

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

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 сорго з дослідженням параметрів
сошника просапної сівалки»**

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,

групи АІ-23М-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Криштопа Євгеній

Миколайович

« _____ » 2024 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____ Дмитро АРТЕМЕНКО

« _____ » 2024 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____ Іван СКРИННІК

« _____ » 2024 р.

м. Кропивницький

Перв. примен.	Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					Документація загальна		
Справ. №					Заново розроблена		
	A4			MBC 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка		
					Документація по технологічній частині		
					Заново розроблена		
	A1			MBC 00.001 ТЧ	Операційна карта	1	
					Документація по складальним одиницям		
					Заново розроблена		
Подп. и дата	A1			MBC 00.000 СБ	Універсальна пневматична сівалка Vesta 8	1	
	A1			MBC 00.110 СБ	Секція	1	
Взам. инв. №	A2			MBC 00.120 СБ	Сошник	1	
					Документація по деталях		
	A3			MBC 00.120.03	П'ята	1	
	A3			MBC 00.120.06	Щока	1	
Подп. и дата				MBC 00.000 ВП			
	Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разработ.	Криштопа			Відомість магістерської роботи		
	Проб.	Артеменко					
Инв. № подл.	Исполн.	Мачок			Лист	Лист	Листов
	Утв.	Васильковський					1
					ЦНТУ гр. АІ-23М-1		

Копіював
Формат А4

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Технологічна частина.....	7
3. Наукова частина	22
4. Охорона праці	39
5. Економічна частина.....	44
Висновки.....	46
Список використаної літератури.....	47
Додатки	

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

Сорго відоме своєю здатністю виживати в посушливих умовах, що особливо важливо в умовах зміни клімату та непередбачуваних погодних умов. Рослина може рости на різних типах ґрунтів, включаючи піщані та засолені, що розширює можливості для вирощування. Сорго може виробляти велику кількість біомаси, що робить його перспективною культурою для виробництва біопалива та кормів для тварин. Зерно сорго містить багато білка, вуглеводів, мінералів і вітамінів, що робить його цінним продуктом харчування. Введення сорго в сівозміну допомагає покращити структуру ґрунту, зменшити кількість шкідників і хвороб, а також підвищити його родючість. Збільшення попиту на зерно і біопаливо на світовому ринку відкриває нові можливості для експорту продукції вирощеної в Україні. Таким чином, вирощування сорго в Україні має великий потенціал і може стати важливим напрямком розвитку сільського господарства.

Отримання ранніх і дружних сходів є ключем до високих врожаїв, що залежать не тільки від своєчасного посіву, але і від правильного виконання технологічних операцій, які впливають на швидкість проростання насіння просапних культур [1,2]. Головним фактором який впливає на рівномірність росту рослин є однакова глибина посіву насіння [3,4]. Посів насіння є одним із найважливіших етапів у вирощуванні сорго. Він має забезпечити найсприятливіші умови для проростання насіння та подальшого розвитку рослин, що прискорює їх появу на денній поверхні і впливає на врожайність [5-7].

У цьому контексті актуальним завданням стає вдосконалення технології розміщення насіння по глибині борозни та конструкції сошника секції сівалки Vesta 8, щоб покращити умови проростання насіння.

					МВС 00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрюшів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Криштопа</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Артеменко</i>					6	51
<i>Н. Контр.</i>		<i>Мачок</i>				ЦНТУ		
<i>Затверд.</i>		<i>Васильковський</i>				гр. АІ-23М-1		

2. Технологічна частина

2.1 Аналіз технології вирощування сорго

Опис і особливості вирощування сорго. Сорго належить до найбільш стійких до спеки культур. Його вирощування в умовах помірного сухого клімату дає можливість отримувати стабільні та високі врожаї навіть без зрошення. Це можливо в таких умовах, де зернова кукурудза та багато інших зернових і зернобобових культур не забезпечують гарного врожаю. За масштабами виробництва сорго посідає п'яте місце серед злакових культур у світі, займаючи площу близько 40 мільйонів гектарів. Його культивують на всіх континентах у регіонах з тропічним і помірним кліматом. Більше ніж 40% загального обсягу виробництва використовується в раціонах харчування жителів країн Африки та Азії. Там сорго вживають як цілі зерна (подібно до рису), крупу та борошно (яке не містить глютену), а також після обробки у формі цукру або у вигляді алкогольних напоїв, отриманих шляхом солодування та ферментації (пиво, міцні напої тощо) [8,9].

Сорго вирізняється високою продуктивністю та універсальністю у застосуванні: воно підходить для використання в кормових, продовольчих і технічних цілях. Посівні площі цієї культури займають четверту позицію у світі після пшениці, кукурудзи та рису. За останні 50 років площі вирощування сорго зросли на 60%.

Сорго є цінною ярою культурою, що любить тепло, відзначається високою стійкістю до посухи та солонцюватості. Транспіраційний коефіцієнт становить від 150 до 200. Листя і стебла сорго вкриті восковим нальотом, що зменшує випаровування вологи. Ця культура добре розвивається на засолених ґрунтах, при цьому здатна витягувати солі та переводити важкодоступні форми фосфору в більш легкодоступні, а також піднімати з глибини 1,5-2 м фосфати у шар ґрунту 30-50 см. Зерно сорго за поживною цінністю не поступається кукурудзі чи ячменю: у 100 кг зерна міститься 118-130 кормових одиниць, 70-80% вуглеводів, 12-15% сирого протеїну та 3,4-4,5% жиру [10,11].

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Зернове сорго – це відносно низькорослі рослини, які вирощують для отримання кормового зерна і продовольчих круп. Воно поділяється по кольору зерна на жовте та біле, причому останнє має найбільший попит. Якщо порівнювати стійкість до посухи, то у посушливих степових регіонах кукурудза дає урожай на рівні 1,0-1,2 т/га, тоді як сорго в аналогічних умовах дає 4,0-4,5 т/га.

2.2 Попередники для сорго

Сорго, як і інші культури, має свої вимоги до попередників. Найкращими попередниками для нього є не зернові, а культури з широким листям, такі як соняшник, олійні культури, зернобобові та овочі. При виборі попередника важливо звертати увагу на чистоту поля від бур'янів і падалиці соняшнику, адже протягом перших 30-35 днів вегетації сходи сорго ростуть повільно та мають слабку конкурентоспроможність у боротьбі з бур'янами.

2.3 Основний обробіток ґрунту

Основним обробітком ґрунту під сорго є глибока зяблева оранка, яку виконують залежно від товщини орного шару на глибину 25-30 см. Традиційна система підготовки ґрунту під сорго є ефективною та доцільною. Усі заходи на полях, призначених для посіву сорго, повинні спрямовуватися на боротьбу з бур'янами, накопичення вологи та вирівнювання ґрунту. Найчастіше використовують систему раннього зябу, яка передбачає проведення оранки на початку осені з подальшим знищенням бур'янів і падалиці та вирівнюванням поверхні, щоб зберегти вологу у верхніх шарах до весняного посіву.

Напівпарова обробка ґрунту складається з кількох етапів [10-12]:

1. Перший етап - одночасно з прибиранням колосового попередника або після нього пожнивне лущення. Глибина обробки залежить від рівня засміченості ґрунту: для чистих полів або полів з однорічними бур'янами використовують дискові борони на глибину 6-8 см, а для полів із багаторічними бур'янами – лемішні плуги без відвалів на глибину 10-12 см.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Другий етап - оранка плугами з передплужниками на глибину 25-27 см. Її проводять, не допускаючи проростання бур'янів, із боронуванням або прикочуванням.

3. Третій етап – догляд за зябом, подібний догляду за чистим паром: складається із культивації та вирівнювання після появи падалиці озимих і бур'янів, а також після дощів боронування. При напівпаровому обробітку використовують комбіновані орні агрегати.

На ділянках, засмічених кореневідростковими та кореневищними бур'янами, застосовують чергування обробок напівпару. Після лушення на глибину 6-8 см та після появи розеток бур'янів проводять повторне лушення на глибину 10-12 см лемішними лушильниками із одночасним боронуванням. При новій появі бур'янів виконується глибока оранка на глибину 25-27 см, що дозволяє виснажити кореневідросткові бур'яни, знищуючи їх у 2-3 рази більше, ніж при традиційному зяблевому обробітку.

Пізню зяблеву оранку виконують у випадках сильної засміченості поля кореневищними бур'янами (такими як бодяк, молочай, осот, гірчак, берізка). Спочатку проводять на глибину 8-10 см дискування, після чого здійснюють на глибину 12-14 см лемішне лушення. У період появи розеток бур'янів, зазвичай у середині вересня, застосовують обприскування гербіцидом 2,4 Д із розрахунку 5-6 кг/га. Через 10-12 днів проводять глибоку оранку (25-27 см) з використанням котків. Середина жовтня - час для проведення глибокої культивації зябу КПЕ-3,8 з шлейфами для вирівнювання ґрунту, знищення бур'янів і падалиці озимих. Описаний метод пізньої оранки вважається запасним і застосовується в умовах посушливої осені та відсутності високоефективних гербіцидів, таких як раундап.

При використанні раундапу підготовка ґрунту виконується наступним чином: після збирання попередника виконують лушення на глибину 8-10 см. Після того як бур'яни відростуть до стадії розеток, їх обробляють раундапом у дозі 4-5 кг/га з витратою робочої рідини 200-300 л/га. оранку на глибину 25-27 см проводять через 21-25 днів після цього, також у агрегаті з котками. Для

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

вирівнювання зябу після опадів, восени, проводять глибоку культивуацію КПЕ-3,8 зі шлейфами. Така обробка дозволяє знищити 85-100% кореневищних та кореневідросткових бур'янів і повністю ліквідувати однорічні бур'яни.

Згідно з дослідженнями [11], безвідвальний обробіток позитивно впливає на водний та харчовий баланс ґрунту на початковому етапі вегетації, що сприяє підвищенню польової схожості та активізації росту сорго. Проте, до фази вимітування відвальна оранка виявляється більш результативною за показниками, включаючи врожайність. Це пов'язано з тим, що на варіантах із поверхневим обробітком засміченість посівів сорго була в 2-3 рази вищою, особливо щодо кількості багаторічних бур'янів, порівняно з відвальною оранкою.

2.4 Підготовка ґрунту перед посівом сорго

Під час застосування технологій No-Till або Strip-Till бур'яни та покривні культури необхідно підсушити, використовуючи гербіциди суцільної дії на основі гліфосату в дозі 1,5-2 л/га разом із 0,5 л/га препарату 2,4-Д на основі ефіру.

При традиційному підході до вирощування сорго основна вимога полягає у створенні ідеального насіннєвого ложа для дружного і рівномірного проростання культури [12,13]. Підготовка ґрунту під посів сорго розпочинається восени і здійснюється за системою напівпару, яка включає дискове луцення рослинних залишків на глибину 12-14 см, через 2-3 тижні - оранку плугом із передплужниками на глибину 22-27 см, а після опадів - вирівнювальну культивуацію з боронуванням.

Ранньовесняна підготовка спрямована на боротьбу з бур'янами та збереження вологи. Після весняного боронування необхідно провести вирівнювальну культивуацію на глибину 12-14 см. Перед посівом, коли температура ґрунту на глибині 5-10 см досягне 12-15°C і з'являться бур'яни, виконують передпосівну культивуацію на глибину 5-7 см.

					<i>МВС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

2.5 Посів насіння

Сорго сіють тоді, коли минув ризик ранніх заморозків, адже ця культура потребує тепла, надзвичайно вразлива до навіть незначних морозів, які можуть знищити сходи. Температура ґрунту при цьому має бути не нижчою за $+8-9^{\circ}\text{C}$, а для оптимального проростання насіння необхідно забезпечити температуру $+12$ до $+15^{\circ}\text{C}$. Посів виконують на глибину 5-6 см, причому важливо розпочати та завершити його в максимально стислі терміни. Щоб запобігти пліснявінню насіння, розвитку головневих хвороб і корневих гнилей, необхідно провести передпосівну обробку насіння протруйниками (наприклад, байтан, вітавакс) або біопрепаратами (разоагрин, ризоплан). Сівбу проводять широкорядним способом із міжряддями шириною 45 - 60-70см. Варто уникати надмірного загущення посівів, оскільки це призводить до зниження врожайності через добру здатність сорго до кушіння. Паралельно із сівбою вносять добрива, норми яких визначаються за результатами аналізу ґрунту. Зокрема, можливе внесення діаміфоски (10:26:26) дозі 100 кг/га [10-12].

2.6 Післяпосівний обробіток

Важливим елементом технології обробітку сорго є післяпосівне коткування, яке забезпечує належний контакт насіння з ґрунтом і сприяє швидкій появі сходів. Приблизно через 4-5 днів після сівби проводять досходове боронування середніми боронами (ЗБСС-1,0), що допомагає знищити бур'яни у фазі вилочки або білої ниточки. Якщо після посіву настають холоди, через які сходи сорго не з'являються до 8-10 дня, а проростки знаходяться на глибині 2-3 см від поверхні ґрунту, слід провести повторне боронування. Після першого боронування можна знищити до 60% бур'янів, після другого – до 85%. Своєчасне та ретельне боронування може замінити одну міжрядну культивуацію. Його проводять за 3-4 дні до появи проростків, щоб не пошкодити їх зубами борін. Коли сорго досягає фази 5-6 листків, можливе боронування зі швидкістю агрегату 4-5 км/год легкими боронами (ЗБП-06) або спеціальними сітчастими (БС-2). Використання середніх і

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

важких борін заборонено, оскільки вони пошкоджують посіви. Легкі борони ефективно знищують до 60-65% бур'янів, залишаючи лише 14% пошкоджених рослин. Середні борони хоч і знищують до 70% бур'янів, але завдають шкоди 35% рослин, а важкі – до 60%, що призводить до значного зрідження сходів і зниження врожайності [10-12].

