

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЦЗДО

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ ____ ” ____ 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

**«Механізація вирощування проса з удосконаленням сівалки ССТ-
12В»**

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи AI-23МЗ

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

Баштанюк Артем Андрійович

« ____ » ____ 2024 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

Ірина СИСОЛІНА

« ____ » ____ 2024 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

Володимир ДУДІН

« ____ » ____ 2024 р.

м. Кропивницький

[illegible]

[illegible]

ЗМІСТ

1. ВСТУП

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

- 2.1. Розробка технології вирощування проса
- 2.2. Аналіз технології вирощування проса
- 2.3. Робота агрегатів у загінці
- 2.4. Контроль та оцінка якості сівби
- 2.5. Обґрунтування вибору трактора для МТА
 - 2.5.1. *Вибір трактора за тяговими можливостями*
 - 2.5.2. *Визначення повздовжньої стійкості начіпного агрегату*
- 2.6. Підготовка поля до роботи
 - 2.6.1. *Розрахунок поворотних смуг*
 - 2.6.2. *Розрахунок довжини виїзду агрегату*
- 2.7. Розробка технологічної карти вирощування та збирання проса
- 2.8. Розробка операційно-технологічної карти
- 2.9. Контроль якості роботи
- 2.10. Висновок по розділу

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

- 3.1. Задачі дослідження
- 3.2. Експериментальні дослідження
 - 3.2.1. *Програма експериментальних досліджень*
 - 3.2.2. *Методика визначення фізико-механічних властивостей насіння проса*
 - 3.2.3. *Методика експериментальних досліджень по визначенню оптимальних конструктивних параметрів пристосування для висіву насіння проса і прилади та установки, що застосовувались у дослідженнях*
 - 3.2.4. *Методика обробки експериментальних даних*
 - 3.2.5. *Результати експериментальних досліджень*
 - 3.2.5.1. *Фізико-механічні властивості насіння проса*
 - 3.2.5.2. *Результати експериментальних досліджень по обґрунтуванню конструкції пристосування до вертикально-дискового апарата для висіву насіння проса*
 - 3.2.5.3. *Дослідження сукупності впливу основних факторів на подрібнення насіння проса і визначення їх оптимальних значень*

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

- 4.1. **Небезпечні і шкідливі фактори**
- 4.2. **Вимоги безпеки**

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

ВИСНОВКИ

ДОДАТКИ

1.ВСТУП

Підйом сільського господарства багато в чому залежить від його технічної оснащеності, від розробки машин з високими техніко-економічними показниками.

Всі технологічні операції від ґрунтооброблення до збирання та зберігання врожаю в аграрному виробництві є дуже відповідальним етапом. Але сівба є найбільш відповідальним технологічним процесом, тому що від якості сівби залежить в більшій мірі і наступний врожай. І більше того, сівбу виправити (чи пересіяти) неможливо без надвеликих втрат очікуваного в майбутньому врожаю. Тому до сівалок завжди пред'являлись жорсткі агротехнічні вимоги, особливо до якості сівби.

Постійне вдосконалення посівної техніки є невід'ємною складовою сучасного сільського господарства. Цей процес тісно пов'язаний з оптимізацією технологій вирощування культур, прагненням до зменшення витрат праці під час посіву та підвищенням ефективності роботи посівних агрегатів.

Актуальним питанням продовольчої безпеки, у зв'язку з війною і посухою, є вирощування проса, яке вирізняється мінімальною потребою у ресурсах і стійкістю до зміни клімату (високою жаростійкістю, відносною невибагливістю до умов вирощування). Так, у ході 75-ї сесії Генеральна Асамблея ООН оголосила 2023 рік роком проса, оскільки ця культура завжди виручає людство у найбільш несприятливі роки [1].

Розвиток технологій сівби сільськогосподарських культур, зокрема проса, буде впливати на якісно нові напрями розвитку посівних машин. Це відзначають в своїх дослідженнях вітчизняні вчені, таких як Чекалін М., Тищенко В. [11], Войтюк Д., Аніскевич Л. [6], Сисолін П. [7-10], Мащенко Ю., Гайденок О. [12] тощо

					МВП 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Баштанюк				Механізація вирощування проса з удосконаленням сівалки ССТ-12В	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Сисоліна							
Реценз.						ЦНТУ, гр.АІ-23МЗ		
Н. Контр.	Мачок							
Затвер.	Васильковський							

2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Сучасні сільськогосподарські технології характеризуються прагненням до підвищення продуктивності та оптимізації ресурсів. Впровадження інтенсивних методів вирощування спрямоване на досягнення високих показників врожайності та одночасне скорочення витрат на добрива, пестициди, паливе та оплату праці в розрахунку на одиницю продукції.

Проте, підходи до вирощування різних культур відрізняються. Якщо для більшості культур інтенсифікація дозволяє зменшити витрати на одиницю продукції, а у випадку з просом ситуація дещо інша. Інтенсивна технологія вирощування проса передбачає розширений комплекс агротехнічних заходів, що призводить до збільшення витрат на гектар. Однак, завдяки значному (у 2-3 рази) збільшенню врожаю, витрати на одиницю виробленої продукції можуть зменшуватися.

Майбутні аграрні технології повинні відповідати двом ключовим вимогам: інтенсивності виробництва та мінімізації витрат палива на одиницю виробленої продукції. Досягнення цієї мети передбачає поступовий перехід на використання екологічно чистих джерел енергії. Серед них – електрична, вітрова та сонячна енергія, а також тепло, що отримується від теплоелектроцентралей та промислових підприємств.

В Україні селекція проса ведеться в Інституті рослинництва імені В.Я.Юр'єва НААН понад 100 років. За цей період інститутом виробництву передано 20 сортів проса (за останній період до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні було введено 9 нових селекційних розробок). [2].

Технологія вирощування проса є складним процесом, що складається з послідовності технологічних етапів, кожен з яких включає технологічні та допоміжні операції, а також, за потреби, транспортування.

Технологічні операції виконуються за правилами, що розроблені на засадах досягнень сучасної науки та передового досвіду по використанню техніки.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1. Розробка технології вирощування проса

Агротехнічне значення проса визначається його скоростиглістю. Ця особливість дозволяє використовувати його в різних ситуаціях:

- Страхова культура: для відновлення загиблих посівів озимих як .
- Поукісні та пожнивні посіви: для ефективного використання земельних ресурсів після збирання основних культур або скошування трав.
- Покривна культура: для захисту та покращення стану багаторічних трав.

В Україні просо класифікують як пізню ярову культуру, фаза активного росту якої припадає на період літніх дощів, що сприяє успішному старту розвитку. Важливою перевагою проса є його низька потреба у воді: коефіцієнт водоспоживання становить лише 350 га/ц, що майже вдвічі менше порівняно з гречкою та ячменем.

Найпоширеніше просо в зоні Степу та Лісостепу України. Середня врожайність проса в Україні коливається від 1,49 до 1,94 т/га. Застосовуючи прогресивні технології, найкращі господарства України вирощують по 4,5-5,5 т/га і більше зерна на всій площі сівби. Оптимальна норма висіву насіння при рядковому посіву для Степу - 2,3 млн/га (16-18 кг/га), Центрального Лісостепу - 3,3-3,5 млн/га (24-26 кг/га), Південного Лісостепу – 2,5-3,0 млн. /га (18-22 кг/га); Північного Лісостепу і Полісся - 3,7-4,0 млн/га (28-30 кг/га). [18]

Тепла температура є критичним фактором для розвитку проса, що належить до другої групи хлібів. Проростання насіння починається за температури не нижче +6...+8 °С, але для отримання рівномірних та швидких сходів необхідно прогрів ґрунту до +15...+16 °С. Похолодання до +8...+9 °С у період проростання значно затримує появу сходів, збільшуючи цей термін до 15–18 днів. Сходи проса відносно стійкі до короточасних заморозків до –2 °С, але при зниженні температури до –3,5 °С більшість рослин гине або зазнає значних ушкоджень. Вкрай несприятливим для проса є тривалий період з низькими позитивними температурами (+6...+10 °С) та похмурою погодою,

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оскільки це призводить до інгібування фотосинтезу та можливої загибелі посівів. Загальна кількість ефективних температур, необхідна для вегетації, варіюється залежно від сорту: для ранньостиглих сортів цей показник складає близько 1500 °С, для середньопізніх – понад 1600 °С, а за несприятливих погодних умов (прохолодна та волога погода) може перевищувати 2000 °С [14].

Просо вирізняється серед інших злакових культур винятковою стійкістю до ґрунтової та повітряної посухи, а також високою жаростійкістю. Його здатність протистояти високим температурам підтверджується тривалістю функціонування продихів: параліч настає лише через 49 годин при температурі +38...+40 °С, тоді як у ячменю цей процес відбувається за 25-35 годин, у ярої пшениці – за 17 годин, а вівса – вже через 5-7 годин. Просо характеризується економним використанням вологи: для проростання насінню достатньо лише 25-30% води від власної маси. Ця культура здатна формувати додаткові корені навіть за мінімального рівня вологості ґрунту. Проте, тривала посуха (1-1,5 місяця) негативно впливає на розвиток кореневої системи, а також надземної частини рослин, це призводить до формування дрібних та часто безплідних суцвіть. Тому, хоча просо і вважається посухостійкою культурою, достатнє зволоження ґрунту, особливо в період формування генеративних органів (за 10 днів до викидання волотей), є важливим фактором для отримання високого врожаю.

Просо демонструє високу стійкість до посухи, що зумовлено рядом адаптивних механізмів. Зокрема, явище запалу зерна у цієї культури спостерігається відносно рідко. Її коренева система здатна ефективно забезпечувати суцвіття вологою навіть за умов, коли рівень ґрунтової вологи наближається до критичного. Просо характеризується низьким транспіраційним коефіцієнтом (130-280), що свідчить про економне використання води. Важливо зазначити, що, незважаючи на високу посухостійкість, зрошення значно підвищує продуктивність проса. Щодо морфологічних характеристик, продуктивна кущистість рослин коливається в межах 2-5 стебел, маса 1000 зернівок становить 5-9 г, плівчастість – 20-30%, а вихід пшона – 65-85%. Просо виявляє значні вимоги до поживних елементів. Для формування одного

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

центнера зерна необхідно 3 кг азоту, 1,4 кг фосфору та 3,5 кг калію. Особлива потреба в азоті спостерігається у фазі 3-4 листків та в період активного росту вегетативної маси, у фосфорі – від початку вегетації, а в калії – протягом усього періоду розвитку.

Коренева система проса не відрізняється високою здатністю до засвоєння поживних речовин, тому для успішного вирощування цієї культури необхідні ґрунти з достатнім вмістом легкодоступних поживних елементів. Найкращими для проса вважаються чорноземні та каштанові ґрунти. Важливо відзначити, що за умов посухи вищі врожаї отримують на ґрунтах середнього та важкого механічного складу, тоді як за достатнього зволоження – на легких. Просо характеризується стійкістю до засолення, але не толерантне до кислих ґрунтів. Оптимальний рівень рН ґрунтового розчину для його вирощування становить 6,5-7,5 (нейтральна реакція). На початковому етапі розвитку просо росте повільно, що робить його вразливим до конкуренції з бур'янами. Культура відзначається високою кущистістю: за умови достатнього простору одна рослина може утворити від 50-100 до 200 пагонів, сформувати близько 20 г зерна та до 3000 зернин. Просо є факультативним самозапильником короткого світлового дня. Тривалість вегетаційного періоду залежить від сорту та умов вирощування і коливається від 70–90 днів (скоростиглі сорти) до 115–120 днів (пізньостиглі) [14].

Попередники. Для успішного вирощування проса важливим фактором є вибір ділянки з легкими ґрунтами, достатньо забезпеченими вологою та поживними речовинами. Ключова вимога до попередника – відсутність бур'янів на полі. Найкращими попередниками для проса вважаються озимі зернові культури, особливо ті, що висівалися по чистих або зайнятих парах, а також цукрові буряки, під які було внесено достатню кількість органічних та мінеральних добрив. Просо добре росте після просапних культур, таких як соняшник, картопля та цукрові буряки, за умови належного удобрення. Цінними попередниками також є зернобобові культури та багаторічні трави, що дуже важливо при застосуванні безгербіцидної технології вирощування. Після багаторічних трав поле залишається менш засміченим бур'янами, а ґрунт

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

очищується від збудників хвороб. Розміщення проса після ранніх зернових або кукурудзи, а також перед кукурудзою, є небажаним через спільних патогенів, що уражують обидві культури.

Обробіток ґрунту. Просо найкраще розвивається на чорноземних та каштанових ґрунтах, хоча здатне рости й на менш родючих землях. Ключовою вимогою до ґрунту є добра аерація, що пов'язано з відносно низькою засвоювальною здатністю кореневої системи культури. Система обробітку ґрунту під просо, як і для інших сільськогосподарських культур, визначається попередником, рівнем агротехніки, погодними умовами та іншими факторами. У випадку, коли попередниками є зернові або зернобобові культури, обробіток починають з лушення стерні на глибину 6-8 см за допомогою дискових лушильників ЛДГ-10, ЛДГ-15, ЛДГ-20, що сприяє збереженню вологи. Найбільш ефективним є лушення, проведене одразу після збирання попередника. За наявності кореневищних бур'янів застосовують дискування важкими боролами БДТ-4, БДТ-7, БДВ-6,3, БД-10 на глибину 6-8 см, з повторним обробітком через 10-15 днів на глибину 10-12 см. Можливе також використання дискової навісної борони БДН-3,6. У разі засмічення коренепаростковими бур'янами (осот, пирій, берізка) проводять обробіток лемішними лушильниками на глибину 10-12 см у фазу розетки листя у бур'янів.

