

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Технічне забезпечення підготовки ґрунту під посів та посіву озимої пшениці в умовах ТОВ «МХП – Урожайна країна» Роменського району Сумської області»

Виконав:

(підпис)

Коваленко В.А.

(Прізвище, ініціали)

Група:

АІ 2202 – 2ст

(Науковий) керівник:

(підпис)

Соколік С.П.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2025

АНОТАЦІЯ

Коваленко В.А.

Технічне забезпечення підготовки ґрунту під посів та посіву озимої пшениці в умовах ТОВ «МХП – Урожайна країна» Роменського району Сумської області

ОПП Агроінженерія

Спеціальність 208 Агроінженерія

Сумський національний аграрний університет

М. Суми, 2025р.

Пояснювальна записка містить в собі 47 аркушів, 13 – таблиць, 22 – використаних джерел літератури, і 5 – графічних аркушів.

В кваліфікаційній роботі наведена характеристика господарства: ґрунтово-кліматичні умови, структура вирощувальних культур, використання техніки.

При вирощуванні озимої пшениці по інтенсивній технології розроблений комплекс заходів по передпосівному обробітку ґрунту, визначений кількісний і якісний склад технічних засобів при вирощуванні культури.

Розрахований економічний аналіз ефективності удосконаленої технології.

Ключові слова: озима пшениця, машиновикористання, машинний агрегат, машинотракторний парк, використання техніки, технологія.

ANNOTATION

Kovalenko V.A.

Technical support for soil preparation for sowing and sowing of winter wheat in the conditions of LLC "MHP - Harvest Country" of Romensky district, Sumy region

EP Agroengineering

Specialty 208 Agroengineering

Sumy National Agrarian University

Sumy, 2025

The explanatory note contains 47 sheets, 13 - tables, 22 - used sources of literature, and 5 - graphic sheets.

The qualification work provides a characteristic of the farm: soil and climatic conditions, the structure of cultivated crops, the use of equipment.

When growing winter wheat using intensive technology, a set of measures for pre-sowing soil cultivation has been developed, the quantitative and qualitative composition of technical means for growing the crop has been determined.

An economic analysis of the effectiveness of the improved technology has been calculated.

Keywords: winter wheat, machine use, machine unit, machine-tractor fleet, use of equipment, technology.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз господарської діяльності підприємства.....	8
1.1 Місце розташування та напрямок діяльності господарства	8
1.2 Структура землевикористання та посівних площ	9
1.3 Склад машинного парку.....	10
2 Технічне забезпечення механізованих технологічних процесів.....	13
2.1 Основні положення і вимоги технологічних процесів вирощування озимої пшениці.....	13
2.2 Характер і аналіз експлуатаційних властивостей машинних агрегатів для виконання сівби озимої пшениці.....	15
2.3 Теоретичні передумови обґрунтування вибору машинних агрегатів для проведення посіву озимої пшениці.....	18
2.4 Операційно-технологічна карта на виконання сівби озимої пшениці.....	28
3 Конструкторська розробка. Пристрій для різнорівневого висіву насіння та добрив.....	34
3.1 Обґрунтування необхідності конструкції.....	34
3.2 Будова пристрою та його робота.....	34
3.3 Розрахунки осипання ґрунту в борозну.....	36
4 Економічне обґрунтування проекту.....	41
Висновки.....	44
Список використаних джерел.....	45

ВСТУП

Аграрний сектор є однією з провідних галузей економіки України, забезпечуючи продовольчу безпеку держави, створення робочих місць у сільській місцевості та формування валютних надходжень. Серед основних зернових культур, що вирощуються в Україні, озима пшениця займає чільне місце як за площею посівів, так і за валовим збором урожаю. Підвищення ефективності її вирощування безпосередньо залежить від рівня технічного забезпечення та дотримання сучасних агротехнологій.

Одним із найважливіших етапів вирощування озимої пшениці є підготовка ґрунту та проведення посіву. Саме від якості цих процесів залежать майбутні сходи, стійкість рослин до стресових чинників, формування високопродуктивного агрофітоценозу та, зрештою, рівень урожайності. У сучасних умовах господарювання, з огляду на зростаючі вимоги до енергоефективності, ресурсозбереження та екологічності, особливої актуальності набуває впровадження прогресивних технічних рішень у систему обробітку ґрунту та сівби.

ТОВ «МХП – Урожайна країна», що розташоване в Роменському районі Сумської області, є одним із провідних агропідприємств регіону, яке активно впроваджує сучасні технології та використовує високопродуктивну техніку провідних світових виробників. Аналіз технічного забезпечення та ефективності його використання в умовах цього господарства дозволяє не лише оцінити рівень механізації процесів обробітку ґрунту та посіву, а й сформулювати практичні рекомендації щодо їх оптимізації.

Метою дипломного проекту є аналіз і оцінка технічного забезпечення підготовки ґрунту під посів та посіву озимої пшениці в умовах ТОВ «МХП – Урожайна країна», виявлення недоліків у наявній технології та розробка шляхів її удосконалення з урахуванням сучасних вимог до ефективності, екологічності та сталого розвитку сільського господарства.

1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Місце розташування та напрямок діяльності господарства

«Урожайна країна» — сільськогосподарське підприємство, що розпочало свою діяльність у червні 2010 року. Основний напрям — вирощування сільськогосподарських культур, серед яких: озима пшениця, кукурудза, соя, соняшник, гірчиця та гречка. Компанія входить до складу агропромислового холдингу «Миронівський хлібопродукт». Земельний банк становить приблизно 31 тисячу гектарів, а штат нараховує понад 300 працівників. Центральний офіс розташований у місті Ромни, а господарська діяльність охоплює території Роменського та Сумського районів Сумщини. Підприємство утвердилося як один з провідних виробників аграрної продукції в регіоні.

Компанія приділяє велику увагу впровадженню новітніх технологічних рішень та постійному вдосконаленню власних виробничих процесів. Упродовж останніх років активно втілюється програма «Точне землеробство», мета якої — оптимізація сільськогосподарських операцій завдяки сучасним цифровим інструментам. Основні компоненти цієї ініціативи включають:

1. Варіативний висів з урахуванням густоти та рівномірності;
2. Автоматичне вимкнення секцій сівалок у місцях розвороту та перекриттів;
3. Аналіз параметрів якості виконаного посіву;
4. Передача та зберігання операційних даних на сервер із подальшим моніторингом результатів за допомогою платформи Slingshot;
5. Використання системи автоматичного керування технікою SmartTrax;
6. Створення карт врожайності для реалізації диференційованого внесення добрив.

Окрім цього, підприємство активно застосовує методи дистанційного спостереження за станом рослинності, використовуючи супутникові знімки, а також аерофотозйомку з безпілотників різних типів: крилатих — для зйомки в інфрачервоному діапазоні, та коптерів — для візуального аналізу. Такі технології

дозволяють оперативно отримувати інформацію про стан полів: рівномірність посіву, ефективність гербіцидної обробки, щільність проростання та ступінь вегетації культур.

Крім цифровізації процесів, підприємство зосереджене на підвищенні родючості ґрунтів. Для цього використовуються лише високоякісне насіння, добрива та засоби захисту рослин, вироблені провідними світовими компаніями.

1.2 Структура землевикористання та посівних площ

Всупереч складним умовам минулого року фактичні річні результати підприємства ТОВ "Урожайна країна" виявились найкращими серед агровиробників Сумського регіону (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Валовий збір за 2024 рік

№ п/п	Культура	Збір, т
1	Соняшник	21 302
2	Соняшник високоолеїновий	7 288
3	Соя	6 868
4	Кукурудза	810 000
5	Пшениця озима	11 034

Статистика використання площ під посівами та зміни показників урожайності відображено в таблицях 1.2 та на рис. 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.2 - Площі та врожайність вирощуваних агрокультур

№ п/п	Агрокультура	2022 рік		2023 рік		2024 рік	
		Площа, га	Урожайність, ц/га	Площа, га	Урожайність, ц/га	Площа, га	Урожайність, ц/га
1	Озима пшениця	2200	50,8	2300	49,7	2360	48
2	Соя	2500	27	3650	26,3	3700	26,7
3	Соняшник	4800	35	5190	33,7	5400	36
4	Кукурудза	13000	94	13500	92,2	14000	95
5	Всього	22500	-	24640	-	25460	-