Особливо небезпечними для сорго є щетинники, що можуть складати до 90-95% усіх бур'янів. Вони легко піддаються "вичісуванню" боронами тільки на стадії проростків. Після появи на поверхні та укорінення з першою парою листочків щетинники стають стійкими до боронування і багатьох гербіцидів. Переміщені разом із грудками ґрунту, ці рослини швидко приживаються.

Після дощів утворення кірки на поверхні ґрунту може значно ускладнити розвиток сходів сорго, тому її необхідно зруйнувати якомога швидше. Якщо кірка утворилася до появи сходів, її руйнують боронуванням. Проте, якщо кірка з'явилася вже після початку сходів, використовувати борони не можна, оскільки це може сильно пошкодити молоді рослини. У такому випадку використовують ротаційні мотиги (ЗМБ-2,1, МБ-2,8, МВН-2,8), які працюють на підвищених швидкостях (7-9 км/год), що сприяє ефективному руйнуванню кірки та знищенню бур'янів. Застосування гусеничних тракторів може додатково покращити результат.

Букетування загущених посівів, особливо на насінниках сорго, рекомендується проводити за допомогою культиваторів КРН-4,2 або КРН-5,6. Робочі органи слід налаштувати так, щоб залишалися букети довжиною 15-20 см, а таку ж кількість рослин вирізали. Важливо виконувати цю процедуру у фазі 3-4 листочків, не затягуючи зі строками.

Догляд за посівами сорго включає міжрядні обробки навісними культиваторами (КРН-4,2 або КРН-5,6), які добре повторюють мікрорельєф ґрунту і забезпечують одночасне внесення добрив. Основна мета культивації – збереження вологи до періоду цвітіння та наливу зерна, знищення бур'янів, а також покращення аерації ґрунту.

					<i>МВС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Знищення бур'янів під час вегетації досягається обприскуванням посівів гербіцидами, такими як препарати на основі 2,4-Д та дікамби (наприклад, Мікодін), у дозі 0,8-1,0 кг/га по д.в., у фазі 4-6 листків сорго. Міжрядові обробки слід проводити культиваторами (КРН-4,2, КРН-5,6), використовуючи різні насадки: лапи-безборонники для першої обробки, стрілчасті лапи та підгортачі для другої і третьої. У разі масового розмноження злакової попелиці застосовують інсектициди, такі як Бі-58 або Шерп, у дозі 0,2-1,0 л/га для ефективного знищення шкідників [10-12].

2.7 Передзбиральна десикація сорго

Десиканти сприяють прискоренню дозрівання рослин, створюючи сприятливі умови для механізованого збирання врожаю. Їхня дія базується на порушенні водного режиму рослин, руйнуванні хлорофілу, що припиняє фотосинтез і уповільнює обмін речовин. В результаті відбувається відтік поживних речовин із листя і стебел у зерно, що сприяє його підсиханню. Ефективність десикації залежить від температурного режиму, вологості повітря і ґрунту, а також від термінів і методів обприскування. Найбільш поширені десиканти - хлорат магнію, реглон, сечовина, аміачна селітра і хлористий натрій. Для сорго, особливо при використанні на зернофураж або в насінницьких посівах, десикація має важливе значення [10-12].

Рекомендовані дози десикантів для сорго становлять: хлорат магнію - 5-10 кг/га, реглон - 2-3 л/га. Їх застосовують за 13-16 днів до збирання врожаю, при цьому найкращі результати досягаються за умов середньодобової температури 15°C і вище. У фазі воскової стиглості найбільш ефективними є хлорат магнію і сечовина, тоді як у фазі повної стиглості всі препарати можуть підвищувати врожайність насіння. Правильне застосування десикантів прискорює підсихання листостеблової маси та зерна, полегшуючи комбайнове збирання і подальшу обробку насіння без негативного впливу на врожайність.

2.8 Збирання врожаю

Оптимальний час для збирання врожаю сорго настає, коли рослина досягає повної стиглості. Це визначається рівнем вологості зерна, який має

					<i>МВС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

бути в межах 15-17%. Збирання проводять безпосередньо комбайнуванням. Для якісного обмолоту необхідно дотримуватися таких налаштувань комбайна: оберти барабана не повинні перевищувати 600-700 обертів за хвилину; зазор деки барабана на вході має бути 20-22 мм, а на виході – 6-8 мм.

Відразу після обмолоту зерно ретельно очищають від домішок рослинних залишків. Якщо вологість зерна перевищує 14%, його підсушують. При природному сушінні на току шар зерна не повинен перевищувати 15-20 см. Підсушене зерно закладають на зберігання в сухих приміщеннях [10-12].

2.9 Технологічна карта вирощування сорго [14-16]:

1. Лущення стерні після попередника з глибиною обробки 6 – 8 см: Case Puma 155+ЛДГ15 строк виконання робіт до 2 днів.

2. Повторне лущення глибиною 10 – 12 см: Case Puma 155+ЛДГ15 строк виконання робіт до 2 днів.

3. Навантаження і подрібнення, змішування мінеральних добрив в транспортні засоби, 10 ц/га: Case Puma 125+ІСУ-4, Case Puma 125+ПФ-075 строк виконання робіт до 3 днів.

4. Транспортування і внесення мінеральних добрив в дозі 10 ц/га: Case Puma 155+РУМ-8 строк виконання робіт до 4 днів.

5. Завантаження і транспортування на поле гербіцидів, 5 кг/га: Case Puma 125+ЛТ-10 строк виконання робіт до 4 днів.

6. Транспортування води для приготування розчину, 400 л/га: ЮМЗ 6 + АЦ-4,2-53А строк виконання робіт до 4 днів.

7. Приготування розчину гербіцидів, 400 л/га: ЮМЗ 6 + АПЖ – 12 строк виконання робіт до 4 днів.

8. Внесення гербіцидів, 400л/га: Case Puma 125 + ПОУ-01 строк виконання робіт до 5 днів.

9. Оранка на зяб з одночасним боронуванням, 27-30 см: Case Puma 155 + ППЛ-6-35; Case Puma 210 + ПЛН-8-35 строк виконання робіт до 4 днів.

10. Розгортання звальних гребнів і роз'ємних борозен: Case Puma 125 + ПЛН-4-35 строк виконання робіт до 8 днів.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

11. Культивування зябу та вирівнюванням, 8 – 10 см: Case Puma 155+ СП-11, КПС-4(2), БЗСС-1(16); Case Puma 210 + СП-16, КПС-4(4), БЗСС-1(16) строк виконання робіт до 5 днів.

12. Боронування у два сліди: Case Puma 155+ БЗТС-1,0 (21), СГ-21 строк виконання робіт до 3 днів.

13. Транспортування води для приготування розчину, 400 л/га: ЮМЗ 6 + АЦ-4,2-53А строк виконання робіт до 4 днів.

14. Приготування розчину гербіцидів, 400 л/га: ЮМЗ 6 + АПЖ – 12 строк виконання робіт до 4 днів.

15. Внесення гербіцидів, 400л/га: ЮМЗ 6 + ПОУ-01 строк робіт до 5 днів.

16. Загортання гербіцидів і передпосівна культивування, 5-7 см: Case Puma 155 + СП-11, КПС-4(2), БЗСС-1,0(8) строк виконання робіт до 3 днів.

17. Передпосівне боронування: Case Puma 155 + БЗТС-1,0(21), СТ-21 строк виконання робіт до 4 днів.

18. Передпосівне прикочування: Case Puma 155 + СГ-21, ЗКК6-6 строк виконання робіт до 4 днів.

19. Доставка насіння і добрив з навантаженням та вивантаженням, 10 кг/га: ЮМЗ 6 строк робіт до 4 днів.

20. Посів на глибину 6 см з одночасним внесенням добрив: Case Puma 125 + Vesta 8, Case Puma 155 + Vesta 8 (2) строк виконання робіт до 4 днів.

21. Прикочування посівів: Case Puma 155 + СГ-21, ЗКК-6 строк виконання робіт до 4 днів.

22. Боронування до сходів через 4-5 днів після посіву: Case Puma 155 + СГ-21, БЗТС-1,0(21) строк виконання робіт до 2 днів.

23. Повторення операції через 8-9 днів після посіву: Case Puma 155 + СГ-21, БЗТС-1,0(21), АЦ-4,2 строк виконання робіт до 2 днів.

24. Боротьба із хворобами і шкідниками сорго: транспортування води, 600 л/га; транспортування отрутохімікатів, 12 кг/га; обприскування посівів, 600 л/га: Case Puma 125 + АПЖ-12, ПОУ-01 строк виконання робіт до 2 днів.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

24. Міжрядна обробка - культивація з окучуванням Case Puma 125 + КРН-5,6, Case Puma 155 + КРН-4,2(3) строк виконання робіт до 4 днів.

25. Скошування сорго з одночасним обмолотом: Case Axial-flow 7240+ПУН-5, John Deere + ПУН-5 строк робіт до 10 днів.

26. Транспортування зерна на тік: СЗАП-3517В.

З метою удосконалення технології вирощування сорго в господарстві була замінена сівалка УПС-8 на більш нову Vesta 8 та внесені зміни в її конструкцію для підвищення рівня якісних показників роботи на операції посів.

2.3 Операційна технологія посіву сорго

2.1 Умови роботи

Умови експлуатації агрегату: виконувана операція – посів сорго; трактор – модель Case Puma 125; сівалка - Vesta 8; площа посіву – 180 гектар; довжина гону – 900 метрів; фон поля – підготовлений для посіву; кут нахилу – 2%.

2.2 Агротехнічні вимоги до посіву сорго

Посів необхідно виконувати у максимально сприятливий час, використовуючи оброблене протруйником насіння 1-го класу. Загальна тривалість посівної кампанії повинна бути в межах 3-6 днів, а часовий інтервал між передпосівною обробкою ґрунту та самим посівом не має перевищувати 24 години [7,11,12].

При посіві допустиме відхилення глибини загортання насіння і добрив не більше ніж на $\pm 15\%$. Норма висіву насіння і добрив може відхилятися не більше ніж на $\pm 3\%$ і $\pm 10\%$ відповідно. Також можливі коливання рівномірності розподілу насіння і добрив по окремих висівних апаратах – не більше ніж на $\pm 3\%$ для насіння і $\pm 10\%$ для добрив. Допустиме відхилення ширини міжрядь у сусідніх сівалках становить не більше ± 2 см, а в сусідніх проходах агрегату – не більше ± 5 см. Важливо не допускати незасіяних ділянок і залишених поворотних смуг на полі. При необхідності можна провести додаткове коткування засіяного поля кільчасто-шпоровими котками.

					<i>MBC 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На схилах рекомендується виконувати посів уперек нахилу. Для ділянок зі схилом понад 6° допускається відхилення ширини міжрядь до ± 5 см у сусідніх сівалках і до ± 10 см у суміжних проходах.

2.3 Підготовка агрегату до роботи і комплектування

Підготовка агрегату до роботи включає: підготовку трактора та сівалки, збирання агрегату, перевірка його роботи та регулярне технічне обслуговування. Важливо забезпечити оптимальне завантаження трактора, щоб кількість машин в агрегаті відповідала його потужності і була сумісна з оброблюваною площею, яка має відповідати запланованій денній продуктивності.

Перед початком використання сівалка розміщується на спеціальному регульовальному майданчику, де перевіряється наявність усіх комплектуючих та правильна установка робочих елементів, насіннєпроводів, механізму передач, поручнів та захисних пристроїв. Оцінюється технічний стан висівних апаратів, сошників і причіпного обладнання.

2.4 Підготовка поля до роботи

До початку польових робіт необхідно оглянути поле і видалити всі сторонні предмети. Якщо є об'єкти, які не можна усунути, їх слід відповідним чином позначити. Також важливо визначити оптимальний спосіб та напрямок руху агрегату.

2.5 Організація роботи агрегату в загінці

Рух агрегату планується вздовж довгої сторони гону довжиною $L=900$ м, а спосіб руху по полю обираємо човниковий [17,18].

Кінематична довжина агрегату:

$$L_k = l_m + l_{\text{м}},$$

$$L_k = 5,2 + 2,2 = 7,4 \text{ м.}$$

де $l_m + l_{\text{м}}$ – кінематична довжина трактора та зчіпки, м.

$$l_m = 5,2 \text{ м, } l_{\text{м}} = 2,2 \text{ м.}$$

При петльовому способі повороту для визначення ширини поворотної смуги агрегату використовуємо наступну залежність:

$$E_p = 3R_{\min} + e,$$

де $R_{\min}$ – радіус повороту, м.

$$R_{\min} = 1,2B_p = 1,2 \cdot 5,6 = 6,7 \text{ м},$$

e – виїзд агрегату, м.

$$e = (0,50 \dots 0,70) \cdot L_k = 0,64 \cdot 7,4 = 4,74 \text{ м}.$$

$$E_p = 3 \cdot 6,7 + 4,74 = 24,84 \text{ м}$$

Вибираємо кратну ширині захвату

$$E_p = K \cdot B_p,$$

де K – значення кратності заокруглюємо до цілого числа.

$$K = \frac{E_p}{B_p} = \frac{24,84}{5,6} = 4,43$$

$$E_p = 4 \cdot 5,6 = 22,4 \text{ м}$$

Ширина загінки:

$$C = \frac{10^4 (2 \dots 3) W_{зм}}{L},$$

де $W_{зм}$ – продуктивність агрегату (за зміну), га/зм;

L – значення довжини загінки, м.

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 17,9}{900} = 597 \text{ м}$$

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 22}{900} = 733 \text{ м}$$

Кількість загінок:

$$n_z = \frac{10^4 \cdot F}{LC}$$

де F – площа посіву сорго, га.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 180}{900 \cdot 597} = 2,23$$

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 180}{900 \cdot 733} = 1,82$$

Приймаємо за гінку на 4 передачі 450м і 900м.