Зяблева оранка під просо здійснюється на глибину 20-25 см. Залежно від обсягу робіт, для цієї операції використовують відвальні навісні плуги ПЛН-3-35, ПЛН-4-35 або ПЛН-5-35. Важливо зазначити, що плуги даного типу призначені для оранки ґрунтів, вільних від каміння та плитняку, під посів зернових та технічних культур. У випадку розміщення проса після багаторічних трав, одразу після їх збирання проводять дискування поля для подрібнення післяжнивних решток та їх ефективнішого загортання в ґрунт. Якщо попередником проса є цукрові буряки, зяблеву оранку виконують відразу після збирання коренеплодів на глибину 25-27 см. Після збирання таких культур, як цукрові буряки та картопля, поле одразу орють. Рекомендована глибина зяблевої оранки під просо становить 22-25 см для менш родючих ґрунтів.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Своєчасне проведення оранки є критично важливим для забезпечення виконання наступних технологічних операцій. Для боротьби з коренепаростковими бур'янами (осот, берізка, пирій) застосовують лемішні лушпильники ППЛ-10-25 та ППЛ-5-25, обробляючи ґрунт на глибину 12-14 см.

Для проведення ранньої зяблевої оранки застосовують комбіновані агрегати, наприклад, К-701 з ПТК-9-35 та ЦВР-3,5 або Т-150К з ПЛП-6-35 та ПВР-2,3. Пристосування ПВР-3,5 та ПВР-2,3 використовуються для подрібнення ґрунтових грудок, ущільнення та вирівнювання верхнього шару ґрунту. Аналогічні функції виконують кільчасто-шпорові котки ЗККШ-6А, 2ККН-2.8 або КЗК-10, якими також можна комплектувати агрегати. Рання зяблева оранка сприяє підвищенню врожайності проса на 1-2 ц/га.

При інтенсивній технології вирощування весняний обробіток ґрунту під просо включає ранньовесняне закриття вологи важкими боронами (БЗЗТС-1,0) під кутом до зяблевої оранки в два сліди на глибину 3-5 см. Перед посівом проводять поверхневі обробітки для знищення бур'янів. Першу культивуацію на глибину 10-12 см здійснюють через 10-15 днів після закриття вологи, знищуючи першу хвилю пророслих бур'янів. Другу культивуацію проводять через два тижні на глибину 8-10 см для знищення другої хвилі бур'янів. При посіві у другій декаді травня можна провести до трьох поверхневих обробітків для боротьби з бур'янами. У разі ранньої та сухої весни глибина культивуації зменшується до 5-6 см. Для передпосівного обробітку застосовують комбіновані агрегати (РВК-3,6, ЛК-4, Європак, Компактор), які забезпечують якісну підготовку ґрунту та створюють найкращі умови для проростання насіння проса. Глибина розпушування при передпосівному обробітку повинна відповідати глибині посіву проса – 2-4 см.

Весняний та передпосівний обробіток ґрунту спрямовані на очищення поля від бур'янів, збереження та накопичення вологи, а також створення пухкого посівного шару. З цією метою, як тільки ґрунт підсохне і стане можливим вихід техніки в поле, розпочинають боронування боронами БЗТС-1 (по оранці) або БИГ-3А, БМШ-3А (по плоскорізнному зябу) у два сліди впоперек або по діагоналі до напрямку основного обробітку. Весняні культивуації

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відіграють важливу роль у вирощуванні проса без використання гербіцидів. За умов ранньої та сухої весни проводять одну-дві неглибокі культивації (5-6 см) з одночасним коткуванням під кутом до напрямку попередньої культивації. У випадку прохолодної та вологої весни, коли бур'яни проростають інтенсивніше, кількість культивацій збільшують до трьох-чотирьох на глибину 10-12 см. Передпосівну культивацію проводять на глибину загортання насіння, використовуючи культиватори КПС-4, КПС-8 або інші аналогічні моделі. Після передпосівної культивації рекомендується коткування ґрунту для рівномірного загортання насіння, забезпечення дружніх сходів та якісного проведення подальших заходів з догляду за посівами.

Підготування насіння. Перед сівбою насіння протруюють, для цього використовують біо препарат LF – Ультрафит (фунгіцид+інсектицид, засвоєння атмосферного азоту) 3л/т+LF-Гумат Лист 1л/т (стимулятор росту, підвищення посухостійкості, антистресант) [14].

Удобрення. Просо – досить вимоглива культура до живлення. Для формування 100 кг зерна рослина виносить з ґрунту значну кількість поживних речовин: близько 3 кг азоту, 1,5 кг фосфору, 3 кг калію та 1,2 кг кальцію. Зважаючи на особливості кореневої системи проса, найбільш ефективним є внесення і калійних і фосфорних добрив під основний обробіток ґрунту. А азотні добрива краще вносити в два етапи: частину – під передпосівну культивацію, тоді як решту – у фазу кущіння. Така схема дозволяє забезпечити рослини живлення протягом усього періоду вегетації та підвищити ефективність використання добрив.

Підживлення. Просо підживлюють при доброму забезпеченні ґрунту вологою, частіш за все азотними добривами, які вносять у дозі приблизно 20 кг/га азоту до виходу рослин у трубку. Використовують також підживлення по листу LF-Гумат Лист 1л/га+3-5 кг/га карбаміду в баковій суміші 200-250л.

Сівба. Для забезпечення високої схожості та стійкості до хвороб просо слід висівати якісним кондиційним насінням. Оптимальні показники: чистота не менше 99% та схожість – 92%. Перед сівбою насіння обов'язково протруюють фунгіцидами, такими як фундазол чи вітавакс, з додаванням

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ад'ювантів для кращого прилипання. Це дозволяє ефективно боротися зі збудниками хвороб, зокрема сажки, та забезпечити дружній і рівномірний сход. На слабо забур'янених полях рекомендується суцільний рядковий посів, а на сильно забур'янених – широкорядний. Норма висіву залежить від типу ґрунту, кліматичних умов та сорту проса.

Оптимальні строки сівби проса – ґрунт на глибині 10 см повинен прогрітися до +12...+15 °С. Пізніші строки сівби можуть призвести до зниження врожайності та погіршення якості зерна. Рання ж сівба в холодний ґрунт може призвести до забур'яненості посівів. Норма висіву проса в межах 2-4 млн схожих насінин на гектар і залежить від способу сівби, сорту, а також умов вирощування. Норма висіву залежить від типу ґрунту, кліматичних умов та сорту проса. За посушливих умов норму висіву збільшують на 5-10%. На слабо забур'янених полях рекомендується суцільний рядковий посів, а на сильно забур'янених – широкорядний. Глибина загортання насіння також має важливе значення..

На слабо забур'янених полях ефективним є вузькорядний посів сівалками СЗУ-3,6 (ширина міжрядь 7,5 см), хоча сіють і рядковим з шириною міжрядь 15 см сівалками Кльон 4,5; СЗ-3,6; СЗА-3,6, СЗТ-3,6 . Для боротьби з бур'янами на більш забур'янених ділянках доцільно використовувати широкорядний посів буряковими сівалками (ССТ-12А, ССТ-12Б), обладнаними спеціальними висівними пристроями. Норма загортання насіння залежна від вологості ґрунту: насіння загортають на глибину 3-5 см - при достатній кількості вологи, а в посушливих умовах – 5-7 см. Це дозволяє забезпечити рівномірні сходи та сприяє кращому розвитку кореневої системи рослин. Обов'язковим агроприйомом є прикочування ґрунту після сівби для забезпечення кращого контакту насіння з ґрунтом та збереження вологи.

Догляд за посівами. Одним з найважливіших заходів догляду за посівами проса є раннє коткування та боронування. Ці агротехнічні прийоми сприяють кращому контакту насіння з ґрунтом, збереженню вологи та підвищенню температури в посівному шарі. У результаті сходи з'являються більш дружно і рівномірно. Для боротьби з бур'янами проводять до- і

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

післясходові боронування. До появи сходів легкими боронами руйнують ґрунтову кірку, а після появи сходів – знищують проростки бур'янів. Для досходових боронувань використовують легкі борони, а для післясходових – легкі або середні борони, такі як ЗБП-06А. Важливо проводити боронування в оптимальні строки, щоб уникнути пошкодження культурних рослин.

Для більш ефективного знищення бур'янів рекомендується проводити повторне післясходове боронування у фазу кущення рослин.

Своєчасний і якісний міжрядний обробіток є одним з ключових факторів високої врожайності проса. Перший міжрядний обробіток проводять на ранніх стадіях росту рослин, коли добре помітні рядки. Це дозволяє знищити проростки бур'янів, розпушити ґрунт та створити сприятливі умови для росту кореневої системи. Для міжрядного обробітку проса використовують різноманітні культиватори, такі як УСМК-5,4, обладнані стрілчастими робочими органами. Наступні обробки проводять залежно від забур'яненості поля та вологості ґрунту. Важливо пам'ятати, що глибина обробітку повинна поступово збільшуватися, але не перевищувати 8 см, щоб уникнути пошкодження кореневої системи рослин. Для запобігання загортання рослин ґрунтом культиватори обладнують спеціальними дисками.

Застосування гербіцидів на посівах проса є вимушеним заходом і використовується лише в разі сильного забур'янення однорічними широколистяними бур'янами. Для боротьби з такими бур'янами ефективними є гербіциди контактної дії, такі як 2,4-Д та 2М-4Х. Проте, просо найбільш чутливе до дії гербіцидів у фазі сходів та кушіння. Для знищення злакових бур'янів, таких як мишій та вівсюг, використовують ґрунтові гербіциди, наприклад, пропазин. Важливо дотримуватися рекомендованих норм витрати та строків обприскування.

Оптимальним варіантом боротьби з бур'янами на посівах проса є поєднання механічних та хімічних методів. Обприскування гербіцидами можна поєднати з позакореневим підживленням азотними добривами. Це дозволяє не тільки знищити бур'яни, але й додатково підживити рослини проса. Для цього до робочої рідини додають аміачну селітру. Такий підхід дозволяє підвищити

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективність використання гербіцидів та покращити зростання і розвиток культурних рослин.

Збирання врожаю. Своєчасне збирання проса є одним з найважливіших факторів отримання високого врожаю доброї якості. Запізніле збирання може призвести до значних втрат врожаю внаслідок осипання зерна, пошкодження його птахами та гризунами. З іншого боку, передчасне збирання може призвести до зниження якості зерна.

Оптимальні строки збирання проса припадають на другу половину серпня, коли зерно досягне воскової стиглості. Однак, через нерівномірне дозрівання зерна в колосі, збирання може проводитися як роздільним, так і прямим комбайнуванням. Вибір способу збирання залежить від сорту проса та технічної оснащеності господарства. Спосіб збирання значно впливає на якість зерна проса. Сорти проса зі слабкою обсіпаністю дозволяють проводити пряме комбайнування при вологості зерна 15-16%. Це дозволяє зберегти значну частину врожаю і скоротити витрати на збирання. Для сортів із середньою та сильною обсіпаністю рекомендується роздільне збирання, яке забезпечує кращу якість зерна. При роздільному зберіганні зерно краще просушується в валках, що знижує ризик розвитку грибкових захворювань і покращує його схожість. Крім того, роздільне збирання дозволяє зберегти більше поживних речовин у зерні. Однак, цей спосіб більш трудомісткий і вимагає додаткових витрат на техніку та робочу силу. Пряме комбайнування більш продуктивне, але вимагає використання сортів проса зі слабкою обсіпаністю та сучасних комбайнів, обладнаних спеціальними пристроями для збирання проса.

Технологія збирання проса залежить від погодних умов. У посушливі роки просо дозріває швидше, і збирання можна починати раніше. У дощові роки збирання може затягнутися, що збільшує ризик втрат врожаю внаслідок проростання зерна в колосі. Для збереження якості зерна важливо проводити збирання в суху погоду. Тому своєчасне збирання проса є також одним з найважливіших факторів отримання високої врожайності. Оптимальні строки збирання настають, коли більша частина зерна досягне воскової стиглості. Для зменшення втрат зерна при скошуванні рекомендується використовувати

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціальні накладки на лопаті мотовила. Це дозволяє пом'якшити удар і зберегти зерно в колосі. Після скошування валки необхідно підібрати і обмолотити в оптимальні строки, щоб уникнути втрат від осипання і проростання зерна в колосі.

Після скошування проса його необхідно обмолотити і очистити від домішок. Для обмолоту використовують комбайни, обладнані спеціальними пристроями для збирання проса. Після обмолоту зерно проходить первинне очищення на зерноочисних машинах, таких як ОВС-2,1, ОВП-20А, ЗАВ-10. Для більш ретельного очищення зерно додатково просівають на аеродинамічних сепараторах. Це дозволяє отримати чисте і кондиційне зерно, придатне для зберігання.

2.2. Аналіз технології вирощування проса

Широкорядний посів проса – це ефективний метод підвищення врожайності й поліпшення якості зерна. Він не тільки підвищує врожайність і якість зерна, але й дозволяє знизити витрати на виробництво. Завдяки зниженню норми висіву на 30-50% можна значно зекономити на посівному матеріалі. Крім того, широкорядний посів спрощує проведення доглядових робіт, таких як міжрядні обробки та підживлення. Це дозволяє зменшити витрати на паливо й робочу силу.

Завдяки збільшенню міжряддя, рослини проса мають більше простору для росту і розвитку, що сприяє кращому освітленню, аерації ґрунту та зниженню конкуренції за вологу і поживні речовини. Дослідження показують, що на широкорядних посівах врожайність проса може збільшитися на 15 ц/га, а якість зерна значно покращитися: збільшується маса 1000 зерен та вміст білка. Крім того, широкорядний посів дозволяє ефективно боротися з бур'янами за допомогою міжрядних обробок.

Для широкорядного посіву проса найчастіше використовують зернові та бурякові сівалки. Кожен тип сівалки має свої переваги та недоліки. Зернові сівалки відрізняються простотою конструкції та універсальністю, але можуть

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечувати менш точний висів насіння. Бурякові сівалки забезпечують більш точний висів і краще загортання насіння, але вони більш складні в налаштуванні та експлуатації. Вибір сівалки залежить від конкретних умов господарства та вимог до точності посіву.