Рис. 1.1 - Структура посівних площ під основними агрокультурами

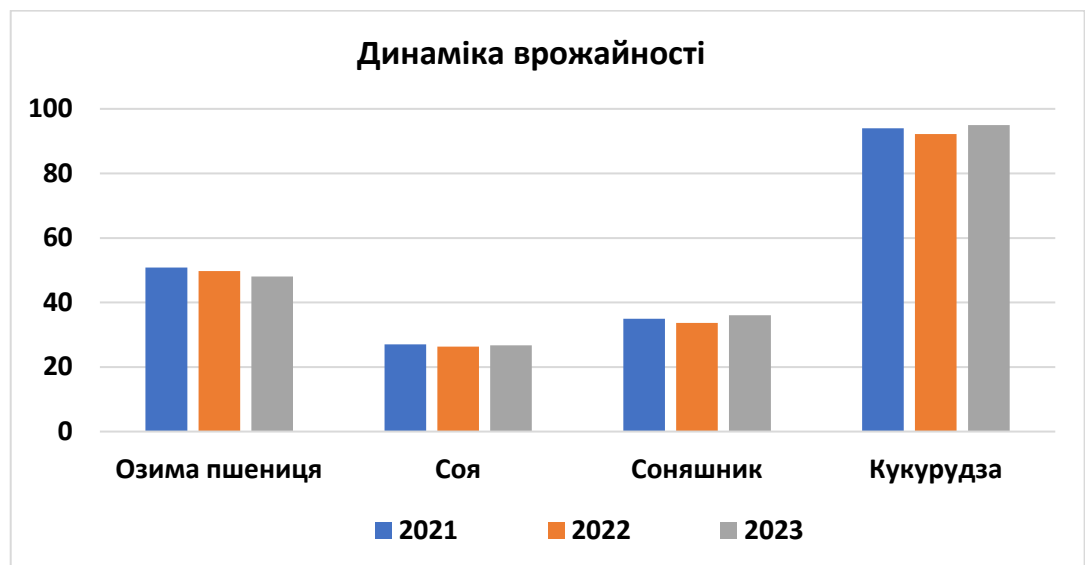


Рис. 1.2 - Показники врожайності основних агрокультур

1.3 Склад машинного парку

Машинно-тракторний парк ТОВ “ Урожайна країна ”. Перелік та кількість тракторів, автомобілів, комбайнів та інших агромашин відображено в таблицях нижче.

Таблиця 1.3 - Склад тракторного парку

№ п/п	Марка	Кількість	Потужність, кВт
1	John Deere 6132M	4	95
2	John Deere 8R	8	250
3	Fendt Vario 1000/1050	7	285
4	New Holland T8/T9	6	300
5	ХТЗ-17221	3	177,5
6	МТЗ-82	2	60

Таблиця 1.4 - Склад парку складних машин

№ п/п	Марка	Кількість	Назва
1	Claas Lexion 620	2	Комбайн зернозбиральний
2	Claas Lexion 770	2	Комбайн зернозбиральний
3	John Deere T series	3	Комбайн зернозбиральний
4	John Deere S series	4	Комбайн зернозбиральний
5	New Holland CX8000	4	Комбайн зернозбиральний
6	New Holland CR9000	4	Комбайн зернозбиральний

Таблиця 1.5 - Склад парку агромашин

№ п/п	Назва	Марка	Кількість
1	Плуг	GREGOIRE BESSON SPR (6+1)	2
2	Плуг	LEMKEN Euro Opal-6 (5+1)	2
3	Глибкорозпушувач	KUHN In-Line Ripper 4830	5
4	Грунтообробна машина	Case IH Ecolotiger.	4
5	Грунтообробна машина	Kuhn Excelerator.	2
6	Грунтообробна машина	FAST A18-60	3
7	Культиватор	Polaris 8	5
8	Борона дискова	Horsch Joker 5 / 8 RT	4
9	Борона дискова	John Deere 630	2
10	Борона дискова	LEMKEN Rubin 9/600	2
11	Сівалка	Pottinger Terrasem V 9000 Classic	3
12	Сівалка	John Deere 7000	4
13	Сівалка	Precision Planting	4
14	Сівалка	Astra 6	2
15	Сівалка	Astra 3,6	2
16	Обприскувач	Berthoud Raptor 3240	4
17	Обприскувач	John Deere R4030	5

Під час аналізу показників роботи ТОВ «Урожайна країна» та рівня оснащення технікою, що використовується у виробничих процесах, зокрема при культивації озимої пшениці, можна зробити висновок, що господарство працює за інтенсивною моделлю. Водночас за останні три роки врожайність цієї культури залишалась на стабільному рівні без ознак приросту. Однією з можливих причин такої ситуації є неналежне виконання агротехнічних заходів щодо обробки ґрунту, а також невідповідна норма або якість внесення добрив мінерального походження.

Кваліфікаційна робота спрямована на удосконалення технічного оснащення етапів передпосівної підготовки ґрунту під озиму пшеницю на базі цього підприємства. Запропоновані рішення повинні сприяти зниженню затрат як трудових ресурсів, так і фінансів у процесі вирощування сільськогосподарських культур, підвищенню якісних показників підготовчих операцій і загальному покращенню ефективності технології виробництва.

2 ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

2.1 Основні положення і вимоги технологічних процесів вирощування озимої пшениці

Озима пшениця є однією з найважливіших зернових культур у сільському господарстві України. Її вирощування потребує дотримання комплексу агротехнічних заходів, що забезпечують високу врожайність, якість зерна та ефективне використання ресурсів. Технологічний процес вирощування озимої пшениці включає в себе декілька етапів, кожен з яких має свої особливості, вимоги та значення для загального успіху.

Початковим етапом є вибір попередника, оскільки він істотно впливає на ріст і розвиток рослин. Кращими попередниками для озимої пшениці є чорний пар, бобові культури, кукурудза на силос, а також рання картопля. Правильний вибір попередника сприяє збереженню вологи, покращенню структури ґрунту та зниженню тиску збудників хвороб і шкідників.

Далі важливим елементом є обробіток ґрунту. Основний обробіток включає оранку на глибину 20–25 см, яка забезпечує накопичення вологи, боротьбу з бур'янами, розпушення ущільненого шару та покращення аерації. У деяких випадках, з урахуванням кліматичних умов і типу ґрунту, доцільно застосовувати поверхневий обробіток або безпліцеву технологію.

Слід звернути особливу увагу на строки сівби. Своєчасна сівба – це запорука гарного кущення, зимостійкості та подальшої врожайності. У середньому, оптимальні строки сівби для більшості регіонів України – з 10 по 25 вересня. Запізнення з сівбою призводить до слабкого розвитку рослин до настання зими, що знижує їхню зимостійкість. Навпаки, надто рання сівба сприяє переростанню, що також небажано.

Норма висіву залежить від зони вирощування, сорту та строків сівби. У середньому вона становить 4,0–5,5 млн схожих зерен на гектар. При пізніх строках сівби норму збільшують, щоб компенсувати зниження кущення.

Глибина загортання насіння повинна бути в межах 3–5 см, в залежності від механічного складу ґрунту та вологості.

Живлення рослин є важливим чинником. Основне внесення добрив проводять восени, під основний обробіток ґрунту. Азотні добрива мають особливе значення навесні, оскільки сприяють інтенсивному росту вегетативної маси. Фосфор і калій вносяться здебільшого восени, адже вони впливають на розвиток кореневої системи, зимостійкість і загальну життєздатність рослин.

Збирання врожаю проводять у фазі повної стиглості. Зволікання зі збиранням призводить до осипання зерна та втрат врожаю. Найбільш ефективним є пряме комбайнування із подальшим очищенням і сушінням зерна до стандартної вологості.

Успішне вирощування озимої пшениці потребує системного підходу, точного дотримання технологічних вимог і адаптації до конкретних умов господарства. Лише поєднання правильно обраної агротехніки, високоякісного насіннєвого матеріалу та своєчасного захисту культури дає змогу розкрити потенціал врожайності й забезпечити високу економічну ефективність виробництва.

Технічне забезпечення технологічних процесів підготовки ґрунту та посіву при вирощуванні озимої пшениці є ключовим фактором, що визначає ефективність виробництва, врожайність культури та економічну доцільність сільськогосподарських операцій. Сучасні агротехнології вимагають високого рівня механізації й автоматизації, що дозволяє зменшити енергетичні витрати, підвищити продуктивність праці та забезпечити стабільні агрономічні результати.

Підготовка ґрунту під озиму пшеницю починається, як правило, одразу після збирання попередника. У цьому процесі застосовуються різноманітні технічні засоби: плуги, дискові борони, чизельні культиватори, глибокорозпушувачі. Вибір знаряддя залежить від типу ґрунту, погодних умов, рівня ущільнення оброблюваного шару та особливостей попередньої культури. Особливої уваги потребує боротьба з ущільненням ґрунту, що перешкоджає нормальному розвитку кореневої системи озимої пшениці. У цьому випадку

ефективним є глибоке розпушування без обороту пласта, що забезпечується чизельними агрегатами.

Крім основного обробітку ґрунту, велике значення має передпосівна підготовка, яка включає вирівнювання поверхні, подрібнення грудок, збереження вологи та створення оптимального посівного ложа. Для цього використовуються комбіновані агрегати, які за один прохід виконують кілька операцій: культивацію, боронування, коткування. Це дозволяє зменшити кількість проходів техніки полем, уникнути зайвого ущільнення ґрунту та економити ресурси.

Посів озимої пшениці виконується сівалками різних типів: механічними та пневматичними. Найбільш поширеними є зернові сівалки, які забезпечують рівномірне загортання насіння на задану глибину, дотримання міжрядь та норм висіву. Високоточні сівалки дозволяють враховувати особливості мікрорельєфу поля та вологість ґрунту, регулюючи параметри висіву в режимі реального часу. У сучасному виробництві все більшого поширення набувають сівалки з електроприводами сошників і автоматизованою системою контролю, що інтегруються з GPS-навігацією та картами-завданнями для точного землеробства.