На 5 передачі загінку 250м і 900м.

3.6 Контроль якості роботи

На основі проведених розрахунків складається операційна технологічна карта для посіву насіння сорго просапною сівалкою, а також виконуються додаткові розрахунки показників організації виконання операцій згідно [17,18].

Визначення тривалості циклу, хв.

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

де L_p – довжина загінки, м;

V_p – швидкість агрегату, км/год;

t_n – час повороту на кінці загінки, ($t_n = 2$ хв).

$$L_p = L - 2 \cdot E_p$$

де E_p – ширина поворотної смуги ($E_p = 24,84$ м).

Робоча довжину загінки:

$$L_p = 900 - 2 \cdot 24,84 = 852 \text{ м}$$

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 852}{10^2 \cdot 8,05} + 2 \cdot 1,5 = 15,7 \text{ хв} = 0,26 \text{ год}$$

Технічна продуктивність за цикл, га/ц:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p V_p T_{\text{ц}} \tau,$$

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,84 \cdot 0,29 \cdot 0,82 = 0,91 \text{ га/ц}.$$

Циклів за зміну:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}},$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{17,9}{0,92} = 19,6 \text{ ц / зм},$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{22}{0,91} = 24,2 \text{ ц / зм}.$$

Витрати палива:

$$Q_{\text{зм}} = Q_{\text{за}} \cdot W_{\text{зм}},$$

$$Q_{\text{зм}} = 5,8 \cdot 19,6 = 113,7 \text{ кг / зм}$$

$$Q_{\text{зм}} = 4,2 \cdot 24,2 = 101,6 \text{ кг / зм}$$

На основі проведених розрахунків, умов роботи, агротехнічних вимог на посів складаємо операційно технологічну карту посіву сорго (рис. 2.1).

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Операційна карта на посів сорго

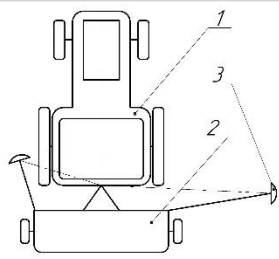
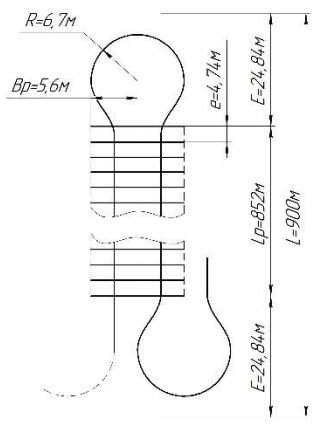
Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа – 180 га, довжина гонів – 900 м, величина підйому – 0,02, питомий опір з поправкою на швидкість – 15 кН/м, глибина посіву – 6 см.	Схема поля 
Агротехнічні вимоги	Колівання ширини міжрядь повинно бути не більше: у основних ± 1 см, суміжних проходів ± 5 см, відхилення від заданої глибини посіву ± 2 см. Не допускаються незароблене насіння на поверхні поля. Число пропусків не повинно перевищувати 2% від числа висіяних насінин.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор Case Puma 125, сіялка Vesta 8, робоча ширина захвату 5,6 м, мінімальний радіус повороту – 6,7 м, кінематична довжина агрегату – 7,4 м. Підготовка агрегату: 1. Провести щозмінне ТО трактора і сіялки; 2. Відрегулювати на задану норму висіву; 3. Встановити маркери	
Підготовка поля	Перед початком сівби поле оглянути, перешкоди усунути, ширина поворотної смуги 24,84 м.	
Спосіб руху	Спосіб руху гонівий човниковий, спосіб повороту петльовий грушоподібний	
Швидкість руху	Робоча передача V, враховуючи буксування, робоча швидкість 7 км/год	
Показники організаційного процесу	Тривалість циклу 17,9 хв, технічна продуктивність за цикл 0,91 га/ц, змінна продуктивність агрегату 22 га/зм, кількість циклів за зміну 23 ц/зм	
Контроль за якістю роботи сіялки	Відхилення від заданої глибини повинно бути не більше ± 5 мм. Норма висіву становить 10–15 насінин на 1 м рядка (2–3 кг/га) або 1,5–2,0 посівні одиниці.	При оцінці якості посіву врахувати такі показники: ширину основних і стикових міжрядь – відкрити насіння без його переміщення і заміряти відстань між суміжними рядками; глибину посіву – відкрити насіння і заміряти глибину їх загортання; точність висіву насіння – легкими рухами поперек рядка відкрити 1 м рядка і заміряти відстань між насінинами; прямолінійність рядків – на довжині 50 м відкрити базову лінію і через 0,5 м заміряти відхилення.

Рис. 2.1 Операційна карта посіву сорго

3. Наукова частина

Актуальність теми. Сьогодні виробництво сорго в Україні є привабливою галуззю економіки для сільськогосподарських товаровиробників. Але для цього їм доводиться вкладати значні кошти, перш за все, у процес його вирощування. Тому дуже важливо забезпечити рентабельність виробництва, а це можна зробити при врожайності не менше 40 ц/га. Оскільки середня врожайність сорго в Україні за останні роки не перевищувала 45-55 ц/га, а максимальна врожайність може сягати до 140 ц/га то робота щодо підвищення врожайності сорго за рахунок покращення процесу сівби є досить актуальною та необхідною для впровадження більш продуктивних технологічних прийомів вирощування.

Мета і задачі дослідження. Метою досліджень є підвищення ефективності роботи насінневого сошника просапної сівалки шляхом вдосконалення і обґрунтування його конструктивно-технологічних параметрів.

Для досягнення мети поставлено такі задачі:

провести аналіз чинного процесу роботи насінневого сошника просапної сівалки, з'ясувати недоліки та обґрунтувати напрями їх усунення;

розробити вдосконалену конструкцію та обґрунтувати раціональні параметри її елементів та експериментально дослідити процес роботи нового сошника просапної сівалки;

оцінити техніко-економічну ефективність удосконаленого робочого органу.

Об'єкт дослідження: технологічний процес роботи насінневого сошника просапної сівалки.

Предмет дослідження: конструктивно-технологічні параметри насінневого сошника просапної сівалки та технологічні властивості ґрунту, які впливають його роботу.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

встановлено закономірності впливу геометричних параметрів клинового ложеутворювача сошника на виконання процесу утворення клинової борозни та обґрунтовано її раціональні значення;

досліджено поведінку насіння на дні борозни і показано вплив розмірів профілю борозни на якість розподілення насіння по глибині рядка;

обґрунтовано раціональні параметри клинового ложеутворювача насіннєвого сошника, що підвищують якість виконання технологічного процесу розподілення насіння і ефективність його роботи.

3.1 Розробка удосконаленої конструкції сошника сівалки Vesta 8

Посівні секції просапних сівалок істотно відрізняються від конструкцій сівалок іншого типу. Їх особливість полягає в тому, що до них висуваються особливо високі вимоги щодо загортання насіння просапних культур: насіння повинно розміщуватись у рядку на строго визначених відстанях одне від одного, на однаковій глибині, бути загорнутим у вологий ґрунтовий шар і ущільненим ґрунтом з усіх боків [19,20]. Порушення будь-якої з цих умов призводить до нерівномірного та розрідженого проростання окремих насінин через слабкість їхніх ростків. Саме тому сучасні просапні сівалки майже завжди оснащені посівною секцією, укомплектованою робочими органами, які забезпечують технологічний процес посіву та загортання насіння (рис. 3.1).

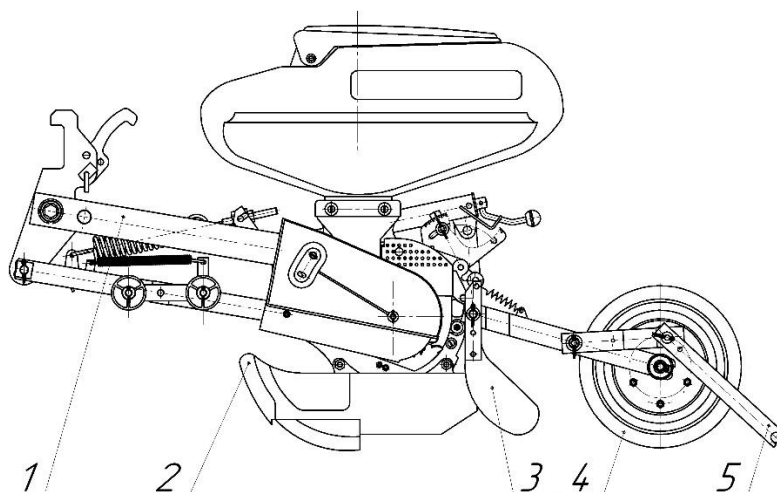


Рис. 3.1 Посівна секція сівалки Vesta 8:

1 – підвіска, 2 – насіннєвий сошник, 3 – загортачі, 4 – коток, 5 - шлейф

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Основним елементом який напряду впливає на якість посіву насіння є сошник. Насіннєві сошники служать для формування борозни та укладання насіння, забезпечуючи оптимальні умови для його проростання. Сошники бувають різних конструкцій – полозкові та наральникові, з різним кутом входження в ґрунт (гострим або тупим) [21-23] (рис. 3.2).



Рис. 3.2 Конструкції сошників:

1 – з гострим кутом, 2 – з тупим кутом

Сошники з гострим кутом входження в ґрунт створюють борозну, переміщуючи ґрунт знизу вгору, що утворює пухке дно борозни, особливо ефективно при підвищеній вологості ґрунту. Сошники з тупим кутом, навпаки, при формуванні борозни здійснюють тиск на ґрунт зверху вниз, ущільнюючи дно. Це ущільнення дозволяє зберігати вологу, що сприяє кращому проростанню насіння. Саме такі сошники широко застосовуються на сучасних сівалках, оскільки вони забезпечують профіль борозни, який запобігає перекочуванню насіння уздовж рядка, якщо воно потрапляє точно на дно.

Проте дослідження [3-5] показує, що точне розміщення насіння не завжди досягається, а це вказує на необхідність подальших досліджень по забезпеченню стабільного рівномірного розміщення насіння по дну борозни. Найбільш ефективною формою борозни вважається клиноподібна [3], де насіння менш схильне до розкочування порівняно з плоским чи овальним дном. Рекомендований кут між стінками борозни становить 50° , а ще краще – $30-35^\circ$. Однак основний недолік сошників – це швидке зношення нижньої частини їхньої п'яти: випробування показали, що вже через 3-4 години роботи

сівалки цей кут може збільшитися до 60-70°, що призводить до нерівномірного розподілу насіння у борозні як по довжині, так і по ширині.

Для можливості усунення основних недоліків сошників із тупим кутом входження в ґрунт необхідно розглянути конструктивні особливості серійного сошника сівалки Vesta 8. Сошник базової конструкції, сівалки Vesta 8 (рис. 3.3) має наступну будову: полоз 1 використовується для прорізання та розширення в боки ґрунтового шару, щоки 2 утримують ґрунт, запобігаючи його осипанню. П'ята сошника 3 має форму трикутника із радіальними боками і заокругленою вершиною, встановлена позаду полоза, створює ущільнене дно борозни. Кронштейн 4 забезпечує кріплення сошника до висівного апарату посівної секції сівалки.

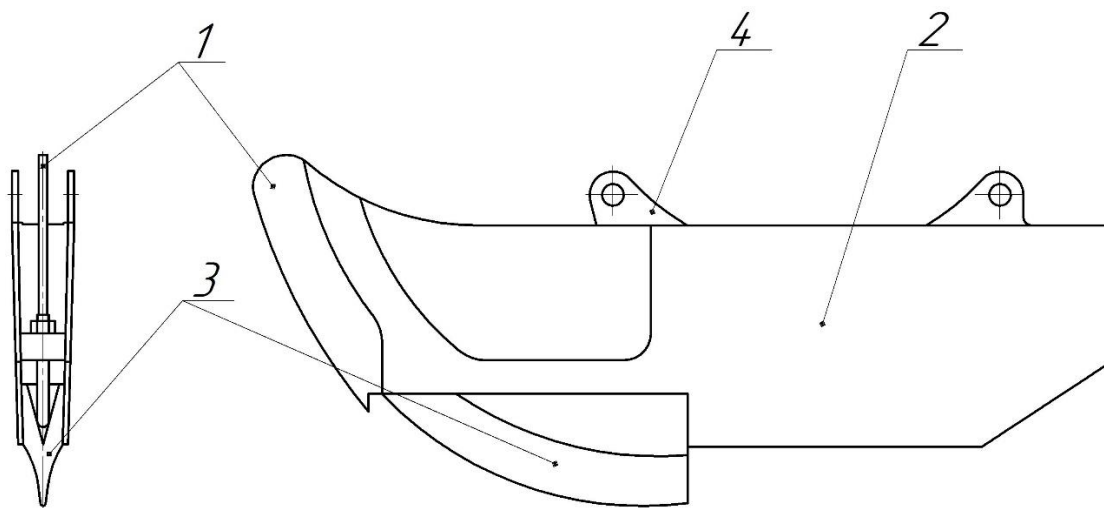


Рис. 3.3 Сошник сівалки Vesta 8:

1 – полоз; 2 – щоки; 3 – п'ята; 4 – кронштейн кріплення

Основним недоліком роботи такого сошника є форма п'яти яка утворює ущільнене насіннєве ложе. При висіві, насіння потрапляючи на таке ущільнене ложе може зміщуватись відносно точки падіння як по глибині, так і вздовж борозни. Внаслідок цього насіння може розташовуватись нерівномірно в рядку, що призводить до різної схожості рослин. Такий негативний процес під час посіву у посушливу весняну погоду може знизити врожайність до 10%. Тому необхідно провести роботу по вдосконаленню конструкції п'яти сошника для усунення фактору розсіювання насіння по глибині рядка.