Оскільки різна ширина захвату зернових сівалок і пропасних культиваторів, це ускладнює догляд за рослинами. Так, для того щоб застосувати на міжрядній обробці широкорядних посівів проса (міжряддя 45 см), виконаних зерновими сівалками, найбільш підійде культиватор КРН- 4,2. Його потрібно дообладнати двома додатковими секціями і розставити робочі органи на міжряддя 45 см. Якщо виникне потреба використання цього культиватора для обробітку інших культур з іншими міжряддями, то це викличе потребу переобладнання його. При посіві ж буряковими сівалками забезпечується більш якісне загортання насіння в ґрунт і можливість обробки міжрядь буряковими культиваторами без додаткових перегулювань. Продуктивність агрегатів тоді при посіві та догляді за посівами, з врахуванням більшої ширини захвату (5,4 м проти 3,6 м), збільшується в 1,2-1,5 рази. Тому в бурякосійних районах посів проса широкорядним способом частіше виконували рядовими буряковими сівалками з катушковим висівним апаратом. Але рядові бурякові сівалки нашою промисловістю не випускаються. З вигляду на те, що агротехніка вирощування цукрового буряка підвищилась вони були замінені сівалками СКРН-12, далі – більш досконалішими за конструкцією сівалками типу СТСН, а згодом – ССТ (з вертикально-дисковими висівними апаратами).

2.3. Робота агрегатів у загінці

Для забезпечення ефективної роботи посівних агрегатів на підвищених швидкостях (7-12 км/год) необхідно ретельно підготувати поверхню поля. Цей процес включає вирівнювання ґрунту, формування борозен та заробляння рослинних решток, що запобігає забиванню сошників. Оптимальним є посів упоперек або під кутом до напрямку оранки. На схилах рекомендується

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проводити посів впоперек схилу для запобігання ерозії ґрунту. У випадку великих полів з нерівною конфігурацією, їх доцільно розділяти на окремі ділянки для зручності та якісного виконання посівних робіт.

При використанні човникового способу руху, ширина поворотних смуг визначається подвійним або чотирикратним захватом посівного агрегату. Для позначення лінії поворотної смуги можна використовувати корпус підгортача, колесо трактора або автотранспорту, що забезпечує чітке визначення меж для маневрування техніки.

Для точного визначення лінії першого проходу використовують віхи. Їх встановлюють на відстані, що дорівнює половині ширини захвату агрегату, від поперечного краю поля. Цей метод дозволяє забезпечити рівномірний та якісний посів по всій площі поля.

Перший прохід посівного агрегату є критично важливим для забезпечення якісного посіву. Трактор заїжджає на контрольну лінію поворотної смуги, орієнтуючись на встановлені віхи, при цьому маркер опускається. Слід приділяти увагу рівному проведенню агрегату під час першого проходу, оскільки це задає основу для подальших проходів. Після другого та третього проходів необхідно перевірити стикові міжряддя на предмет збігу, контролювати глибину загортання насіння, особливо в місцях проходження коліс або гусениць трактора, та уточнити норму висіву для забезпечення оптимальної густоти посіву.

У господарстві найчастіше використовується човниковий спосіб руху посівного агрегату, який забезпечує ефективне використання площі поля. Проте, залежно від конфігурації поля та інших умов, можуть застосовуватися загінний безпетльовий спосіб або загінний спосіб з перекриттям проходів для мінімізації непросіяних ділянок.

Під час виконання посівних робіт, окрім першого проходу, водіння агрегату здійснюється по сліду маркера, що забезпечує паралельність проходів та рівномірність посіву. Рекомендується уникати зупинок агрегату на довжині гонів, оскільки це може призвести до утворення просівів – ділянок, де насіння

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

не було висіяне. Якщо ж зупинка неминуча, необхідно вручну засіяти ці місця для забезпечення рівномірного посіву по всьому полю.

2.4. Контроль та оцінка якості сівби

Контроль якості посіву є одним із найважливіших етапів вирощування сільськогосподарських культур. Під час роботи сівалки необхідно регулярно перевіряти такі параметри, як глибина загортання насіння, відстань між рядками, норма висіву та рівномірність розподілу насіння по полю.

Технологічний розрахунок конструктивних і режимних параметрів висівного апарата проводиться при заданих нормах висіву проса Q , кг/га ($Q_{\max}=40$ кг/га $Q_{\min}=15$ кг/га), ширині міжряддя b , см ($b = 45$ см), діаметру опорно-приводних коліс D , м ($D = 0,482$ м), коефіцієнту ковзання коліс ε ($\varepsilon = 0,05$), тоді необхідне передаточне відношення від валу опорно-приводного колеса до валу висівного:

$$i = \frac{Q \cdot b \cdot \pi \cdot D}{10^3 \cdot n_{\text{я}} \cdot m^1 \cdot g \cdot (1 - \varepsilon)}; \quad (2.1)$$

де $n_{\text{я}}$ – кількість на диску чарунок, для серійного диску $n_{\text{я}} = 112$ шт.;

m^1 – середня кількість насіння, що розміщується в одній чарунці, для проса $m^1 = 10$ шт.;

g – однієї насінини вага, для проса $g = 0,007$ г.

Знаходимо $i_{\text{заг. max}}$ та $i_{\text{заг. min}}$:

$$i_{\text{заг. max}} = \frac{40 \cdot 45 \cdot 3,14 \cdot 0,482}{10^3 \cdot 112 \cdot 10 \cdot 0,007 \cdot (1 - 0,05)} = 0,366$$

$$i_{\text{заг. min}} = \frac{15 \cdot 45 \cdot 3,14 \cdot 0,482}{10^3 \cdot 112 \cdot 10 \cdot 0,007 \cdot (1 - 0,05)} = 0,137$$

Знаходимо потрібну частоту обертання вала висівних апаратів $n_{\text{в}}$ для норми висіву (максимальної і мінімальної):

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(2.2)

де V_c – робоча швидкість сівалки, м/с ($V_c = 7,2 \text{ км/Г} = 2 \text{ м/с}$);

$$n_{\text{gmax}} = 0,366 \cdot \frac{60 \cdot 2 \cdot (1 - 0,05)}{3,14 \cdot 0,482} = 27,57 \text{ o6/x8}$$

$$n_{\epsilon \min} = 0,137 \cdot \frac{60 \cdot 2 \cdot (1 - 0,05)}{3,14 \cdot 0,482} = 10,32 \text{ } o\delta / x_{\delta}$$

Для визначення норми висіву використовують спеціальні методики, які дозволяють порівняти фактичну норму висіву з розрахунковою. Для визначення норми висіву використовують такі методи, як зважування насіння, що висівається за певний відрізок часу, або підрахунок кількості зерен на певній довжині рядка. Неякісний посів часто призводить до зниження врожайності, погіршення якості продукції та збільшення витрат на виробництво. Недостатня густота стояння рослин призводить до зниження продуктивності поля, а надмірна густота – до виснаження ґрунту і погіршення умов аерації. Після появи сходів проводять візуальний огляд посівів для виявлення пропусків і неоднорідності. Пропуски в посіві необхідно засіяти вручну.

2.5. Обґрунтування вибору трактора для МТА

2.5.1. Вибір трактора за тяговими можливостями

Для вибору трактора за його тяговими можливостями треба знати тяговий опір сівалки P_c , робочу швидкість посівного агрегату V_c та силу тяги трактора P_T при певній робочій швидкості.

Оптимальним завантаженням трактора вважається, коли витримується співвідношення

~~(2.3)~~

					$F_1 = (1,1=1,2) \cdot F_c, \text{кН}$	(2,3)	Арк.
					МВП 00.000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Орієнтовано тяговий опір сівалки можна визначити:

$$P_c = \kappa_0 \cdot B, \text{кН} \quad (2.4)$$

де κ_0 – питомий опір сівалки (для сівалок бурякових κ_0 змінюється у межах 0,8-2,0 кН/м) для розрахунків приймаємо $\kappa_0 = 2,0$ кН/м;

B – ширина захвату сівалки, для ССТ-12В $B = 5,4$ м.

Тоді :

$$P_c = 2 \cdot 5,4 = 10,8 \text{кН}$$

$$P_T = 1,2 \cdot 10,8 = 12,96 \text{кН}$$

При швидкості трактора МТЗ-80 $V_c = 7,2$ км/год сила тяги становить на гаку 14 кН, що цілком достатньо для агрегування сівалки ССТ-12В.

Порушення стійкості руху начіпних агрегатів буває як повздовжнім (у площині, що збігається з його віссю повздовжньою), так і поперечним (у площині, перпендикулярній до його вісі повздовжньої). Тому розрізняють повздовжню та поперечну стійкість агрегату.

Порушення стійкості руху агрегатів частіш за все призводить до аварійності роботи, яка виявляється перевертанням (найбільш небезпечний вид порушення стійкості); порушенням керованості колісного трактора за рахунок або надмірного зменшення тиску на керовані колеса, або їх надмірного навантаження; також зниженням надійності й довговічності коліс, їх осей та шин у зв'язку із перевищенням допустимих на них навантажень; боковим занесенням або сповзанням зі схилу.

Отже, вибір трактора за тяговими характеристиками для начіпних машин є недостатнім, необхідна обов'язкова гарантія безпечної роботи агрегату з вибранням трактором щодо стійкості його при маневруванні, з піднятою в транспортне положення машиною, тобто необхідна перевірка повздовжньої стійкості начіпного агрегату.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5.2. Визначення повздовжньої стійкості начіпного агрегату

Нестійким агрегатом у повздовжній площині буде агрегат з начіпною машиною в транспортному положенні на підйом, при русі (рис. 2.1).

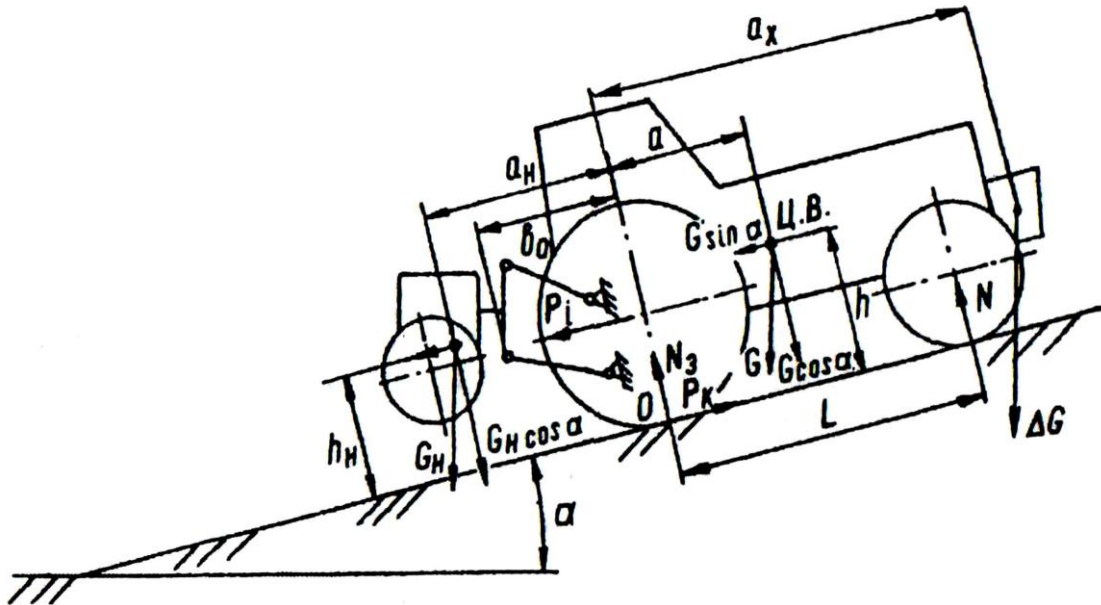


Рис. 2.1. Схема сил, що діють на колісний трактор, що рухається на підйом із начіпною машиною.

Критерієм повздовжньої стійкості, для агрегатів з колісними тракторами, слугує коефіцієнт використання запасу повздовжньої стійкості начіпного агрегату X_H , який визначається за формулою:

$$X_H = \frac{G_c - a_H}{G_T - a}, \quad (2.3)$$

де G_c – сила ваги сівалки ($G_c = 13,1$ кН);

G_T – сила ваги трактора експлуатаційна, для МТЗ-80 $G_T = 36$ кН;

a_H – повздовжня координата центра тяжіння сівалки, піднятої в транспортне положення, порівняно ведучих (задніх) коліс трактора, м ($a_H = 1,1$ м);

a – повздовжня координата центра тяжіння трактора порівняно вісі ведучих коліс трактора, для МТЗ-80 $a = 0,724$.

					МВП 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Повздовжня стійкість і задовільна керованість агрегату будуть забезпечені при $X_H \leq 0,4$, різко погіршується керованість трактора при більших значеннях X_H .

У нашому випадку:

$$X_H = \frac{13,1 \cdot 1,1}{36 \cdot 0,724} = 0,55,$$

тобто повздовжня стійкість та керованість нашого агрегату незадовільна. Для зменшення величини X_H необхідно в передній частині трактора на відстані a_x (для МТЗ-80 $a_x = 2,8$ м) від вісі ведучих коліс встановити додаткові вантажі ΔG .

Величину їх визначають за залежністю:

$$\Delta G = \frac{(X_H - X_H^1) \cdot a}{X_H^1 \cdot a_x} \cdot G_T, \text{кН} \quad (2.4)$$

де X_H^1 – коефіцієнт повздовжньої стійкості агрегату,

$$\Delta G = \frac{(0,55 - 0,4) \cdot 0,724}{0,4 \cdot 2,8} \cdot 36 = 3,4 \text{кН}$$

Оскільки вага одного додаткового вантажу дорівнює 0,2 кН, то для забезпечення необхідної стійкості потрібно використати n вантажів.

$$n = \frac{\Delta G}{0,2} = \frac{3,4}{0,2} = 17$$

Уточнимо коефіцієнт запасу повздовжньої стійкості:

$$X_H^1 = \frac{13,1 \cdot 1,1}{36 \cdot 0,724 + 3,4 \cdot 2,8} = 0,4,$$

тобто після встановлення додаткових вантажів (вагою 3,4 кН) спереду трактора, умова забезпечення повздовжньої стійкості агрегату виконується.