Сучасні трактори, що агрегуються з ґрунтообробною та посівною технікою, оснащуються потужними двигунами, системами автоматичного водіння та телеметрії. Це дозволяє зменшити вплив людського фактора, забезпечити точність агрооперацій та оптимізувати витрати пального. Застосування IT-рішень, таких як агроскаутингові платформи та системи моніторингу стану техніки, дозволяє оперативно реагувати на зміни умов у полі та приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Таким чином, технічне забезпечення процесів підготовки ґрунту та посіву озимої пшениці є комплексом взаємопов'язаних елементів, який охоплює сучасну сільськогосподарську техніку, цифрові технології та системи точного землеробства. Рациональне використання технічних засобів у поєднанні з агрономічною наукою забезпечує високу ефективність виробництва та конкурентоспроможність галузі зернового господарства.

2.2 Характер і аналіз експлуатаційних властивостей машинних агрегатів для виконання сівби озимої пшениці

Провести операцію посіву пшениці можна такими машинами - ASTRA-3,6, ASTRA-6.

Сівалки зернові ASTRA-3,6, ASTRA-6 призначені для рядкового посіву насіння зернових дрібно - і середньо-насінневих зернобобових культур при одночасному внесенні добрив.

Сівалки оснащені:

- варіаторм для налаштування на норму висіву, що зменшує трудомісткість її обслуговування ;

- клапанами для перекриття частини зернових висівних апаратів.

Агрегатується ASTRA-3,6, ASTRA-6 в односівалкаовому агрегаті з тракторами класу 1.4 і в багатосівалковому агрегаті з гідрофікованими зчіпками класів з класами 3.0-5.0 .

Характеристика використаних посівних машин для виконання операції наведена в табл. 2.1 та 2.2

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики сівалки зернової ASTRA-3,6

Найменування	Показник
Ширина захвату, м	3,6
Кількість рядків, шт.	24(48)
Відстань між рядками, см	15(7,5)
Норми внесення, кг/га	
- для насіння	5 - 400
- для добрив	25 - 200
Робоча швидкість, км/год	9 – 12
Продуктивність, га/год	3,2 – 4,3
- для туків	212
Маса, кг	1380
Габаритні розміри, мм	
- довжина	4300

- ширина	3700
- висота	1650
Агрегується з тракторами потужністю, к.с.	до 85

Таблиця 2.2 - Технічна характеристика обраних енергетичних засобів тракторів МТЗ-82 та ХТЗ-17221

Найменування	Марка, модель	
	МТЗ-82	ХТЗ-17221
Тяговий клас	1,4	3,0
Тип	дизель чотиритактний безнаддувний з безпосереднім уприскуванням палива	колісний, сільськогосподарський
Модель двигуна	Д-243	СМД-62
Експлуатаційна потужність двигуна, кВт (к.с.)	60(81)	121,4 (165)
Номінальна частота обертання колінчастого вала двигуна, об / хв	2200	2100
Число циліндрів	4	6
Діаметр циліндрів / хід поршня	110*125	130/140
Ємність паливних баків	130	315
Розміри і маса		
Довжина	3970	6130
Ширина	1970	2406
Висота	2850	3195
Дорожній просвіт	645	400
Маса експлуатаційна, кг	4100	8200
Колісна формула	4x2	4x4
Мінімальний радіус повороту, м	4,5	6,5
Трансмісія		
Муфта зчеплення	Муфта зчеплення	Муфта зчеплення
Число передач вперед	14	12
назад	4	4
Ут, км / год, Вперед/назад	2,55-36,6/5,36-12,07	3,36 -30,08/ 5,10-9,14
Ємність гідросистеми, л	25	38

2.3 Теоретичні передумови обґрунтування вибору машинних агрегатів для проведення сівби озимої пшениці

Техніко-експлуатаційні показники

Вибір робочої швидкості МА. Робоча швидкість при посіві повинна бути в межах агротехнічно допустимого діапазону швидкостей для конкретного агрегату і конкретної технологічної операції, забезпечуватись потужністю двигуна енергетичного засобу та відповідною передачею.

Робоча швидкість для сівби озимої пшениці повинна бути від 7 до 12 км/год.

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (2.1.)$$

Для МТЗ-82:

$$V_p = 7,2 * (1 - 12/100) = 6,34 \text{ км/год}$$

Для ХТЗ-17221:

$$V_p = 8,5 * (1 - 12/100) = 7,48 \text{ км/год}$$

де V_T - теоретична швидкість руху на вибраній передачі, км/год.

δ - буксування рушіїв на вибраних передачах, %.

Для колісних тракторів -12%, для гусеничних -4%.

Таблиця 2.3 - Швидкість руху МА на відповідних передачах

Агрегат	Швидкість, км/год	Передачі		
		III	IV	V
МТЗ-82	V_T	7,2	8,9	10,5
	V_P	6,33	7,8	9,4
			IX	X
ХТЗ-17221	V_T		8,6	10,0
	V_P		7,6	8,8

Питомий опір робочих машин при певній робочій швидкості, k :

$$k = k_0 \left[1 + \frac{\Delta k}{100} (V_p - V_0) \right], \quad (2.2)$$

Для МТЗ-82:

$$k = 1,3(1 + 3/100(6,33 - 5,0)) = 1,35$$

Для ХТЗ-17221 :

$$k = k_0 \left[1 + \frac{\Delta k}{100} (V_P - V_0) \right] = 1,3(1 + 3/100(7,48 - 5,0)) = 1,39$$

де k_0 - питомий тяговий опір при роботі з швидкістю до $V_0 = 5$ км/год;

де Δk - темп приростання питомого опору при збільшенні швидкості руху агрегата на 1 км/год, %

Таблиця 2.4 - Питомий опір k на вибраних передачах

Агрегат	Питомий опір, кН/м ² (кН/м)	Передачі		
		III	IV	V
МТЗ-82	k ,	1,35	1,41	1,46
			IX	X
ХТЗ-17221	k ,		1,39	1,44

Загальний опір робочої машини в складі агрегату, R_a (кН):

$$R_a = k \cdot B_K \cdot n + G_M \cdot \left(f + \frac{i}{100} \right), \quad (2.3)$$

Для МТЗ-82:

$$R_a = 1,3 \cdot 3,6 \cdot 1 + 21,5 \cdot (0,12 + 3/100) = 8,12 \text{ кН}$$

Для ХТЗ-17221:

$$R_a = 1,3 \cdot 5,4 \cdot 2 + 21,5 \cdot (0,12 + 3/100) = 19,47 \text{ кН}$$

де B_K – конструктивна ширина захвату однієї робочої машини, м;

n – кількість посівних машин в агрегаті;

a – глибина оранки, м;

G_M – вага посівної машини, кН;

$G_{зч}$ – вага зчіпки, кН;

f – коефіцієнт опору кочення;

i – схил місцевості, %.

Вага машини визначається за формулою:

$$G_m = \frac{m_m \cdot g}{1000}, \quad (2.4)$$

Для МТЗ-82:

$$G_m = \frac{1380 \cdot 9,81}{1000} = 13,5 \text{ кН}$$

Для ХТЗ-17221:

$$G_m = \frac{2190 \cdot 9,81}{1000} = 21,5 \text{ кН}$$

де m_m – маса машини, кг

Таблиця 2.5 - Загальний опір робочих машин R_a на вибраних передачах

Агрегат	Опір робочих машин, кН	Передачі		
		III	IV	V
МТЗ-82	R_a ,	8,12	8,33	8,51
			IX	X
ХТЗ-17221	R_a ,		19,47	20

Коефіцієнт використання тягового зусилля $\eta_{зак}$ на вибраних передачах:

$$\eta_{зак} = \frac{R_a}{P_{зак}}, \quad (2.5)$$

Для МТЗ-82:

$$\eta_{зак} = 8,12 / 14 = 0,58$$

ХТЗ-17221

Для :

$$\eta_{зак} = 19,47 / 30 = 0,65$$

де $P_{зак}$ – тягове зусилля трактора на вибраних передачах.

Таблиця 2.6 - Завантаженість трактора на вибраних передачах

Агрегат	Завантаженість трактора	Передачі		
		III	IV	V
МТЗ-82	$P_{зак}$, кН	14	14	11,5
	$\eta_{зак}$	0,58	0,60	0,74
			IX	X
ХТЗ-17221	$P_{зак}$, кН		30	30
	$\eta_{зак}$		0,65	0,66

Швидкість руху вважається обґрунтованою правильно, якщо значення $\eta_{зак}$, найближче до нормативного, але не перевищує його, $\eta_{зак} = 0,90 \dots 0,95$.

Для тягово – приводних машин:

$$V_p = \frac{\left(N_{eH} \cdot \xi - \frac{N_{BВП}}{\eta_{BВП}} \right) \cdot 3,6 \cdot \eta_{TP} \cdot \eta_{\delta}}{G_a \cdot \left(f \pm \frac{i}{100} \right)} \quad (2.6)$$

Для МТЗ-82:

$$V_p = (56.6 * 0.9) * 3.6 * 0.95 * 0.88 / 11.6 = 13.2 \text{ км / год},$$

Для ХТЗ-17221:

$$V_p = (128.6 * 0.9) * 3.6 * 0.95 * 0.88 / 21.9 = 15.8 \text{ км / год},$$

Необхідна ефективна потужність двигуна.

