7 \frac{N_3}{n_3} \quad (3.30)$$

де N_3 – потужність на валу.

n_3 – число обертів вала. $n_3 = 93,75 \text{ об/хв}$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_l \quad (3.31)$$

де N_2 – потужність на виході з редуктора;

η_l – К.К.Д. ланцюгової передачі

$$\eta_l = 0,92 \quad N_2 = 2,11 \text{ кВт}$$

$$N_3 = 0,92 \cdot 2,11 = 1,941 \text{ кВт}$$

$$T_3 = 10^7 \frac{1,941}{93,75} = 41,018$$

Приймаємо вал діаметром $d=42 \text{ мм}$

Вибираємо підшипник: кульковий, радіальний, сферичний, дворядний (ГОСТ 5720 – 75) [7, 14, 15, 16].

$$N = 1209, \quad d = 45 \text{ мм}, \quad D = 85 \text{ мм}, \quad B = 19 \text{ мм}, \quad C_2 = 21,6 \text{ кН},$$

$$C_0 = 9,65 \text{ кН}, \quad F_2 = 3458 \text{ кН}, \quad V = 1.$$

Еквівалентне динамічне навантаження.

$$R_c = (V \cdot x \cdot F_2 + V \cdot R_a) \cdot K_{\sigma} \cdot K_{\tau} \quad (3.32)$$

Приймаємо $K_{\sigma} = 1$, $K_{\tau} = 1,25$, $x = 0,56$ $K_{\sigma} = 1$, $K_{\tau} = 1,25$, $x = 0,56$

Тоді,

$$R_c = (1 \cdot 0,56 \cdot 3458) \cdot 1,25 = 2420,6 \text{ Н}$$

Ресурс підшипників.

$$L = \left(\frac{C_r}{R_c} \right)^p \quad (3.33)$$

де p – чисельний показник.

C_r – динамічна завантаженість.

$$L = \left(\frac{21600}{2420,6} \right)^3 = 710 \text{ млн. обертів}$$

Довговічність підшипників в год.

$$L = \frac{10^6 \cdot h}{60n} = \frac{10^6 \cdot 710}{60 \cdot 93,75} = 126,2 \text{ тис. год}$$

Жолоб встановлюємо з окремих секцій. Секції встановлюємо з листового металу товщиною 2 мм кутнього профілю №4. Секції з'єднуємо між собою з допомогою болтів М8 ГОСТ 7798-70. Основу транспортера складає рама. Виконується рама зварюванням з швелерів №6. Встановлюється рама на колеса зварюється, що забезпечує міцність конструкції.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Моделювання травмонебезпечних ситуацій

При проведенні будь-якого технологічного процесу безпека праці виконавця має найважливіше значення [5, 6, 12].

Можливими травмонебезпечними чинниками при внесенні мінеральних добрив є: 1) механічне ураження рухомими частинами машини; 2) несправність органів керування, гальм; 3) недотримання правил поведінки з отрутохімікатами; 4) несправність системи вентиляції кабіни; 5) відмова одного з вузлів енергозасобу; 6) несправність або відмова вузлів обприскувача; 7) недотримання правил техніки безпеки при обприскуванні; 8) алкогольне сп'яніння виконавця (-ців).

Одним із методів оцінки реальності небезпеки є метод моделювання процесу виникнення травм та аварій.

Метод логічного моделювання процесів формування, виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків доцільно застосовувати для аналізу існуючих або потенційних небезпек, що виявлені при обстеженні робочих місць, окремих марок машин, агрегатів, а також різних споруд будівель, виробничих процесів і технологій. Але, як показали дослідження, будь-яка аварія може бути наслідком однієї або багатьох потенційно небезпечних ситуацій. Тому метод логічного моделювання не може бути застосований для моделювання складних аварій і катастроф (табл. 4.1) [6, 12, 13].

Аналіз моделей процесів формування й виникнення аварій, травм показав, що вони повністю імітують усі процеси та явища, що беруть участь у їх зародженні й виникненні. У зв'язку з цим, моделі, що отримали назву „дерево відмов техніки і помилок оператора” можна назвати імітаційними.

Таблиця 4.1 – Аналіз умов формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій в процесі централізованого внесення добрив

Вид робіт	Виробнича безпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезп. ситуац.
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
Регулювання механізмів під час працюючого двигуна	Пасова передача немає кожуху НУ	Можливий контакт із обертовими частинами НД	Захват одягу тракториста НС	Травма	Регулювання необхідно виконувати при виключеному двигуні
<p>Модель процесу</p> <p style="text-align: center;">НУ → НД → НС → Т</p>					
Вхід та вихід тракториста із кабіни	Відсутня запобіжна огорожа НУ	Втрата рівноваги НД	Падіння тракториста НД	Травма	Встановлення огорожі
<p>Модель процесу</p> <p style="text-align: center;">НУ → НД → НС → Т</p>					

А оскільки виникнення кожної наступної події знаходять шляхом логічного аналізу попередніх, то для кращого розуміння суті таких моделей, їх також називають логічно-імітаційними [6, 12].