Граничний кут підйому агрегату, що рухається по схилу вгору визначимо за формулою:

$$\text{tg} \alpha_{\text{кр}} = \text{tg} \alpha_{\text{lim}} \left(\frac{1 - X_H^1}{1 + \delta_H^1} \right) - \mu, \quad (2.5)$$

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тоді
$$tg\alpha_{\lim} = \frac{a}{h} = \frac{0,724}{0,821} = 0,88,$$

де h – координата центра тяжіння трактора (вертикальна) порівняно опорної поверхні (для МТЗ-80 $h = 0,821$);

μ – коефіцієнт перекочування коліс трактора, $\mu = 0,2$;

$$\delta_n^1 = \frac{G_c}{G_T + \Delta G} = \frac{13,1}{36 + 3,4} = 0,33,$$

Тоді:
$$tg\alpha_{кр} = 0,88 \cdot \left(\frac{1 - 0,4}{1 + 0,33} \right) - 0,2 = 0,25$$

$$\alpha_{кр} = 14^0.$$

В розрахунку на повздовжню стійкість агрегату перевіримо також: чи не перевищує навантаження на колеса трактора їх допустиму вантажопідйомність.

Навантаження на передні колеса трактора R_n визначимо:

$$R_n = \frac{G_T \cdot a + \Delta G \cdot a_x - G_c \cdot a_H - G_{заг} \cdot r_k \cdot \mu}{L}, \quad (2.6)$$

на задні:

$$R_z = G_T + \Delta G + G_c - R_1, \quad (2.7)$$

де $G_{заг}$ – загальна сила ваги усього агрегату:

$$G_{заг} = G_T + G_c + \Delta G = 36 + 13,1 + 3,4 = 52,5H,$$

r_k – радіус кочення ведучих коліс трактора, для МТЗ-80 $r_k = 0,73$ м;

L – повздовжня база трактора, для МТЗ-80 $L = 2,37$ м.

Підставимо усі необхідні величини в рівняння 2.6:

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_n = \frac{36 \cdot 0,724 + 3,4 \cdot 2,8 - 13,1 \cdot 1,1 - 52,5 \cdot 0,73 \cdot 0,2}{2,37} = 5,7 \text{ кН}$$

$$R_z = 36 + 3,4 + 13,1 - 5,7 = 46,8 \text{ кН}$$

Допустиме навантаження на передні колеса трактора МТЗ-80 дорівнює: $R_n = 12 \text{ кН}$, а на задні $R_z = 33,7$, тобто у нашому випадку передні колеса недовантажені майже наполовину, а задні значно перевантажені.

Перевантаження Δ задніх коліс становить:

$$\Delta = \frac{46,8 - 33,7}{33,7} \cdot 100 = 38,8\%.$$

Враховуючи, що при швидкості агрегату V_c до 8 км/год (робоча швидкість $V_c = 7,2 \text{ км/год}$) допускається перевантаження задніх коліс до 40%, можна вважати, що знаходяться у допустимих межах перевантаження задніх коліс трактора і не порушується керованість агрегату.

Проведемо розрахунок змінну продуктивність агрегату, га/зм

$$W_{ci} = 0,1 \hat{A}_\delta \cdot V_p \cdot T_p, \quad (2.8)$$

де B_p – робоча ширина захвату сівалки, м

$$\hat{A}_\delta = \hat{A}_E \cdot \beta, \quad (2.9)$$

де B_K – ширина захвату конструктивна, м, $B_K = 5,4 \text{ м}$;

β – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату ($\beta = 1,0$).

$$B_p = 5,4 \cdot 1,0 = 5,4 \text{ м.}$$

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год

$$V_p = 7,2 \text{ км/год,}$$

де T_p – чистий робочий час, год.

$$T_p = T_{ci} \cdot \tau \quad (2.10)$$

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $T_{зм}$ – час зміни, год. Приймаємо $T_{зм} = 10,0$ год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, при довжині гонів 1000 м, $\tau = 0,86$

$$T_p = 10 \cdot 0,86 = 8,6 \text{ год.}$$

Проводимо розрахунок підставивши значення у формулу (2.8)

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 7,2 \cdot 8,6 = 33,44 \text{ га/зм;}$$

Знаходимо витрату палива на 1 га площі, кг/га

$$Q_{\dot{a}i} = \frac{Q_{\dot{\zeta}i}}{W_{\dot{\zeta}i}}, \quad (2.11)$$

де $Q_{зм}$ – витрати палива за зміну, кг/зм;

$W_{зм}$ – змінна продуктивність, га/зм.

$$Q_{\dot{\zeta}i} = Q_{\dot{\delta}} \cdot \dot{O}_{\dot{\delta}} + Q_x \cdot t_x + Q_{\zeta} \cdot t_{\zeta} \quad (2.12)$$

де Q_p , Q_x , Q_z – відповідно годинні витрати палива при виконанні сівби, холостого русі та на зупинках; $Q_p=25$ кг/год; $Q_x=10$ кг/год; $Q_z = 2,5$ кг/год;

T_p , t_x , t_z – відповідний час рухів робочих і холостих, час зупинок

$$t_x = t_{\zeta} = \frac{\dot{O}_{\dot{\zeta}i} - \dot{O}_{\dot{\delta}}}{2} \quad (2.13)$$

де $T_{зм}$ T_p – робочий час чистий, год, $T_p = 8,6$ год.

$T_{зм}$ - час зміни, год, $T_{зм} = 10$ год;

$$t_x = t_z = \frac{10 - 8,6}{2} = 0,7 \text{ год.}$$

Підставляємо отримані значення до формули (2.12)

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{зм} = 25 \cdot 8,6 + 10 \cdot 0,7 + 2,5 \cdot 0,7 = 223,75 \text{ кг/зм.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу (2.11)

$$Q_{га}^{II} = \frac{223,75}{33,44} = 6,69 \text{ кг/год;}$$

2.6. Підготовка поля до роботи

Ефективність роботи посівного агрегату та якість сівби безпосередньо залежать від ретельної підготовки поля. Перед початком робіт необхідно провести огляд поля з метою виявлення та усунення будь-яких перешкод, які можуть негативно вплинути на якість виконання операції та продуктивність агрегату. Важливим етапом є вибір напрямку та способу руху агрегату. Коли вибирають спосіб руху треба враховувати конфігурацію поля та довжину гонів. Оптимальний спосіб руху повинен забезпечувати максимальну продуктивність й економічну роботу агрегату, а також повне дотримання вимог агротехнічних.

2.6.1. Розрахунок поворотних смуг

На кінцях загінок, для гонових способів руху, залишаємо смуги розвороту агрегату.

Приблизний розмір поворотної зони при петльових грушоподібних розворотах визначається за відповідною формулою.

розворотах визначається за відповідною формулою.

$$E = 3R_{min} + L_a \quad (2.14)$$

де R_{min} – мінімальний радіус повороту, м;

L_a – довжина агрегату кінематична, м.

Мінімальний радіус повороту агрегату для колісного трактора та начійною машиною приймаємо

$$R_{min} = 0,8 \cdot 5,4 = 4,32 \text{ м.}$$

Кінематичну довжину агрегату визначаємо за формулою

$$L_a = L_{mp} + L_M + L_{зч} \quad (2.15)$$

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $L_{\text{тр}}$ – довжина трактора кінематична, м; $L_{\text{тр}} = 0,94$ м ;

L_M – довжина машини кінематична, м; $L_M = 1,8$ м .

Тобто

$$L_a = 0,94 + 1,8 = 2,74 \text{ м.}$$

Проводимо розрахунок за формулою (2.14)

$$E = 3 \cdot 4,32 + 2,74 = 15,7 \text{ м.}$$

Для оптимізації використання посівної техніки ширину поворотної смуги необхідно обирати кратною ширині захвату агрегату. Це забезпечує цілісне число проходів агрегату під час наступних операцій

$$E = K \cdot B_p, \quad (2.16)$$

$$K = \frac{E}{B_p}.$$

$$K = \frac{15,7}{5,4} = 2,9$$

Приймаємо $K = 3$

Тоді

$$E = 3 \cdot 5,4 = 16,2 \text{ м.}$$

Отже, у випадку петльових грушовидних поворотів, розмір поворотних смуг становить 16,2 м.

2.6.2. Розрахунок довжини виїзду агрегату

Визначається довжина виїзду агрегату визначається розташуванням робочих органів відносно центру агрегату.

Зокрема, для начіпних машинно-тракторних агрегатів (МТА) довжина виїзду розраховується за відповідною формулою

$$e = 0,2 \cdot L_a.$$

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді

$$e = 0,2 \cdot 2,74 = 0,548 \text{ м.}$$

На рисунку зображено схему робочої ділянки та рух посівного агрегату човниковим способом, що демонструє практичне застосування цих розрахунків.

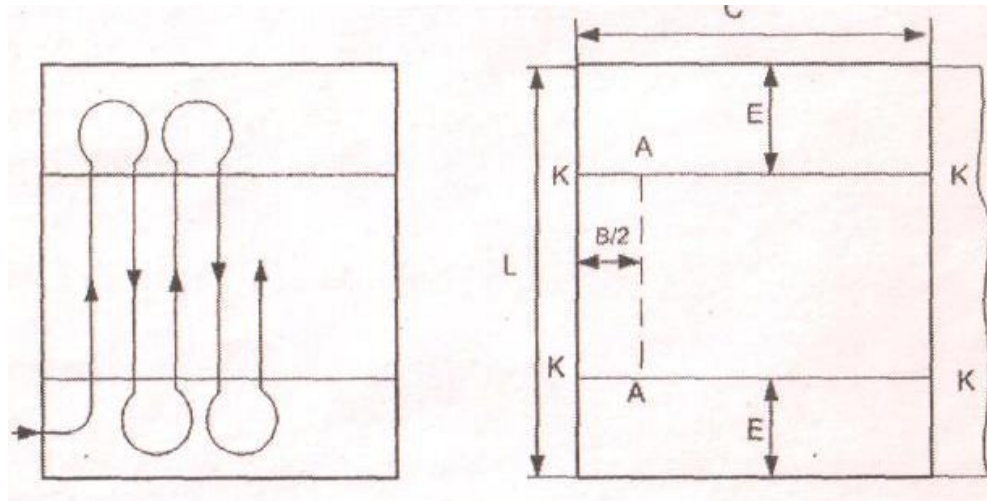


Рис. 2.2. Схема робочої ділянки і рух посівного агрегату човниковим способом

2.7. Розробка технологічної карти вирощування та збирання проса

Технологічна карта – це важливий виробничо-технологічний документ, який забезпечує раціональну організацію аграрного виробництва. Вона містить детальний опис послідовності виробничих операцій у хронологічному порядку, включаючи їх тривалість у календарних й робочих днях, склад використовуваних агрегатів, кількість обслуговуючого персоналу, показники виробітку за годину та зміну, витрати пального, трудові та експлуатаційні витрати. Застосування технологічної карти дозволяє здійснювати попереднє планування виробничих процесів, а також спрощує управління та контроль за виконанням робіт у польових умовах.

Технологічні карти вирощування проса за базовою технологією наведена в додатках, а за проектною - в графічному матеріалі роботи.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо одну з операцій за технологією вирощування проса. За операцію, згідно із завданням, обираємо сівбу проса.

Кількість днів роботи розраховуємо за формулою

$$n_{\partial} = \frac{Q_p}{W_{зм} \cdot n_{зм}}, \quad (2.17)$$

де Q_p – обсяг роботи, $Q_p = 100$ га;

$n_{зм}$ – кількість змін роботи, приймаємо $n_{зм} = 1$.

$$n_{\partial} = \frac{100}{33,44 \cdot 1} = 2,99.$$

Приймаємо 3 дн.

Кількість агрегатів розраховуємо за формулою

$$N_a = \frac{Q_p}{H_{\epsilon} \cdot n_{зм} \cdot n_{\partial}} \quad (2.18)$$

де H_{ϵ} – норма виробітку агрегату за 10 год., $H_{\epsilon} = 33,44$ га.

$$N_a = \frac{100}{33,44 \cdot 1 \cdot 3} = 0,99$$

Приймаємо 1 агрегат.

Знаходимо витрати праці, люд.год/га.

$$З_{га} = \frac{n \cdot T_{зм}}{W_{зм} \cdot N_a} \quad (2.19)$$

де n – кількість обслуговуючого персоналу. За вимогами до машини: механізаторів – 1; допоміжних працівників – 1;

$$З_{га} = \frac{2 \cdot 10}{33,44 \cdot 1} = 0,598 \text{ люд.год/га.}$$

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.8. Розробка операційно-технологічної карти

Операційно-технологічна карта складається з врахуванням комплексу правил. Вони мають строгий технологічний порядок щодо виконання виробничих операцій.

Знаходимо тривалість одного циклу, хв.

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2 \cdot t_n, \quad (2.21)$$

де L_p – робоча довжина загінки, м;

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год., $V_p = 7,2$ км/год;

t_n – час повороту в кінці загінки, хв., $t_n = 1,5$ хв.

Розраховуємо робочу довжину загінки

$$L_p = L - 2E, \quad (2.22)$$

де L – довжина загінки, м; $L = 1000$ м;

E – ширина поворотної смуги, м; $E = 16,2$ м.

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 16,2 = 967,6 \text{ м.}$$

Знаходимо тривалість одного циклу за формулою:

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 967,6}{100 \cdot 7,2} + 2 \cdot 1,5 = 19,1 \text{ хв.}$$

Тобто $T_{\text{ц}} = 0,32$ год.

Визначаємо технічну продуктивність за цикл, га/ц

$$W_{\text{о}} = 0,1 \cdot \hat{A}_{\text{о}} \cdot V_p \cdot T_{\text{о}} \cdot \tau, \quad (2.23)$$

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де B_p, V_p, T_{ϕ}, τ – використовуємо з попередніх розрахунків.

$$W_{\eta} = 0,1 \cdot 7,2 \cdot 5,4 \cdot 0,32 \cdot 0,86 = 1,07 \text{ га/ц.}$$

Кількість циклів за зміну

$$n_{\delta} = \frac{W_{\eta}}{W_{\delta}}, \quad (2.24)$$

де W_{δ} – приймаємо з попередніх розрахунків.