Для тягових агрегатів:

при виконанні технологічного процесу, N_e^p :

$$N_e^p = \frac{R_a \cdot V_p}{3.6 \cdot \eta_{TP} \cdot \eta_{\delta}}, \quad (2.7)$$

Для МТЗ-82:

$$N_e^p = 8,5 * 13,2 / 3,6 * 0,95 * 0,88 = 37,44$$

Для ХТЗ-17221:

$$N_e^p = 20 * 15,8 / 3,6 * 0,95 * 0,88 = 105,3$$

при виконанні поворотів, N_e^x :

$$N_e^x = G_a \cdot f \cdot V_p, \quad (2.8)$$

Для МТЗ-82:

$$N_e^x = 77,5 * 0,12 * 13,2 = 122,76$$

Для ХТЗ-17221:

$$N_e^x = 146,6 * 0,12 * 15,8 = 277,95$$

де f - коефіцієнт опору перекоченню на поворотах, ($f = 0.12$);

при виконанні переїздів, N_e^{nep} :

$$N_e^{nep} = G_a \cdot f \cdot V_p, \quad (2.9)$$

Для МТЗ-82:

$$N_e^{nep} = 77,5 * 0,06 * 13,2 = 61,4$$

Для ХТЗ-17221:

$$N_e^{пер} = 146,6 * 0,06 * 15,8 = 138,9$$

де f - коефіцієнт опору перекоцненню на переїздах, ($f = 0.06$);

Ступінь використання ефективної потужності двигуна:

при виконанні технологічного процесу, ξ_p :

$$\xi_p = \frac{N^p}{N_{ен}}, \quad (2.10)$$

Для МТЗ-82:

$$\xi_p = 37,4/56,6=0,66;$$

Для ХТЗ-17221:

$$\xi_p = 105,3/117,7=0,89;$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна енергетичного засобу, кВт.

при виконанні холостих поворотів, ξ_x :

$$\xi_x = \frac{N^x}{N_{ен}}, \quad (2.11)$$

Для МТЗ-82:

$$\xi_x = 122,76/56,6=2,17;$$

Для ХТЗ-17221:

$$\xi_x = 277,95/117,7=2,36;$$

при виконанні переїздів, $\xi_{пер}$:

$$\xi_{пер} = \frac{N^{пер}}{N_{ен}}, \quad (2.12)$$

Для МТЗ-82:

$$\xi_{пер} = 61,4/56,6=1,1 ;$$

Для ХТЗ-17221:

$$\xi_{пер} = 138,9/117,7=1,2;$$

Продуктивність агрегату за одиницю змінного часу.

Продуктивність за 1 год. змінного часу, $\omega_{зм}$ (га/год):

$$\omega_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (2.13)$$

Для МТЗ-82:

$$\omega_{зм} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 13,2 \cdot 0,77 = 3,66 \text{ га/год}$$

Для ХТЗ-17221:

$$\omega_{зм} = 0,1 \cdot 10,8 \cdot 15,8 \cdot 0,72 = 12,3 \text{ га/год}$$

де τ – коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}}, \quad (2.14)$$

Для МТЗ-82:

$$\tau = \frac{5,36}{7} = 0,77$$

Для ХТЗ-17221:

$$\tau = \frac{5,05}{7} = 0,72$$

де T_p – час чистої (основної) роботи, год.;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год. (для шкідливих умов $T_{зм} = 6$ год., для звичайних $T_{зм} = 7$ год.).

Кількість циклів за зміну, $n_{ц}$:

$$n_{ц} = \frac{T_{зм} - \sum T_{нц}}{t_{ц}}, \quad (2.15)$$

Для МТЗ-82:

$$n_{ц} = \frac{7 - 0,42}{0,86} = 8,12$$

Для ХТЗ-17221:

$$n_{ц} = \frac{7 - 0,42}{0,86} = 7,65$$

де $\Sigma T_{\text{ци}}$ – сума позациклових простоїв за зміну, що включає підготовчо – заключний час, час на виконання технічного і технологічного обслуговування агрегатів, час на власні потреби (задається нормативно). $\Sigma T_{\text{ци}} = 0,42$ год.;

$t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу, год.;

Тривалість циклу дорівнює:

- для агрегатів, що завантажуються (розвантажуються) в загінці:

$$t_{\text{ц}} = t_p + t_x + t_{\text{оч}} + t_{\text{зав}}, \quad (2.16)$$

Для МТЗ-82:

$$t_{\text{ц}} = 0,66 + 0,05 + 0,05 + 0,05 = 0,81 \text{ год}$$

Для ХТЗ-17221:

$$t_{\text{ц}} = 0,66 + 0,10 + 0,05 + 0,05 = 0,86 \text{ год}$$

де t_p – час чистої роботи за один цикл, год. (2/0,9 год);

t_x – час виконання холостого повороту, год. (0,15 год);

$t_{\text{оч}}$ – тривалість очікування ($t_{\text{оч}} = 0,05$ год.);

$t_{\text{зав}}$ – тривалість завантаження (розвантаження), год.

Чистий час роботи агрегату за зміну, T_p (год.):

$$T_p = t_p \cdot n_{\text{ц}}, \quad (2.17)$$

Для МТЗ-82:

$$T_p = 0,66 \cdot 8,12 = 5,36 \text{ год}$$

Для ХТЗ-17221:

$$T_p = 0,66 \cdot 7,65 = 5,05 \text{ год}$$

Час поворотів за зміну, T_x (год.):

$$T_x = t_x \cdot n_{\text{ц}}, \quad (2.18)$$

Для МТЗ-82:

$$T_x = 0,05 \cdot 8,12 = 0,406 \text{ год}$$

Для ХТЗ-17221:

$$T_x = 0,10 \cdot 7,65 = 0,765 \text{ год}$$

Змінна продуктивність МА:

$$W_{зм} = \omega_{зм} \cdot T_{зм}, \quad (2.19)$$

Для МТЗ-82:

$$W_{зм} = 3,66 \cdot 7 = 25,6 \text{ га/зм}$$

Для ХТЗ-17221:

$$W_{зм} = 12,3 \cdot 7 = 81,1 \text{ га/зм}$$

Витрати палива на одиницю роботи.

Витрати палива на одиницю площі, $G_{га}$ (кг/га):

$$G_{га} = \frac{G_p T_p + G_X T_X + G_{пер} T_{пер} + G_3 T_3}{\omega_{зм} \cdot T_{зм}}, \quad (2.20)$$

Для МТЗ-82:

$$G_{га} = (8,59 \cdot 5,36 + 28,25 \cdot 0,41 + 14,06 \cdot 0,05 + 1,3 \cdot 0,78) / 12,3 \cdot 7 = 2,3 \text{ кг/га}$$

Для ХТЗ-17221:

$$G_{га} = (26,32 \cdot 5,05 + 69,8 \cdot 0,765 + 34,9 \cdot 0,05 + 2,95 \cdot 0,78) / 12,3 \cdot 7 = 2,2 \text{ кг/га}$$

де $G_p, G_X, G_{пер}, G_3$ - годинна витрата палива, відповідно, при виконанні технологічного процесу, на поворотах, переїздах, зупинках з працюючим двигуном, кг/год.;

$T_p, T_X, T_{пер}, T_3$ - тривалість, відповідно, чистого часу зміни, поворотів, переїздів, зупинок з працюючим двигуном, год.

$$G_p = \frac{g \cdot N_{ен} \cdot \xi_p}{1000}, \quad (2.21)$$

Для МТЗ-82:

$$G_p = 230 \cdot 56,6 \cdot 0,66 / 1000 = 8,59 \text{ кг/год}$$

Для ХТЗ-17221:

$$G_p = 230 \cdot 128,6 \cdot 0,89 / 1000 = 26,32 \text{ кг/год}$$

$$G_x = \frac{g \cdot N_{ен} \cdot \xi_x}{1000}, \quad (2.22)$$

Для МТЗ-82:

$$G_x = 230 \cdot 56,6 \cdot 2,17 / 1000 = 28,25 \text{ кг/год}$$

Для ХТЗ-17221 :

$$G_x = 230 \cdot 128,6 \cdot 2,36 / 1000 = 69,8 \text{ кг/год}$$

$$G_{пер} = \frac{g \cdot N_{ен} \cdot \xi_{пер}}{1000}, \quad (2.23)$$

Для МТЗ-82:

$$G_{пер} = 230 \cdot 56,6 \cdot 1,1 / 1000 = 14,06 \text{ кг/год}$$

Для ХТЗ-17221 :

$$G_{пер} = 230 \cdot 128,6 \cdot 1,2 / 1000 = 34,9 \text{ кг/год}$$

$$G_з = \frac{0,1 \cdot g \cdot N_{ен}}{1000}, \quad (2.24)$$

Для МТЗ-82:

$$G_з = \frac{0,1 \cdot g \cdot N_{ен}}{1000} = \frac{0,1 \cdot 230 \cdot 56,6}{1000} = 1,3 \text{ кг/год}$$

Для ХТЗ-17221 :

$$G_з = \frac{0,1 \cdot g \cdot N_{ен}}{1000} = \frac{0,1 \cdot 230 \cdot 128,6}{1000} = 2,9 \text{ кг/год}$$

$$T_{пер} = \frac{L}{v_{пер}}, \quad (2.25)$$

Для МТЗ-82:

$$T_{пер} = 0,5 / 10 = 0,05 \text{ год}$$

Для ХТЗ-17221 :

$$T_{пер} = 0,5 / 10 = 0,05 \text{ год}$$

$$T_з = T_{зав} + (\sum T_{ниц} - T_{пер}) \quad (2.26)$$

Для МТЗ-82:

$$T_z = 0,41 + (0,42 - 0,05) = 0,78 \text{ год}$$

Для ХТЗ-17221:

$$T_z = 0,41 + (0,42 - 0,05) = 0,78 \text{ год}$$

Затрати праці:

Затрати праці на одиницю площі, z_n^{za} (люд. – год./га):

$$z_n^{za} = \frac{n_o + n_g}{\omega_{zm}}, \quad (2.27)$$

Для МТЗ-82:

$$z_n^{za} = \frac{1}{3,66} = 0,27 \text{ люд. – год./га}$$

Для ХТЗ-17221:

$$z_n^{za} = \frac{2+1}{12,3} = 0,24 \text{ люд. – год./га}$$

де n_o, n_g - кількість робітників, відповідно, основних та допоміжних на обслуговуванні агрегату, люд.