На основі проведеного аналізу агротехнічних вимог і розглянутої схеми технологічного процесу роботи сошника [11,12,21-23] було здійснено його конструктивне вдосконалення. Об'єктом дослідження став елемент сошника – п'ята (рис. 3.4, п. 3). Конструкція п'яти була модифікована у клиноподібну форму з кутом розхилу 30 градусів і тупим кутом входження в ґрунт, що забезпечує надійне защемлення насіння при його розміщенні в борозні.

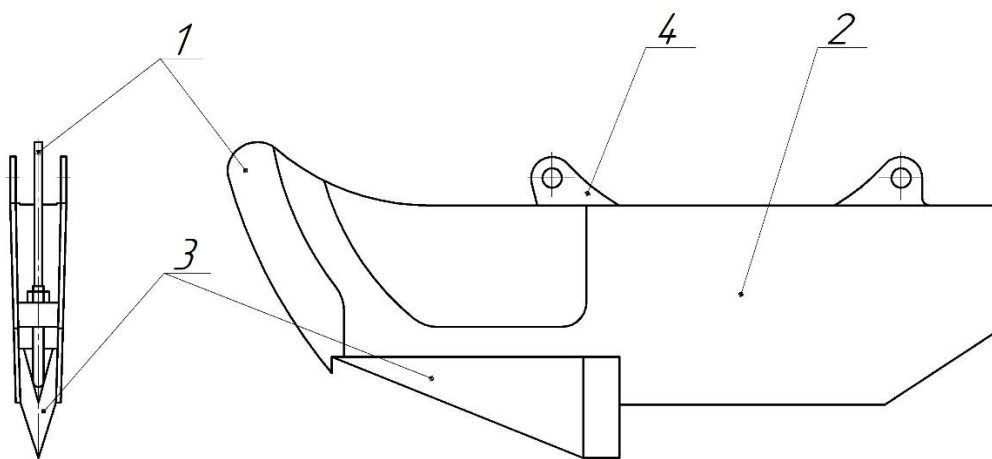


Рис. 3.4 Сошник сівалки Vesta 8 з удосконаленою п'ятою:

1 – полоз; 2 – щоки; 3 – клинова п'ята; 4 – кронштейн кріплення

Такий технологічний процес значно покращує рівномірність розподілу насіння по довжині та глибині рядка. П'ята є змінною деталлю, а її зносостійкість може бути підвищена завдяки використанню полімерних матеріалів.

Удосконалений сошник працює наступним чином: під час процесу посіву полоз 1 створює розріз у ґрунті на необхідну глибину для формування борозни, щоки 2 утримують ґрунт від осипання, а клиноподібна п'ята 3 створює насіннєве ложе з кутом розхилу 30 градусів. Така геометрія клину сприяє фіксації насіння при його початковому потраплянні в борозну, що покращує якість його розміщення.

Для підтвердження правильності обраного напрямку удосконалення сошника просапної сівалки нами була складена методика проведення експериментальних досліджень та проведені лабораторні дослідження як роботи самого сошника так і самої секції робочих органів на посіві сорго.

3.2 Програма і методика експериментальних досліджень

Експериментальні дослідження були спрямовані на підтвердження ефективності роботи експериментального робочого органу. Програма досліджень включала наступні етапи:

розробку і перевірку вдосконаленої конструкції сошника посівної секції сівалки Vesta 8;

дослідження параметрів сошника, що впливають на рівномірність розподілу насіння як по глибині, так і по довжині рядка, зокрема аналіз впливу кута входу клиноподібного ложеутворювача, швидкості руху агрегату та висоти падіння насіння;

в лабораторних умовах провести оцінку агротехнічних показників роботи насіннєвого сошника сівалки Vesta 8.

3.3 Методика лабораторних досліджень параметрів сошників сівалки Vesta 8

Для дослідження роботи сошників та отримання експериментальних даних щодо виконання ними технологічного процесу ми використали наступну методику. Установка для експериментальних досліджень була розроблена на базі ґрунтового каналу шириною 1,5 м і довжиною 10 м (рис. 3.5).

Оскільки робота серійного сошника вже була досліджена перед початком модернізації то основні дослідження проводились вже із розробленою конструкцією сошника. Для перевірки працездатності клинової п'яти та її здатності формувати клинову борозну при підвищеній вологості ґрунту, залежно від геометричних параметрів, було застосовано цифрову швидкісну відеозйомку. Щоб дослідити вплив ключових геометричних параметрів, клинова п'ята була виконана знімною. Перед початком випробувань були виготовлені кілька варіантів клинової п'яти з різними кутами розхилу. Випробування дозволяють оцінити, наскільки створене

насіннєве ложе відповідає вимогам прийнятого технологічного процесу посіву.

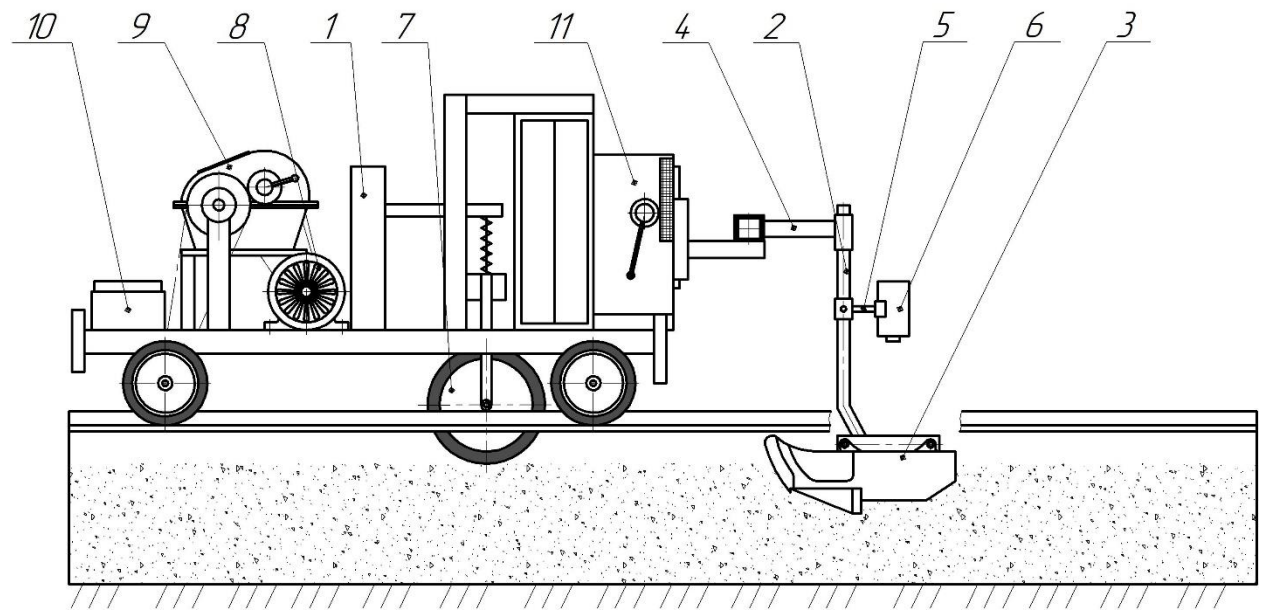


Рис. 3.5 Схема лабораторної установки для дослідження сошників:

1 – візок самохідний; 2 – навісний кронштейн; 3 – сошник насіннєвий;
4 – кронштейн; 5 – кронштейн для навіски цифрової камери; 6 – камера; 7 –
планувальний коток; 8 – електродвигун; 9 – коробка передач; 10 – вантаж;
11 – механізм регулювання навіски

На кронштейнах над сошником закріплювалася камера з фокусом на робочу зону клинної п'яти, а зйомка здійснювалася зі швидкістю 60 кадрів/сек, відповідно до рекомендацій [24]. Швидкість руху сошника варіювалася від 1,0 до 2,5 м/с для точного відображення поведінки клинної п'яти в процесі роботи.

Вологість верхнього шару ґрунту змінювалася в межах 16–20%. Після кожного проходу сошника ґрунтовий канал вирівнювався та відновлювався. Досліди проводилися п'ять разів для кожного значення вологості. Після завершення експериментів відзнятий матеріал оброблявся на ПК за допомогою спеціальних програм.

Основними критеріями оцінки якості роботи клинної п'яти були: відсутність налипання ґрунту на клинову п'яту, збереження цілісності стінок клинної борозни, поступальний рух п'яти, що сприяє формуванню стінок

борозни. Визначення цих критеріїв дозволяє оцінити ефективність технологічного процесу, що виконується клиновою п'ятою.

3.4 Методика лабораторних досліджень посіву насіння сошниками просапної сівалки

В ґрунтовому каналі, на лабораторній установці (рис. 3.6), проведено лабораторні дослідження, спрямовані на вивчення впливу змін конструкції сошника посівної секції просапної сівалки на якість розміщення насіння в борозні. Для визначення якості розподілу насіння вздовж рядка застосовувалася наступна методика: з сошника знімали обидві щокі, замість яких встановлювали спеціальні відгортальники ґрунту (рис. 3.7) шириною 120 мм і висотою, що дорівнює висоті кріплення щік сошника. Ці відгортальники призначені для відведення необхідної кількості ґрунту, що дозволяє отримати відкриту борозну, яка дає можливість візуально оцінити якість розподілу насіння вздовж рядка.

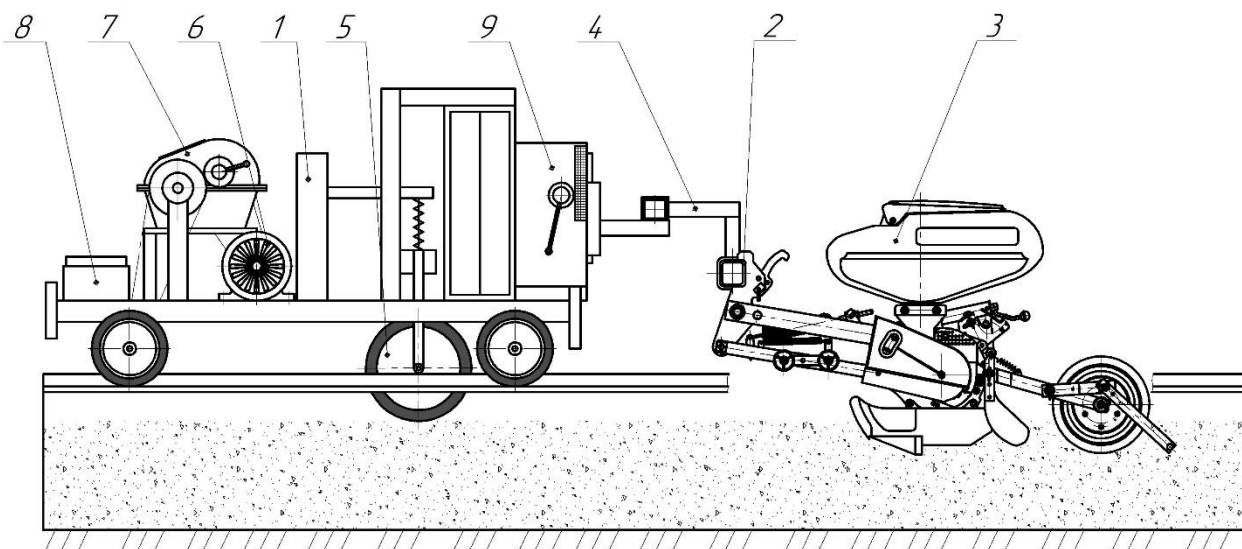


Рис. 3.6 Схема лабораторної установки для дослідження посіву сошниками:
 1 – візок самохідний; 2 – навісний кронштейн; 3 – секція робочих органів;
 4 – кронштейн; 5 – планувальний коток; 6 – електродвигун; 7 – коробка
 передач; 8 – вантаж; 9 – механізм регулювання навіски

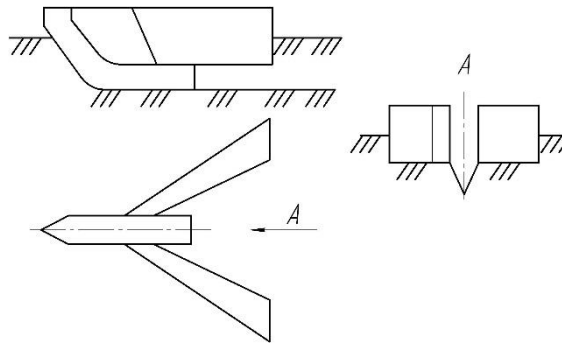


Рис. 3.7 Схема відгортальників ґрунту для сошників

У відкритій борозні для вимірювання відстані між насінням застосовувалася металева лінійка завдовжки 1 м з поділками в 1 мм. Другим важливим показником якості посіву є глибина розміщення насіння в рядку. Для досягнення цієї мети (рис. 3.8) нами було використаний спеціальний пристрій розроблений на кафедрі сільськогосподарського машинобудування під керівництвом професора Свіреня М.О., який дозволяє горизонтально зрізати односантиметрові шари ґрунту, що містять насіння, забезпечуючи точність вимірювання.



Рис. 3.8 Пристрій для зрізання шарів ґрунту конструкції кафедри сільськогосподарського машинобудування

Пристрій для зрізання шарів ґрунту складається з направляючих, рухомої опорної рамки, регулятора заглиблення та совка.