Тоді

$$n_{\eta} = \frac{33,44}{1,07} = 31,25 \text{ ц/з\textsubscript{м.}}$$

Витрати палива за зміну знаходимо:

$$Q_{\text{зм}} = Q_{\text{га}} \cdot W_{\text{зм}}, \quad (2.25)$$

де $Q_{\text{га}}$ – приймаємо з попередніх розрахунків.

$$Q_{\text{зм}} = 6,67 \cdot 33,44 = 223 \text{ кг/з\textsubscript{м.}}$$

Складаємо операційно-технологічну карту у основі, якої враховані проведені розрахунки.

2.9. Контроль якості роботи

Якість посіву оцінюється - рівномірністю глибини загортання насіння; стійкістю заданої норми висіву насіння та добрив; витриманістю стикових міжрядь та прямолінійністю рядків, відсутність просівів.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нормативи, які характеризують якість посіву наведені в додатках.

Оцінюється якість посіву після появи сходів, коли перевіряють стикові міжряддя, глибину загортання насіння та виявляють незасіяні ділянки, які слід засіяти.

2.10. Висновок по розділу

Розроблено проект комплексної механізації по вирощуванню проса комплексом машин з використанням сівалки ССТ-12.

На основі розрахунків складено операційну технологічну карту на вирощування проса.

У розділі сформульовано агротехнічні вимоги до машин для вирощування проса; обґрунтовано вибір технічного засобу для виконання операції і розраховано режими його роботи; описано підготовку агрегату та поля до роботи; приведено методику проведення контролю якості виконання операції.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1. Задачі дослідження

У вертикально-дискових висівних апаратах однією з проблем є пошкодження насіння відбивачами, що перевищує допустимі норми. Для мінімізації цього негативного явища необхідно застосовувати альтернативні принципи відбивання надлишкового насіння. Одним з ефективних методів, що запобігає травмуванню насіннєвого матеріалу, є використання принципу осипання насіння з поверхні диска під дією гравітації. Цей принцип успішно реалізовано в конструкціях сівалок з похилим розташуванням висівного диска, таких як СКРН-12Б, “Ебра” та МС-1 (Франція), “Джон Дір” модель 33 (США), “Унадрил-С” (Німеччина). Враховуючи хорошу сипучість насіння проса та невеликі кути тертя об поверхню висівного диска, цей принцип може бути ефективно адаптований і для посіву цієї культури. Проте, слід враховувати, що ефективність даного методу залежить від кута нахилу висівного диска, що може створювати певні труднощі при посіві на схилах.

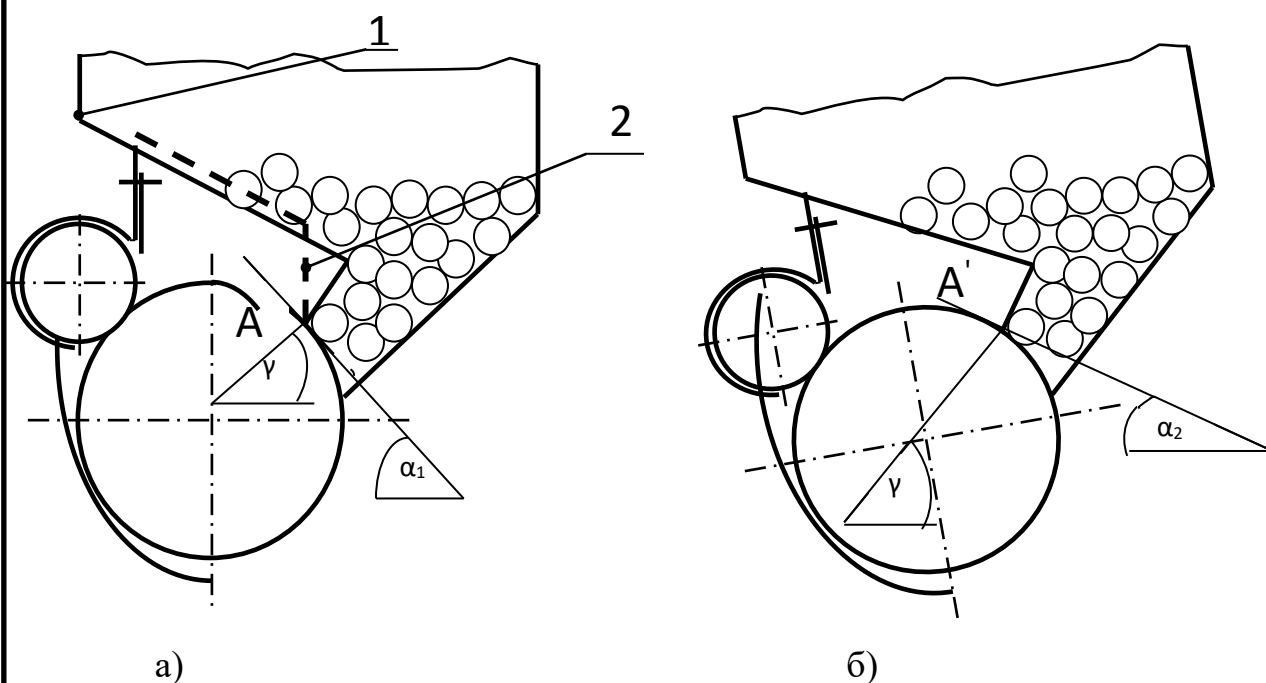


Рис. 3.1. Схема розташування насіння в насіннєвій камері при нормальному положенні висівного апарата (а) і нахилі його вперед (б)

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рисунку 3.1 представлена найпростіша конструкція механізму висіву, заснована на природному осипанні насіння з обертового диска. Регулювання норми висіву здійснюється за допомогою заслінки 1, яка змінює рівень насіння в бункері. Насіння, потрапляючи в бункер, розташовується на диску під кутом природного відкосу γ .

В стаціонарному положенні апарата (рис. 3.1 а) крайня верхня точка шару насіння (точка А) знаходиться в такому положенні, що кут між дотичною до диска в цій точці та горизонталлю (кут α_1) перевищує кут тертя φ між насінням і диском. Це забезпечує вільне осипання насіння.

При нахилі апарата вперед (рис. 3.1 б) точка А зміщується вгору, а кут α зменшується ($\alpha_2 < \alpha_1$). Якщо кут α_2 стане меншим за кут тертя φ , насіння почне затримуватися на диску і підтягуватися до зчісуючого ролика, що призведе до його пошкодження.

В основу дослідження покладемо припущення, що установка над диском в точці А обмежуючої перегородки 2 з мінімально можливим зазором дозволить усуває вказане явище.

В цьому випадку при нормальному положенні апарата перегородка практично не буде брати участь в процесі відбивання “зайвого” насіння, так як при цьому виконується умова осипання насіння з поверхні диска ($\alpha_1 > \varphi$), а при нахилі апарата вперед перегородка буде протидіяти прагненню насіння захоплення диском під ролик і, таким чином, буде виключено подрібнення насіння.

Оскільки в останньому випадку перегородка буде виконувати роль пасивного відбивача “зайвого” насіння, то необхідно обґрунтувати параметри такого відбивача з метою виключення подрібнення насіння і затягування його між диском і перегородкою

На основі проведеного аналізу можна визначити основні задачі дослідження: аналіз процесу відбивання “зайвого” насіння із чарунок висівного диску пасивним відбивачем та обґрунтування його основних параметрів.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Експериментальні дослідження

3.2.1. Програма експериментальних досліджень

Програма експериментальних досліджень включає такі етапи:

- дослідження фізико-механічних властивостей насіння;
- визначення оптимальних конструктивних параметрів і режиму роботи пристосування до вертикально-дискового висівального апарата для висіву насіння проса.

3.2.2. Методика визначення фізико-механічних властивостей насіння проса

Насіння, як об'єкт висіву, характеризується лінійними розмірами (довжиною, шириною та товщиною), індивідуальною масою насіння, об'ємною та абсолютною масою, коефіцієнтами статичного та динамічного тертя, кутом природного укосу та ін.

При визначенні таких фізико – механічних властивостей насіння, як розмірні характеристики, абсолютна маса насіння, коефіцієнт статичного тертя та кут природного укосу насіння застосовується загальноприйнята методика.

При визначенні динамічних коефіцієнтів тертя використовувалась установка, електромеханічна схема якої показана на рис. 3.2.

По похилій площині 1 установки кріпилася тертьова поверхня одного із перерахованого вище матеріалів, по якому ковзав зразок 2 з насінням. Нижня поверхня зразка покривалася шаром пластиліну товщиною 2-3 мм. Насіння складалось на цю поверхню щільно і здавлювалось в шар пластиліну гладкою металічною пластиною, що забезпечувало надійне кріплення насіння і вирівнювання його по висоті.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

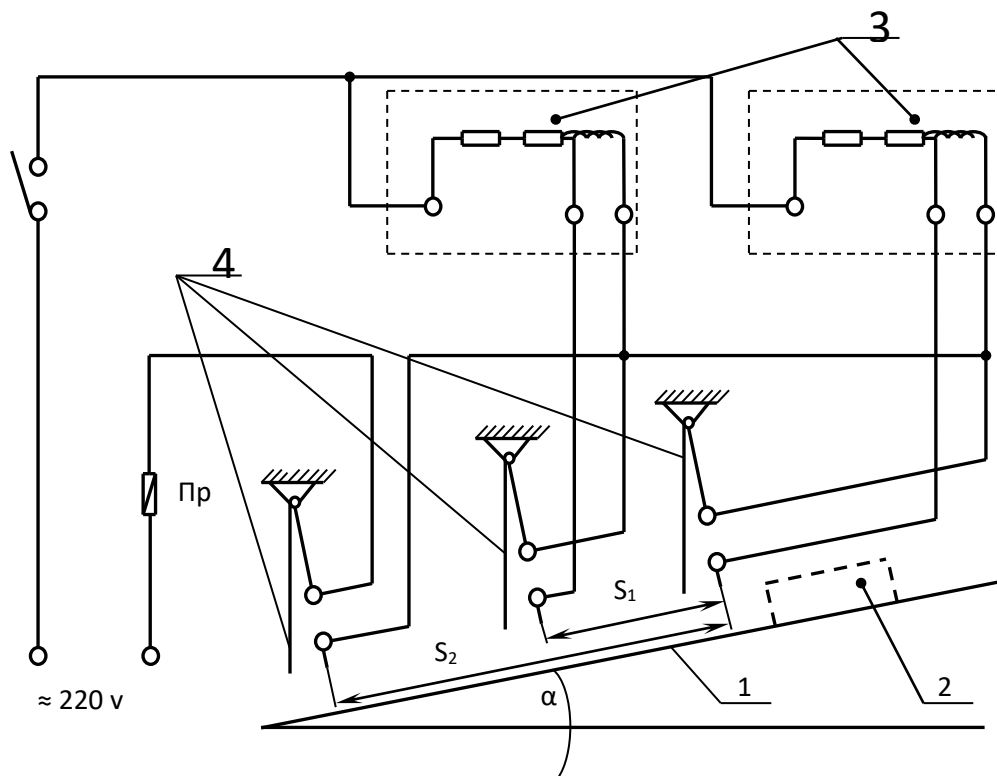


Рис. 3.2. Електромеханічна схема установки для визначення динамічного коефіцієнта тертя

Над похилою площиною встановлені три блок-контакти 4, ввімкненні в електричне коло двох секундомірів 3. В вихідному положенні блок-контакти замкнуті і електросекундоміри вимкненні. При русі зразка по похилій площині по черзі розмикаються блок-контакти. При розмиканні першого із них обидва електросекундоміри починають відлік часу; при розмиканні другого – один секундомір вимикається; при розмиканні третього – вимикається другий електросекундомір.

Коефіцієнт тертя руху f_g визначається по формулі:

$$f_g = \frac{f_{g1} + f_{g2}}{2} \quad (3.1)$$

де

$$f_{g1} = \operatorname{tg} \alpha - \frac{2 \cdot S_1}{t_{1cp}^2 \cdot g \cdot \cos \alpha} \quad (3.2)$$

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$f_{g2} = tg\alpha - \frac{2 \cdot S_2}{t_{2cp}^2 \cdot g \cdot \cos\alpha} \quad (3.3)$$

де S_1 і S_2 – відстань між першим і другим; першим і третім блок-контактами відповідно;

t_{1cp} і t_{2cp} – середні значення часу із декількох повторностей, за які зразок проходить шлях S_1 і S_2 при початковій швидкості зразка $v_0 = 0$.

Кількість повторностей було взято рівним 10.

Визначення кутів природного відкосу і коефіцієнтів внутрішнього тертя виконувалось за допомогою пристосування, що складається із ящика з заслінкою. При висуванні заслінки із ящика насіння, розташовані там, осипаються під кутом природного відкосу γ , тангенс якого приймається рівним коефіцієнту внутрішнього тертя насіння $f_{вн}$.

3.2.3. Методика експериментальних досліджень по визначенню оптимальних конструктивних параметрів пристосування для висіву насіння проса і прилади та установки, що застосовувались у дослідженнях

Для проведення лабораторного дослідження по впливу на процес висівання насіння проса вертикально-дисковими апаратами конструктивних параметрів пристосування була застосована слідуєча установка (рис. 3.2).

Установка представляє собою серійний вертикально-дисковий апарат, дообладнаний пристосуванням, яке представляє собою перегородку з чистиком. Крім того серійний висівний апарат дообладнаний також ущільнювачами, які необхідні для запобігання просипання насіння через зазори між стінками корпусу та висівним диском і стінками корпусу і кришкою. Привід установки здійснюється від окремого електродвигуна постійного струму ($U = 24$ В, $I = 6$ А) через ланцюгову передачу, що дозволяє плавно регулювати частоту обертання висіваючого диска. Живлення

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електродвигуна здійснюється від мережі змінного струму через випрямляч. Випрямляч захищений від небезпечних перевантажень запобіжниками.