Затрати енергії.

Затрати енергії на одиницю площі, z_e^{za} (люд. – год./га):

$$z_e^{za} = \alpha_n \cdot G_{za}, \quad (2.28)$$

Для МТЗ-82:

$$z_e^{za} = 52,8 \cdot 2,31 = 121,97 \text{ люд. – год./га}$$

Для ХТЗ-17221:

$$z_e^{za} = 52,8 \cdot 2,21 = 116,69 \text{ люд. – год./га}$$

де α_n – енергетичний еквівалент палива $\alpha_n = 52,8$ МДж/га.

2.4 Операційно-технологічна карта на виконання сівби озимої пшениці

Вихідні дані:

сільськогосподарська культура: озима пшениця,

технологічна операція: сівба,

енергетичний засіб: МТЗ-82/ХТЗ-17221,

зчіпка: -/СП-11А,

робоча машина: АСТРА-3,6/2АСТРА-6,

розміри поля: площа-50га, довжина-500м, ширина-1000м,

тип ґрунту: закультивоване поле під сівбу,

норма висіву: 180кг/га,

доза внесення мінерального добрива:

-основного-

-припосівного-100

-підживлення-

Агротехнічні вимоги:

- строк сівби озимої пшениці в північно-східній зоні з 25 серпня по 20 вересня:

- оптимальна глибина загортання насіння на середніх і важких ґрунтах - 3-3,5 см, а на легких ґрунтах - 3,5-4 см. При нестачі вологи в ґрунті - глибину загортання слід збільшити на 1-2 см.

- спосіб сівби суцільний рядовий з технологічною колією і шириною міжрядь 10-15 см. Використовують сівалки механічні, пневматичні, комбіновані агрегати, які здійснюють одночасно підготовку ґрунту до посіву і посів.

- норми висіву 3,5-4,5 млн. схожих насінин на гектар.

Підготовка агрегатів до роботи:

Технологічна підготовка агрегату до виконання заданої технологічної операції зводиться до перевірки трактора, с/г машини і зчіпки. При технологічній підготовці МТА вважається, що технічний стан машини задовільний і основні регулювання виконані на відділку господарства. Перевіряється правильність наладки навісної системи трактора, ширини колії, справність системи керування і таке інше. У с/г. машин і зчіпки перевіряється

правильність установки робочих органів, з'єднання машини. Технологічна перевірка роботи агрегату виконується при перших декількох проходах, а виявлені недоліки негайно усуваються.

Підготовка поля до роботи машинних агрегатів:

Підготовка поля включає:

- огляд поля з метою усунення переплод, які можуть погіршити якість виконання робіт, знизити продуктивність агрегату і створювати аварійні ситуації;
- вибір напрямку та способу руху агрегатів, враховуючи попередній обробіток та природні умови;
- розмітку поворотних смуг, позначення лінії першого проходу агрегата, місць заправки насінням та інше;
- розмітку загонів, виконання прокосів і обкосів для поворотних смуг та з метою протипожежного захисту;
- визначення послідовності обробітку поворотних смуг і основного масиву поля.

Вказати вимоги до поля, підготовленого до роботи агрегатів. Перед цим необхідно визначити основні кінематичні характеристики агрегату та параметри розмітки поля.

Робоча довжина загінки, l_p (м):

- при рухові уздовж довжини поля:

$$l_p = L - 2E, \quad (2.29)$$

Для МТЗ-82:

$$l_p = 500 - 2 * 12,8 = 474,4 \text{ м}$$

Для ХТЗ-17221:

$$l_p = 500 - 2 * 38,2 = 423,6 \text{ м}$$

де L – довжина поля, м;

B – ширина поля, м;

E – ширина поворотної смуги, м.

- для петльових поворотів:

$$E = 3 \cdot R_n + e, \quad (2.30)$$

Для МТЗ-82:

$$E = 3 \cdot 3,6 + 2 = 12,8 \text{ м}$$

Для ХТЗ-17221:

$$E = 3 \cdot 10,8 + 5,8 = 38,2 \text{ м}$$

де R_n – радіус повороту агрегату, м;

e – довжина виїзду, м.

Радіус повороту:

- машин для внесення мінеральних, органічних добрив та засобів захисту, сівалок, самохідних збиральних комбайнів $R_n = B_p$.

Довжина виїзду агрегату:

- для причіпних агрегатів:

$$e = (0,5 \dots 0,75) \cdot l_k, \quad (2.31)$$

Для МТЗ-82:

$$e = 0,5 \cdot 4,075 = 2 \text{ м}$$

Для ХТЗ-17221:

$$e = 0,5 \cdot 11,675 = 5,8 \text{ м}$$

де l_k – кінематична довжина агрегату, м.

$$l_k = l_{tp} + l_m, \quad (2.32)$$

Для МТЗ-82:

$$l_k = 1,925 + 2,150 = 4,075 \text{ м}$$

$$l_k = l_{tp} + l_{зч} + l_m, \quad (2.33)$$

Для ХТЗ-17221:

$$l_k = 3 + 7,2 + 1,475 = 11,675 \text{ м}$$

де $l_{tr}, l_{зч}, l_m$ - кінематична довжина відповідно трактора, зчіпки, робочої машини, м.

Після визначення розрахункового значення ширини поворотної смуги E фактичне її значення приймається із умови:

$$E_{\phi} = n \cdot B_p \geq E, \quad (2.34)$$

Для МТЗ-82:

$$E_{\phi} = 2,4 \cdot 3,6 = 8,64 \geq 6$$

Для ХТЗ-17221:

$$E_{\phi} = 2,4 \cdot 10,8 = 25,92 \geq 16,87$$

де n – коефіцієнт кратності ($n = 2.4 \dots i$)

Запас робочого ходу агрегату, l_{px} (м):

$$l_{px} = \frac{10^4 \cdot V_{\delta} \cdot \gamma \cdot \lambda}{H \cdot B_p}, \quad (2.35)$$

Для МТЗ-82:

$$l_{px} = \frac{10^4 \cdot 0,453 \cdot 763 \cdot 0,95}{180 \cdot 3,6} = 5067 \text{ м}$$

Для ХТЗ-17221:

$$l_{px} = \frac{10^4 \cdot 0,653 \cdot 863 \cdot 0,95}{180 \cdot 10,8} = 2754 \text{ м}$$

де V_{δ} - об'єм бункера, м³;

γ - об'ємна маса матеріалу, кг/м³;

λ – наповненість бункера ($\lambda = 0,95$);

H – норма внесення матеріалу, кг/га;

B_p – робоча ширина захвата агрегату, м.

Кількість робочих проходів для вивільнення технологічних місткостей, n_{ϵ} :

$$n_{\epsilon} = \frac{l_{px}}{l_p}, \quad (2.36)$$

Для МТЗ-82:

$$n_{\epsilon} = \frac{5067,7}{470,8} = 10,8 \approx 11$$

Для ХТЗ-17221:

$$n_{\epsilon} = \frac{2754}{423,6} = 6,5 \approx 6,5$$

Відстань між місцями заправок, l_3 (м):

$$l_3 = n_{\epsilon} \cdot B_p, \quad (2.37)$$

Для МТЗ-82:

$$l_3 = 10,8 * 3,6 = 38,9$$

Для ХТЗ-17221:

$$l_3 = 6,5 * 10,8 = 70,2$$

Коефіцієнт робочих ходів

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x} \quad (2.38)$$

де L_p , L_x – загальна довжина відповідно робочих і холостих ходів, км.

Для МТЗ-82:

$$\varphi = \frac{138,9}{138,9 + 25} = 0,85$$

Для ХТЗ-17221:

$$\varphi = \frac{46,3}{46,3 + 25} = 0,65$$

$$L_p = \frac{F \cdot 10^4}{B_p} \quad (2.39)$$

Для МТЗ-82:

$$L_p = \frac{50 \cdot 10^4}{3,6} = 138,9 \text{ км}$$

Для ХТЗ-17221:

$$L_p = \frac{50 \cdot 10^4}{10,8} = 46,3 \text{ км}$$

L_x приймаємо приблизно 25 км.