Принцип роботи пристрою наступний: пристрій розміщують вздовж борозни за допомогою направляючих, а регулювання глибини зрізу ґрунту виконують заглиблювачем, що встановлюється на рівні 1 см. Совок, закріплений на опорній рамці, переміщується по направляючим, зрізуючи шар ґрунту товщиною 1 см. Кожен ґрунтовий шар аналізували окремо, змінюючи глибину від 1 до 6 см. Після завершення експерименту дані записували в журнал випробувань. За результатами вимірювань залежно від конструкції сошника будували графіки рівномірності загортання насіння. Отримані дані аналізували методами математичної статистики і теорії ймовірності [25-28], визначаючи основні параметри, що характеризують варіаційний ряд.

1. Середня арифметична величина $\bar{X}$:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X}{n}, \quad (3.1)$$

де сума варіант ряду - $\sum_{i=1}^n X$;

n – число варіант.

2. Результати досліджень показують, що варіаційні ряди даних будуть нерівнозначними з точки зору надійності обчислених середніх арифметичних. Тому для характеристики мінливості ряду ми обчислили середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}, \quad (3.2)$$

де $\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})$ – сума відхилень від середньої арифметичної величини ряду.

3. Оцінити мінливість ряду за абсолютним відхиленням складно, тому для можливості порівняння декількох варіаційних рядів було обчислено коефіцієнт варіації:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\% . \quad (3.3)$$

4. Середні арифметичні величини можуть відрізнятися при повторних обчисленнях, тому ми визначали значення середнього квадратичного відхилення для середнього арифметичного значення:

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} . \quad (3.4)$$

5. Для забезпечення можливості порівняння результатів, отриманих у різних випробуваннях, визначалася точність дослідів:

$$S_{\bar{X}} = \frac{\sigma_{\bar{X}}}{\bar{X}} \cdot 100\% . \quad (3.5)$$

3.5 Експериментальні дослідження модернізованої секції просапної сівалки

Лабораторні випробування модернізованого насінневого сошника показали, що для надійного затискання насінини між двома поверхнями необхідно, щоб кут нахилу цих поверхонь не перевищував суму двох кутів тертя між матеріалом насінини та ґрунтом. Вимірювання, проведені приладом академіка В.А. Желіговського, виявили, що кут тертя насіння сільськогосподарських культур з ґрунтом становить 40° , а максимальний допустимий кут – 80° . Проте для забезпечення більш надійного затискання кут клина слід зменшити порівняно з максимально можливим.

У ході лабораторних досліджень було визначено оптимальне значення цього кута $\beta = 30^\circ$, вивчаючи ступінь кочення насіння при падінні з фіксованої висоти на горизонтальну поверхню ґрунту, а також у борозну з кутом від 20° до 50° . Крім того, проводили випробування, змінюючи кут борозни та висоту падіння до 300 мм.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати показали, що насіння сорго найкраще затримується у борозні при оптимальному куті $\beta = 30^\circ$. За цієї умови та висоти падіння до 300 мм досягнуто мінімального розкиду насіння від точки падіння та найвищої стабільності по глибині (рис. 3.9). Підвищення висоти падіння при цьому куті збільшує розкочування насіння.

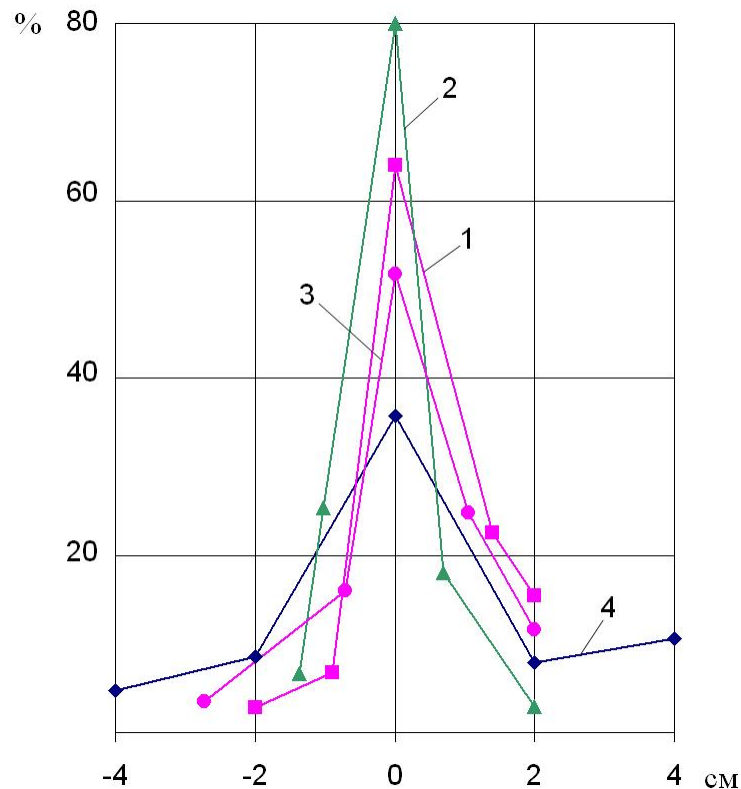


Рис. 3.9 Розподілення насіння сорго при посіві в борозну з кутом розхилу:

1 – $\beta = 20^\circ$; 2 – $\beta = 30^\circ$; 3 – $\beta = 40^\circ$; 4 – $\beta = 50^\circ$.

Максимальна точність розташування насіння сорго досягалася при висоті викиду від 100 до 200 мм, де 100% насінин розміщувалися на відстані від 0 до $\pm 0,5$ см від точки їхнього падіння. При падінні насіння під нахилом у 45° в клинову борозну з кутом, порівняно з вертикальним падінням, ступінь розсіювання збільшувався незначно і становив 82%.

Для вертикального падіння на горизонтальну рівну поверхню розсіювання насіння виявилося більш суттєвим порівняно з висівом у клинову борозну, і це було помітно як на рихлому, так і на щільному ґрунті. При падінні

з висоти до 300 мм на ущільненій поверхні залишалося на місці 50% насіння, а на рихлій – 54%, з граничним відхиленням $\pm 1,5$ і ± 2 см відповідно.

При падінні в клинову борозну з кутом $\beta = 30^\circ$, відхилення насіння від середньої глибини загортання становило ± 4 мм, що свідчить про високу компактність розміщення насіння по глибині, як показано на рис. 3.10.

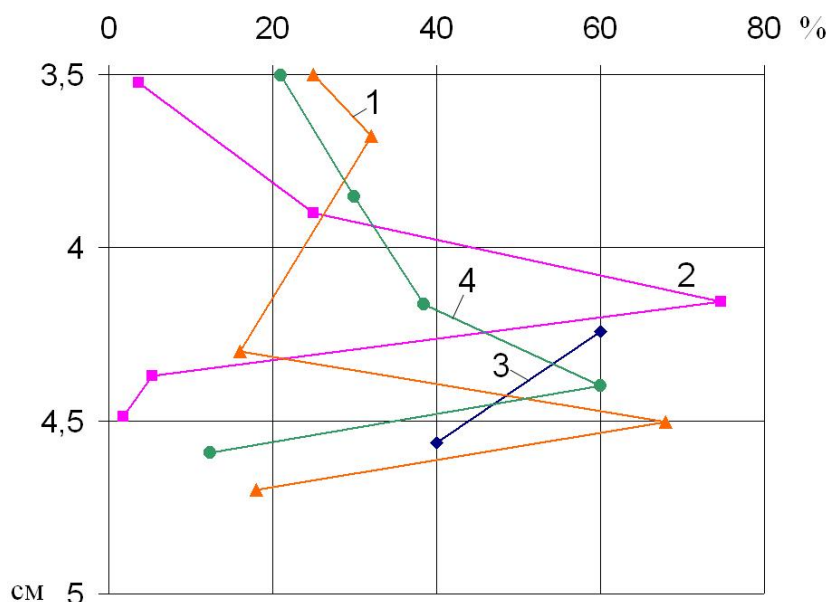


Рис. 3.10 Розподіл насіння по глибині борозни з кутом борозни:

1 – $\beta = 20^\circ$; 2 – $\beta = 30^\circ$; 3 – $\beta = 40^\circ$; 4 – $\beta = 50^\circ$.

Середній рівень нерівномірності загортання насіння по глибині становив 0,57%. Під час посіву насіння соняшника в ґрунтовому каналі на швидкостях від 4 до 10 км/год, відхилення від середньої глибини загортання залишалися в межах агротехнічних норм.

Крім того, у ґрунтовому каналі досліджувалася здатність експериментального сошника (рис. 3.11) забезпечувати надійне заклинювання насіння сорго в клинову борозну на різних швидкостях і під різними кутами клину. Висота падіння насіння, виміряна як відстань від висівного диска до нижньої точки клинової борозни, становила 300 мм.

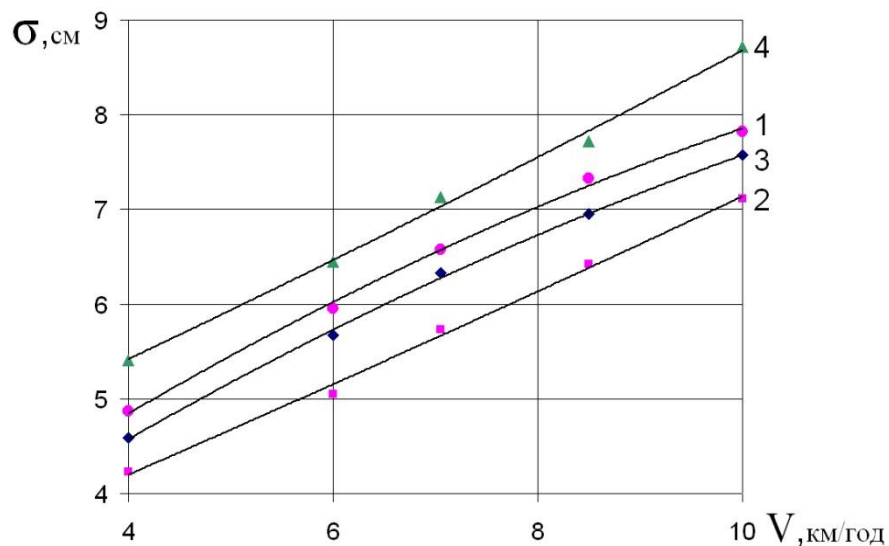


Рис. 3.11 Розміщення насіння сорго в залежності від швидкості руху при різних кутах п'яти:

$$1 - \beta = 20^{\circ}; 2 - \beta = 30^{\circ}; 3 - \beta = 40^{\circ}; 4 - \beta = 50^{\circ}.$$

Із отриманих даних (рис. 3.10 і таб. 3.1) видно, що у випадку вільного падіння на всіх швидкостях руху найкращий розподіл насіння отримали при куті п'яти сошника $\beta = 30^{\circ}$.

Таблиця 3.1

V , км/год	$\bar{X}$, см	σ , см	V , %	$\sigma_{\bar{X}}$, %	$S_{\bar{X}}$, %
4,0	42	4,31	10,3	1,19	76,5
7,2	43	5,55	12,9	2,68	62,0
10,0	43	7,06	16,4	2,56	40,5

Примітка: V - швидкість руху сівалки; $\bar{X}$ - при $\beta = 30^{\circ}$, середній інтервал між насінням у борозні; V - коефіцієнт варіації; σ - середнє квадратичне відхилення; $S_{\bar{X}}$ - точність інтервалів; $\sigma_{\bar{X}}$ - середня нерівномірність інтервалів.

Найбільш рівномірною також була глибина загортання насіння при $\beta = 30^{\circ}$, вона була стійкою на всіх швидкостях (табл. 3.2)

Таблиця 3.2

V , км/год	$\bar{X}$, см	σ , см	V , %	$\sigma_{\bar{X}}$, %
4,0	3,4	0,43	4,6	2,13
7,2	3,2	0,43	4,7	2,18
10,0	3,3	0,44	4,8	2,15

Примітка: $\sigma_{\bar{X}}$ – середня нерівномірність глибини; σ – середня глибина загортання.

Також було проведено порівняльні дослідження між базовим сошником та удосконаленим, який має кут загострення клинової п'яти $\beta = 30^\circ$, при вологості ґрунту 20%. Ми визначили показники, що характеризують якість виконання технологічного процесу, зокрема: рівномірність розподілення насіння вздовж рядка; ступінь розкочування насіння при його падінні в борозну; а також якість розміщення насіння по глибині борозни.

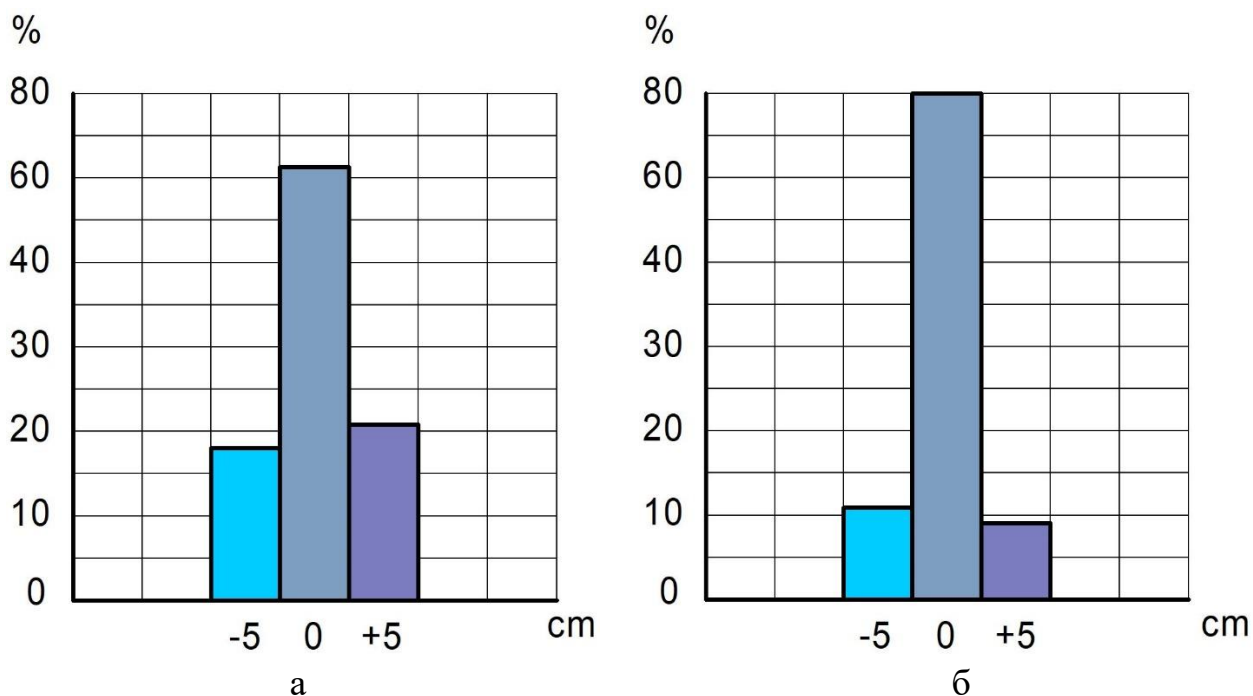


Рис. 3.12 Розподіл насіння від точки падіння:

а) базовий сошник; б) удосконалений сошник

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВС 00.000 ПЗ

Арк.