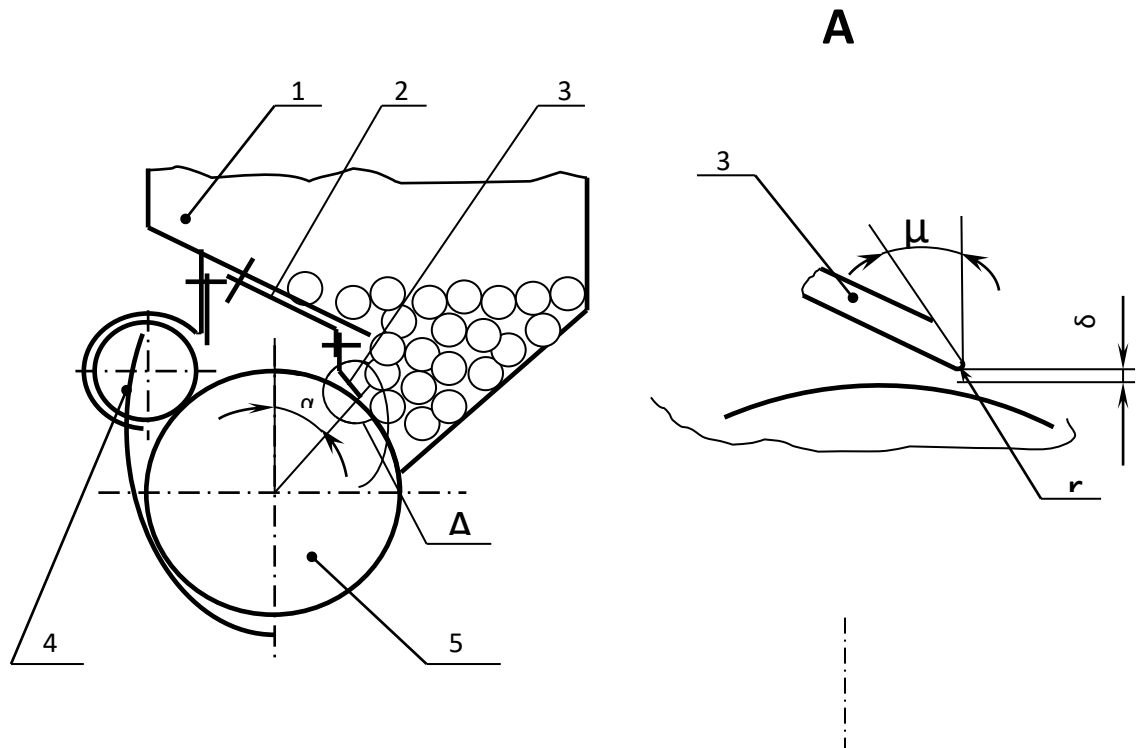


Рис. 3.3. Схема експериментальної установки по дослідженню впливу конструктивних параметрів (α , δ , μ , r) пристосування на якість висіву насіння проса вертикально-дисковим апаратом:

1 – бункер з насінням; 2 – перегородка; 3 – чистик; 4 – зчісуючий ролик; 5 – висівний диск

При проведенні дослідів на установці в залежності від конструктивних параметрів пристосування: кута установки чистика α , кута робочої кромки μ , зазору δ та радіусу округлення r перевіряється якість висіву (заповнення чарунок насінням, пошкодження насіння).

Причому ці параметри перевіряються при різних положеннях чистика (змінюється кут установки α).

Масу висіяного і пошкодженого насіння вимірюємо за допомогою електронних ваг.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.4. Методика обробки експериментальних даних

Природна мінливість розмірів насіння, індивідуальної маси, динамічного і статичного коефіцієнтів тертя і інших фізико-механічних характеристик залежить від багатьох факторів, тому можна припустити, що вони являються випадковими величинами, розподіленими по нормальному циклу. Тоді, для оцінки варіювання вказаних величин можна користуватися статистичними характеристиками нормального розподілення.

При обробці експериментальних даних методами варіаційної статистики визначаємо наступні показники:

середнє арифметичне (статичне середнє) значення $\bar{x}$:

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum f_i} \quad (3.4)$$

середнє квадратичне відхилення σ :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f_i \cdot (\bar{x} - x_i)^2}{\sum f_i}} \quad (3.5)$$

коефіцієнт варіації V :

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (3.6)$$

помилку середнього арифметичного m :

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{\sum f_i}} \quad (3.7)$$

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

показник точності дослідів Р:

$$P = \frac{m}{x} \cdot 100 \quad (3.8)$$

де f_i – частота, відповідаюча значенням x_i ,

x_i – поточне значення варіюючого признаку.

Методи варіаційної статистики застосовані також і для оцінки якісних показників процесу висіву: розподілення інтервалів між насінням в потоці, дозуючою здатністю висівального пристрою, якості заповнення чарунок і т.д.

Об'єм вибірки визначається, виходячи із потрібної точності результатів дослідів по залежності:

$$n = \frac{V^2}{P^2} \quad (3.9)$$

Дослід вважається достатньо точним, якщо показник точності не перевищує 5 %.

3.2.5. Результати експериментальних досліджень

3.2.5.1. Фізико-механічні властивості насіння проса

Для визначення розмірних характеристик насіння було взято 200 екземплярів. Середні значення довжини a , ширини b і товщини c і показники їх мінливості: середні квадратичні відхилення σ_a , σ_b , σ_c і коефіцієнти варіації V_a , V_b , V_c приведені в табл. 3.1.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1.

Розмірні характеристики насіння

Культура	Довжина а, мм	Ширина b, мм	Товщина с, мм	Середні квадратичні відхилення, мм			Коефіцієнт варіації, %		
				σ_a	σ_b	σ_c	V_a	V_b	V_c
Просо	2,9	2,5	1,8	0,077	0,102	0,045	2,66	4,16	2,5

По даним, представленими в таблиці, видно, що розміри досліджуваного насіння варіують в доволі широких межах: їх середні квадратичні відхилення змінюються від 0,045 до 0,102 мм, а коефіцієнти варіації – від 2,5 до 4,16 %.

Найменше розсіювання розмірів спостерігається по товщині (мінливість товщини $\sigma_c = 0,045$ мм), найбільше – по ширині (коливання ширини $\sigma_b = 0,102$ мм).

В таблиці 3.2 приведені значення кута природного відкосу насіння досліджуємої культури.

Таблиця 3.2.

Значення кутів природного відкосу і коефіцієнтів внутрішнього тертя насіння проса

Кут природного відкосу γ , град і показники його мінливості			Коефіцієнт внутрішнього тертя насіння проса	Примітка
$\bar{\gamma}$	σ_γ	V_γ		
27	0,211	7,8	0,51	Приведені дані являються середніми із 50 визначень

Із приведених даних видно, що насіння проса доволі сипуче, для нього кут природного відкосу γ і коефіцієнт внутрішнього тертя $f_{\text{вн}}$ відповідно рівні 27° і 0,51.

В таблиці 3.3 приведені значення коефіцієнтів статичного і динамічного тертя насіння проса по різних поверхнях.

Таблиця 3.3.

Коефіцієнти статичного і динамічного тертя насіння проса по різних поверхнях

Матеріали поверхні тертя														
Сталь листова Нефарбована			Сталь листова фарбована			Резина Технічна			Алюміній			Оргскло		
$\bar{f}$	σ_f	V_f	$\bar{f}$	σ_f	V_f	$\bar{f}$	σ_f	V_f	$\bar{f}$	σ_f	V_f	$\bar{f}$	σ_f	V_f
0,28	0,023	8,2	0,38	0,043	11,3	0,41	0,028	6,8	0,26	0,028	10,8	0,24	0,018	7,5
0,14	0,010	7,1	0,22	0,019	8,6	0,26	0,019	7,3	0,11	0,007	6,4	0,11	0,006	8,5

Примітки: 1. Дані являються середніми із 50 визначень,

2. В чисельнику приведені показники статичного тертя, а в знаменнику – динамічного.

Із приведеної таблиці видно, що відмінності в величинах як статичних, так і динамічних коефіцієнтів тертя у насіння проса по однім і тим же поверхням порівняно невеликі. Так, наприклад, статичний коефіцієнт тертя по фарбованим поверхням для сталі рівний 0,38, а динамічний відповідно – 0,22. Як видно з таблиці, вказана закономірність додержується і для всіх інших поверхонь тертя, взятих для дослідження.

3.2.5.2. *Результати експериментальних досліджень по обґрунтуванню конструкції пристосування до вертикально-дискового апарата для висіву насіння проса*

В експериментальному дослідженні використовувався диск з параметрами чарунок: $d_{\text{я}} = 6 \text{ мм}$ і $h_{\text{я}} = 3,3 \text{ мм}$. Кількість чарунок на диску $n_{\text{я}} = 210$, які розміщені в три ряди.

В табл. 3.4 приведені параметри, що характеризують якість заповнення середня кількість насіння, розміщеного в одній чарунці m' , а також середня кількість насіння, висіяного за один оберт M .

Із приведеної таблиці видно, що зі зменшенням величини зони заповнення наповнення чарунок насінням проса практично не змінюється. Це значить, що насіння проса досить легко заповнює чарунки насінням, тобто володіє сипкістю.

Таблиця 3.4.

Середні значення кількості насіння, розміщеного в одній чарунці m' та висіяного за один оберт M при різній довжині зони заповнення $l_{\text{запов.}}$, мм

Середня кількість насіння, розміщеного в одній чарунці m' , шт.	Кількість насіння, висіяного за один оберт висіваючого диску M , %	
	$l_{\text{запов.}} = 50 \text{ мм}$	$l_{\text{запов.}} = 35 \text{ мм}$
10	100	98

Із приведеної таблиці видно, що зі зменшенням величини зони заповнення наповнення чарунок насінням проса практично не змінюється. Це значить, що насіння проса досить легко заповнює чарунки насінням, тобто володіє сипкістю.

Для перевірки теоретичного припущення про вплив положення пасивного відбивача в насіннєвій камері на подрібнення насіння і уточнення його розміщення були проведені експериментальні дослідження, результати яких представлені в табл. 3.5.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5.

Вплив місця установки відбивача і зазора між диском і відбивачем
на подрібнення насіння проса

Подрібнення насіння, %										Примітка
Кут установки відбивача α, град					Радіальний зазор між відбивачем і диском δ, мм					
10	20	30	40	50	0,3	0,5	1,0	1,5		
$\frac{2,3}{2,4}$	$\frac{1,2}{1,3}$	$\frac{0,3}{0,3}$	$\frac{0,2}{0,3}$	$\frac{0,2}{0,2}$	$\frac{0,3}{0,4}$	$\frac{0,4}{0,4}$	$\frac{0,7}{0,8}$	$\frac{3,9}{3,9}$		
1. При вивченні впливу α δ = 0,5 мм. 2. При вивченні впливу δ α = 50° 3. В чисельнику приведені дані для V _д = 0,078, а в знаменнику – для V _д = 0,202 м/с										

Приведені в таблиці дані показують, що зі збільшенням кута встановлення відбивача α і зменшенням радіального зазора між диском і відбивачем подрібнення насіння зменшується, тобто підтверджуються висновки, зроблені при теоретичному аналізі.

Так, при збільшенні кута встановлення відбивача на 30° (з 10° до 40°) подрібнення насіння зменшується з 2,3% до 0,2%. При зменшенні зазору між відбивачем і диском з 1,5 до 0,3 мм подрібнення насіння зменшується з 3,9 до 0,3%.

Оскільки мінімальне значення зазору між диском і відбивачем визначається максимальним радіальним биттям диска, то збільшення точності виготовлення зовнішньої поверхні диска, дозволяючи зменшити радіальне биття цієї поверхні, являється додатковим резервом для зменшення подрібнення насіння.

					МВП 00.000 ПЗ					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Що стосується кута установки відбивача, то його, виходячи із результатів проведених експериментів, бажано вибирати максимальним, але (оскільки це приведе до зменшення зони заповнення), при цьому повинна забезпечуватись мінімально допустима зона заповнення.

Для уточнення впливу на процес відбивання насіння радіуса скруглення робочої кромки чистика (див. рис. 3.2) і кута встановлення її до осі чарунки (три основних варіанта можливого розташування робочої кромки чистика показані на рис. 3.1), і визначення їх оптимальних значень були проведені експериментальні дослідження. Результати дослідів представлені в табл. 3.6.

Таблиця 3.6.

Вплив кута встановлення і радіуса скруглення робочої кромки чистика на подрібнення насіння

Колова швидкість диска, м/с	Подрібнення насіння, %							
	Кут встановлення робочої кромки чистика μ , град.			Радіус скруглення робочої кромки чистика, мм				
	- 30	0	+ 30	0,2	0,4	0,6	0,8	1,2
0,078	2,4	0,8	0,2	0,6	0,2	0,3	0,5	0,9
0,114	2,6	0,9	0,2	0,6	0,3	0,4	0,5	0,9
0,202	2,9	1,2	0,3	0,7	0,4	0,4	0,6	1,0

Примітка: 1. Приведені результати являються середніми із 10 повторностей.

2. При дослідженні впливу кута встановлення робочої кромки чистика на подрібнення насіння радіус кромки був рівний $+ 30^\circ$.

Із приведених в таблиці даних видно, що зі збільшенням радіуса скруглення від 0,4 до 1,4 мм подрібнення насіння різко збільшується (в 3-4 раза).

					МВП 00.000 ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Мінімальне подрібнення насіння спостерігається при величині радіуса скруглення робочої кромки чистика, рівній 0,4 мм.

Із досліджених варіантів найкращі показники забезпечує розташування робочої кромки чистика під кутом $+ 30^\circ$.

3.2.5.3. Дослідження сукупності впливу основних факторів на подрібнення насіння проса і визначення їх оптимальних значень

Вище ми послідовно розглянули вплив на якість висіву (подрібнення насіння) насіння проса основних факторів, встановили напрямок і ступінь впливу кожного з них. Але, оскільки при цьому вплив кожного фактору вивчалось окремо: значення вивчаємих факторів змінювали по черзі, а інші залишалися на тих же самих рівнях, то з'ясувати одночасний (сукупний) вплив всіх вивчаємих факторів на якість висіву не вдавалось. В той же час цілком логічно, що одночасний вплив всіх факторів на вихідну величину буде більш значимим. Тому для вивчення впливу всіх факторів в комплексі нами була використана методика планування багатфакторного експерименту. При цьому при виборі основних рівнів і інтервалів варіювання вивчаємих факторів були використані результати вказаних вище однофакторних експериментів.