Ширина загинки, м:

$$C_{опт} = \sqrt{3B_k l_p} \quad (2.40)$$

Для МТЗ-82:

$$C_{опт} = \sqrt{3 \cdot 3,6 \cdot 470,8} = 71,3 \text{ м}$$

Для ХТЗ-17221:

$$C_{опт} = \sqrt{3 \cdot 10,8 \cdot 423,6} = 117,2 \text{ м}$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА. ПРИСТРІЙ ДЛЯ РІЗНОРІВНЕВОГО ВИСІВУ НАСІННЯ ТА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

3.1 Обґрунтування необхідності конструкції

Аналіз сучасних типів сошників, призначених для укладання насіння зернових культур разом із гранульованими мінеральними добривами на різних рівнях заглиблення, показує, що найбільш придатними для забезпечення належної якості висіву є моделі з двома дисками. Водночас, подібні конструкції мають низку характерних недоліків, серед яких можна виділити: руйнування стінок борозни, осипання ґрунту при укладанні насіння на дно, нестача чіткого розділення між шарами ґрунту, що містять добрива й насіння, нерівномірне надходження посівного матеріалу, а також його ударне зіткнення з робочими частинами сошника. Усі ці чинники негативно впливають на точність висіву, що, своєю чергою, призводить до зниження врожайності та збільшення витрат на виробництво продукції. Щоб покращити розміщення насіння та добрив на заданих глибинах при використанні дводискових сошників, необхідно враховувати зазначені обмеження їх конструкції.

У межах даного дослідження запропоновано новий варіант комбінованого сошника, оснащеного U-подібним загортачем, який забезпечує укладання та закривання насіння і добрив на заданих рівнях у ґрунті (див. рис. 3.1).

3.2 Будова пристрою та його робота

Сошник, призначений для роздільного заглиблення насіння та добрив, функціонує таким чином. У процесі руху з бункера 15 через туковисівальний механізм 18 добрива надходять у розподільник потоку 17, який розділяє їх на стартову та основну фракції. Основна кількість добрив потрапляє до туконапрямника 5 через горловину 2.

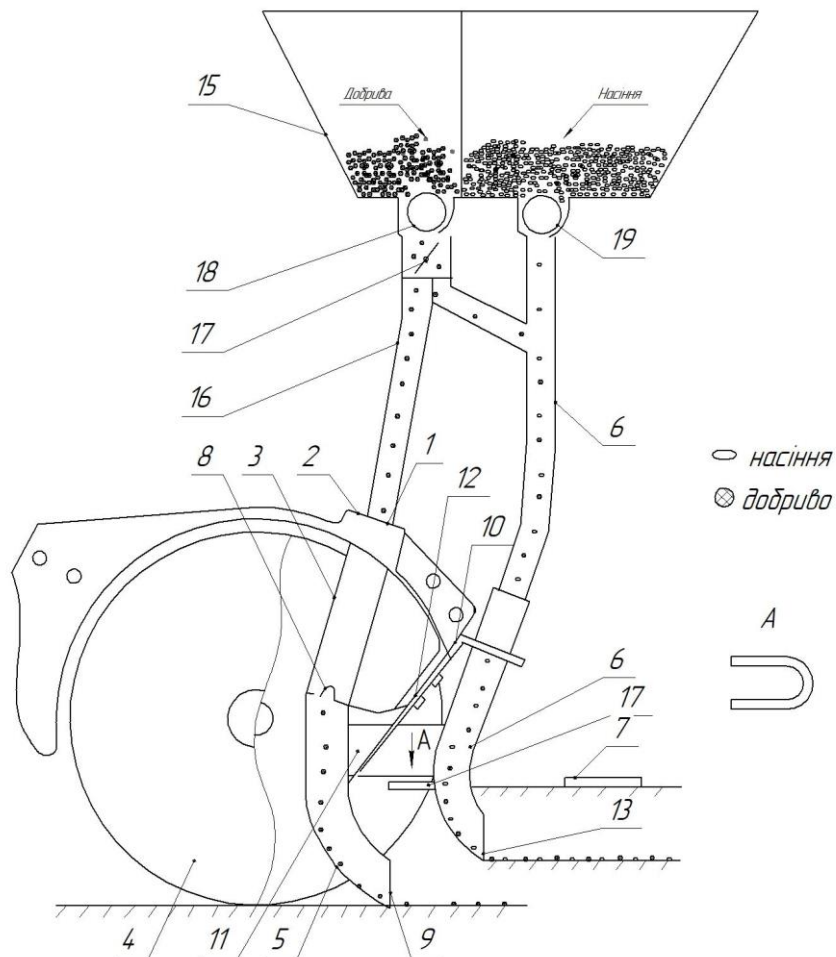


Рис. 3.1 - Схема висівної секції для різнорівневого внесення

1 - стійка; 2 - горловина; 3 - воронка; 4 - диски; 5 - туконаправитель; 6, 21 - насіннепровід; 7 - загортач; 8 - вушко; 9 - вихідний отвір; 10 - кронштейн; 11 - ребро жорсткості; 12 - полиця; 13 - вихідний отвір; 14 - загортач U-подібної форми; 15 - бункер; 16 - тукопровід; 17 - подільник потоку; 18 - туковисівний апарат; 19 - висівний апарат.

Застосування труби з поперечним перерізом еліпсоїдної форми у конструкції туконаправника 5, а також загин її нижньої частини у зворотному до руху комбінованого сошника напрямку по дузі радіусом 30 см, забезпечує вирівнювання потоку стартової та основної доз разом із насінням. Це істотно покращує однорідність їхнього розміщення як по довжині, так і по глибині насінневого ложа. Добрива, що подаються через вихідний отвір 9, рівномірно розподіляються на дні борозни, сформованої двома дисками 4, без змішування із ґрунтом.

Для недопущення випадіння гранул на поверхню землі крізь щілини, у верхній частині туконапрячника розташовані два вушка 8. Щоб підвищити стабільність функціонування сошника, верхня частина туконапрячника додатково фіксується нерухомим кронштейном 10, який посилено жорстким ребром 12. Менша кількість добрив, що подається разом із насінням висівним механізмом 19, транспортується через насіннепровід 6 у напрямку до горловини.

3.3 Розрахунки обсіпання ґрунту в борозну

Процес осипання ґрунту визначається кутом природного укосу (самообсіпання), який, у цьому випадку, зумовлений розташуванням U-подібного загортача. Спочатку починають переміщуватися частинки, що знаходяться у найближчих шарах. Таке осипання можна розглядати як вільне падіння тіл, у яких початкова вертикальна швидкість дорівнює нулю. Згодом, майже одночасно, починається переміщення частинок, що знаходяться під кутом природного укосу.

Вісь Ox приймаємо спрямованою за вектором швидкості, а Oy орієнтуємо вертикально вниз. Відлік координат здійснюємо з точки O , що знаходиться у центрі частинки (див. рис. 3.2).

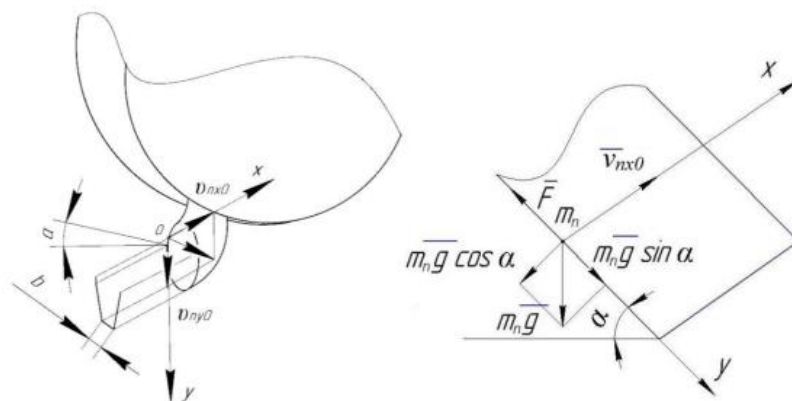


Рис. 3.2 - Рух ґрунту: а в борозну; б по лініях, розташованих під кутом укосу частинок ґрунту; α – кут падіння; b – ширина ущільнювача

Коли частинка ґрунту залишає площину туконапрячника, на неї починає діяти сила тяжіння, яка спричиняє її вертикальне падіння. З огляду на те, що вертикальна компонента швидкості в момент відокремлення відсутня, а відстань

до ущільнювального елемента є незначною, вплив сили опору повітря можна не враховувати.

На цій основі сформулюємо рівняння, що описує траєкторію руху частинки ґрунту.

$$\begin{cases} m \frac{d^2 x}{dt^2} = 0 \\ m \frac{d^2 y}{dt^2} = mg \end{cases},$$

де m - маса частинки, кг.

Рахуючи, що $\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{dv_x}{dt}$, а $\frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{dv_y}{dt}$ і скоротивши рівняння на m отримаємо:

$$\begin{cases} \frac{dv_x}{dt} = 0 \\ \frac{dv_y}{dt} = g \end{cases}$$

Помноживши обидві частини виразів на dt та проінтегрувавши їх, знайдемо:

$$v_x = C_1, \text{ м/с}, \quad v_y = gt + C_2, \text{ м/с}$$

З початкових умов маємо, що при $t = 0$ $v_x = v_{x0}$, $v_y = 0$.