36

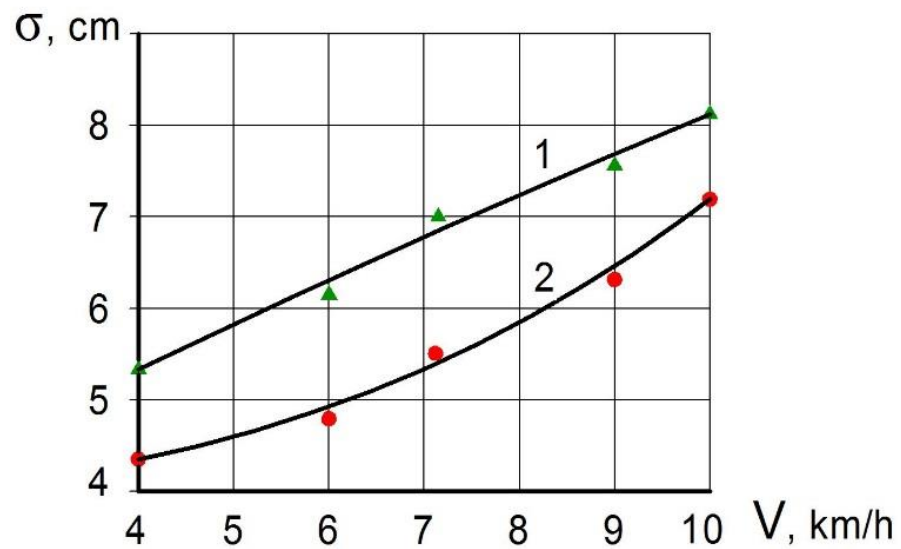


Рис. 3.13 Середнє квадратичне відхилення розподілу насіння по довжині рядка в залежності від швидкості руху:

1 - базовий сошник; 2 – модернізований сошник

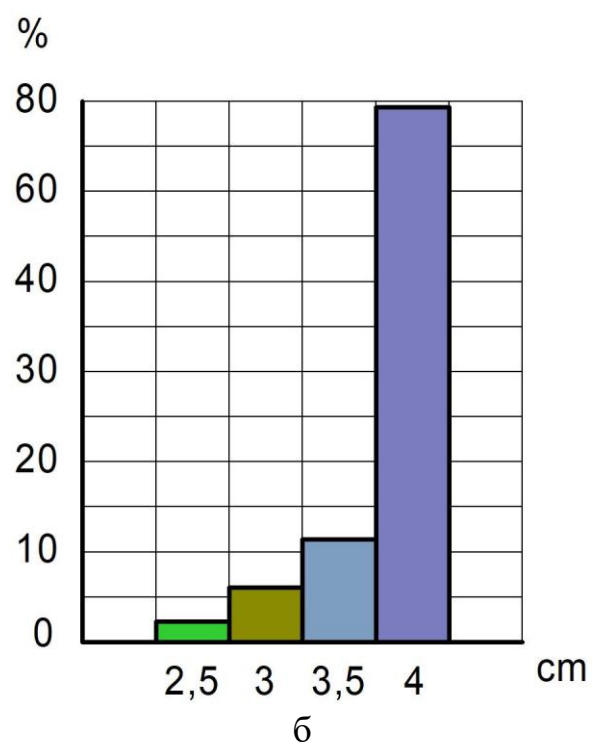
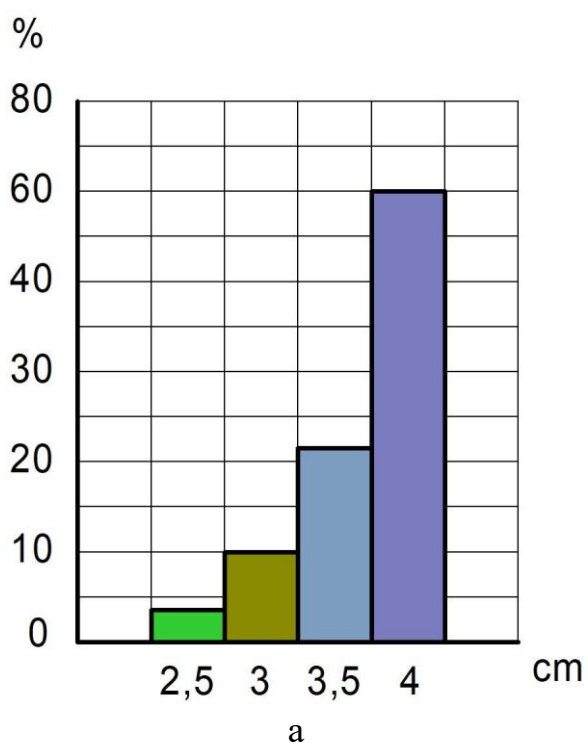


Рис. 3.14 Розподіл насіння по глибині загортання:

а) базовий сошник; б) модернізований сошник

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВС 00.000 ПЗ

Арк.

37

Аналіз результатів досліджень свідчить, що застосування клинової п'яти на сошнику покращує якість посіву насіння соняшника в середньому на 10%. Таким чином, для забезпечення рівномірного розміщення сходів соняшника сошники сівалки Vesta 8 слід обладнати клиновою п'ятою, яка формує борозну з кутом $\beta = 30^{\circ}$. Такий тип сошника гарантує оптимальну якість роботи сівалки як на стандартних, так і на підвищених швидкостях посіву (до 10 км/год).

Висновки

Експериментальні дослідження дали можливість зробити наступні висновки:

Дослідження стандартного сошника сівалки Vesta 8, призначеного для висіву насіння просапних культур, показали, що п'ята з криволінійним профілем значно ущільнює не лише дно посівного ложа, але і стінки борозни, що негативно відбивається на якості розподілу насіння під час посіву.

Виходячи з отриманих експериментальних даних, встановлено, що застосування сошника з клиновою п'ятою забезпечує рівномірніше розміщення насіння: ступінь відхилення від точки падіння зменшується на 16%, рівномірність по довжині підвищується на 12%, а точність висіву по глибині на 18%.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

4. Охорона праці

4.1 Охорона праці під час роботи на посівних агрегатах

Для роботи на посівних агрегатах допускаються лише ті, хто пройшов виробниче навчання, спеціальну підготовку, медичний огляд, склав відповідні іспити та отримав посвідчення. Також обов'язковим є інструктаж з охорони праці та освоєння безпечних методів роботи. Проведення інструктажу та перевірка знань мають бути зафіксовані у спеціальному журналі. Особи, які працюють на посівних агрегатах, повинні дотримуватися виробничої дисципліни, а до роботи не допускаються ті, хто перебуває у стані сп'яніння, має проблеми зі здоров'ям чи відчуває втому. Спиртні напої на робочому місці суворо заборонені. Працівники та механізатори, задіяні у посіві, повинні носити спецодяг, що щільно прилягає та застебнутий, а також головний убір, заборонено змінювати робоче місце або виконувати інші, не передбачені нарядом, завдання. Очищення сівалки при засміченні робочих органів здійснюється тільки після повної зупинки агрегату. На поворотах робочі органи та маркери сівалок слід піднімати в транспортне положення і опускати лише на межі поворотної смуги [29].

Механізовані роботи під час сівби необхідно виконувати згідно з вимогами технологічних карт, експлуатаційної документації та чинних правил. Люди не повинні знаходитися у зоні можливого руху маркерів або навісних машин під час розвороту машинно-тракторних агрегатів.

Заборонено, щоб один працівник одночасно обслуговував більше ніж одну сівалку під час руху агрегатів. Завантаження сівалок насінням та добривами має проводитися за допомогою засобів механізації, а ручне завантаження дозволяється тільки при вимкненому агрегаті та заглушеному двигуні трактора, із застосуванням засобів індивідуального захисту та дотриманням допустимих норм під час переміщення вантажів вручну.

Заміну, очищення та регулювання робочих органів навісного обладнання у піднятому положенні слід проводити лише після застосування

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

заходів, які запобігають самовільному опусканню обладнання. Підніматися на машини під час їх руху та спускатися з них категорично заборонено, а також не допускається, щоб механізатори працювали на сівалках.

Кришку насінневого ящика при посіві потрібно щільно закрити, а для вирівнювання рівня протруєного насіння в сівалці використовувати лише лопату. Під час використання мінеральних добрив працівники повинні мати засоби індивідуального захисту. Перед початком роботи необхідно перевірити наявність і справність двостороннього зв'язку між механізатором і сівалкою, а агрегат дозволяється запускати лише після ретельної перевірки всіх систем.

Під час руху агрегату заборонено регулювати, налаштовувати або ремонтувати сівалку. Робота з протруєним насінням, яке висівається з одночасним внесенням добрив, не допускається куріння під час виконання завдань. Необхідно також упевнитися у наявності медичної аптечки та пожежного інвентарю. Під час руху агрегату заборонено перебувати попереду, збоку та позаду на відстані ближче 20 метрів від сівалки.

Невикористане протруєне насіння після завершення посіву, якщо воно не буде використано у сусідніх господарствах, слід здати на склад, де воно зберігатиметься до наступного року відповідно до правил зберігання пестицидів. Відповідальність за зберігання насіння покладається на комірника, який веде облік і видачу насіння. Після завершення роботи необхідно очистити всі деталі агрегату від забруднень та рослинних залишків, а насінневі та тукові відсіки ящика – від зерна і добрив [29-34].

4.2 Інструкція з охорони праці під час посіву сорго протруєним насінням

Загальні вимоги:

усі механізатори повинні мати відповідне посвідчення та пройти вступний і первинний інструктаж з охорони праці;

використовувані механізми мають бути технічно справними;

					<i>МВС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

працівники повинні пройти медичний огляд і мати дозвіл на роботу з отрутохімікатами;

агрегатування трактора повинно виконуватись відповідно до рекомендацій виробника;

агрегат має бути оснащений двосторонньою сигналізацією та медичною аптечкою;

заправка паливом здійснюється на спеціальній заправній станції господарства механічним способом; під час заправки заборонено палити;

гідравлічна система повинна підтримувати навісне обладнання в стабільному стані.

Вимоги безпеки перед початком роботи [29-34]:

підготувати поле, прибрати каміння; у місцях з глибокими промоїнами встановити попереджувальні знаки та розмітити лінію першого проходу;

робітникам видати спецодяг та засоби індивідуального захисту; визначити на полі місце для відпочинку з доставленими водою, молоком, милом і рушниками;

перевірити технічну справність трактора (важелі керування, гідросистему, наявність кожухів на обертових деталях);

оглянути сівалку для перевірки щільності закриття ящиків, наявності упорів та захисних огорож;

забезпечити працівників чистиками, гачками і дерев'яними лопатами для розрівнювання насіння в ящику;

сівалка повинна бути підчеплена до трактора строго симетрично до середньої лінії агрегату;

мішки з насінням повинні містити напис «Протруєно»;

механізатор має взяти дорожній лист;

перед початком роботи працівники повинні випити молоко.

Вимоги безпеки під час роботи [29-34]:

перед початком роботи тракторист повинен подати звуковий сигнал;

поворотні смуги засіваються в першу чергу за три проходи агрегату;

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інтервал між агрегатами (за їх наявності в одній загінці) повинен становити не менше 50 метрів;

заправку сівалок необхідно проводити на поворотних смугах;

про потребу зупинки робітник повинен подати сигнал;

регулювання та усунення несправностей проводяться тільки після повної зупинки агрегату;

перед прийомом їжі необхідно зняти спецодяг, а руки та обличчя вимити з милом.

Вимоги безпеки після роботи:

невикористаний посівний матеріал слід здати на склад з обов'язковим записом;

агрегат має бути очищений та поставлений на зберігання в майстерню або на польовому стані;

забороняється перебувати на насіннєвому ящику під час транспортування чи переїзду;

механізатор повинен заміряти залишок пального та заповнити дорожній лист;

робітники мають очистити одяг, здати його на склад, і ретельно вимити руки з милом.