4.2. Розрахунок стійкості агрегату до перекидання

Під час руху машинно-тракторного агрегату по криволінійній траєкторії виникає доцентрова сила P_b , що діє на нього у напрямку від центра повороту. Якщо вчасно не знизити швидкість, то внаслідок бічного заносу коліс може виникнути перекидання (рис. 4.1) [12].

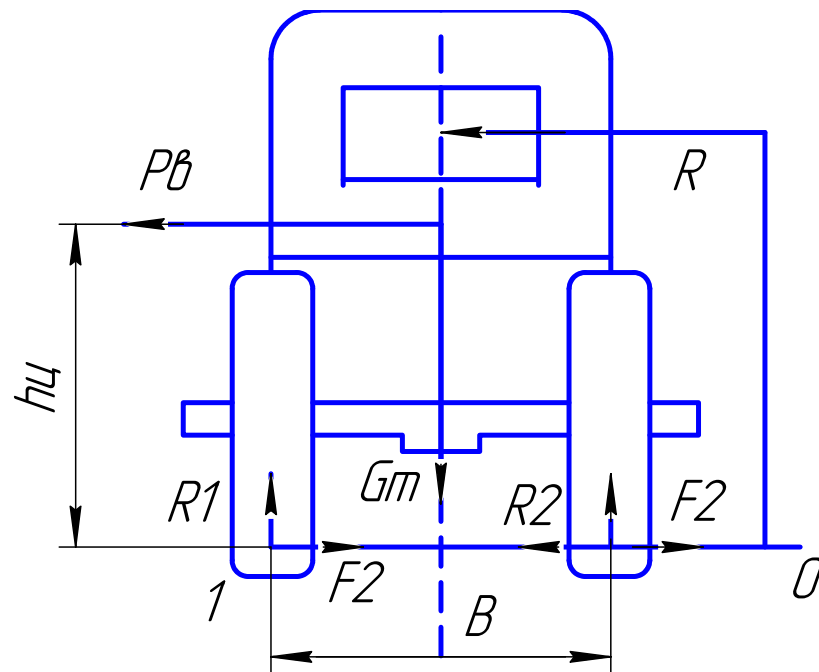


Рисунок 4.1 – Схема сил, що діють на трактор на повороті: $h_{ц}$ – висота центра ваги трактора, м; B – ширина колії, м; g – прискорення вільного падіння, м/с²; G_m – маса трактора, кг; R – радіус повороту, м; V – швидкість руху, м/с.

Початок перекидання відповідає рівності моментів сил, що діють на агрегат щодо точки перекидання 1. У цей момент відцентрову силу виразимо формулою:

$$P_B = (G_m \cdot V^2) / (g \cdot R) \quad (4.1)$$

тоді швидкість руху трактора на повороті, при якій починається перекидання, можна визначити за формулою:

$$V_{max} = \sqrt{\frac{B \cdot R \cdot g}{2h_{ц}}} \quad (4.2)$$

$$V_{max} = \sqrt{\frac{1,5 \cdot 3,5 \cdot 9,81}{2 \cdot 1,07}} = 4,9.$$

Якщо трактор рухається по дорозі з поперечним нахилом, то з умови рівноваги сил, що діють на нього відносно вісі, що проходить через точки опори правих коліс можна записати з обліком того, що на початку перекидання нормальні реакції на лівих колесах дорівнюють нулеві:

$$G_m \cdot h_u \cdot \sin\beta = G_m(B/2) \cdot \cos\beta \quad (4.3)$$

або

$$\operatorname{tg}\beta = B/(2 \cdot h_u)$$

при ширині колії 1500 мм

$$\operatorname{tg}\beta = 1,5/(2 \cdot 1,07) = 0,70 \Rightarrow \beta = 38^\circ$$

при ширині колії 1400 мм

$$\operatorname{tg}\beta = 1,4/(2 \cdot 1,07) = 0,65 \Rightarrow \beta = 36^\circ$$

при ширині колії 1300 мм

$$\operatorname{tg}\beta = 1,3/(2 \cdot 1,07) = 0,60 \Rightarrow \beta = 34^\circ$$

Для трактора Т-16М інтервал ухилу буде коливатися в межах

$$\beta_{\min} = 34^\circ, \beta_{\max} = 38^\circ.$$

Переїжджати через тунелі, мости, греблі, залізничні переїзди (якщо дозволяють габарити і вантажопідйомність) необхідно тільки на знижених швидкостях, з дотриманням усіх запобіжних заходів.