Тоді $C_1 = v_{x0}$, $C_2 = 0$.

Після підстановки постійних інтегрування у вираз отримаємо:

$$\frac{dx}{dt} = v_x = v_{x0}; \quad \frac{dy}{dt} = v_y = gt,$$

звідки знайдемо:

$$x = v_{x0}t + C_3; \quad y = \frac{gt^2}{2} + C_4.$$

З початкових умов визначимо $C_3 = C_4 = 0$. Тоді

$$x = v_{x0}t; \quad y = \frac{gt^2}{2},$$

звідки

$$y = \frac{gx}{2v_{x0}^2}.$$

Підставивши значення $v_x = v_{x0}$ отримаємо

$$y = \frac{xtg\alpha}{(tg\varphi - tg\varphi_1) + (tg\varphi - tg\beta)\sin\beta},$$

$$v_y = \frac{gx}{v_{x0}} = \sqrt{\frac{gx \cdot tg\alpha}{(tg\varphi - tg\varphi_1) + (tg\varphi - tg\beta)\sin\beta}}, \text{ м/с}$$

Результуюча швидкість падіння частки

$$v_n = \sqrt{v_{x0}^2 + v_y^2}, \text{ м/с},$$

а кут падіння

$$\alpha = \arctg \frac{v_y}{v_{x0}}, \text{ град.}$$

Частки ґрунту, розташовані поза межами граничного шару, рухаються вниз по нахилу, який утворює кут укладання або природний схил α . На ці частинки діє сила ваги, складова якої $mg \sin \alpha$ примушує їх переміщатися по похилій площині. Проти цього руху діє сила тертя $F = mg \cos \alpha \cdot tg \varphi_1$. Рівняння, що описує рух частинки, має вигляд:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = 0$$

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = mg \sin \alpha - mg \cos \alpha \cdot tg \varphi_1.$$

Після перетворень отримаємо:

Результуюча швидкість падіння частки

$$v = \sqrt{v_{x0}^2 + v_y^2}, \text{ м/с}$$

Час, за який падають частинки граничного шару, а також частинки під кутом самоосипання, становить відповідно:

$$t_1 = \sqrt{\frac{2y}{g}}, \text{ с}; \quad t_2 = \sqrt{\frac{2y}{g \cos \alpha (tg \alpha - tg \varphi_1)}}, \text{ с}$$

Протягом цього часу ложе для внесення добрив залишається відкритим. Довжина відкритої ділянки борозни L , яка визначається від початкового отвору

туконаправника до валика ґрунту, що осипається, тобто від точки a_2 до a_3 , змінюватиметься залежно від швидкості руху сівалки (див. рисунок 3.2).

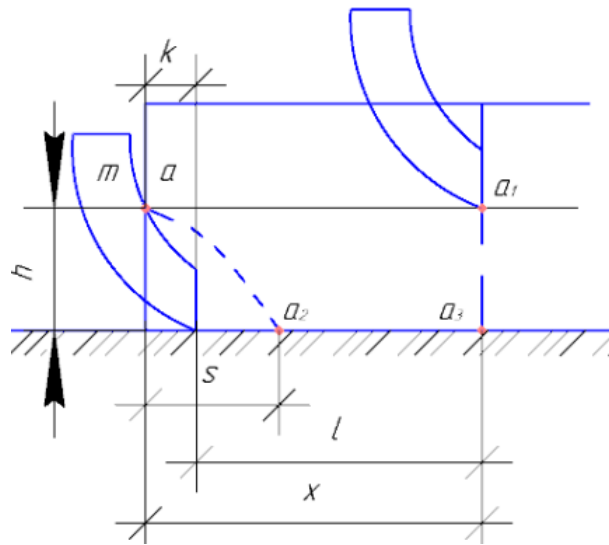


Рис. 3.2 - Схема до розрахунку часу осипання борозни: l довжина відкритої частини борозни; s шлях, що проходить ґрунтом за час обсипання; h висота падіння частки ґрунту; k відстань початку руху частки до вихідного отвору.

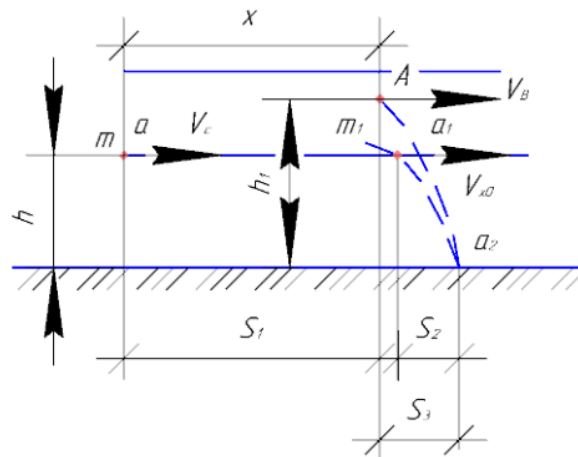


Рис. 3.3 - Фіксація добрив у момент падіння на дно борозни при самоосипанні ґрунту: H – висота до U-подібного загортача; h - висота падіння частки ґрунту; m – частка ґрунту; S_1, S_2, S_3 - шлях, пройдений ґрунтом

За час осипання частка ґрунту проходить наступний шлях: $s = v_{ox}t$, а шлях, пройдений посівним агрегатом за цей тимчасовий період, дорівнюватиме $v_m t$.

Тоді

$$l \geq (v - v_{x0}) \sqrt{\frac{2H}{g}}, \text{ м.}$$

При зростанні швидкості роботи посівного агрегату та збільшенні глибини занурення сошника розмір борозни також збільшується. Добрива, що вивільняються через туконаправник, мають потрапляти на дно борозни до її повного закриття. Крім того, розташування вихідного отвору туконаправника і швидкість викиду добрив повинні бути налаштовані таким чином, щоб вони встигли стабілізуватися на дні перед закриттям борозни. Такий підхід забезпечує мінімальний рівень нерівномірності реакції ґрунтового шару.

$$\sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{s_1}{v_c} + \sqrt{\frac{2h}{g}},$$

З іншого боку, величина x може бути визначена з рівності

$$v_B \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = \frac{l+k}{v} + v_{x0} \sqrt{\frac{2h}{g}},$$

Виходячи з цієї умови і за заданими швидкостями сівалки (v_c), викиду добрива (v_B) та осипанням ґрунту (v_{x0}), а також враховуючи висоти падіння частинок ґрунту і відстань між площинами вихідних отворів насіннепроводу і туконаправника, можливо розрахувати висоту до U-подібного загортача, позначену як H .

$$h_1 = \frac{\left(\frac{l+k}{v} + v_{x0} \sqrt{\frac{2h}{g}} \right)^2}{2v_B^2}$$

Враховуючи раніше визначені відстані між площинами вихідних отворів сім'япроводу та туконаправника в діапазоні від 0,02 м до 0,08 м, висота до U-подібного загортача складе приблизно 0,04–0,05 м.

Оскільки частинки ґрунту, що випадають за сошником, з'являються в певній послідовності, відбувається їхнє змішування. Як було зазначено раніше, спочатку осипаються частки, які безпосередньо контактують з поверхнею U-подібного загортача, при цьому нижні частинки обсипаються швидше за верхні. Через це дно борозни з добривами буде покрито тонким шаром нижнього ґрунту, а зверху — верхнім. Після цього обсипається основний об'єм ґрунту.

4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Головним завданням дипломного проекту для цього господарства є створення механізованих рішень для технологічних етапів посіву. Це дозволить істотно знизити частку ручної праці під час виробництва агропродукції, скоротити агротехнічні строки та значно покращити показники ефективності.

Для економічного аналізу удосконаленої у проєкті технології проведемо порівняльну оцінку техніко-економічних характеристик між поточною та покращеною нами технологіями вирощування пшениці.

Таблиця 4.1 - Розрахункові дані ефективності виробництва озимої пшениці

Показники	Існуюча технологія	Пропонована технологія
1	2	3
Балансова вартість машини що припадає на вирощування культури (B_K), грн.	204311,90	193300
2. Витрати на оплату праці (Z), грн.		
– оплата по тарифу	8020,4	10474,3
– додаткова оплата	802,04	1047,43
– нарахування на оплату	3208,16	4189,72
Разом	12030,6	15711,45
Витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування ($П_P$), грн.	29160,55	25129
4. Амортизаційні відрахування (A), грн.	33646,79	28995
5. Витрати пального ($П$), кг.	4650	4517,1
6. Ціна комплексного палива ($Ц_K$), грн.	45	45
7. Вартість палива (C), грн	209250	203269,5
8. Кількість мінеральних добрив, т	32	35
в т.ч.: азотних	15	15,7
фосфорних	12	12,7
калійних	5	6,7
9. Ціна 1 тони добрив, грн.:		
в т.ч.: азотних	20000	20000
фосфорних	35000	35000
калійних	20000	20000
10. Витрати часу, (t) год.	471,3	584,35
11. Вартість добрив (B_M), грн.		
в т.ч.: азотних	300000	314000