4.3 Вимоги безпеки під час аварійної ситуації [29,34]:

у випадку аварійної ситуації негайно зупинити агрегат;

на кожному польовому стані повинен бути набір необхідних засобів для надання першої медичної допомоги (шини, джгути, вата, бинти тощо);

при виникненні аварії всі механізми мають бути зупинені, а потерпілого терміново винесено з небезпечної зони;

залежно від характеру травми потерпілому слід надати першу медичну допомогу;

при забоях накладити холодний компрес на ушкоджене місце;

при переломах накладити шину;

					<i>MBC 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

у разі поранень обробити рану (не промиваючи) та накласти стерильну пов'язку; при сильній кровотечі накласти щільну пов'язку вище місця поранення;

при перегріванні потерпілого необхідно винести в затінок, зняти тісний одяг, змочити обличчя та голову холодною водою, дати вдихнути нашатир;

про аварію слід негайно повідомити керівництво господарства;

на місці події фахівці держтехнагляду з охорони праці повинні скласти акт про нещасний випадок за формою Н-1;

постраждалого необхідно доставити до лікарні;

фахівці повинні вжити заходів для усунення небезпеки, що спричинила аварійну ситуацію.

					<i>МВС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						43
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

5. Економічна частина

5.1 Економічна ефективність сівалки Vesta 8 з модернізованим сошником

Економічна ефективність нової конструкції сошника розраховувалась з урахуванням таких чинників:

аналізу відповідності розробленої конструкції сошника агротехнічним вимогам для якісного загортання насіння сорго;

оцінки переваг експериментального робочого органу у порівнянні з серійним;

розрахунку розміру економічного ефекту від впровадження нового робочого органу в господарстві.

Розрахунок ефективності ґрунтувався на прогнозуванні зростання потенційної врожайності сорго при використанні запропонованого сошника.

Порівняльний аналіз базового та удосконаленого робочого органу показав, що впровадження нової технології може підвищити врожайність культури на 4–5 ц/га.

Оскільки основним джерелом економічного ефекту є збільшення врожайності, залежність економічної вигоди споживача від використання однієї модернізованої машини можна визначити наступним чином:

$$D_{ек} = \Delta\Pi_y \cdot C_z \cdot H_c, \quad (5.1)$$

де $\Delta\Pi_y$ – мінімальний приріст врожайності, ц;

C_z – мінімальна закупівельна ціна, грн/ц;

H_c – нормативний наробіток машини за сезон, га.

Нормативний наробіток машини за сезон визначає наступна залежність:

$$H_c = 0,1 \cdot B \cdot V_p \cdot K_{ез} \cdot T_z, \quad (5.2)$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

де V_p – швидкість руху сівалки, км/год;

B – ширина захвату сівалки, м;

T_z – мінімальне завантаження сівалки за сезон, год;

K_{ez} – коефіцієнт використання експлуатаційного часу зміни.

Очікуваний річний економічний ефект на одну модернізовану машину:

$$E_p = D_{ek} - E_n \Delta K_{dk}; \quad (5.3)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт ефективності додаткових капітальних витрат;

D_{ek} – додаткова економічна користь, грн;

ΔK_{dk} – додаткові капітальні вкладення споживача, грн.

Очікуваний річний економічний ефект на гектар посівної площі від впровадження однієї модернізованої машини:

$$E_n = E_p / H_c, \quad (5.4)$$

Для виконання розрахунків нами були використані наступні дані: врожайності сорго по модернізованій машині; мінімальна закупівельна ціна 1 ц сорго [35]; значення нормативних величин [36]; технічних характеристик модернізованої машини [23]. В результаті підстановки отриманих даних в залежності (5.1, 5.2, 5.3, 5.4) отримали наступні значення показників економічної ефективності:

$$D_{ek} = 5 \cdot 700 \cdot 123,7 = 432950 \text{ грн}$$

$$H_c = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,8 \cdot 0,65 \cdot 50 = 123,7 \text{ га}$$

$$E_p = 432950 - 0,15 \cdot 2000 = 432650 \text{ грн}$$

$$E_n = 432650 / 123,7 = 3497,6 \text{ грн/га}$$

Висновки

1. Технологія вирощування сорго відзначається високим рівнем хімізації та механізації, що забезпечує своєчасність і якість виконання технологічних операцій. Завдяки цьому можна отримувати високі врожаї з мінімальними затратами праці та фінансів.

2. Існуючі технології вирощування сорго свідчать про можливість зниження собівартості його виробництва через підвищення якості посіву, що впливає на рівномірність і дружність сходів.

3. Літературний аналіз показав, що перерозподіл насіння в борозні може бути спричинений надмірним ущільненням стінок борозни і дна насінневого ложа, а також нераціональним кутом між стінками борозни.

4. Експериментальні дослідження базового сошника сівалки Vesta 8 показали, що його конструкція призводить до значного ущільнення дна та стінок борозни, що негативно впливає на якість розподілу насіння під час посіву.

5. Використання сошника з клиновою п'ятою забезпечує рівномірніше розміщення насіння: уздовж рядка на 12%, за ступенем розсіювання від точки падіння на 16%, а також за глибиною загортання на 18%.

6. Проаналізовано стан охорони праці. Запропоновано заходи зі зниження вібрації та шуму на модернізованому агрегаті для мінімізації впливу шкідливих факторів на працівників, а також обґрунтовано безпечні методи роботи.

7. Модернізація сошника секції сівалки Vesta 8 обґрунтована економічно, а її доцільність підтверджена. Внесені конструктивні зміни дозволяють підвищити точність висіву насіння на 10% у порівнянні з серійним сошником.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко М.О. Вплив густоти посіву та строків сівби на продуктивність гібридів сорго зернового в умовах Півдня України / Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2016. Вип.3 (91). С.96-104.
2. Бойко М.О. Обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування сорго зернового в умовах Півдня України / Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агрономія» / Редкол.: С. М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. К. : ВЦНУБіП України, 2016. Вип. 235. С.33-39.
3. Артеменко Д.Ю., Магопєць О.С., Соломашенко П.М. Дослідження і розробка удосконаленої конструкції сошника просапної сівалки. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. - Кіровоград: КНТУ, 2010. - Вип. 40, ч.1. - С. 136-142. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/1795/1/26.pdf>
4. Артеменко Д.Ю., Магопєць О.С. Математична модель процесу роботи клинових відвальників щік сошника секції просапної сівалки. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин / КНТУ, 2011, випуск 41, Ч. 2. – С. 130 – 136.
5. Дмитро Артеменко. Дослідження конструкційних параметрів елементів сошника для посіву просапних культур. Науково-технічні дослідження у галузі механічної інженерії та транспорту: колективна монографія / заг. ред. А.А. Кашканов. – Академія технічних наук України. – Івано-Франківськ : Видавець Кушнір Г.М. – 2023. – С. 72-110. https://ukrtsa.org.ua/wp-content/uploads/2023/05/mech_transport.pdf
6. Аверчев О. В., Осінній О.А. Науково-виробничі рекомендації з технології вирощування сорго, проса і гречки в агроеліоративному полі рисової сівозміни. М-во аграрної політики та продовольства України, Ін-т післядипломної освіти та дорадництва, ДВНЗ «Херсонський державний аграрний ун-т». Херсон : Видавець Грінь Д. С., 2015. 98 с.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

7. Лапа О.М., Свиридов А.М., Щербаков В.Я. та ін. Вирощування зернового сорго в умовах України (практичні рекомендації) / Під ред. В.Я. Щербакова. Київ: ТОВ «Глобус-Принт», 2008. 36 с.
8. Архипенко Ф.М., Слюсар С.М. Сорго – перспективи вирощування. Агроном. 2006. № 4 (14). С.82–83
9. Безручко О. Сорго набуває популярності. Agroexpert. 2012. № 5. С.36–38.
10. Макаров Л. Х., Скорий М.В. Сорго (технологія, селекція, насінництво, переробка): монографія. Херсон: Айлант, 2009. 224 с
11. Макаров Л. Х. Соргові культури: монографія. Інститут землеробства південного регіону УААН. Херсон: Айлант, 2006. 264 с.
12. Калашник Н.С., Олексенко Ю.Ф., Пустовар А.В. Сорго. К.: Урожай, 1978. 73 с.
13. Артеменко Д.Ю., Онопа В.А., Кислун О.А., Муленко К.А. Теоретичне обґрунтування конструктивних особливостей котка для передпосівного обробітку ґрунту. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, 2023, вип. 53. ЦНТУ, Кропивницький – 2023. - С. 3-15.
http://zbirniksgm.kntu.kr.ua/archive/53/53_Artemenko.html
14. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: НВФ «Українські технології», 2002. 800 с.
15. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням /за ред. Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. Харків: ХНТУСГ. 2006. 725 с.
16. Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах Лісостепу України /за ред П.Т. Саблука, Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. 2-е вид., доп. К.: ННЦ ІАЕ, 2008. 720 с.
17. Ластівка М.М. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти аграрних технікумів і коледжів денної і

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

заочної форми навчання зі спеціальності 208 Агроінженерія. Ладижинський коледж, ВНАУ, 2019. – 374 с.

18. Навчальний посібник. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві./ А.С. Лімонт, І.І. Мельник, А.С. Малиновський, В.В. Марченко, В.Л. Гуз, І.М. Грищенко. - К.: Кондор, 2004. - 284 с.

19. Артеменко Д.Ю., Магопєць О.С., Ауліна Т.М., Семенова Д.А. Результати експериментальних досліджень розподілу полів деформацій в ґрунті від дії прикочуючих котків бурякових сівалок. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин / КНТУ, 2007, випуск 37, 1 – С. 286 – 290.

20. Артеменко Д.Ю. Теоретичне дослідження процесу взаємодії конусного котка просапної сівалки з ґрунтом. Вісник аграрної науки Причорномор'я: науково-теоретичний фаховий журнал / В. С. Шєбанін (гол. ред.) та ін. – Миколаїв, 2012. Вип. 1 (65). – С. 171 – 177.

21. Artemenko, D., S. Leshchenko, V. Onopa, V. Majara, and V. Deikun. Analysis of the combined coulter point of the precision seed drill. Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 24(4), 2022: 57-71. <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/7435/3947>

22. Operating manual Amazone. 2017. Precision airplanter. Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG. Germany. URL: <http://et.amazone.de/files/pdf/mg5226.pdf>

23. Product Catalog Elvorti - Chervona zirka. 2016. Technology in harmony with the nature. Kropyvnytskyi / Ukraine. URL: https://www.elvorti.com/content/pdf/2016/KATALOG_2016_EN_SITE.pdf

24. Методика оцінки борозноутворення. М.: ВІМ, 1971. – 40 с.

25. Горват А.А., Молнар О.О., Мінькович В.В. Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel: Навчальний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ “Говерла”, 2019. – 182 с. <https://www.uzhnu.edu.ua/en/infocentre/get/44399>

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

26. Петренко М.М. Основи наукових досліджень в сільськогосподарському машинобудуванні [Текст] / М.М. Петренко. – Кіровоград: Кіровоградське державне видавництво, 1997. – 148 с.

27. Підручник дослідника: навч. посіб. для студ. агротехн. спец. / О.М. Васильковський, С. М. Лещенко, К. В. Васильковська, Д. І. Петренко. - Кіровоград: Мачулін, 2016. - 204 с.
<https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/cbb0acaf-c25c-4142-95b9-0d12f09717dc/content>

28. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки : навч. посіб. для студент. агротехн. спец. / О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, К.В. Васильковська, Д.І. Петренко. - Харків, 2019. - 164 с.
<https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/0c4da76e-c162-400a-8b63-b4926acca568/content>

29. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / М.П. Гандзюк, Є.П. Желібо, М.О. Халімовський. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003. – 408с.

30. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. АО "Кодекс", М.: Стандартинформ, 2019. – 60 с.

31. ДСТУ 2189-93. Система стандартів безпеки праці. Машина сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Київ, 1994. – 25 с.

32. СП 4282-87. Санитарные правила по устройству тракторов и сельскохозяйственных машин. М.,1987. - 13 с.

33. ГОСТ 25942-90. Тракторы и сельскохозяйственные машины. Устройства быстросоединяющие. Требования к конструкции. М., 1990. – 4 с.

34. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник / В.Ц. Жидецький – Львів: Афіша, 2002.– 320 с.

35. ТОВ СП «НІБУЛОН» Закупівельні ціни.
<https://www.nibulon.com/data/zakupivlya-silgospprodukcii/zakupivelni-cini.html>

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

36. Єрмаков О.Ю. Організація сільськогосподарського виробництва.
Навч. метод. посібник— 2 —ге вид., доп. і перер. - К.: НАУ, 2007. — 266 с.