Не можна знаходитися людям на причіпних і начіпних знаряддях під час їх транспортування. При спусках і підйомах слід дотримуватися черговості проїзду, рухатися на зниженій передачі при включеній муфті зчеплення. Переводити в транспортне положення і транспортувати агрегат потрібно відповідно до заводської інструкції [6, 12].

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ

Впродовж роботи капустозбиральної машини на полях підприємство несе наступні витрати: 1) експлуатаційні витрати; 2) втрати через несвоєчасність збиральних робіт.

Питомі експлуатаційні витрати на одиницю виконаної машиною роботи, (грн/га) визначають [8, 19]:

$$C_V = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \quad (5.1)$$

де C_1 – оплата праці персоналу, який обслуговує машину, грн/га; C_2 – вартість витрачених паливно-мастильних матеріалів, грн/га; C_3 – відрахування на реновацію машини, грн/га; C_4 – відрахування на ремонт та технічне обслуговування, грн/га.

Оплата праці обслуговуючого персоналу дорівнює, грн/га;

$$C_1 = \frac{n_1 \cdot T_1 + n_2 \cdot T_2 + \dots + n_6 \cdot T_6}{W_{\text{год}}} \quad (5.2)$$

де n_1, n_2, \dots, n_6 – чисельність працівників, які обслуговують машину, окремо за кожною кваліфікацією (розрядом); T_1, T_2, \dots, T_6 – годинна оплата праці, грн./год; $W_{\text{год}}$ – годинна продуктивність, га/год.

Вартість паливно-мастильних матеріалів:

$$C_2 = C_K \cdot G_{II} \quad (5.3)$$

де C_K – комплексна ціна одного кілограма палива, грн/га; G_{II} – погектарна витрата палива, кг.

Питомі витрати на амортизацію капустозбиральної машини:

$$C_3 = \frac{B_K \cdot a_K \cdot k_r}{100 \cdot S_c} \quad (5.4)$$

де B_K – балансова вартість капустозбиральної машини, грн; a_K – відсоток відрахування на реновацію, %; k_r – коефіцієнт зайнятості машини; S_c – сезонна площа збирання капусти, га.

Питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування становлять:

$$C_4 = \frac{B_K \cdot P_K}{100 \cdot W_K^{zod} \cdot T_K} \quad (5.5)$$

де P_K – відсоток відрахувань на ремонт і технічне обслуговування машини, %; W_K^{zod} – годинна продуктивність машини, га/год; T_K – нормативне річне завантаження r -ї машини, год [8, 19].

Наведемо приклад визначення питомих експлуатаційних витрат підприємства для капустозбиральної машини. Зазначимо, що площа, яку збирають становить 20,5 га.

Використовуючи початкові дані (табл. 1.1) та сезонну площу комбайнів встановлено:

- оплата праці обслуговуючого персоналу:

$$C_1 = \frac{1 \cdot 74,83}{0,22} = 340,14 \text{ грн/га};$$

- вартість паливно-мастильних матеріалів:

$$C_2 = 48 \cdot 17,6 + 0,1 \cdot 280 = 872,80 \text{ грн/га};$$

- питомі витрати на амортизацію комбайна:

$$C_3 = \frac{171000 \cdot 15 \cdot 0,07}{100 \cdot 20,5} + \frac{57000 \cdot 12 \cdot 1}{100 \cdot 20,5} = 421,24 \text{ грн/га};$$

- питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування становлять:

$$C_4 = \frac{171000 \cdot 0,114}{0,22 \cdot 1350} + \frac{57000 \cdot 0,12}{0,22 \cdot 200} = 221,09 \text{ грн/га}.$$

Тоді, питомі експлуатаційні витрати коледжу на збирання капусти білоголової запропонованою машиною на площі 20,5 га становлять:

$$C_V = 340,14 + 872,80 + 421,24 + 221,09 = 1855,27 \text{ грн/га}.$$

Таким чином, встановлені показники експлуатаційних витрат підприємства дають змогу оцінити ефективність виробництва капусти у Борщівському агротехнічному фаховому коледжі.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Борщівський агротехнічний коледж Тернопільської області спеціалізується на виробництві продукції рослинництва, а також її реалізації.