фосфорних	420000	444500
калійних	100000	134000
Разом:	820000	892500
12. Кількість насіння, т	20	20
13. Ціна 1 тони насіння, грн.	7700	8000
14. Вартість насіння (B_H), грн.	154000	160000
15. Кількість протруйних засобів, л.	50	50
16. Ціна 1 л, грн.	83,12	83,12
17. Витрати на засоби захисту ($B_{ЗАХ}$), грн.	4156	4156
18. Витрати на інсектициди та фунгіциди (децис 0,03 кг/га, імпакт 0,3 кг/га)	8011,32	7461
19. Транспортні витрати ($B_{ТР}$) ($1900 \cdot 1,53$) грн.	2700	2907
20. Витрати на електроенергію (B_E), ($12,54 \cdot 0,52$)	398,28	398,28
21. Сума прямих виробничих витрат без амортизації ($ПВВ$), ($ПВВ=З+П_р+C+B_M+B_H+B_{ЗАХ}+B_{ТР}+B_{ЕЛ}$), грн.	1239706,75	1311532,23
22. Орендна плата за землю (B_O), грн. $(B_O = 130 \text{ грн/га})$	100000	100000
23. Страхові платежі ($B_{СП}$), грн. $(B_{СП} = ПВВ \cdot 0,07)$	86779,47	91807,26
24. Інші прямі витрати ($B_{ІН}$), грн. $(B_{ІН} = ПВВ \cdot 0,10)$	123970,68	131153,22
25. Загальновиробничі витрати ($B_{ЗАГ}$), грн. $(B_{ЗАГ} = ПВВ \cdot 0,05)$	61985,34	65576,61
26. Всього виробничих витрат ($ВВ$), грн. $(ВВ = ПВВ + B_O + B_{СП} + B_{ІН} + B_{ЗАГ} + A)$	1646089,025	1729064,321
в т. ч. на 1 га посіву	16460,89	17290,64
на 1 ц продукції	365,801	360,22

Таблиця 4.2 - Розрахункові дані ефективності виробництва озимої пшениці

Показники	Існуюча технологія	Пропонована технологія	Відхилення, %
1. Площа посіву, га	100	100	0
2. Урожайність, ц/га.	45	48	6,7
3. Валовий збір зерна, т	450	480	6,7
4. Витрати часу, год.			
на 1 га	5,71	5,64	-1,241
на 1 ц	0,16	0,14	-14,29
5. Виробничі витрати, тис. грн.	1646,089	1729,064	5,04
6. Собівартість 1 центнера зерна, грн.	365,801	360,22	-1,52
7. Ціна продукції, грн./ц.	650,0	650,0	0
8. Вартість продукції, тис. грн.	2925	3120	6,7
9. Умовний прибуток, тис. грн.	1278,911	1390,936	8,8
10. Додаткова сума прибутку, тис. грн.		112,024	

Висновок: розрахунки свідчать, що в господарстві втілення новітньої технології вирощування озимої пшениці забезпечує збільшення обсягу виробництва продукції на 6,7%, при зменшенні собівартості 1 ц зерна на 1,52 %, з площі в 100 га підприємство отримує додаткову суму прибутку в 112,024 тис. грн..

ВИСНОВКИ

Існуюча технологія виробництва озимої пшениці в господарстві не забезпечує отримання високих врожаїв, і призводить до збільшення затрат праці. В господарстві порушуються агротехнічні строки і вимоги технології. Технологічні процеси не завжди виконуються раціональним складом машинно-тракторних агрегатів. В деяких випадках має місце використання ручної праці.

Розроблена в даному проекті інтенсивна технологія виробництва озимої пшениці дозволяє збільшити врожайність, зменшити затрати праці, а також експлуатаційні затрати.

Важливою технологічною операцією в технології вирощування є посів. В роботі запропоновано конструкцію висіваючої секції для різнорівневого висіву насіння та мінеральних добрив. Дана розробка в купі з іншими запропонованими заходами дає можливість збільшити врожайність озимої пшениці на 3ц/га.

Розрахунки свідчать, що в господарстві втілення нової технології вирощування озимої пшениці забезпечує збільшення обсягу виробництва продукції на 6,7%, при зменшенні собівартості 1 ц зерна на 1,52 %, з площі в 100 га підприємство отримує додаткову суму прибутку в 112,024 тис. грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основні технологічні помилки при обробці ґрунту та їх запобігання [Електронний ресурс] // Галещина машзавод. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://galmash.com.ua/ua/news/osnovnye-tehnologicheskie-oshibki-pri-obrabotke-pochvy-ih-predotvraschenie>.
2. Васильченко В. Фактори, які визначають якість сівби [Електронний ресурс] / В. Васильченко, В. Опалко // Агроном. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/factory-yaki-vyznachayut-yakist-sivby/>
3. Гунько І.В. Аналіз технологічних систем. Обґрунтування інженерних рішень: навч. посіб. / І.В. Гунько, О.О. Галушак, С.М. Кравець – Вінниця: ВНАУ, 2019. – 216 с.
4. Основні технологічні помилки при обробці ґрунту та їх запобігання [Електронний ресурс] // Галещина машзавод. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://galmash.com.ua/ua/news/osnovnye-tehnologicheskie-oshibki-pri-obrabotke-pochvy-ih-predotvraschenie>.
5. Практикум із машиновикористання в рослинництві : навчальний посібник / А. С. Лімонт [та ін.]. - Київ : Кондор, 2022. - 284 с.
6. Степанець О.І. Обґрунтування параметрів і конструкції комбінованого ґрунтообробного агрегату, побудованого на принципах біоніки: дипломна робота на звання магістр / Степанець Олександр Іванович – Дніпро: ДДАЕУ, 2019. – 74с.
7. Цильорик Я. Поверхневий обробіток і рослинні рештки / Електронний ресурс/код доступу: <https://www.zerno-ua.com/journal/2019/may-2019-god/poverhneviy-obrobitok-i-roslinni-reshtki>
8. Дегусаров А. Вітчизняна техніка для загортання рослинних решток [Електронний ресурс] / А. Дегусаров, А. Мазуренко, К. Дорошенко // Аграрний сектор України. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://agroua.net/technics/articles/index.php?aid=33>
9. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / [Д. Г. Войтюк, В. О. Дубровін, Т. Д. Іщенко та ін.]. – Київ: Вища освіта, 2004. – 544 с.

10. Гайденко О. Правильний обробіток ґрунту — запорука високих урожаїв [Електронний ресурс] / О. Гайденко // Агробізнес Сьогодні. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/9224-pravylnyi-obrobitok-gruntu-zaporuka-vysokykh-urozhaiv.html>.
11. Як досягти раціонального обробітку ґрунту під озимину: поради науковців [Електронний ресурс] // GrowHow.in.ua. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.growhow.in.ua/yak-dosyagty-ratsionalnogo-obrobitku-gruntu-pid-ozymynu-porady-naukovtsiv/>.
12. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів : ДСТУ 4362:2004. – [Чинний від 2006–01–01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 36 с.
13. Janulevičius, A., Šarauskis, E., Čiplienė, A., Juostas, A., 2019. Estimation of farm tractor performance as a function of time efficiency during ploughing in fields of different sizes. Biosyst. Eng. 179, 80–93.
14. Lockwood, C., 2019. Know Your Farm Machinery (Old Pond Books) 43 Machines including Tractors, Ploughs, Cultivators, Drills, Spreaders, Balers, and More, with Fun Facts and a Full-Page Photo of Each Agricultural Machine. Old Pond Publishing.
15. Lovarelli, D., Bacenetti, J., Fiala, M., 2021. Effect of local conditions and machinery characteristics on the environmental impacts of primary soil tillage. J. of Clean. Production. 140, 479–491.
16. Van Linden, V., Herman, L., 2019. A fuel consumption model for off-road use of mobile machinery in agriculture. Energy 77, 880–889.
17. Bell, B., 2019. Farm Machinery, 6th Edition (Old Pond Books) (6th ed.). Old Pond Publishing.
18. Godwin, R.J., 2019. A review of the effect of implement geometry on soil failure and implement forces. Soil Tillage Res. 97, 331–340.
19. Sahu, R.K., Raheman, H., 2019. Draught prediction of agricultural implements using reference tillage tools in Sandy Clay loam soil. Biosyst. Eng. 94, 275–284
20. McLaughlin, N.B., Campbell, A.J., 2020. Draft-speed-depth relationships for four liquid manure injectors in a fine sandy loam soil. Canad. Biosyst. Eng. 46, 2.1–2.5.

21. Фактори, які впливають на прибуткове вирощування гібридів кукурудзи [Електронний ресурс] // Seed Ukraine. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://seed-ua.com/ua/factory-yaki-vplyvayut-na-prybutkove-vyroshhuvannya-gibrydiv-kukurudzy/>.
22. Практикум із машиновикористання в рослинництві : навчальний посібник / А. С. Лімонт [та ін.]. - Київ : Кондор, 2022. - 284 с.
23. Збірник методик з використання машин в землеробстві /За ред. Мельника В. І. – Харків: “Промпроект” – 2020, 257 с.
24. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в випускних роботах здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. - Суми: СНАУ, 2021.– 16 с.
25. Мікуліна М.О. Методичні рекомендації щодо виконання розділу кваліфікаційної роботи (дипломного проекту) здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня денної та заочної форм навчання спеціальності 208 «Агроінженерія». Суми. 2021. – 44 с.

ДОДАТКИ