Оскільки при експериментальному дослідженні використовувався серійний диск, то при проведенні багатфакторного експерименту враховувався одночасний вплив наступних факторів, наведених в таблиці 3.7: місця встановлення перегородки в насіннєвій камері (кут α між вертикаллю, проведеної через центр висівного диска і лінією, яка з'єднує центр диска з нижнім кінцем перегородки), зазору між перегородкою і висівним диском (δ), кута нахилу робочої кромки перегородки до осі чарунки (μ), радіуса округлення нижньої частини перегородки (r) і швидкості обертання диска (V_d). В якості плану експерименту була використана матриця дробної репліки 2^{5-2} , яка представлена в таблиці 3.7.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В результаті реалізації вибраного плану експеримента було отримане слідує рівняння регресії:

$$y = 0,729 - 0,076 \cdot x_1 + 0,135 \cdot x_2 + 0,066 \cdot x_3 - 0,087 \cdot x_4 + 0,355 \cdot x_5 \quad (3.10)$$

Перевірка рівняння на рівнозначність і адекватність відповідно по критеріях Кохрена і Фішера дала позитивні результати. Аналіз коефіцієнтів рівняння регресії відносно напрямку і ступеню впливу факторів на величину подрібнення насіння проса показав наступне. По ступеню впливу на подрібнення насіння проса фактори можна розташувати у такому порядку: x_5 ; x_2 ; x_4 ; x_1 та x_3 .

Таблиця 3.7.

Досліджувані фактори , інтервали їх варіювання і матриця планування при дослідженні впливу цих факторів на подрібнення проса

Досліджувані фактори	α , град /с	δ мм	γ мм	μ град	V_d м
Основний рівень	40 0,20	0,8		0,8	30
Інтервал варіювання	5 0,05	0,4		0,4	15
Кодове позначення Факторів	x_1 x_5	x_2	x_3	x_4	
Дослід 1			—		
Дослід 2			+		
Дослід 3			—		
Дослід 4			+		
Дослід 5			—		
Дослід 6			+		
Дослід 7			—		
Дослід 8			+		

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позитивний знак при факторах x_2 (δ), x_3 (r) і x_5 (V_d) показує, що збільшення величини цих факторів призводить до зростання подрібнення насіння, а негативний знак при факторі x_1 (α) – про те, що збільшення кута встановлення перегородки зменшує подрібнення насіння. Негативний знак при факторі x_4 (μ) свідчить, що зменшення подрібнення насіння досягається збільшенням кута установки робочої кромки відносно вертикалі.

Оптимізація отриманого рівняння регресії дозволила встановити, що мінімальне подрібнення насіння проса при висіві їх вертикально-дисковими висівними апаратами сівалок ССТ-12В досягається при наступних значеннях досліджуваних факторів:

$$\alpha = 45^\circ; \quad \delta = 0,4 \text{ мм}; \quad r = 0,4 \text{ мм}; \quad \mu = + 45^\circ; \quad V_d = 0,15 \text{ м/с}$$

і становить 0,01 %.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Небезпечні і шкідливі фактори

Експлуатація посівного агрегату з сівалкою ССТ-12, згідно з ГОСТ 12.0.003-94, вимагає особливої уваги до питань безпеки праці. Серед основних небезпечних та шкідливих факторів слід виділити:

1. Рухомі частини агрегату та сівалки, які становлять загрозу травмування. Для запобігання цьому необхідно дотримуватися правил техніки безпеки та використовувати захисні огороження.
2. Оберткові механізми приводу висівних апаратів, які можуть призвести до серйозних травм. Важливо регулярно перевіряти їх стан та наявність захисних кожухів.
3. Високий тиск у гідравлічній системі трактора та сівалки, що потребує ретельного контролю за її справністю та дотримання правил експлуатації.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Забивання робочих органів посівним матеріалом та залипання коліс ґрунтом, що може призвести до аварійних ситуацій. Необхідно регулярно очищати робочі органи та слідкувати за станом ґрунту.
5. Небезпека падіння сівалки при з'єднанні з трактором через неправильне приєднання. Слід чітко дотримуватися інструкцій з агрегування.
6. Можливість перекидання агрегату при роботі на схилах, що перевищують норми ДСТУ 2189-93, або при відсутності баластних вантажів. Необхідно дотримуватися встановлених норм та використовувати відповідне обладнання.
7. Підвищений рівень запиленості та загазованості робочої зони, що потребує використання засобів індивідуального захисту органів дихання.
8. Високий рівень шуму та вібрації, що негативно впливають на здоров'я працівників. Рекомендується використання засобів захисту органів слуху та дотримання режиму праці та відпочинку.
9. Недостатнє освітлення у вечірній час доби, що потребує використання додаткових джерел освітлення.

4.2. Вимоги безпеки

Стропування сівалки повинно здійснюватися виключно у місцях, спеціально призначених для цього виробником та позначених відповідним чином. Під час проведення вантажно-розвантажувальних операцій необхідно вживати запобіжних заходів для унеможливлення випадкового перекидання або падіння сівалки, що може призвести до травмування працівників та пошкодження обладнання. Для цього слід використовувати надійні стропи, вантажопідйомні механізми відповідної вантажопідйомності та забезпечувати стійке положення вантажу під час переміщення.

При виконання монтажних робіт, ручне піднімання вантажів допускається лише у випадках, коли їх маса не перевищує 50 кг. Переміщення таких вантажів вручну дозволяється на відстань не більше 60 метрів. Ці вимоги встановлені згідно з чинним законодавством України із охорони праці та

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

техніки безпеки і спрямовані на запобігання травмуванню працівників внаслідок надмірного фізичного навантаження.

З метою забезпечення безпеки праці та запобігання травмуванню працівників, під час роботи посівного агрегату категорично забороняється:

- **Змінювати налаштування:** Вносити будь-які корективи в регулювання глибини ходу сошників або норми висіву. Ці операції повинні виконуватися лише після повної зупинки агрегату.
- **Очищати робочі органи:** Проводити очищення висівних апаратів у разі їх забивання. Для безпечного очищення необхідно зупинити агрегат та вжити відповідних заходів безпеки.
- **Виконувати технічне обслуговування:** Здійснювати будь-які ремонтні роботи, регулювання, змащення, підтяжку гайок, а також заправлення сівалки насінням або добривами. Всі ці операції проводяться лише після повної зупинки та вимкнення агрегату.
- **Розміщувати сторонні предмети:** Класти на сівалку мішки з насінням, добривами або будь-які інші сторонні предмети. Це може призвести до порушення роботи агрегату, його пошкодження або створення небезпечної ситуації.
- **Пересуватися в небезпечній зоні:** Перебувати перед сівалкою або трактором під час їх руху, сідати або сходити з трактора під час роботи агрегату. Ці дії несуть пряму загрозу життю та здоров'ю працівників.

Для мінімізації негативного впливу отрутохімкатів на працівників під час заправки сівалки протруєним насінням, рекомендується дотримуватися таких заходів безпеки:

Заправку сівалки протруєним насінням слід здійснювати механізованим способом, забезпечуючи швидкість руху не більше 3 м/с. Це дозволяє зменшити розпилення протруйника та контакт працівників з ним.

У випадках, коли механізована заправка неможлива, необхідно забезпечити працівників засобами індивідуального захисту, такими як захисні окуляри для запобігання потраплянню протруйника в очі, та респіраторами

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

марки ШБ-1 або протипиловими масками типу ПТМ-1 для захисту органів дихання від пилу та аерозолів протруйника.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Проаналізувавши існуючі технології вирощування проса можна зробити висновок, що доцільним є використання широкорядного посіву.

Тому для більш якісного висіву була запропонована модернізація посівної машини ССТ-12 шляхом розробки пристосувань до висівного апарату. Ці зміни дозволять збільшити якість висіву і тим самим збільшити врожайність даної культури.

У відповідності з результатами розрахунків технологічної карти вирощування проса, техніко-економічні показники розрахунку ефективності використання проектної технології наведені у таблиці

Таблиця 5.1.

Техніко-економічні показники розрахунку ефективності використання проектної технології

№	Показники	Одиниця вимірювання	Проектна	Базова	Відхилення %
1	Обсяг робіт	Га	100	100	-
2	Валовий збір	Ц	2000	2200	-200
3	Урожайність	ц/га	20	22	-2
4	Обслуговуючий персонал (тракторист)	Чол.	1	1	-
5	Агрегатування	Трактор	МТЗ-80	МТЗ-80	-

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6	Змінна норма виробітку	Га/зм	33,44	22,29	11,15
7	Витрати палива	Т	0,67	1,003	-0,33
	Насіння	Т	14	24,5	-14,5
8	Валовий обсяг реалізації	Тис.грн/т	920	1012	-92
9	Прибуток	Тис.грн	75,2	66,4	8,8

Виходячи з розрахунків проведених в даному розділі видно, що впроваджена технологія є більш вигідною ніж базова. Хоч валовий збір за розміром менше, але за рахунок зменшення витрат при проектному варіанті ми отримаємо додатковий прибуток. Тому дане впровадження проектного варіанту є більш вигідним ніж базове.

ВИСНОВКИ

Посівна техніка постійно модернізується, щоб відповідати сучасним вимогам сільського господарства. Основні напрямки удосконалення – це покращення технологій вирощування, зменшення кількості ручної праці при посіві та збільшення продуктивності посівних машин.

У технологічній частині магістерської роботи розроблено проект комплексної механізації по вирощуванню проса комплексом машин з використанням удосконаленої сівалки ССТ-12.

На основі розрахунків складено операційну технологічну карту на вирощування проса.

У розділі сформульовано агротехнічні вимоги до машин по вирощуванню проса; обґрунтовано вибір технічного засобу для виконання операції і

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розраховано режими його роботи; описано підготовку агрегату та поля до роботи; приведено методику проведення контролю якості виконання операції.

В процесі дослідження визначено, що при посіві з використанням вертикально-дискових висівних апаратів часто спостерігається механічне пошкодження насіння відбивачами, що негативно впливає на посівні якості. З метою зменшення травмування насіннєвого матеріалу необхідно впровадження інноваційних підходів до відбивання зайвого насіння. Аналіз існуючих технологій показує, що ефективним рішенням є використання принципу гравітаційного осипання насіння з поверхні диска. Цей метод реалізовано в ряді сівалок з похилим розташуванням висівного диска, зокрема в моделях СКРН-12Б, “Ебра”, МС-1 (Франція), “Джон Дір” 33 (США) та “Унадрил-С” (Німеччина). Завдяки своїй сипучості та низькому коефіцієнту тертя об поверхню диска, насіння проса добре підходить для цього методу. Однак, залежність якості роботи від кута нахилу диска обмежує застосування таких сівалок на схилах.

Тому в цьому напрямі були проведені дослідження. Експериментальні дослідження було проведено у два етапи : на першому - перевірялися і уточнювалися результати теоретичних припущень шляхом аналізу впливу на подрібнення насіння кожного з досліджуваних факторів окремо, а на другому – досліджувався сумісний вплив усіх факторів на подрібнення насіння і визначалися оптимальні значення кожного з досліджуваних факторів, тобто ті їх значення , при яких забезпечується мінімальне подрібнення при відбиванні "зайвого" насіння із чарунок. При проведені другого етапу експериментальних досліджень використовувалися математичні методи планування багатфакторних експериментів.

На підставі проведених експериментальних досліджень було встановлено, що оптимальними значеннями досліджуваних факторів є наступні: $\alpha = 50^0$; $\mu = +30^0$; $r = 0,4\text{мм}$; $\delta = 0,4\text{мм}$; $v_d = 0,2\text{м/с}$. Оптимізація параметрів висіву дозволила досягти мінімального показника подрібнення насіння, що становить 0,1%.

Для мінімізації втрат посівного матеріалу, зумовлених просипанням насіння проса через наявні зазори між бункером та корпусом висівного апарату,

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

було розроблено та інтегровано систему ущільнення, що складається з прокладки та елемента притискування.

Отже, в процесі модернізації серійної бурякової сівалки удосконалення внесені у висівний апарат, пристосування для висіву проса на основі результатів експериментальних досліджень,

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Меланія Несмачна 2023 — рік проса: факти і особливості технології вирощування SuperAgronom.com
2. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України <https://yuriev.com.ua/ua/katalog-produkcii/katalog/proso/vitrilo/>
3. Комаристов В.Ю., Петренко М.М., Косінов М.М. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 1996.
4. Машини для обробітку ґрунту та сівби: навч. посіб. / за ред. Кравчука В.І., Мельника Ю.Ф. – Дослідницьке. Укр НДПВТ ім.Львівського.-2009.-208с.
5. Машини та обладнання сільськогосподарські. Назви та марки : ДСТУ 3979.-2000.-К.: Держстандарт України, 2000.-6с.
6. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К. «Агроосвіта», 2015.-679 с.
- 7.Сисолін П.В. Звичайні підходи по створенню універсальних вітчизняних сівалок для сівби зернових культур. – Кіровоград: КОД, 2008. – 84 с.
- 8.Сисолін П.В., Сало В.М., Кропивний В.М. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування / Під ред. Чорновола М.І. – К.: Урожай, 2001. – 382 с.
- 9.Сисолін П.В., Свіреня М.О. Висівні апарати сівалок. – Кіровоград, 2004.
- 10.Сисолін П.В., Сисоліна І.П. Конструкторські та методичні підходи по підвищенню якості висіву: Монографія. Кіровоград: КОД, 2012. – 152с.
11. Сорти сільськогосподарських культур селекції Полтавської державної аграрної академії // М.М. Чекалін, В.М. Тищенко, Л.Г. Білявська <https://grain.in.ua/tehnologiya-viroshhuvannya-prosa-v-osnovnix-klimatichnix-zonax-ukra%D1%97ni.html>
- 12.Юрій Мащенко, Олег Гайденко Просо — технології вирощування - Агробізнес сьогодні <https://agro-business.com.ua/agro/agronomiia-sohodni/item/19082-proso-tekhnohii-vyroshchuvannia.html>
- 13.Технологія виробництва продукції рослинництва: навч. посіб. / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д.- К.: Аграрна освіта, 2010.