					<i>МВС 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						51
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Додатки

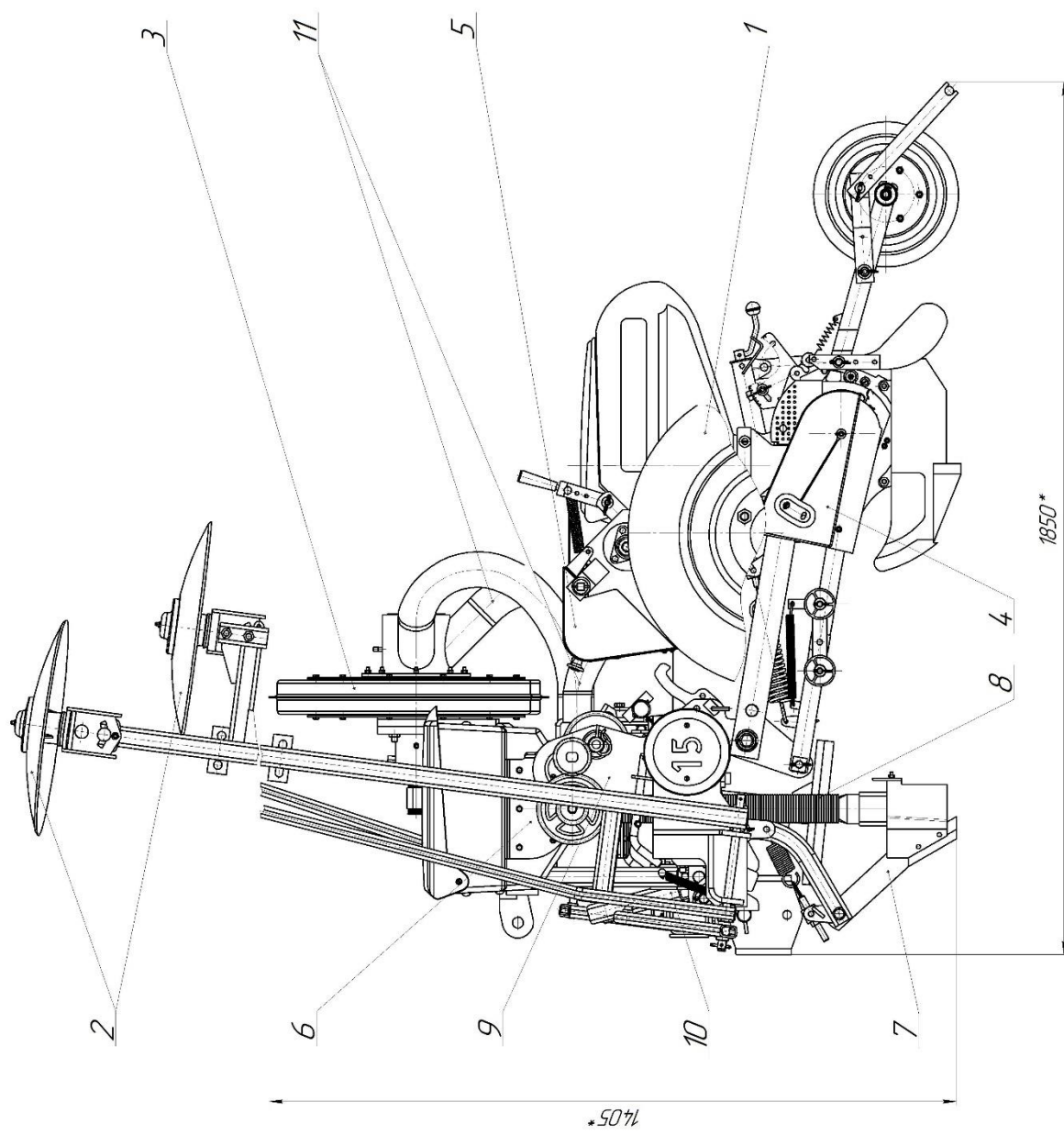
MBC 00.001 T4

[illegible]

Перв. примен.	Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A1			MBC 00.000 СБ	Складальне креслення	1	
					Складальні одиниці		
			1	MBC 00.000.01	Опорно приводне колесо	2	
			2	MBC 00.000.02	Маркери	2	
			3	MBC 00.000.03	Вентилятор	1	
			4	MBC 00.000.04	Секція робочих органів	8	
			5	MBC 00.000.05	Коробка зміни передач	2	
			6	MBC 00.000.06	Туковисівний апарат	3	
			7	MBC 00.000.07	Сошник туковий	8	
			8	MBC 00.000.08	Система трубопроводів	8	
			9	MBC 00.000.09	Механізм передач	2	
Взам. инв. №				10	MBC 00.000.10	Механізм навіски	1
				11	MBC 00.000.11	Повітряпровод	2
Подп. и дата							
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата	MBC 00.000		
	Разработ. Пров.	Криштопа Артеменко			Універсальна пневматична сівалка Vesta 8		
Н.контр. Утв.	Мачок Васильківський						
					Лист	Лист	Листов
							1
					ЦНТУ зр. AI-23M-1		

Копировал
Формат A4

МВС 00.000.00.05

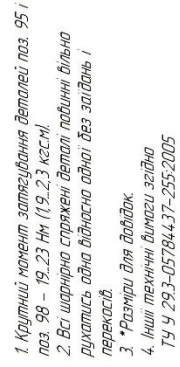


- 1. Невказані граничні відхилення розмірів по ГОСТ 234.209 – 82.
- 2. Сідла палина буги параболічна по ГОСТ 6572 – 91 еталони АС – 182 по ГОСТ 19024 – 79.
- 3. Зібрана і параболічна сідла палина буги оджата на спід на протязі 15 хд при частоті обертання опарно-привідних коліс 115 рад/с (167 об/хд ± 10 об/хд) з дистанційним механізмом переадач на середнє і максимальне передаточне відношення.
- 4. Тиск в шинах опарно-привідних коліс палинен складаєти 0,157 МПа.
- 5. *Розміри для доадак.

МВС 00.000.00.05		Сідла палина Vesta 8		27%		14	
Сідла палина Vesta 8		27%		14		14	
Сідла палина Vesta 8		27%		14		14	
Сідла палина Vesta 8		27%		14		14	
Сідла палина Vesta 8		27%		14		14	
Сідла палина Vesta 8		27%		14		14	
Сідла палина Vesta 8		27%		14		14	
Сідла палина Vesta 8		27%		14		14	
Сідла палина Vesta 8		27%		14		14	
Сідла палина Vesta 8		27%		14		14	

Перв. примен.	Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					Документація		
	A1			MBC 00.110 СБ	Складальне креслення		
					Складальні одиниці		
	A4	1		509.046.1250	Поводок	1	
	A4	3		509.046.1270	Натяжник	1	
	A4	10		509.046.1440	Опора	1	
	A4	16		509.046.14 90A-1	Поводок	1	
	A4	20		509.046.2050A	Кронштейн	1	
	A2	28		MBC 00.120	Сошник	1	
	A4	33		509.046.4 720	Винт регулювальний	1	
Взам. инв. №	A2	36		509.046.4 750A	Каток передній	1	
	A2	38		MBC 00.140	Прикачующий каток	1	
	A0	40		MBC 00.120	Апарат висівний	1	
Подп. и дата							
Инд. № подл.	MBC 00.110						
	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инд. № подл.	Разр.:	Криштопа			Секція робочих органів	Лист	Лист
	Пров.	Артемченко					Листов
							1
	Н.контр.	Мачок				ЦНТУ	
	Утв.	Васильковський				зр. AI-23M-1	

Копіював
Формат A4

[illegible]

Перв. примен.	Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					Документація		
	A2			MBC 00.120 СБ	Складальне креслення		
					Деталі		
	A2	1		MBC 00.120.01	Полос	1	
	A3	3		MBC 00.120.03	П'ята	1	
	A3	5		MBC 00.120.05	Щока	1	
	б/ч	6		MBC 00.120.06	Щока	1	
	б/ч	7		MBC 00.120.07	Накладка	1	
	б/ч	9		MBC 00.120.9	Полиця	1	
			11	MBC 00.120.11	Гайка	2	
Подп. и дата			12	MBC 00.120.12	Скоба	1	
Подп. и дата							
Инд. № подл.	Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата	MBC 00.120		
	Разработ.	Криштопа			СОШНИК		
	Проб.	Артеменко					
	Н.контр.	Мачок			ЦНТУ зр. АІ-23М-1		
Утв.	Васильковський						
					Лит.	Лист	Листов
							1
					Формат А4		

Мета, об'єкт, предмет і задачі дослідження

Метою досліджень є підвищення ефективності роботи насіннєвого сошника просапної сівалки шляхом вдосконалення і обґрунтування його конструктивно-технологічних параметрів.

Для досягнення мети поставлено такі **задачі**:

провести аналіз чинного процесу роботи насіннєвого сошника просапної сівалки, з'ясувати недоліки та обґрунтувати напрями їх усунення;

розробити вдосконалену конструкцію і обґрунтувати раціональні параметри її елементів та експериментально дослідити процес роботи нового сошника просапної сівалки; оцінити техніко-економічну ефективність удосконаленого робочого органу.

Об'єкт дослідження: технологічний процес роботи насіннєвого сошника просапної сівалки.

Предмет дослідження: конструктивно-технологічні параметри насіннєвого сошника просапної сівалки та технологічні властивості ґрунту, які впливають його роботу.

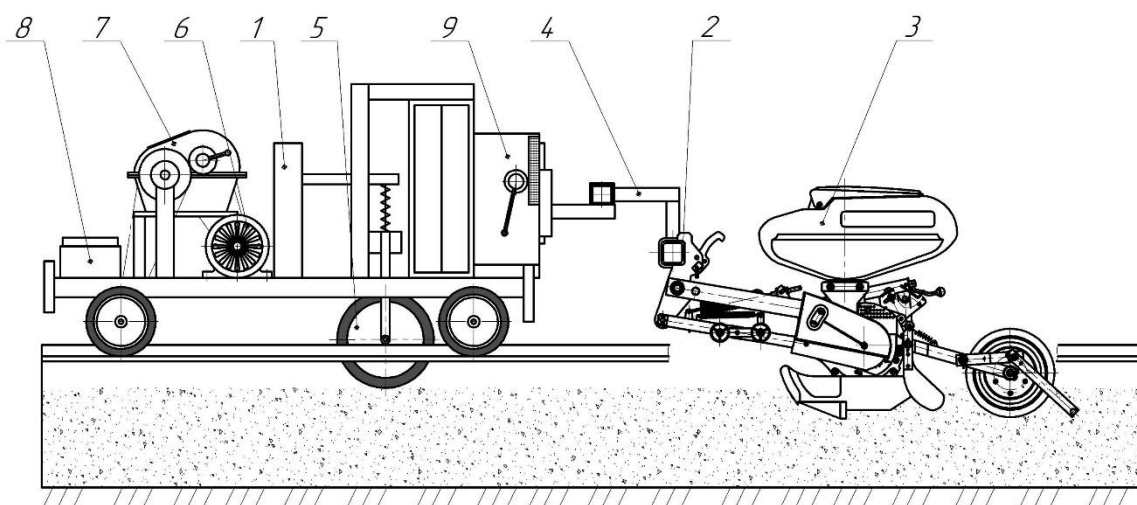


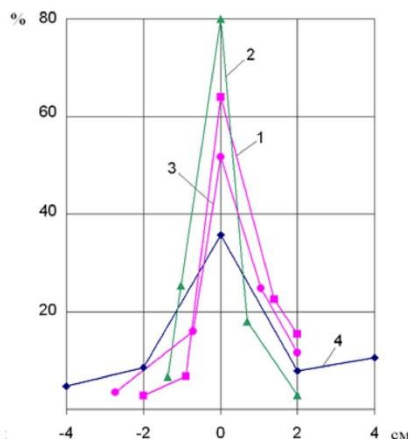
Схема лабораторної установки для дослідження удосконаленого сошника:

- 1 - візок самохідний; 2 - навісний кронштейн; 3 - секція робочих органів; 4 - кронштейн; 5 - планувальний коток;
6 - електродвигун; 7 - коробка передач;
8 - вантаж; 9 - механізм регулювання навіси

				МВС 00.001 НЧ			
Мета	Об'єкт	Предмет	Задача	Мета та задачі дослідження			
Результат	Об'єкт	Предмет	Задача				
Метод	Об'єкт	Предмет	Задача	ЦНТЧ			
Метод	Об'єкт	Предмет	Задача	ар. АН-234-1			
				Варіант А1			

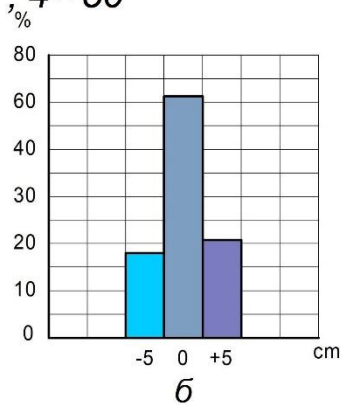
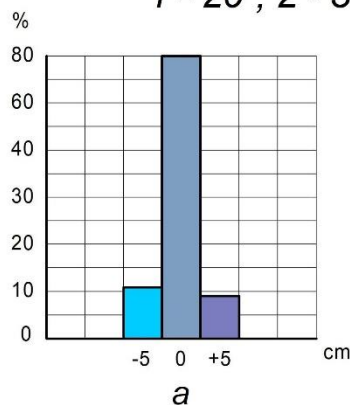
Результати експериментальних досліджень

МВС 00.003 НЧ



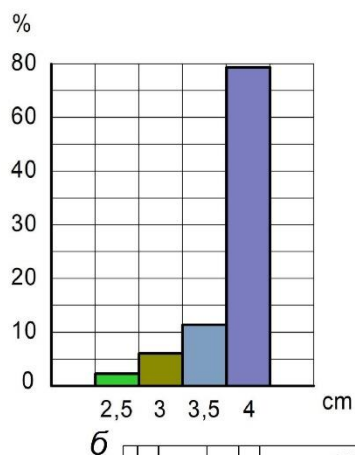
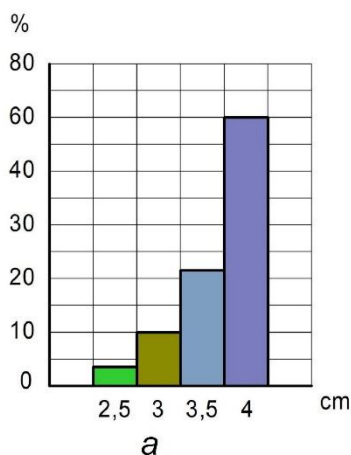
Розподілення насіння сорго при посіві в борозну з кутом розхилу п'яти:

1 - 20°; 2 - 30°; 3 - 40°; 4 - 50°



Розподіл насіння (відхилення від точки падіння):

а - удосконалений; б - серійний сошник



Розподіл насіння по глибині загортання:

а - удосконалений сошник; б - серійний сошник

МВС 00.003 НЧ									
Мета дослідження	Об'єкт дослідження	Галузь науки	Результати експериментальних досліджень				Датум	Лист	Т
Результат	Класифікація	Висновок	—				1987		
Результат	Класифікація	Висновок	—				сп. А-234-1		
Результат	Класифікація	Висновок	—				Варіант	А1	