Матеріально-технічна база коледжу дає змогу розширити площі під капустою білокачанною, проте відсутність вільних площ та складських приміщень унеможливають реалізацію цих планів. З цією метою ми пропонуємо кооперуватися з сусідніми господарствами.

Значну увагу при садінні капусти слід приділяти конфігурації поля, а саме на полях з неправильною конфігурацією слід довгі сторони загонів орієнтувати так, щоб вони співпадали з напрямком ухилу.

Запропоноване удосконалення капустозбиральної машини на базі самохідного шасі Т-16М дає змогу суттєво підвищити рівень механізації процесу збирання капусти та зменшити кількість використовуваної техніки на полі, що позитивно впливає на зниження питомих експлуатаційних витрат та щільності ґрунту.

Розроблення та впровадження запропонованих заходів з охорони праці шляхом попередження ймовірного виникнення небезпечних ситуацій в період збирання капусти, уможливить зменшення прояву рівня виробничого травматизму та покращать умови праці.

Економічні розрахунки показують, що питомі експлуатаційні витрати становлять 1855,27 грн/га.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Гречкосій В.Д. та ін., Довідник сільського інженера. Київ : Урожай, 1998. 360с.
2. Довідник з механізації приготування та внесення добрив / В.М. Соколов, Ю.Г. Вожик, М.К. Лінник та ін. Київ : Урожай, 1983. 152 с.
3. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В. І. Пастухова. Харків: "Веста" 2001. 347 с.
4. Експлуатація машин і обладнання: навчально-методичний комплекс [навч. посіб. Для студентів інженерних спеціальностей осв.-кваліф. Рівня «Бакалавр»] / І.М. Бендера, В.П. Грубий, П.І. Роздорожнюк та ін. / за ред. І.М. Бендери, В.П. Грубого, П.І. Роздорожнюка. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2013. 576 с.
5. Жидецький В.Н., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2001. 349 с.
6. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві / С.Д. Лахман, В.І. Рубльов, Б.І. Рябцев. Київ : Урожай, 1993. 272с.
7. Коновалюк Д. М., Ковальчук Р.М. Деталі машин. Київ : Кондор, 2004. 584 с.
8. Марченко В. Методика визначення показників економічної ефективності використання комплексів машин та машинно-тракторного парку / В. Марченко // Збірник наук.пр. НАУ. Механізац. с.г. ви-ва. Т.XIV. 2003. С. 189-194.
9. Механізація та експлуатація сільського господарства // Республіканський мінівідомчий науковий збірник. Київ: Урожай, 1991. №74. 79 с.
10. Механізовані технології збирання та зберігання урожаю овочів. URL: <http://www.agrosovet.com/> (Дата звернення 03.05.2023).
11. Обґрунтування вирощування капусти. URL: <http://plantsmed.com/> (Дата звернення 03.05.2023).
12. Охорона праці / Гряник Г.М. та ін. Київ : Урожай, 1994. 272 с.

13. Охорона праці (гігієна праці та виробнича санітарія): навчальний посібник / Пістун І.П., Березовецький А.П., Тимочко В.О., Городецький І.М.; за ред. І.П.Пістуна. Львів: Тріада плюс, 2017. Ч.1. 620 с.
14. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунку деталей машин. Львів : Афіша, 2003. 560 с
15. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. Київ : Вища шк., 1993. 556 с.
16. Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підймальних і транспортувальних машин. Бондарев В. С. та ін. Київ : Вища школа, 2009. 734 с.
17. Практикум із машиновикористання в рослинництві. Навчальний посібник / За ред. Мельника І.І. Київ : Кондор. 2009. 284 с.
18. Про затвердження Методики обчислення вартості машино-дня та збитків від простою машин” постанова Кабінету міністрів України від 12 липня 2004 р. N 885.
19. Про затвердження Методики обчислення вартості машино-дня та збитків від простою машин” постанова Кабінету міністрів України від 12 липня 2004 р. N 885.
20. Сільськогосподарські машини : підручник / Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич [та ін.] ; За ред. Д. Г. Войтюка. Київ : Агроосвіта, 2015. 678 с.
21. Технології та нормативи витрат на вирощування овочевих культур / [Мазоренко Д.І., Мельник Ю.Ф., Сидорчук О.В. та ін.] ; під ред. П.Т. Саблука. Київ : ННЦ ІАЕ, 2010. 340 с.
22. Енергозберігаюча технологія вирощування капусти білокачанної. URL: <http://www.uaseed.com/> (Дата звернення 03.05.2023).
23. Ясенецький В.А., Куліш В.С., Мечта М.П., Пономаренко А.Ф., Фенєко А.І., Лузан В.П. Нова сільськогосподарська техніка. Київ : Урожай, 1991. 320 с.