					МВР 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств: Підручник.- 2-ге вид. доп.
і перер. – К.: КНЕУ, 2002. -464с.

15. ДСТУ 4838.2007 Технологія вирощування сільськогосподарських культур.
Терміни і визначення понять.- К.: Держспоживстандарт України,2010

16. ДСТУ 4838.2002 Насіння сільськогосподарських культур (Методи
визначення якості)

17. Охорона праці у сільському господарстві.- ТОВ «ТЕХ МЕДІА ГРУП», 2019.

18. agroexp.com.ua

12.Юрій Мащенко, Олег Гайденко Просо — технології вирощування -
Агробізнес сьогодні <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19082-proso-tekhnologii-vyroshchuvannia.html>

13.Технологія виробництва продукції рослинництва: навч. посіб. / Мельник С.І.,
Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д.- К.: Аграрна освіта, 2010.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Таблиця 1Д.

Нормативи, які характеризують якість посіву

Показник	Метод визначення	Інструменти і пристосування	Допустиме відхилення	Виконавець	Періоди
Відхилення від заданої глибини посіву насіння, см.	Перевірити на першому робочому проході агрегату. Розкрити насіння не менше ніж в 3-5 місцях по всій ширині захвату сівалки і заміряти глибину посіву	Лопатка, лінійка	до ± 1	Агроном, обліковець, тракторист	2-3 рази за зміну
Відхилення від середньої кількості насіння на 1 м рядка від заданого, %.	Розкрити насіння на 1 м рядка в кожному рядку по всій ширині захвату сівалки і підрахувати насередню кількість їх на 1 м рядка.	Лопатка, лінійка	до ± 5	Агроном, обліковець, тракторист	2-3 рази за зміну
Відхилення ширини міжрядь, см.	Перевірити після другого третього проходів агрегату. Розкрити насіння в рядках, прилеглих до стикових міжрядь, не менше ніж в 5 місцях по довжині гону і заміряти відстань між рядками лінійкою або рулеткою.	Лінійка або рулетка, лопатка.	до ± 5	Агроном, обліковець, тракторист	2-3 рази за зміну
Відхилення від довжини прямолінійності рядків, см.	Відбити шнуром на довжині 50 м базову лінію і через 0,5 м заміряти лінійкою або рулеткою відхилення від цієї лінії.	Лінійка або рулетка, шнур	до 3	Агроном, обліковець, тракторист	2-3 рази за зміну

Таблиця 2.Д

Технологічна карта (базова)

Культура: просо

Дози внесення добрив

Попередник: Цукровий буряк

органічних, т/га -

Площа, га 100

мінеральних, кг д.р./га 45

Урожайність, ц/га: 22

у т.ч.: азотних 15

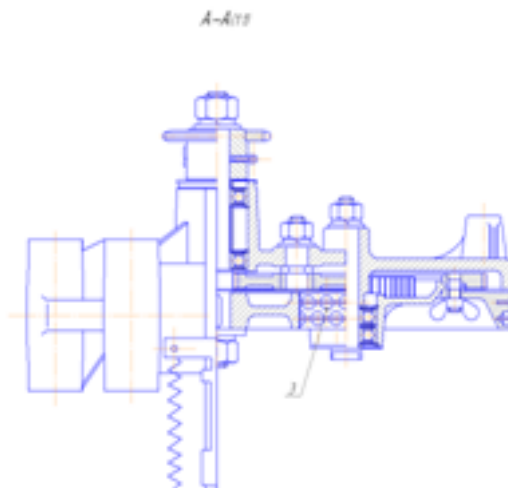
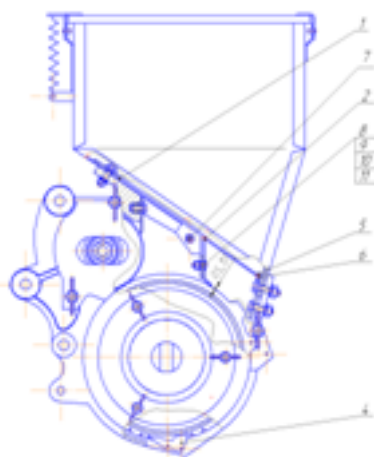
фосфорних 15

калійних 15

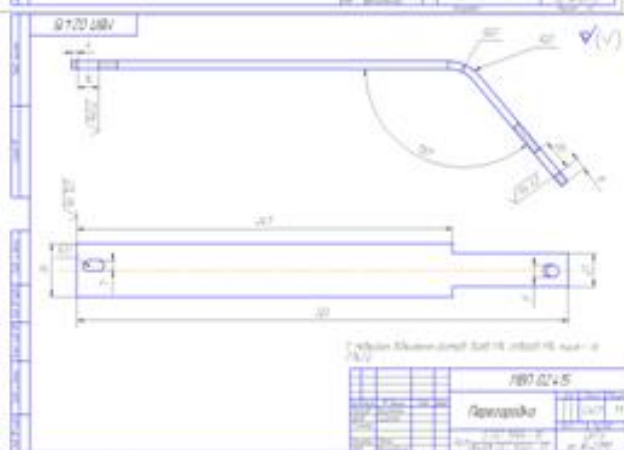
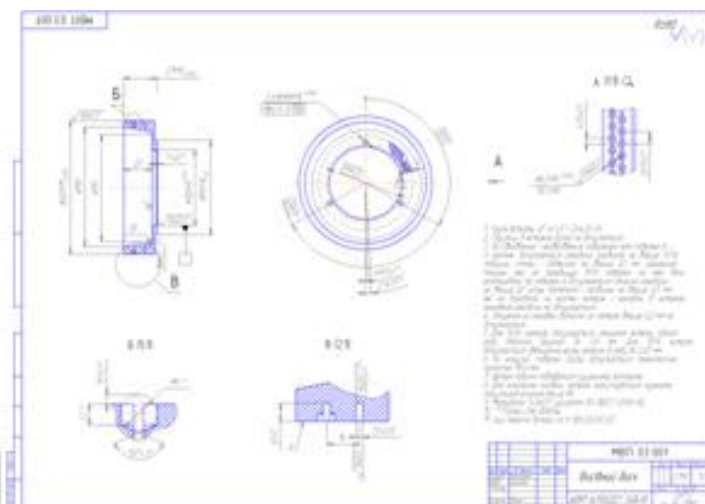
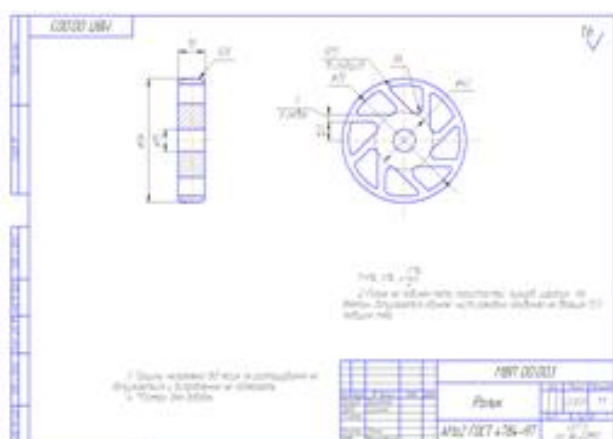
№ п/п	Технологічна операція	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Склад агрегату			Обслуговуючий персонал		Змінна норма виробітку	Кількість нормо-змін	Заграти праці на весь обсяг робіт, люд.-год	Тарифний розряд		Витрати палива, кг	
				Енерго машина	с/г машина	Кількість	Механізатори	Інші робітники				Механізатори	Інші робітники	на одиницю роботи	на весь обсяг робіт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Плоскорізнний обробіток на 20-22см	Га	100	Т-150	КПГ-2-150	1	1		12,8	7,81	54,69	IV		10,5	1050
2	Боронування	Га	100	Т-150	СГ-21 БЗСС-1,0	1 21	1		99,3	1,01	7,05	III		1,2	120
3	Культивуація на 6-8 см	Га	100	Т-150	С-11У КПСП-4,0 ЗБП-0,6А	1 2 14	1		25,3	3,95	27,67	III		4,6	460
4	Приготування розчину гербіциду (пропазин 5 кг/га)	Т	20,5	ЮМЗ-6Л	МПР-3200	1	1		18	1,14	7,97		II	0,98	20,09
5	Внесення гербіциду	Га	100	ЮМЗ-6Л	ОП-2000-2-01	1	1		67,0	1,49	10,45	IV		0,87	87

Продовження табл. 2.Д

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
6	Передпосівна культивування з боронуванням на глибину 3-4см	га	100	Т-150	С-11 У КПС- 4,0	1 2	1		27,1	3,6 9	25,8 3	III		4,2	420
7	Протруювання насіння	Т	2	ПС-10		1		1	70,2	0, 03	0,22		I		
8	Сівба звичайним рядковим способом (22 кг/га) та внесення мінеральних добрив (N15 P15 K15)	Га	100	МТЗ- 80	СЗ-3,6	1	1	1	15,8	6, 33	132, 91	IV	I	2,4	240
9	Прикошування посівів	га	100	МТЗ- 80	С-11 У ЗКВГ- 1,4	1 1+2	1		34,1	2, 93	20,5 3	III		1,8	180
10	Приготування розчину (Діален 1,8 кг/га, вода 200 л/га)	Т	20,1 8	МТЗ- 80	МПР- 3200	1	1		18,0	1,1 2	7,85	III		0,98	19, 78
11	Внесення гербіцидів	га	100	МТЗ- 80	ОП- 2000- 2-01	1	1		67,0	1,4 9	10,4 5	IV		0,87	87
12	Скошування в валки	га	100	ЮМЗ- 6 Л	ЖВС-6	1	1		16,5	6,0 6	42, 42	IV		2,5	250
13	Підбирання та обмолочування валків	га	30	Дон- 1500			1		16,3	6,1 3	42,9 4	IV		8	800
14	Транспортування зерна від комбайна	т.км	1000	КАМА 3- 5510											
15	Транспортування подрібненої соломи	Т	170	ЮМЗ-6 Л	ПТС- 40	1	1		12,4	13, 71	95, 97	III		1,9 9	338 ,3
16	Скиртування подрібненої соломи	Т	170	ЮМЗ- 6 Л	ПФ-0,5	1	1	4	25	6,8	23 8	III		1,2	204



1. *Acetabularia* spp. & other basal reds: 2 spp. from 1 or 2 individuals per species
2. *Cladophora* (brown): ca. 2/4 or 5 specimens
3. *Ulva* spp. 100
4. *Monostroma* (green, greenish brown): ca. 2/4 or 5/100

[illegible][illegible]

No. urut		No. urut		No. urut		No. urut	
No. urut		No. urut		No. urut		No. urut	

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

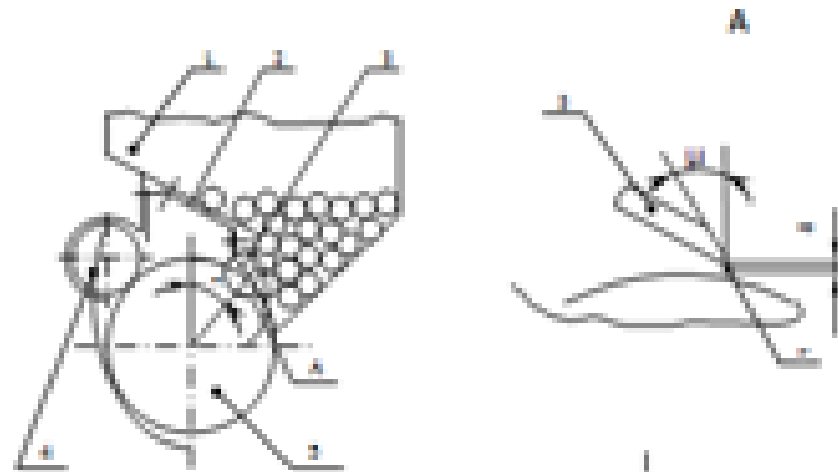


Рис. 1. Схематичне зображення установки для дослідження впливу кута нахилу поверхні рідини (а, б, в, г) на швидкість випаровування рідини (а, б, в, г) при різних температурах (а, б, в, г)

1 – бачок з рідиною, 2 – термометр, 3 – мірка, 4 – міхурець, 5 – міхурець

В результаті дослідів встановлено, що швидкість випаровування рідини змінюється в залежності від кута нахилу:

$$y = 0,729 - 0,076 \cdot \alpha + 0,133 \cdot \alpha^2 + 0,066 \cdot \alpha^3 - 0,007 \cdot \alpha^4 + 0,335 \cdot \alpha^5$$

Таблиця 1. Коefіцієнти статистичної регресії при різних кутах нахилу поверхні

Таблиця 1. Коefіцієнти статистичної регресії при різних кутах нахилу поверхні														
Кут нахилу, градусів			Кут нахилу, градусів			Кут нахилу, градусів			Кут нахилу, градусів			Кут нахилу, градусів		
α	σ	τ	α	σ	τ	α	σ	τ	α	σ	τ	α	σ	τ
0,2	0,02	0,2	0,3	0,04	0,3	0,4	0,06	0,4	0,5	0,08	0,5	0,6	0,10	0,6
0,3	0,03	0,3	0,4	0,05	0,4	0,5	0,07	0,5	0,6	0,09	0,6	0,7	0,11	0,7

Таблиця 2. Вплив кута нахилу поверхні на швидкість випаровування рідини при різних температурах

Кут нахилу, градусів			Кут нахилу, градусів			Примітки
α	σ	τ	α	σ	τ	
0,2	0,02	0,2	0,3	0,04	0,3	Випаровування рідини змінюється в залежності від кута нахилу